

## Report on the External Audits Conducted by Korean Society of Medical Physics

Hyun Do Huh, Kwang Hwan Cho, Sam Ju Cho, Sang Hyoun Choi, Dong Wook Kim, Ui-Jung Hwang, Ki Hwan Kim, Chul Kee Min, Tae Jin Choi, Young Kee Oh, Seoung Jun Lee, Dahl Park, Sung-Kwang Park, Young Hoon Ji

Committee of Quality Assurance in Korean Society of Medical Physics

The aim of this work is to verify the self-quality assurances in medical institutions in Korea through the external audits by the group of experts and have a mutual discussion of the systematic problems. In order to validate the external audits 30 of 80 medical institutions across the nation were picked out considering the regional distribution and the final 25 institutions applied voluntarily to take part in this work. The basic rules were setup that any information of the participants be kept secrete and the measurements be performed with the dosimetry system already verified through intercomparision. The outputs for 2 or more photon beams, the accuracy of gantry rotation and collimator rotation and the poistional accuracy of MLC movement were measured. The findings for the output measurement showed the differences of  $-0.8\% \sim 4.5\%$ ,  $-0.79\% \sim 3.01\%$ , and  $-0.7\% \sim 0.07\%$  with respect to that of the verified dosimetry system for the 6MV, 10MV, and 15MV, respectively. For the reference absorbed dose 8 (16%) of 50 photon beams in 25 medical institutions differed 2.0% or greater from the reference value. The coincidences of Field size with x-ray beam and radiation isocenters of Gantry rotation and collimator rotation gave the results of within  $\pm 2$  mm for every institute except 2 institutions. The positional accuracy of MLC movement agreed to within  $\pm 1$  mm for every institute. For the beam qualities of 6 MV photon beams kQ values showed the distribution within 0.4% between maximum and minimum. For the protocols 21 institutions (84%) used absorbed dose to water based protocol while 4 insitutions (16%) used air kerma based one. 22 institutions employed the SSD technique while 3 institutions did the SAD one. External audit plays an important role in discovering the systematic problems of self-performing Quality Assurances and having in depth discussion for mutual complementation. Training experts of international level as well as national support system are required so that both the group of experts of medical physicists and government laboratory could perform together periodical and constant external audits.

**Key Words:** External audit, Linear accelerator, MLC, Gantry, Collimator, Output

### 서론

전 세계적으로 종양을 정복하기 위한 노력이 진행되고 있다. 종양을 제거하기 위한 방법으로는 대표적으로 외과적 수술, 항암약물요법과 방사선치료가 있다. 이중 고에너지 방사선을 이용한 방사선치료는 많은 발전을 거듭하고 있고, 표적이 되는 종양에는 최대의 선량을 조사하고 표적 주위의 정상조직에 선량을 최소화하는 궁극적인 목적을 위하여

기술적 발전을 통하여 다양한 방법으로 시행되고 있다.

광자선을 이용한 체외 방사선치료는 대표적으로 3차원 입체조형치료(three-dimensional radiation therapy, 3D-CRT)와 함께 세기조절방사선치료(intensity-modulated radiation therapy, IMRT)가 사용되고 있다. 세기조절방사선치료는 역방향치료계획(inverse radiation treatment planning)을 기본적으로 적용하게 되고, 선량 전달 측면에서 비균일 플루언스(nonuniform fluence)를 적용하여 최적화된 선량 분포를 얻을 수 있다.<sup>1)</sup> 이를 위해서는 선형가속기내에 다엽콜리메이터(multileaf collimators, MLC)가 필수적이다. 다엽콜리메이터는 정적(static)이나 동적(dynamic) 움직임을 통하여 최적화된 플루언스 분포를 생성하게 된다. 다엽콜리메이터를 이용한 세기조절방사선치료에 대한 임상적 적용 및 연구에

이 논문은 2013년 12월 9일 접수하여 2013년 12월 12일 채택되었음.

책임저자 : 허현도, (400-711) 인천시 중구 신흥동 3가

인하대학교병원 방사선종양학과

Tel: 032)890-3073, Fax: 032)890-3082

E-mail: hyundohuh@gmail.com

관하여 많은 문헌을 통해 확인할 수 있다.<sup>2,6)</sup>

국제 방사선 단위 측정위원회(international commission on radiation units and measurements, ICRU)에서는 처방선량의  $\pm 5\%$  이내로 치료가 시행 되도록 권고하고 있다. 권고 수치  $\pm 5\%$  이내로 정확한 선량 전달을 위해서는 사전에 선형가속기의 상태를 점검하는 정도관리(quality assurance, QA) 프로그램이 필수적이다. 미국의학물리학회(american association of physicists in medicine, AAPM)에서 발간된 task-group 142 report에서는 전반적으로 선량 측정(dosimetry), 기계적(mechanical) 그리고, 안전(safety)으로 구분하고 있다.<sup>7)</sup> 프로그램 수행은 일간, 월간, 연간으로 구분하고 있다. 세기조절방사선치료에서 최적화된 선량 분포를 정확하게 적용하기 위해서는 다엽콜리메이터의 위치, 이동 및 속도의 정확성, 정밀성 그리고, 재현성이 높아야한다. 정도관리측면에서 다엽콜리메이터의 특성을 고려하고 그에 따른 정형화된 검증 및 확인이 필요하다. 이와 관련하여 다엽콜리메이터의 기계적 특성과 포괄적인 정도관리에 관한 보고서는 AAPM의 task-group 50 report를 통해 확인할 수 있다.<sup>8)</sup> 다엽콜리메이터에서 독립적인 각 엽(leaf)을 이용하여 치료계획에서 결정된 시퀀스(sequence)에 따라 모든 엽이 유기적으로 위치하게 된다. Bayouth 등<sup>9)</sup>은 다엽콜리메이터의 위치잡이(positioning)의 정확성, 정밀성 및 재현성의 중요성을

언급함과 동시에 연구결과를 보고한 바 있고, LoSasso 등<sup>10)</sup>은 각 엽의 위치잡이와 투과(transmission) 테스트의 필요성과 함께 다엽콜리메이터에 대한 정도관리를 언급하였고, 방사선 투과를 이용하여 각 엽간의 간격(gap)을 정량적으로 판별할 수 있는 picket fence test를 문헌을 통해 이해할 수 있다.<sup>10-12)</sup>

선형가속기를 이용한 방사선치료에서 정확한 선량을 전달하고 세기조절방사선치료와 같은 정밀도를 유지하기 위해서는 일간, 월간 그리고, 연간과 같은 주기적인 정도관리가 우선적 검증이 필요하다.

국제 원자력기구(IAEA)는 세계보건기구(WHO)와 협력하여 1969년도부터 개발도상국을 대상으로 TLD를 이용한 체계적인 외부 검사제도를 처음으로 조직하였으며 32년 동안 총 1,200개의 병원 4,300개 이상의 치료 방사선용 빔을 검사하였다. 처음 TLD 검사 시행 시 지정된 선량의 오차범위  $\pm 5\%$  이내에 든 병원은 74%에 불과 했으나 TLD 검사를 성공적으로 진행하여 88%의 병원이 효과를 보았으며 현재 IAEA TRS-398을 기반으로 운용되고 있다.

국내 방사선치료기기에 대한 외부검사 실시는 2000년 대한방사선종양학회 숙제보고 형식으로 한국의학물리학회에서 49개의 의료기관을 직접 방문하여 외부검사를 실시하였

Table 1. Areas of a participated hospitals for external audit.

Areas	Number of participated hospitals	Number of Auditors
서울 남부	3	2
서울 북부	5	2
경기, 인천	4	2
호남, 호서	5	2
대구, 경북	5	3
부산, 경남	3	2
Total	25	13

Table 3. Contents of external audit.

Contents	Tolerance	Remarks
광자선 출력조사	$\pm 2\%$	물 흡수선량 기반
갠트리 조사 회전 중심점 일치도	2 mm	필름 조사
콜리메이터 조사 회전 중심점 일치도	2 mm	필름 조사
다엽콜리메이터 이동 위치 정확도	1 mm	Picket and fence test
TPR10/20 조사	-	현황분석
선량 측정 기준서 조사	-	현황분석
출력선량 측정방법 조사	-	현황분석

Table 2. To be used dosimetries for external audit.

Areas	Ion chamber	Electrometer	Thermometer	Barometer
서울 남부	PTW TM30013	UNIDOS	Lufft C100	Lufft C300
서울 북부	IBA FC65-G	Dose 1	Lufft C100	Lufft C300
경기, 인천	PTW TM30013	UNIDOS	Lufft C100	Lufft C300
호남, 호서	IBA FC65-G	Dose 1	Lufft C100	Lufft C300
대구, 경북	IBA FC65-G	Dose 1	Lufft C100	Lufft C300
부산, 경남	IBA FC65-P	Dose 1	Lufft C100	Lufft C300

다. TRS-277 프로토콜을 적용하여 총 74대에서 방출되는 113가지 광자선 에너지에 대하여 측정을 실시하였다. 2001년에는 동일한 사업의 일환으로 44개의 의료기관에서 사용하고 있는 방사선치료기기에서 방출되는 220개의 전자선에 대하여 실시하였다.

사단법인 한국의학물리학회에서는 독자적으로 방사선종양학회의 협조를 얻어 전국을 6개 권역으로 나누어 25개의 의료기관을 대상으로 광자선 출력 선량뿐만 아니라 MLC 위치이동 정확도 등 치료기기의 품질 관리 외부검사를 실시하였다. 본 보고서에서는 전문가 그룹의 외부검사를 통하여 의료기관 자체적으로 시행되고 있는 품질관리를 평가하고 구조적 문제점에 대한 상호 보완을 하고자 하였다.

### 재료 및 방법

국내 방사선종양학과가 개설 운영 되고 있는 지역을 운영의 효율성 인하여 6개로 권역별 나누었고, 총 82개 방사선종양학과 중 25개 의료기관을 선택하여 직접 방문하여 선형가속기의 외부검사를 실시하였다. 두 개 이상의 광자선을 대상으로 출력선량을 측정하였고, 갠트리 회전 정확도, 콜리메이터 회전 정확도, 다엽콜리메이터 이동 위치 정확도 등을 측정하였다. 출력선량 측정은 이온전리함(0.6 cc Farmer type), 미소전류계를 이용하였다. 기하학적 정확도 측정은 EBT<sup>II</sup>, EBT<sup>III</sup> 등의 필름을 사용하였고, 분석 프로그램은 필름 QA를 이용하였다.

#### 1. 외부검사 참여기관 및 외부검사 항목

외부 검사의 정당성 확보를 위해 전국 80여 개의 의료기관 중 지역 분포를 고려하여 30여 개를 선정하였고, 최종 25개의 의료기관이 자발적 참여의사를 신청하였다(Table 1). 참여

의료기관의 기관명과 외부 검사 결과를 비공개로 원칙으로 하였고, 사전에 상호 비교하여 검증된 측정 장비를 가지고 직접 방문하여 측정하는 것을 원칙으로 하였다(Table 2).

품질관리 항목은 광자선 출력조사, 갠트리, 콜리메이터 조사 회전 중심점 일치도, 다엽콜리메이터 이동 위치의 정확도를 측정하였고, 품질관리 분석을 위하여 TPR10/20, 선량 측정 기준서, 출력선량 측정방법 등을 조사하였다(Table 3).

#### 2. 광자선 출력조사

광자선 출력조사는 체적 0.6 cc 이온 전리함, 전기계, 케이블, 1D 물팬톰, 온도계, 기압계를 이용하여 측정하였다. 각 기관에서 사용되고 있는 광자선 6 MV, 10 MV, 15 MV 중 두 에너지를 선택하여 실시하였다.

측정 데이터의 객관성 확보를 위해 측정에 사용될 측정 장비를 사전에 상호 비교하였다(Fig. 1). 이온 전리함의 경우 6개 그룹 모두 1% 이내의 상대오차를 보였고, 기압 및 온도계 등도 허용 오차 범위 내에 포함되었다.

출력 측정은 각 기관에서 사용되고 있는 교정 조건에 맞춰 SSD 또는 SAD 교정 조건에 따라 측정 깊이는 10 cm, 조사면의 크기 10×10 cm<sup>2</sup>에서 측정하였다. 정확한 이온 전리함의 이동을 확인하기 위해 길이 측정 자를 이용하여 이온전리함 상단까지 9.82 cm 임을 확인 후 측정을 실시하였다. 온도 기압은 기존의 상대측정을 통해 검증된 온도계와 기압계를 이용하였다. 측정은 이온재결합의 보정을 위해 이 단계 전압 변조 방법을 이용하였고, 극성 효과를 보정하기 위해 +, -를 변환하여 5회 반복 측정을 하였다. 각각의 측정 간 30초의 간격을 두고 측정을 하였다. 이후 각 기관에서 받은 TPR 10/20과 PDD (10), TPR (10)의 자료를 수집하여 최종평가를 수행하였다.



Fig. 1. Meeting for the precheck up of the preparation items for the external audit.

### 3. 방사선 조사면과 회전축 일치도

갠트리와 콜리메이터의 회전축 일치도를 측정하기 위해 EBT-2 또는 EBT-3 필름과 고체 팬텀을 이용하였다. EBT-2와 EBT-3의 필름 구성에 차이가 있으나 방사선조사면 비교측정에서 검정된 필름이기 때문에 지역에 따라 두 개 필름 중 하나를 선택하여 실시하였다. 에너지는 각 기관에서 기본적으로 가지고 있는 6 MV 광자선을 이용하였다. 조사면의 크기는 6 mm×400 mm가 되도록 하였다.

갠트리 회전축 일치도 측정은 5 cm의 고체팬텀 2개를 세워 놓고, 그 사이에 EBT 필름을 넣은 후 필름의 가운데에 치료중심점을 맞췄다. 갠트리 각도 0°, 30°, 90°, 135°, 225°, 300°에서 각각 250 MU를 조사하였다.

콜리메이터 회전축 일치도 측정은 5 cm의 고체 팬텀을 놓고 SAD를 100 cm이 되도록 하였다. EBT 필름을 고체 팬텀 위에 놓은 후, 위에 1.5 cm 고체팬텀을 놓았다. 콜리메이터 각도 0°, 30°, 90°, 135°, 225°, 300°에서 각각 150 MU를 조사하였다(Fig. 2).

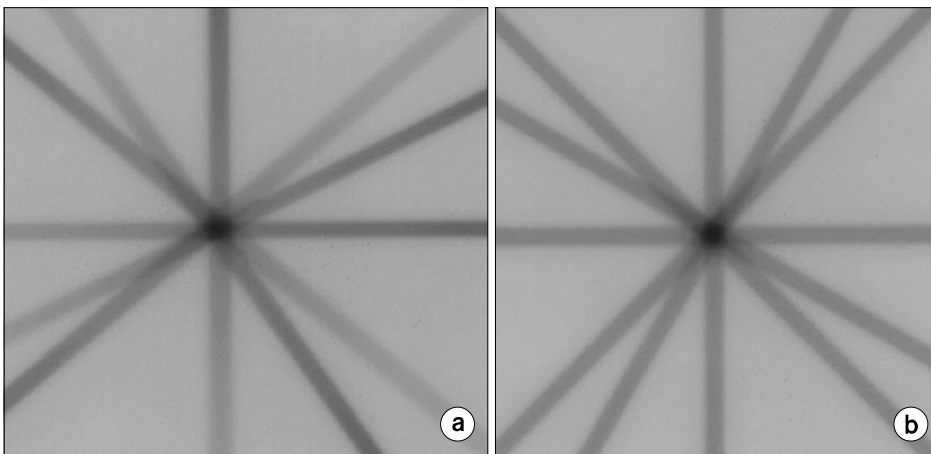


Fig. 2. Star patterns to determine radiation isocenter of (a) gantry rotation and (b) collimator rotation. These angles are 0°, 30°, 90°, 135°, 225°, 300°.

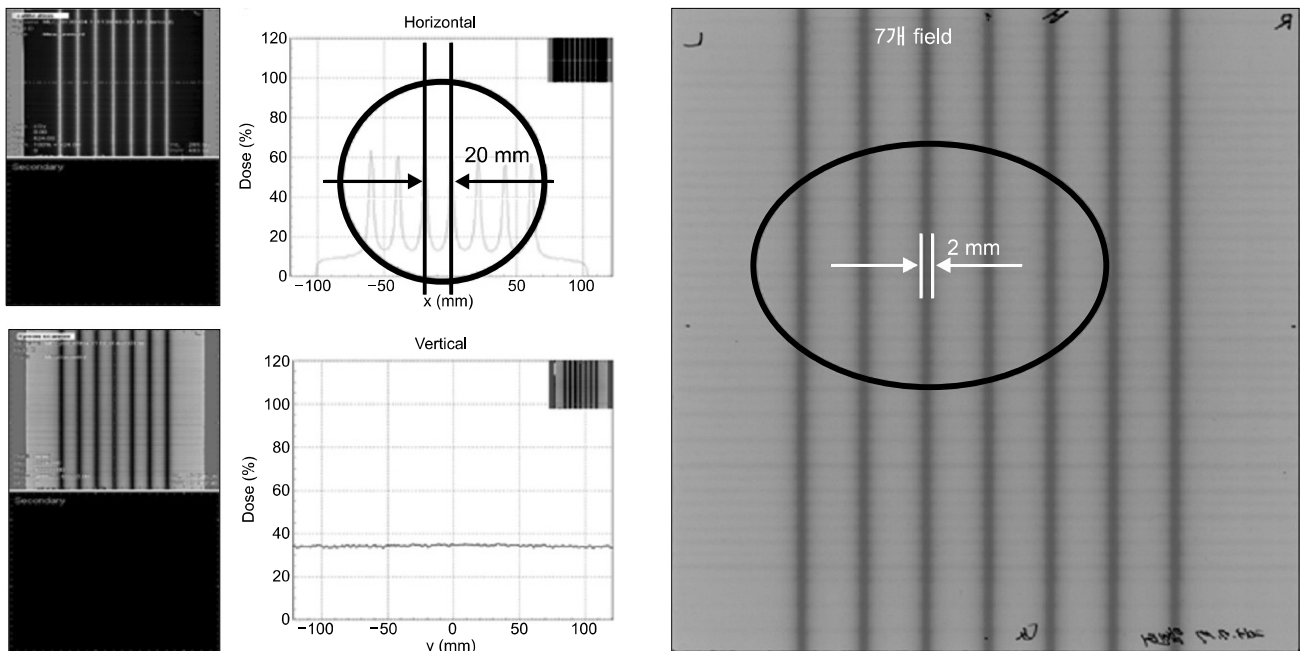


Fig. 3. Picket and fence test to determine the positional accuracy of MLC movement.

4. 다엽콜리메이터(MLC) 이동 위치 정확도

다엽콜리메이터 이동 위치 정확도를 검사하기 위하여 Picket and fence 검사를 실시하였다. 이동 위치의 정확도를 측정하기 위해 EBT 필름과 고체 팬텀을 이용하였다. 에너지는 6 MV 광자선을 이용하였다. 각 기관에서 사용되고 있는 장비를 먼저 파악을 하였으며, 이에 따른 다엽콜리메이터 이동할 수 있는 파일을 만들었다. 다엽콜리메이터의 각각의 이동 거리는 좌로 2 cm씩 -6 cm, -4 cm, -2 cm, 0 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm 이동을 하도록 하였으며 MLC 사이의 간격은 2 mm가 되도록 계획을 세웠다. 조사면의 크기는 2 mm×400 mm가 되도록 하였다(Fig. 3).

측정은 테이블에 5 cm의 고체 팬텀을 놓고 SAD를 100 cm가 되도록 하였다. EBT 필름을 고체 팬텀 위에 정확하게 놓이게 한 후 1.5 cm 고체팬텀을 놓고 계획된 값으로 200 MU의 선량을 각각 조사하였다.

각 기관에서 받은 EBT 필름을 기하학적 평가를 할 수 있는 Film QA 소프트웨어를 통해 각 기관의 다엽콜리메이터 이동 위치의 정확성을 측정하였다.

5. 선량측정 기준 현황 분석

외부검사에 참여한 25개 방사선종양학과 의료기관의 품질관리 분석 및 현황파악을 위하여 TPR10/20, 선량측정 기준서, 출력선량 측정방법 등을 조사하였다. 선량측정 기준서의 조사 항목은 KSMP 및 TRS-398, TRS-277, TG-51, TG-21로 구분하였고, 출력선량 측정방법은 SSD 측정법과 SAD 측정법으로 구분하여 조사하였다.

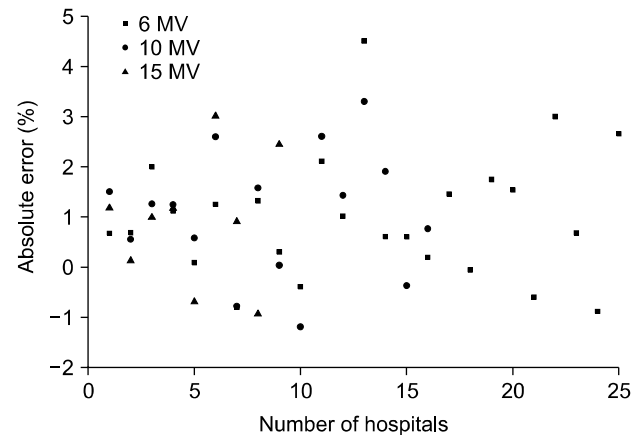


Fig. 4. Distribution of outputs for 6, 10, and 15 MV photon beams performed in 25 hospitals.

결 과

외부검사의 효율성을 위하여 국내 방사선종양학과가 개설된 곳을 6개 권역별로 나누고, 외부검사에 자발적으로 참여한 25개 의료기관을 직접 방문하여 실시하였다. 두 개 이상의 광자선을 대상으로 출력선량을 측정하였고, 겐트리 회전 정확도, 콜리메이터 회전 정확도, 다엽콜리메이터 이동 위치 정확도 등을 측정하였다.

1. 광자선 출력조사

출력선량 측정에서 6 MV의 경우 -0.8%~4.5% 까지 절대오차를 보였고, 10 MV의 경우 -0.79%~3.01%이었고, 15 MV에서 -0.7%~0.07% 절대오차를 나타내었다. 25개 의료기관을 대상으로 한 50개의 광자선 중에서 절대 흡수선량이 2% 이상 되는 에너지가 8개(16%)로 나타났다(Fig. 4).

2. 방사선 조사면과 회전 축 일치도

각 기관에서 겐트리와 콜리메이터 각도 0°, 30°, 90°, 135°, 225°, 300°에서 측정한 EBT 필름을 film QA 소프트웨어를 통해 각 기관의 겐트리, 콜리메이터 회전축 일치도를 측정하였다.

조사면과 겐트리, 콜리메이터 회전축 일치는 2개 의료기관을 제외하고 모두 ±2 mm 이내의 결과를 보였다(Fig. 5).

3. 다엽콜리메이터(MLC) 이동 위치 정확도

다엽콜리메이터 이동 위치 이동 데이터 분석은 7개 Picket

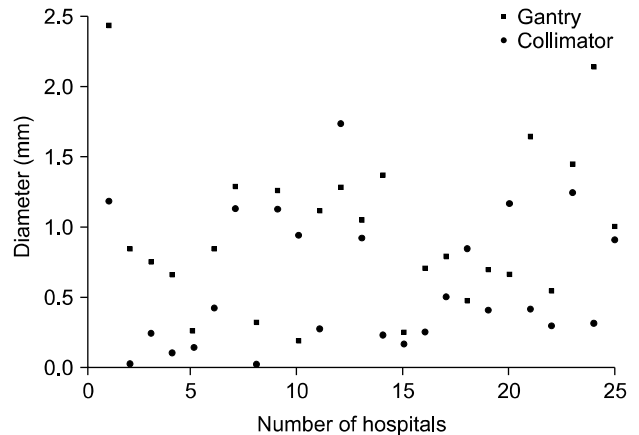


Fig. 5. Distribution of radiation isocenters of gantry rotation and collimator rotation in 25 hospitals.

and Fence 중 중앙 값 하나를 선택하여 분석한 결과 정확도는 모두  $\pm 1$  mm 이내의 정확도를 보였다(Fig. 6).

#### 4. 선량측정 기준 현황 분석

물 흡수선량에 직접적인 영향을 주는 빔 선질을 분석하기 위하여 의료기기 제작사 별로 각 병원에 사용 중인 물 깊이가 10 cm, 20 cm 절대 흡수선량을 조사하였다. 동일 제작사 별로 선질의 차이는 미미하였으나 서로 다른 제작사 비교에서 에너지 선질 조사에서 광자선 6 MV의 경우 KQ 값의 최고값과 최저값의 차이는 0.4%로 나타났다(Fig. 7).

물 흡수선량 기반 측정 기준서 사용기관은 21개(84%), 공기 흡수선량 기반 측정 기준서 사용기관은 4개(16%)로 조사되었고, SSD 측정법을 사용하는 기관은 22개, SAD 측정

법을 사용하는 기관은 3개 기관으로 조사되었다(Table 4).

#### 고찰 및 결론

출력선량 측정에서 6 MV의 경우  $-0.8\% \sim 4.5\%$  까지 절대오차를 보였고, 10 MV의 경우  $-0.79\% \sim 3.01\%$ 이었고, 15 MV에서  $-0.7\% \sim 0.07\%$  절대오차를 나타내었다. 25개 의료 기관을 대상으로 한 50개의 광자선 중에서 절대 흡수선량이 2% 이상 되는 에너지가 8개(16%)로 나타났다. 이것은 국제 수준의 권고 기준치( $\pm 2\%$ )를 벗어난 것으로 지속적인 관리가 필요한 것으로 판단된다.

2000년 한국물리학회에서 49개의 의료기관에서 사용하고 있는 113b개 광자선 에너지에 대하여 직접 방문하여 외부검사를 실시한 결과 선량오차가  $\pm 3\%$  이상의 차이가 발생한 경우가 9개(8%)이었다고 보고되었다. 또한 2001년 44개의 의료기관에서 사용하고 있는 220 개의 전자선에 대하여 실시한 결과 출력선량의 상대오차범위는  $-8.5\% \sim 9.0\%$ 이었으며, 10개의 전자선에서 5.0% 이상의 차이를 보였다고 보고되었다.

갠트리, 콜리메이터 회전축 일치도를 EBT 필름을 이용하여 측정된 결과 갠트리, 콜리메이터 회전축 일치는 2개 의료기관을 제외하고 모두  $\pm 2$  mm 이내로 잘 일치하였다. 다엽콜리메이터 이동 위치 정확도는 모두  $\pm 1$  mm 이내의 정확도를 보였다. 그러나 필름의 불확도 등을 고려하여 다른 측정도구의 이용 및 지속적인 검사가 요구된다.

에너지 선질 조사에서 광자선 6 MV의 경우 KQ 값의 최고값과 최저값의 차이는 0.4%로 나타났다. 따라서 국가 기준의 표준값이 필요한 것으로 사료된다.

물 흡수선량 기반 측정 기준서 사용기관은 21개(84%), 공기 흡수선량 기반 측정 기준서 사용기관은 4개(16%)였다. 선진국(미국, 유럽)이 국제 원자력 안전기구(IAEA), 한국의학물리학회(KSMP) 등의 물 흡수선량 기반 기준서 권

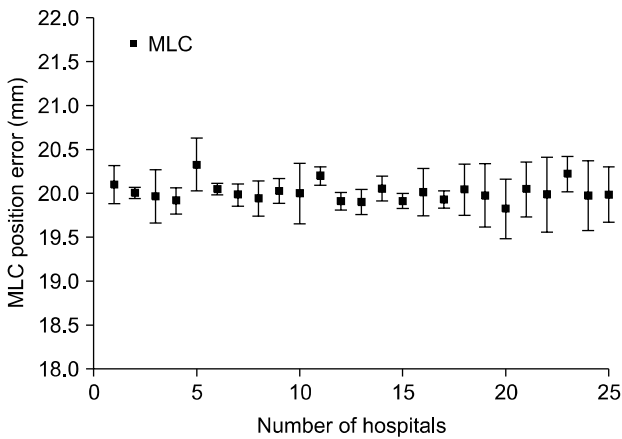


Fig. 6. Distribution of MLC positional errors determined by the Picket and fence test.

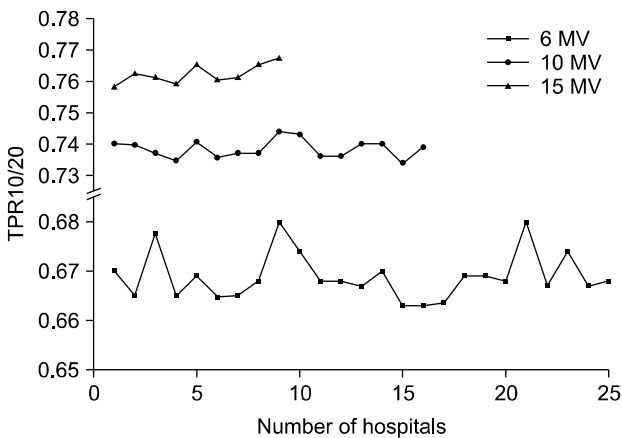


Fig. 7. Distribution of  $TPR_{10/20}$  ratios for 6, 10, and 15 MV photon beams in 25 hospitals.

Table 4. To be showed the radiation measurement protocol in participated hospitals.

	Protocol	Hospitals
선량측정 기준서	KSMP 및 TRS-398	18
	TRS-277	3
	TG-51	3
	TG-21	1
	선량 측정방법	SSD
	SAD	3

고안 등을 기반으로 100% 물 흡수선량 기준서를 사용하는 것에 비하여 국내 물 흡수선량 기반 기준서 사용은 미흡하였다.

방사선 암치료의 부작용을 줄이고, 효율을 높이기 위하여 의료기간 내부적으로 전문가에 의한 주기적이고, 지속적인 품질관리가 반드시 필요하다. 외부검사는 자체적으로 시행되고 있는 품질관리의 구조적인 문제점을 찾아 상호 보완하는 것임으로 매우 중요하다. 따라서 전문가 그룹 및 국가가 함께 주기적이고, 지속적인 외부검사가 시행 될 수 있도록 국제 수준의 전문가의 양성 및 국가지원 제도가 필요하다

### 참 고 문 헌

1. Khan FM: *The Physics of Radiation Therapy*. 3rd ed, Williams & Wilkins, Philadelphia. MD (2003), pp. 481-506
2. Ezzell GA, Galvin JM, Low D, et al: Guidance document on delivery, treatment planning, and clinical implementation of IMRT: report of the IMRT Subcommittee of the AAPM Radiation Therapy Committee. *Med Phys* 30(8):2089-2115 (2003)
3. Malhotra HK, Raina S, Avadhani JS, et al: Technical and dosimetric considerations in IMRT treatment planning for large target volumes. *J Appl Clin Med Phys* 6(4):77-87 (2005)
4. Kataria t, Rawat S, Sinha SN, et al: Intensity modulated radiotherapy in abdominal malignancies: our experience in reductiong the dose to normal structures as compared to the gross tumor. *J Cancer Res Ther* 2(4):161-165 (2006)
5. Cung JB, Kim JS, Ha SW, et al: Statistical analysis of IMRT dosimetry quality assurance measurements for local delivery guideline. *Radiat Oncol* 6:1-8 (2011)
6. Moran JM, Dempsey M, Eisbruch A, et al: Safety considerations for IMRT: Executive summary. *Pract Radiat Oncol* 1:190-195 (2011)
7. Klein EE, Hanley J, Bayouth J, et al: AAPM Report 142: Quality assurance of medical accelerators. *Med Phys* 36:4197-4212 (2009)
8. AAPM Report 72 : *Basic application of multileaf collimators*. American Association of Medical Physicists in Medicine, USA (2001)
9. Bayouth JE, Wendt D, Morrill SM: MLC quality assurance techniques for IMRT applications. *Med Phys* 30(5):743-750 (2003)
10. Losasso T: IMRT delivery performance with a varian multileaf collimator. *Int J Radiat Oncol Phys* 70(1):S85-88 (2008)
11. Chui CS, Spirou S, LoSasso T: Testing of dynamic multileaf collimation. *Med Phys* 23(5):635-641 (1996)
12. Sastre-Padro M, van der Heide UA, Welleweerd H: An accurate calibration method of the multileaf collimator valid for conformal and intensity modulated radiation treatments. *Phys Med Biol* 49(12):2631-2643 (2004)

## 한국의학물리학회 선형가속기 외부 품질관리 실시 현황보고

한국의학물리학회 정도관리위원회

허현도 · 조광환 · 조삼주 · 최상현 · 김동욱 · 황의중 · 김기환  
민철기 · 최태진 · 오영기 · 이승준 · 박 달 · 박성광 · 지영훈

전문가 그룹의 외부검사를 통하여 의료기관 자체적으로 시행되고 있는 품질관리를 평가하고 구조적 문제점에 대한 상호 보완을 하고자 하였다. 외부 검사의 정당성 확보를 위해 전국 80여 개의 의료기관 중 지역 분포를 고려하여 30여 개를 선정하였고, 최종 25개의 의료기관이 자발적 참여의사를 신청하였다. 참여의료기관은 비공개를 원칙으로 하였고, 사전에 상호 비교하여 검증된 측정 장비를 가지고 직접 방문하여 측정하는 것을 원칙으로 하였다. 두 개 이상의 광자선을 대상으로 출력선량을 측정하였고, 갠트리회전 정확도, 콜리메이터 회전 정확도, 다엽콜리메이터 이동 위치 정확도 등을 측정하였다. 출력선량 측정에서 6 MV의 경우  $-0.8\% \sim 4.5\%$ 까지 절대오차를 보였고, 10 MV의 경우  $-0.79\% \sim 3.01\%$ 이었고, 15 MV에서  $-0.7\% \sim 0.07\%$  절대오차를 나타내었다. 25개 의료 기관을 대상으로 한 50개의 광자선 중에서 절대 흡수선량이 2% 이상 되는 에너지가 8개(16%)로 나타났다. 조사면과 갠트리, 콜리메이터 회전축 일치도는 2개 의료기관을 제외하고 모두  $\pm 2$  mm 이내의 결과를 보였다. 다엽콜리메이터 이동 위치 정확도는 모두  $\pm 1$  mm 이내의 정확도를 보였다. 에너지 선질 조사에서 광자선 6 MV의 경우 KQ 값의 최고값과 최저값의 차이는 0.4%로 나타났다. 물 흡수선량 기반 측정 기준서 사용기관은 21개(84%), 공기 흡수선량 기반 측정 기준서 사용기관은 4개(16%)로 조사되었고, SSD 측정법을 사용하는 기관은 22개, SAD 측정법을 사용하는 기관은 3개 기관으로 조사되었다. 외부검사는 자체적으로 시행되고 있는 품질관리의 구조적인 문제점을 찾아 상호 보완하는 것임으로 매우 중요하다. 따라서 전문가 그룹 및 국가가 함께 주기적이고, 지속적인 외부검사가 시행 될 수 있도록 국제 수준의 전문가의 양성 및 국가지원 제도가 필요하다고 사료된다.

---

**중심단어:** 외부 검사, 선형가속기, 다엽콜리메이트, 갠트리, 콜리메이트, 출력선량