

고체 팬텀을 이용한 국내 방사선 치료기기의 절대 방사선량 측정 및 결과

박종민 · 김정인 · 최창현 · 박양균 · 김희정 · 최윤석 · 조운갑* · 예성준
서울대학교병원 · 한국원자력안전기술원*

E-mail: sye@snu.ac.kr

중심어 (keywords) : 표준선량정도관리, 방사선량, 방사선적특성, 방사선품질

서 론

진단 기술의 발전 및 노년 인구의 증가와 더불어 국내 암환자의 수가 크게 증가하고 있으며, 암의 치료 방법에서 방사선치료가 담당하는 비중이 점점 증가하고 있다. 전체 암환자의 약 40% 정도가 방사선 치료를 받고 있고 이러한 비율은 나날이 증가하는 추세이다.

방사선치료의 특성 상, 처방 선량이 정확히 종양에 전달되어야 치료 효과를 극대화 하고 부작용을 최소화할 수 있다. 이를 위한 선행 조건으로 방사선 치료 기기의 정도 관리는 필수적이다. 적절한 정도 관리가 이루어지지 않은 방사선 치료기기를 이용하여 치료를 수행할 경우, 암 치료가 제대로 이루어지지 않고 재발 가능성이 높아지며 정상세포의 손상을 유발하여 심각한 의료사고로 이어질 가능성이 농후하다. 따라서 적절한 정도관리가 이루어질 때에 치료 효과를 보증할 수 있다.

또한 방사선치료 임상연구를 수행함에 있어서 정도 관리가 제대로 이루어지지 않은 치료 장비를 사용하면 신뢰할 수 없는 연구 결과를 얻게 되고, 잘못된 정보를 수집하게 되어 막대한 인적·물질적 자원을 낭비하게 된다.

본 연구에서는 현장 방문 측정에 유리한 고체 팬텀을 사용하여 정도 관리 프로토콜을 개발하였다. 이를 이용하여 국내 방사선 치료 기관의 절대 선량을 측정하여 국내 방사선 치료기기의 정도 관리 현황을 파악하였다.

재료 및 방법

국내 개별 병원의 정도관리 현황을 파악하기 위하여 여러 기관을 방문하여 치료용으로 사용되고 있는 선형가속기의 절대선량을 측정하였다. 측정 프로토콜은 American Association of Physicists in Medicine Task Group 51 (AAPM TG-51) 을 고체 팬텀에 적용·개발한 것을 사용하였다. 고체 팬텀 10 cm 깊이에 해당하는 광자선의 심부선량백분율 (Percentage Depth Dose, PDD)을 구하여 k_Q 를 구하고 광자선의 절대선량을 측정하였다.

측정을 수행한 기관은 서울·경기·대구 및 충청 지역의 협조를 얻은 총 12 기관이다. 측정된 의료용 선형가속기의 종류는 Varian 21EX, Varian 21EX_S, Varian iX, Varian 2100D, Simens Oncor Impression, Simens Mevatron 6007, Elekta 이었다. 방사선 치료기기의 광자선과 전자선의 절대선량을 모두 측정하였다. 각 기관들이 사용하고 있는 절대선량 측정 프로토콜은 AAPM TG-51 (2 기관)과 IAEA TRS-398 (5 기관), TRS-277 (5 기관)이었다.

각 기관의 절대선량 측정을 하기 위해서 각 기관이 보유하고 있는 측정조건을 확인하고, 그 조건에 맞추어 모든 기관에 대하여 총 전자선 27 개, 광자선 20 개의 절대선량을 측정하였다.

국내에서 High Dose Rate Brachytherapy (HDR) 를 수행하고 있는 두 기관을 방문하여 well-type 이온전리함을 사용하여 선원강도를 측정하고 치료계획 시스템 (Treatment Planning System, TPS)에 입력

된 값과 비교하였다.

결과 및 고찰

개별 병원 에너지별 광자선의 PDD 측정 결과는 표 1.에 나타나있다. 총 47 개 빔의 결과에 대한 표준편차는 $\pm 3.0\%$ 이다. 광자선에 대한 절대선량 분포는 그림 1.에 나타나있고 이 때 표준편차는 $\pm 1.7\%$ 이다. 그림 2.에는 전자선에 대한 절대선량 분포가 나타나있고 표준편차는 $\pm 3.8\%$ 이다. 전체 47개 빔 중에서 절대선량이 기준보다 3% 이상의 차이를 보이는 빔은 5 개였고, 그 중에서 광자선 2 개, 전자선 3 개로 나타났다. 각 기관들의 절대선량 측정결과를 분석하였을 때 총 12 기관 중에서 절대선량이 기준보다 3% 이상의 차이를 보이는 빔을 한 개 이상을 가지고 있는 기관은 3 기관이다.

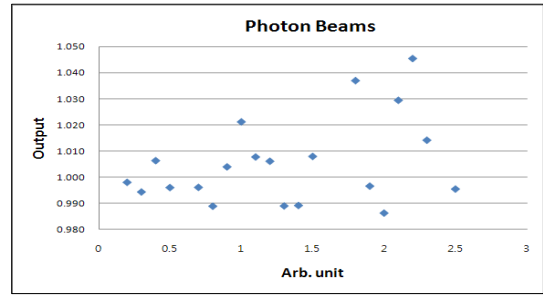


그림 1. 광자선에 대한 절대선량 분포

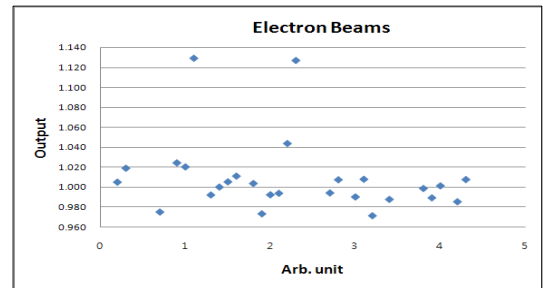


그림 2. 전자선에 대한 절대선량 분포

결론

기준 선량보다 3% 이상의 차이를 보이는 빔은 광자선 3 개, 전자선 2 개로 나타났다. 광자선의 경우 모든 빔이 기준보다 5% 미만의 차이를 보였지만 한 기관에서 두 전자선이 12.9%, 12.7%로 5% 이상의 차이를 보였다. 본 연구에서 국내 정도 관리 현황을 파악하고자 사용된 고체 팬텀을 이용한 측정 프로토콜의 오차범위는 $\pm 1.33\%$ 로 나타났다. 대부분의 기관에서 선형가속기의 절대선량 차이가 3% 미만이었으며 HDR 측정 선원강도와 TPS 값과의 차이가 0.1% 미만으로 적절한 정도 관리가 수행되고 있다.

참고 문헌

1. AAPM Task Group 51: Protocol for clinical reference dosimetry of high energy photon and electron beams, (1999).
2. Jan Seuntjens, Marina Olivares, Michael Evans, and Ervin Podgorsak, "Absorbed dose to water reference dosimetry using solid phantoms in the context of absorbed-dose protocols". Med. Phys. 32, 2945, (2005).
3. AAPM Report No. 41: Remote afterloading Technology, (1993).

표 1. Photon Percentage Depth Dose Data

	6 MV		10 or 15	
	Difference (%) ¹	Measured kQ	Difference (%) ²	Measured kQ
Hospital 1	0	0.991	0	0.973
Hospital 2	1.13	0.992	1.04	0.975
Hospital 3	-0.39	0.992	-	-
Hospital 4	-0.61	0.990	-	-
Hospital 5	-	-	0.14	0.974
Hospital 6	0.33	0.992	0.81	0.980
Hospital 7	-1.13	0.990	-1.21	0.974
Hospital 8	0.54	0.992	0.44	0.980
Hospital 9	0.53	0.991	0.44	0.980
Hospital 10	1.74	0.992	0.53	0.980
Hospital 11	0.33	0.990	-	-
Hospital 12	0.85	0.990	0.89	0.975

¹The PDD Difference at 10 cm between Institution Beam Data and Measurement for 6 MV Photon Beam

²The PDD Difference at 10 cm between Institution Beam Data and Measurement for 10 or 15 MV Photon Beam

HDR 선원강도 현장 방문 측정에서, 실제 선원강도와 TPS에 입력되어 현재 사용되고 있는 선원강도 사이의 차이는 두 기관에서 각각 0.07%, 0.08%로 나타났다.