

## 치료방사선 선질비교용 다목적 팬텀의 예비 결과

\*서울아산병원, 울산대학교 의과대학 방사선종양학과

†한림대학 성심병원 방사선종양학과

‡식품의약품안전청 방사선표준과

고영은\* · 이병용\* · 조병철† · 김귀야† · 정희교‡

### 서 론

방사선을 이용한 치료기의 발달과 컴퓨터의 발달에 의해 3차원 입체 조형치료(3D conformal therapy), 정위 방사선 수술(stereotactic radiosurgery, SRS), 세기조절 방사선치료(intensive modulation radiotherapy, IMRT)등과 같은 복잡한 치료기술이 개발되었다.

이런 치료 기술들은 정밀한 치료계획에 의해 치료과정이 진행되어야 하며, 치료 과정이 정확히 진행되었을 때는 최상의 치료결과를 나타낼 수 있으나, 치료 과정이 정확히 이루어지지 않았을 경우 기존의 치료법 보다 더 큰 문제를 일으킬 수 있는 위험성이 있다. 특히 최근 실용화되기 시작한 IMRT는 치료계획의 검증이 치료 그 자체보다 더 중요하게 인식될 정도로 기술 집약적인 치료 방법이어서 간편하면서 상호비교 할 수 있는 QA 방법이 필요하다. 이에 본 연구에서는 방사선 치료에 있어 치료 결과에 영향을 미칠 수 있는 방사선 선원 및 에너지 등의 선량학적 인자를 간편하게 측정할 수 있는 선질 비교용 다목적 팬텀을 제작하고, 이를 이용하여 측정한 선량학적 인자들의 비교결과를 보고하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 1. 선량학적 관련 인자

선량 품질 보정에 필요한 선량학적 인자들을 선택을 위하여 ESTRO 및 AAPM의 QA 권고안과 본 연구기관의 정기 QA 항목 토대로 7개의 필수 선량학적 인자들을 선택하였다. 선택된 선량학적 인자는 다음과 같다. 1) 출력 및 출력율(output and output factor), 2) 썸기 출력인자(wedge transmission factor), 3) 사면 입사선의 평가(oblique beam correction), 4) 1개 이상 깊이의 선량율과 에너지(depth dose, Energy), 5) 선량분포 대칭도(beam symmetry), 6) 선량분포 평탄도(beam flatness), 7) 팬텀 물질 불균질 보정 효과(inhomogeneous correction) 등을 추출하였다.

#### 2. 팬텀 설계 및 제작

설계한 선질비교용 다목적 팬텀은 1.5cm 두께의 아크릴로 제작하였으며, TLD와 이온전리함을 이용하여 측정할 수 있도록 설계하였다. 물을 제외한 팬텀의 무게는 9.5 kg이며 크기는 30×30×30cm<sup>3</sup> 이다. 이 팬텀은 설치가 간편하여 설치부터 방사선조사까지 1시간 이내에 선량학적 인자들의 측정을 완료할 수 있도록 설계하였다. 그림 1은 다목적 팬텀의 설계도이다.

TLD 홀더는 아크릴 파이프로 구성하였으며 5cm 간격으로 3개의 TLD를 끼울 수 있는 구멍이 있고 각각의 구멍에 직각방향으로 전리함을 끼울 수 있게 설계하였다. TLD 홀더는 그림 1과 같이 깊이당 선량율 측정을 위해 물의 표면으로부터 5 cm, 10 cm, 20 cm 깊이에 위치하게 하였다. 각각의 깊이에서는 선량 분포 대칭도 및 선량 분포 평탄도를 측정할 수 있도록 양 옆 5 cm 간격에 TLD 홀더를 위치시켰고, 사면 입사선의 평가를 위하여 5cm

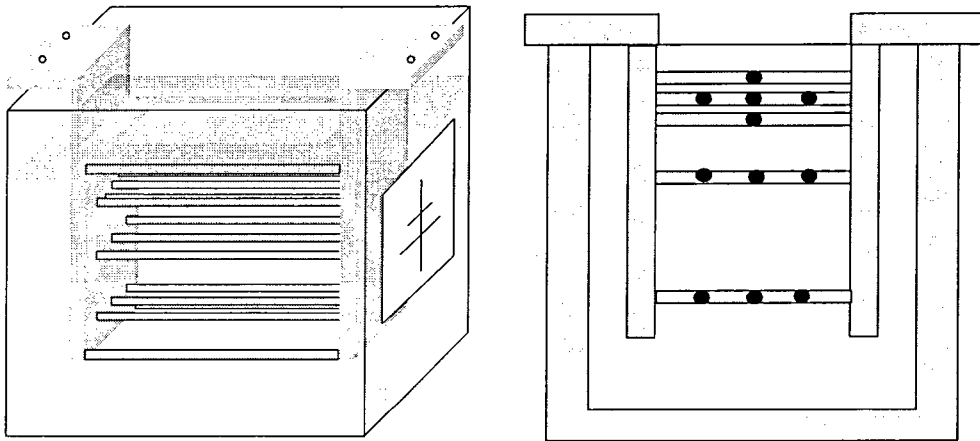


그림 1. 선량검증용 팬텀의 구조와 단면도

깊이의 홀더를 중심으로 물의 수평면으로부터 30° 기울여 양 옆에 홀더가 위치하게 설계하였다. 또한 팬텀 물질 불균질 보정 효과를 위하여 코르크와 테프론으로 제작된 물질을 홀더에 끼울 수 있도록 고안하였다.

### 3. 선량학적 인자 측정 및 평가

다목적 팬텀의 평가를 위한 측정은 4MV, 6MV, 10MV, 15MV의 광자선 에너지에 대해 1.25cc 이온전리함(PTW, German)을 이용하여 시행하였다. 측정조건은 SSD=100cm, 10×10cm<sup>2</sup>의 조사면을 설정하였고, 방사선이 물 표면에 수직하게 입사시켜 각각의 에너지 별로 2회씩 측정하였다. 그림 2는 깊이별 측정을 위해 이온전리함의 위치를 나타낸 것이다.

이 때 TLD와 TLD 홀더는 사용하지 않았다.

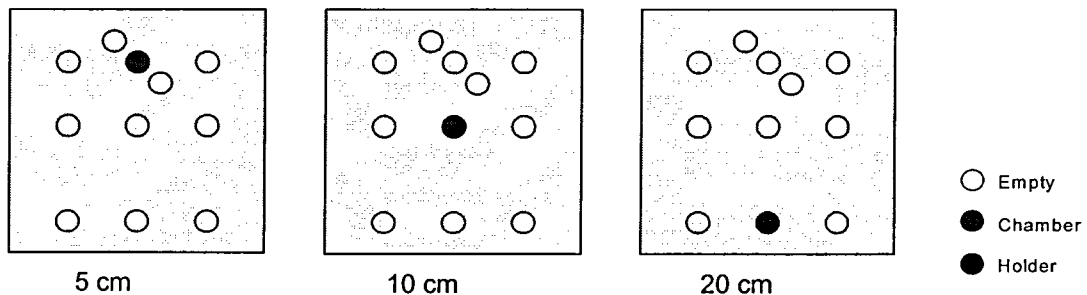


그림 2. 깊이별 이온전리함의 위치

그림 3은 TLD 홀더에 의한 산란과 감쇄효과가 선량에 미치는 영향을 평가하기 위한 이온 전리함과 TLD 홀더 각각의 설치 위치를 보여준다.

또한 같은 방법으로 TLD에 의한 primary 빔의 감쇄에 대한 측정을 하였다.

### 결 과

깊이당 선량은 각각의 에너지에 해당하는 빔데이터를 기준으로 하여 본 연구에서 설계한 팬텀으로 측정한 결과와 비교하였다 (그림 5). 이 때 TLD와 TLD 홀더는 사용하지 않았으며 단 전리함을 고정시키기 위한 홀더는 사용

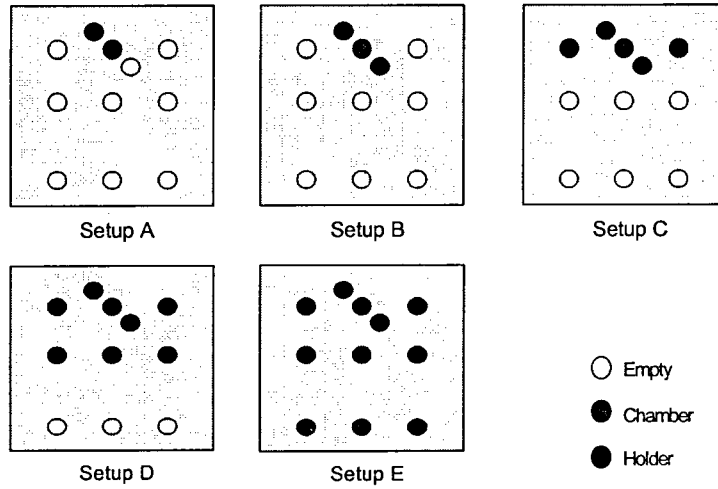


그림 3. 전리함을 이용한 TLD 홀더의 산란과 감쇄 효과 측정

하였다. 점선으로 표시한 곡선이 기준 데이터이고 실선으로 표시한 곡선이 실제 측정곡선이며, 깊이 5 cm의 선량을 일반화 하였다.

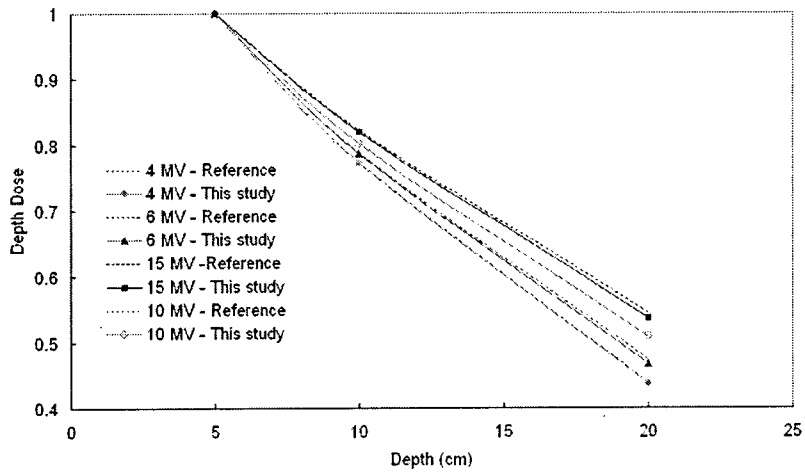


그림 5. 깊이 당 선량 비교

그림 6은 그림 3의 C, D, E 셋업에 의한 결과이다. 점선으로 나타난 곡선은 TLD 홀더에 의해 산란, 감쇄 등이 일어날 경우 깊이당 선량이며 실선은 기준이 되는 빔데이터이다.

TLD 홀더에 의한 선량변화는 크게 나타나지 않았다. 그림 7은 그림 4의 셋업 즉 TLD가 존재 할 경우 primary 빔의 감쇄에 의한 깊이당 선량을 비교한 것이다.

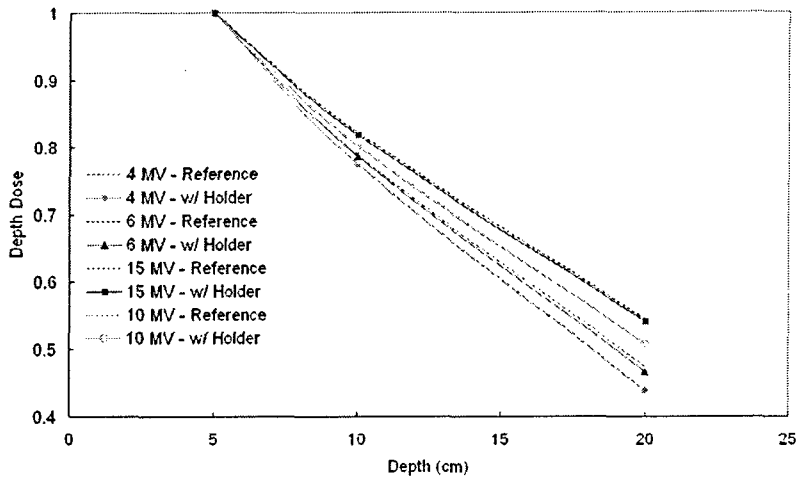


그림 6. TLD 홀더가 있을 때 깊이 당 선량 비교

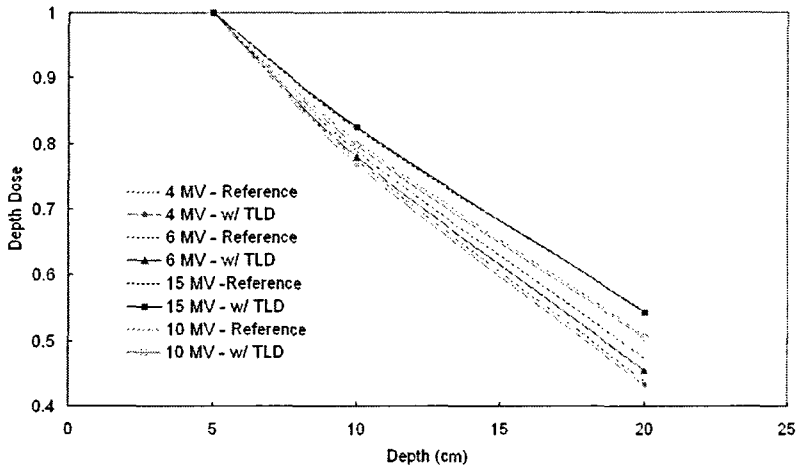


그림 7. TLD와 TLD 홀더가 있을 때 깊이 당 선량 비교

### 결 론

방사선 선원 및 에너지 등의 선량학적 인자를 간편하게 측정할 수 있는 선질 비교용 다목적 팬텀을 제작하였다. 이를 이용하여 측정된 선량학적 인자들의 결과를 해당 에너지 빔데이터와 비교한 결과 평균 1% 오차를 나타냈으며, 최대 3.9%를 넘지 않았다. 따라서 본원에서 제작한 다목적 팬텀을 임상 QA에 적용하는 것에 무리가 없을 것으로 판단하였다. 추후 이 팬텀을 이용하여 상호비교를 위해 TLD를 적용하여 연구를 수행해 나갈 계획이다.