

6MV X-선 검출특성 조사를 위하여 유전체 필름을 이용하여 제작한 평행판 검출기의 유용성

*충남대학교병원 방사선종양학과, †충남대학교 암공동연구소, ‡충북대학교 자연과학대학 물리학과, §울산대학교
의과대학, 서울아산병원 방사선종양학과, ||동아대학교병원 방사선종양학과, ¶경기도대학교 물리학과

김기환*† · 조문준*† · 김용은† · 이병용§ · 김정기|| · 임상욱§ · 김현수¶

본 연구에서는 의료용 선형가속기로부터 발생하는 명목상 가속전압 6 MV X-선의 검출특성을 확인하기 위하여 유전체 물질을 사용한 평행판 검출기를 제작하였다. 제작한 검출기의 전극은 단면이 크롬으로 코팅되어 있는 FEP유전체 필름(두께: 100 μm)을 사용하였고 두 전극 사이에 PTFE유전체 필름(두께: 100 μm)을 삽입하였다. 측정을 위하여 선원-팬텀 표면간의 거리 100 cm, 그리고 팬텀의 표면으로부터 깊이 5 cm되는 지점에 방사선 유도전하를 획득하기 위한 제작검출기를 놓았다. 방사선 조사시 제작검출기의 유용성을 알아보기 위하여, 영점 변동, 누설 전류, 인가전압에 따른 검출기의 반응, 재현성, 선형성, 조직최대선량비 등을 측정하였다. 측정결과 검출기의 영점 변동 전류 (I_0)는 8.3 pA, 누설 전류(I_s)는 10 pA 이었다. 제작 검출기는 인가전압에 대한 선형성을 보였으며, 또한 재현성실험에서는 조사된 선량에 대하여 1% 오차 범위 내에서 일치하였다. 검출기의 선량에 대한 선형성은 3% 이내의 오차범위에서 일치하면서 선량을 의존성이 있음을 확인하였다. 조직최대선량비분포에 대한 제작 평행판 검출기와 비교검출기간의 선량오차는 팬텀내의 최대 선량점으로부터 7.5 cm까지 3% 이내에서 일치하였다. 본 연구결과 유전체 필름을 이용한 평행판 검출기는 선량계로서의 기본적인 특성들을 허용 가능한 범위에서 만족스러운 상대선량측정을 위한 검출기로 사용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

중심단어: X-선, 평행판 검출기, 유전체 필름

서 론

높은 전기장이 인가되어 있는 유전체에 메가볼티지(MV) X-선을 조사하면 유전체에서 편극효과가 생기나면서 물성이 변화하게 된다. 유전체물질을 이용한 검출기들의 경우 공기를 매질로 하는 일반적인 이온 전리함과는 달리 방사선 조사직후에 발생하는 즉발 방사선유도전류와 방사선 조사후에 얼마간의 시간이 지난 후 관측되는 지연 방사선 유도전류들을 검출할 수 있다. 이러한 현상을 보이는 유전체 들로는 FEP (Fluroethylenepropylene), PTFE (Polytetrafluoroethylene), PET (Polyethyleneterephthalate)와 방사선에 의해 electret가 생기는 radioelectret 등도 있다. 방사선 유도전류 발생은 선량률의 크기와 인가한 외부전기장의 크기에 의존하며 또한 이때 발생하는 전류는 궤적을 따라 생성되는 저에너지

전자들에 의하여 발생하는 것으로 알려져 있다.¹⁻³⁾ 그래서 방사선조사에 의한 축전기 형태로 만들어진 유전체 필름이 투과성 방사선에 노출되었을 때 유전체물질의 물리적 특성 변화를 이용하여 방사선량을 측정하는 연구들이 국내외에서 수행되었다.⁴⁻⁸⁾ 방사선 치료분야에서 방사선측정 매질로서 유전체를 사용하게 되면 평행판형 전리함과 유사한 형태의 구조로 제작이 용이하고, 두께에 대한 제약을 적게 받으면서도 작은 방사선량에 높은 반응을 얻는 검출기를 제작할 수 있게 된다. 본 연구에서는 이러한 점에 착안하여 PTFE 필름과 FEP 필름을 사용한 유전체 검출기를 제작하고 방사선 측정 검출기로서의 활용가능성을 제안하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 검출기 제원

평행판 검출기 제작 시 사용한 전극물질은 한쪽 면이 크롬으로 코팅된 두께 100 μm의 FEP유전체 필름(Du Pont, USA)이었다. FEP필름의 유전상수 K는 2.15이고 저항 R은 $10^{15} \Omega$ 이다. 그리고 전기전도도 g는 $10^{-18} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$, 밀도

이 논문은 2004년 5월 25일 접수하여 2004년 6월 5일 채택되었음.
책임저자 : 김기환, (301-721) 대전시 중구 대사동 640
충남대학교병원 방사선 종양학과
Tel: 042)220-7394, Fax: 042)220-7899
E-mail: khkim@cnuh.co.kr

ρ_v 는 2.14~2.17 g/cm³이다.⁹⁾ FEP 전극 사이에 삽입한 유전체 필름은 두께 100 μ m인 PTFE 필름(BestRon, Korea)을 샌드위치 형으로 삽입하였다. PTFE 필름의 유전상수 K는 2.0이고 저항 R은 $10^{15} \Omega$ 이다. 전기전도도 g 는 $10^{-18} \Omega^{-1} \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ 이고 밀도 ρ_v 는 2.13~2.20 g/cm³이다.⁹⁾

2. 검출기 제작

연구를 위해 제작한 평행판 검출기는 Fig. 1과 같이 두 개의 전극과 그 사이에 유전체를 삽입하여 전기장 감소로 인한 정전용량이 증가하여 더 많은 전하축적을 유도하도록 고안하였다. FEP 유전체 필름은 한쪽 면이 크롬으로 코팅되어 있어 전극으로 사용하기에 적합하였다. 전극은 고전압 발생장치의 양극과 음극을 연결하기 위하여 두 개로 구성되었다. 전극의 면적은 가로, 세로가 20×20 (mm²)이고, 두께는 100 μ m이고, 전극의 양끝에는 고전압과 수집된 전하의 양을 전기계로 전달하기 위하여 전선과 연결하는 연

장 면을 제작하였다. 그러므로 전극을 포함한 검출기의 총 두께는 300 μ m이다. 전극과 전선을 접착 시에 발생할 수 있는 전극사이의 전기장분포의 왜곡을 방지하면서 전극면적의 크기에 크게 영향을 주지 않도록 하기 위하여 폭 2 mm, 길이 10 mm되는 전극의 크기를 연장하였다. 길이 10 mm로 연장한 전극은 지름이 0.17 mm인 전선을 연결하기 위하여 전도성 접착제(Dotite, Fusikara kasei Co, Japan)를 이용하여 고정시켰다. 이렇게 전극에 고정된 전선을 전기계에 연결하여 전기적 신호를 전달하도록 하였다. 전하 수집을 위해 전극 사이에 PTFE 필름을 삽입하였다. 삽입한 PTFE 필름은 40×40 mm²로 전극면적보다 크게 제작하여 전극에 고 전압 인가 시 전극 사이에 충분한 절연이 되도록 하였다. 전극과 유전체내의 외부공기를 차단하고 검출기의 기하학적 구조를 변형시키지 않도록 하기 위하여 PE 재질로 된 코팅지를 이용하여 압착시켰다. 또한, 측정에 사용하는 팬텀의 크기가 250×250 mm²이므로 외부 팬텀과의 기하학적 구조의 일관성과 검출기의 물리적 견고성 등을 얻기 위하여 아크릴판으로 검출기 외부를 고정하였다.

3. 실험 방법

연구에 사용한 의료용 선형가속기의 에너지는 명목상 가속전압이 6 MV인 고에너지 X선을 사용하였다. 고 에너지 X-선 조사에 의한 평행판 검출기의 검출 특성을 알아보기 위하여 Fig. 2와 같이, 검출기의 측정 깊이는 팬텀내의 6MV X-선에 의한 최대선량지점이 각각 1.5 cm이므로 전자

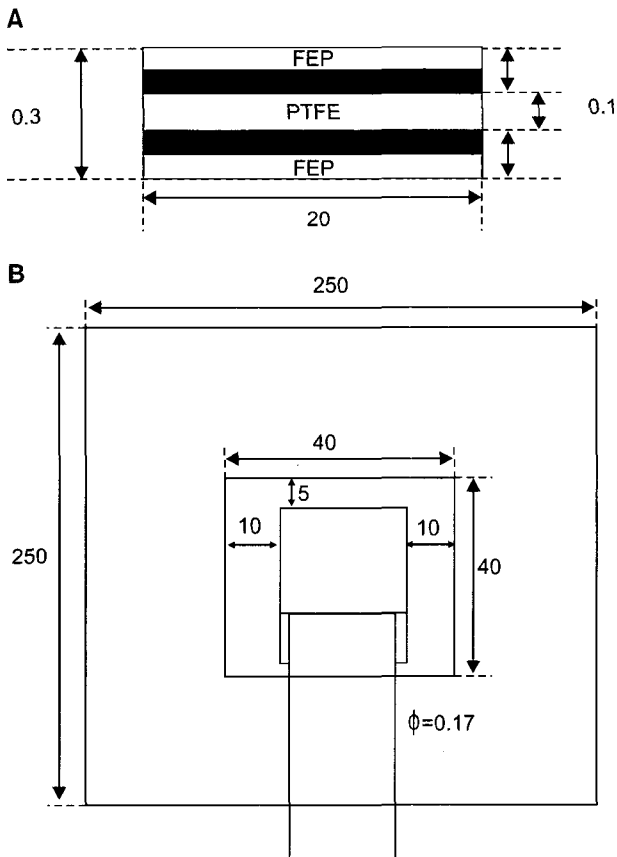


Fig. 1. The dimensions of parallel-plate detector using dielectric films (unit: mm). (a) lateral side view, (b) The detector assembly.

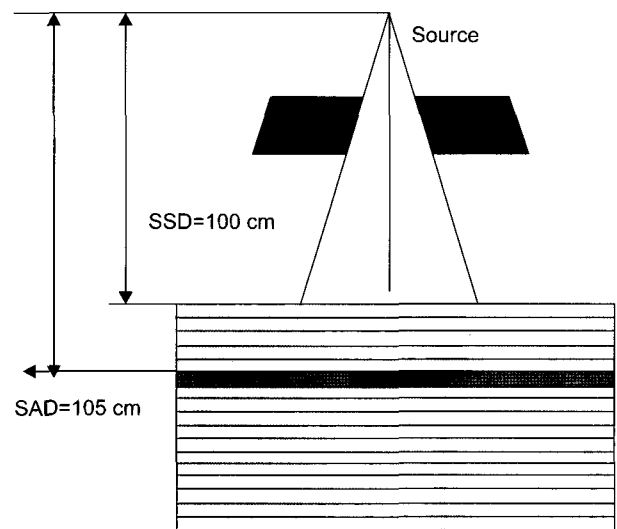


Fig. 2. The geometry setup of dosimetry system for measuring output of 6 MV X-ray.

고란에 의한 변수를 최소화하면서 선량을 측정할 수 있도록 팬텀의 표면으로부터 5.0 cm 깊이에 검출기를 놓았다. 방사선 조사시 방사선량 측정에 사용한 아크릴 팬텀은 밀도가 1.12~1.15 g/cm³이며 크기는 25×25 cm²되는 것을 사용하였다. 제작한 평행판 검출기는 전기적 신호를 획득하기 위하여 CAPINTEC 192 전기계(Capintec, USA)에 연결하였다.

1) 영점 변동 전류

방사선 측정 시스템은 방사선을 조사하기 전에는 전기계에 아무런 변화가 없어야 방사선에 의한 이온화 양을 정확히 측정할 수 있다. 이와 같은 점에서 전기계의 안정성을 확인하고자 영점 변동 전류를 측정하였다. 측정 방법은 제작 검출기에 전기계에서 공급되는 고전압을 인가하고 방사선을 전혀 조사하지 않은 상태에서 1분 간격으로 5분 동안 전기계의 변화를 관찰하였다.

2) 누설 전류

방사선에 의하여 검출된 전하량을 정확히 측정하기 위해서는 방사선을 조사한 후 전리함으로부터 측정된 전하량을 전기계가 얼마나 유지하고 있는지를 조사하는 누설전류를 알고 있어야 한다. 제작검출기의 누설 전류를 확인하기 위하여 방사선 선량 측정시스템을 모두 연결한 후 방사선을 조사하고 전기계의 재시작(reset) 버튼을 누르지 않고 전기계에 기록된 값이 5분 동안 변한 양을 5회 측정하였다. SSD는 100 cm이었으며 조사면 크기는 10×10 cm²이고 선량률은 300 MU/min, 선량은 100 MU를 조사하였다.

3) 인가전압에 대한 전하의 수집

전압의 변화에 따른 검출기의 전하 수집량의 변화를 보고자 할 때는 9V 건전지를 직렬 연결하여 제작한 외부전원장치를 전기계에 연결하여 원하는 전압 값을 조합하였다. 방사선을 조사하면서 제작검출기에서 생성된 이온의 수집 효율이 최대가 되는 점을 보기 위하여 인가전압을 증가시켰다. 측정 조건은 선원표면간 거리는 100 cm로 하였으며, 조사면 크기는 10×10 cm²이고, 선량률은 300 MU/min을 적용하였다. 방사선량은 50 MU를 5회 반복 조사하여 평균값을 사용하였다. 외부전원장치를 이용하여 138, 183, 230, 276, 321, 368, 그리고 414 V 직류를 전기계에 인가하여 측정 범위에서 제작 검출기의 전하수집 경향을 측정하였다.

4) 재현성

QA (quality assurance)용의 방사선 측정 시스템에 있어서 가장 중요한 조건은 바로 재현성이라 할 수 있다. 그 이유는 방사선 발생장치가 항상 일정한 양의 방사선을 발생하고 있는지를 알기 위해서 방사선 측정 시스템이 같은 방사

선에 대하여 항상 일정한 반응을 보여야 하기 때문이다. 재현성을 확인하기 위하여 우선 제작 검출기와 팬텀 등을 포함하는 모든 방사선 측정 시스템의 기하학적 조건을 동일하게 유지시키면서 방사선을 반복 조사하여 제작 검출기에서 검출된 전하량을 측정한다. 평가방법은 제작검출기에서 측정된 전하량에 대한 평균값과 표준편차를 구하여 재현성을 확인하였다. 측정조건은 SSD는 100 cm, 조사면 크기는 10×10 cm²이고 선량률은 300 MU/min이었다. 측정에 사용한 방사선량은 100 MU를 조사하였으며 5회 반복 조사하여 평균값을 사용하였다.

5) 조직최대선량비 측정

방사선 치료 물리 분야에서 조직내의 방사선선량의 분포를 구하기 위하여 가장 많이 사용되는 인자 중의 하나가 조직최대선량비(Tissue-Maximum Ratio, TMR)이다. 본 연구에서는 TMR 측정 시 기하학적 구조에 의해 발생할 수 있는 오차를 배제하면서 setup의 정확성을 확보하기 위하여 선원과 제작 평행판 검출기간의 거리를 100 cm로 고정시키고 선량을 측정 후, 동일한 위치에 비교검출기를 위치하도록 하여 선량변화를 측정하여 두 검출기간의 팬텀내의 최대 선량점을 기준으로 한 임의 깊이에서의 선량변화를 측정하여 TMR 분포를 구하였다. 비교검출기는 수집 체적 0.6 cc인 이온전리함(PW N30001, Germany)을 사용하였다. 조직최대 선량비 측정을 위하여 팬텀의 두께를 0.5 cm에서 15 cm까지 변화시켰다.

결 과

1. 영점 변동

측정 시스템은 방사선을 조사하기 전에는 전기계에 아무런 변화가 없어야 방사선에 의한 이온화 양을 정확히 측정할 수 있다. 이와 같은 점에서 전기계의 안정성을 확인하고자 영점 변동을 측정하였다. 평행판 검출기의 전하량 응답은 Table 1에서 볼 수 있듯이 1분당 0.5 nC의 변화가 5분 동안 일정하게 측정되었다. 결과적으로 전체 측정시간 5분

Table 1. Zero drift current.

Nnumber (1 min)	1	2	3	4	5	Total charge (5 min)
Charge (nC)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5

동안에 2.5 nC의 변화가 있었다. 그러므로 검출기의 영점변동 전류(I_0)는 8.3 pA이다.

2. 누설 전류

방사선에 의하여 이온화된 양을 정확히 측정하기 위해서는 검출기 등을 포함하는 측정시스템의 누설 전류를 알고 있어야 한다. 누설 전류의 측정은 방사선을 조사한 후 검출기로부터 측정된 전하량을 전기계가 어느 정도 유지하고 있는지를 조사하는 것이다. 본 연구에서는 전기계를 검출기에 연결한 후 고에너지 6 MV X선을 조사한 후 5분 동안의 전기계의 전하량을 측정하였다. 전기계에 기록된 측정량의 변화는 Table 2에서 알 수 있는 것처럼 5분 동안 3.0 nC이었다. 그러므로 제작된 평행판 검출기의 누설 전류(I_0)은 10 pA임을 알 수 있었다.

3. 인가전압에 대한 제작 검출기의 전하 수집

본 연구에서 방사선을 조사하여 검출기에서 생성된 이온의 수집 효율이 최대가 되는 점을 보기 위하여 외부전원장치를 전기계에 연결하였다. Fig. 3은 평행판 검출기에 수집된 전하에 대하여 계산된 전류가 인가 전압에 대하여 선형

Table 2. Leakage current.

Number (5 min)	1	2	3	4	5	Average
Charge (nC)	2.98	3.01	3.01	2.99	2.99	3.00

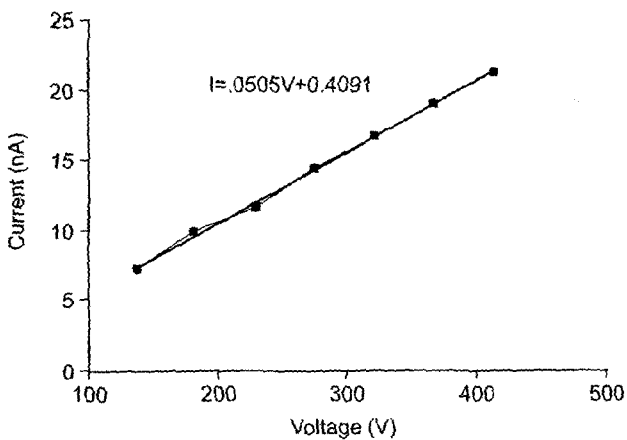


Fig. 3. The fitting curve of collected charge for applied voltage with detector.

성을 보유하고 있음을 확인할 수 있었다.

4. 재현성

고에너지 X-선 발생장치가 항상 일정한 양의 방사선을 발생하고 있는지를 알기 위해서는 방사선 측정 시스템이 동일한 X-선에 대하여 항상 일정한 반응을 보이는 것이 매우 중요하다. 이를 위하여 모든 기하학적 조건을 같게 하고 동일한 방사선을 반복 조사하여 측정된 방사선량에 대한 제작평행판 검출기의 선량에 대한 재현성 결과는 Fig. 4로 나타내었고 100 MU조사 시 검출기의 반응은 111.2 ± 1.2 (nC, 1SD)로 1% 내외로 오차범위 내의 비교적 우수한 재현성이 있음을 확인하였다. 이는 제작된 검출기가 방사선의 일상적인 점검에 충분히 사용될 수 있음을 의미한다.

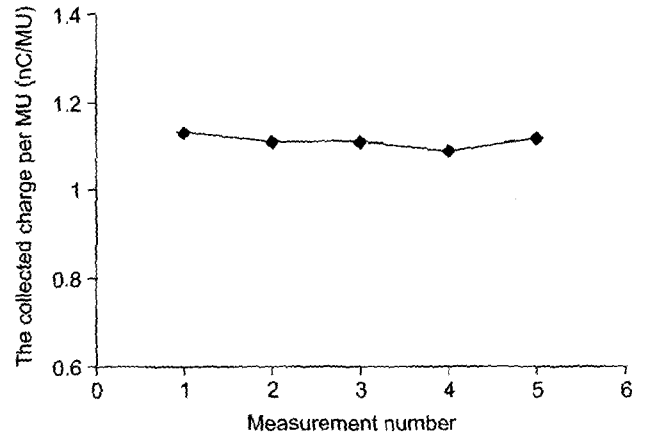


Fig. 4. Reproducibility of detector for irradiated dose.

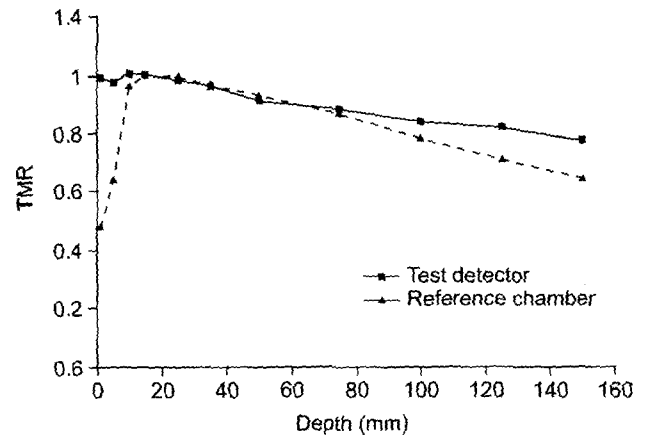


Fig. 5. TMR distribution of 6 MV X-ray in solid phantom.

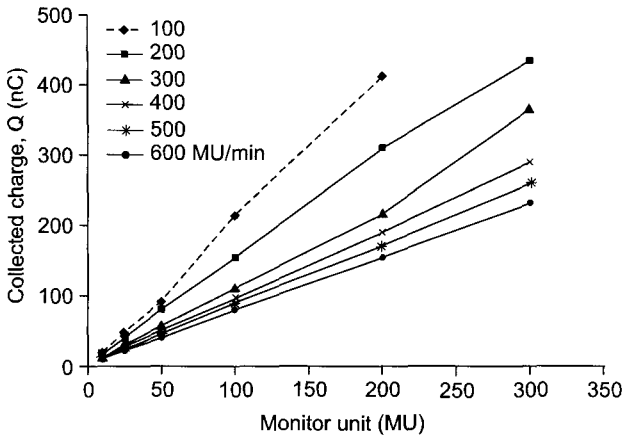


Fig. 6. The detection linearity for applied dose to 6 MV X-ray.

5. 조직최대선량비 측정

TMR 측정에서는 Fig. 5에서 알 수 있는 것처럼 6 MV X 선에서 비교검출기에서 측정된 값에 비하여 제작 평행판 검출기의 경우 최대선량깊이 근처까지는 과잉반응을 보였다. 최대선량 깊이에서부터는 기준 전리함에 대하여 7.5 cm 깊이까지는 3% 범위에서 일치하는 특성을 보였으며, 10 cm 이상의 깊이부터는 이탈정도가 심하게 나타났다.

고안 및 결론

본 연구는 의료용 선형가속기의 고 에너지 6 MV X-선을 제작 검출기에 조사함으로써, 검출기 내부에 있는 PTFE 필름 내에서 생기는 즉발성분의 방사선유도전류에 의한 전하를 측정하여 검출기의 특성을 조사하였다. 이미 국내에서는 김 등⁶⁾이 Teflon-FEP와 PET 필름을 이용한 평행판 검출기를 제작하여 감마선 조사 시 방사선 조사 전후의 유전율의 변화에 의해 전도도가 달라지는 물리적 특성에 관한 연구를 수행하여 인가전압에 대한 전하량 수집경향이 Ohm의 법칙에 따라 인가전압 범위 내에서 선형성을 지니고 있음을 보고한 바 있다. 본 연구에서 제작한 검출기에서도 인가전압에 대한 전하량 수집경향이 김 등이 수행한 기존의 연구결과들과 동일하게 나타나는 것을 확인할 수 있었다 (Fig. 3).

특히, 본 연구의 제작 평행판검출기를 포함하는 선량 측정 시스템의 영점 변동 전류(I_0)는 8.3 pA, 누설 전류(I_1)은 10 pA로서 김 등이 제작한 유전체 검출기에 비하여 전기적 안정성이 상당히 개선되었다. 그럼에도 불구하고 제작 평

행판 검출기는 방사선 절대선량측정에 사용하는 이온전리함에 비하여 비교적 높은 영점변동전류값과 누설전류값을 나타내어 검출기 설계에 대한 개선의 여지가 있었음을 확인할 수 있었다. 그러나, 이온전리함에서 수집되는 검출량에 비하여 제작평행판 검출기의 검출량이 수십배에 높다는 것을 고려한다면 허용가능한 오차범위내에 있는 검출기로 사용할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 제작 평행판 검출기의 방사선량 검출 재현성은 Fig. 4에서 알 수 있는 것처럼 6 MV X-선에서 1% 정도의 편차정도를 보여주어 방사선의 상대비교측정을 포함하는 일상적인 점검에 충분히 사용할 수 있을 것으로 생각한다. 한편, Fig. 5와 같이 최대선량깊이에 도달하기 전의 깊이에서 측정된 TMR 분포 값이 비교검출기보다 제작 검출기에서 획득한 값이 더 큰 값을 갖는 것은 유전체물질이 방사선에 조사되면 저항 값이 감소하여 방사선 유도 전류가 큰 폭으로 증가하기 때문으로 생각된다. 또한 제작 평행판검출기에서 매질에 입사한 방사선에 의한 Percent Depth Dose (PDD)값이 감소하는 이유는 깊이에 따른 감쇄효과 때문이다. 반면 매질에 방사선이 입사하게 되는 경우에 제작 검출기를 사용하게 되면 매질에서의 감쇄효과와 선량률에 지수 함수적으로 변하는 선량률 의존성 효과의 결합으로 PDD 분포가 결정된다. 매질의 깊이가 변화 할때 선량률 의존성 효과에 의한 선량 감소량은 감쇄에 의한 선량감소량에 비하여 작다. 그리고 TMR값은 PDD의 값에 비례하는 특성을 갖는다. 특정깊이까지의 측정에 대하여 제작 평행판검출기와 비교검출기는 감쇄효과가 주요한 기여 인자가 되어서 두 검출기들에 의한 TMR 값이 일치되는 것이다. 그러나, 매질 내에 입사되는 방사선에 대한 반응에 있어서 비교검출기는 감쇄효과만 일관성 있게 기여 인자로 반영되는 반면, 제작 검출기는 깊이가 증가함에 따라 감쇄효과의 기여정도보다는 선량률에 의한 기여가 주요인자로 작용하기 때문으로 생각할 수 있다. 그러므로 제작 평행판검출기에 깊이에 따른 TMR분포는 비교검출기에서 측정된 TMR 분포 값보다 크게 반응하게 되는 것이다.

특히 유전체 필름을 이용한 제작 평행판검출기로 TMR 분포값을 구하는 시도는 기존의 어느 연구에서도 보고된 바 없는 최초의 작업으로 저자는 간주하고 있다. Fig. 6에서는 선량을 증가시켰을 때 나타나는 선량에 대하여 제작한 평행판 검출기의 검출 선형성을 보여주고 있다. 선량에 대한 선형성을 확인하기 위하여 SSD 100 cm, 조사면 크기는 10×10 cm², 선량 10 MU에서 300 MU까지 변화시키고 측정하였고 또한 선량률을 100~600 MU/min으로 변화시키

면서 측정하였다. 측정 깊이는 최대선량지점을 지나서 전자교란을 최소화하기 위하여 평행판 검출기를 5.0 cm 깊이에서 측정을 시행하였다.

실험 결과, 제작 평행판 검출기는 예상한 것과 같이 사용한 방사선에서 선량률에 매우 민감하게 반응하였다. 선량률이 증가할수록 재결합에 의한 성분이 증가하여 측정값이 감소하였지만 동일한 선량률에서 MU를 증가시켰을 때 측정된 검출기의 방사선량에 대한 반응에서는 선형성을 가지고 있었으며 측정된 검출량은 오차범위 3% 이내에서 일치하고 있었다. 선량률 100 MU/min의 선량 300 MU 조사 실험은 선형가속기의 과부하 때문에 측정하지 못하였다. 또한 이온 전리함에서 선량률 효과가 거의 무시되는 것과는 달리 유전체 필름을 이용한 평행판 검출기는 선량률 효과가 나타나고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 실험 결과들은 유전체물질을 이용한 검출기 제작 시 방사선에 대하여 선량률 의존성이 있다는 기존의 연구결과들, Bartnikas, Kim 그리고 Gross 등^{3,6,10)}의 연구결과와도 일치하는 점이 있었음에도 불구하고 임상에서 절대선량 측정계로 사용하기 위해서는 인가전압과 선량률 의존성을 극복하기 위한 이론적 규명과 실험이 더욱 진행되어야 할 것으로 생각한다.

본 연구에서 유전체 필름을 사용한 제작검출기는 평행판형 전리함과 유사한 구조이지만 제작비용이 매우 저렴하면서 작은 방사선량에 높은 선량반응값을 보였다. 특히, 기존의 연구에서 시도된 바 없는 TMR 분포값을 측정하여 7.5 cm 깊이까지 허용오차 내에서 일치되는 경향을 확인하였다. 또한 유전체필름을 이용한 평행판 검출기는 선량계로서의 기본적인 특성들을 허용 가능한 범위에서 만족하므로 임상에서 선형가속기 방사선 출력의 일관성을 점검할 수

있는 선량검출기로 사용할 수 있을 것으로 생각한다.

감사의 글

본 연구의 실험을 위하여 도움을 주신 김성훈 박사님(한양대학교병원)께 감사의 글을 올립니다.

참 고 문 헌

1. Sessler GM: *Electrets*. Vol 1, 3rd ed. Laplacian, Morgan Hill pp. CA 216-278 (2003)
2. Raju GG: *Dielectrics in Electric Fields*. Marcel Dekker, New York, NY (2003), pp. 515-537
3. Bartnikas R, Eichhorn RM: *Engineering Dielectrics*. Vol IIA, ASTM, Philadelphia, PA pp. 267-340 (1983)
4. Fallone BG, Podgorsak EB: Radiation-induced foil electret chamber. *Phys Rev B* 28:4753-4760 (1983)
5. Filho VB, Gross B: Time-resolved X-radiation induced conductivity in polyethyleneterephthalate. *J Appl Phys* 66:5478-5483 (1989)
6. 김성훈, 김영진, 이명자 등: Teflon-FEP와 PET film의 감마선 조사에 따른 물리적 특성에 관한 연구. *의학물리* 9:11-21 (1998)
7. Maeda H, Kurashige M, Nakakita T: Gamma-ray induced conduction in polyethylene-tetraphthalate under high electric fields. *J Appl Phys* 50:758-764 (1979)
8. Xia Z, Wedel A, Danz R: Charge storage and its dynamics in PTFE films electrets. *IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation* 10:102-108 (2002)
9. Shugg WT: *Handbook of Electrical and Electronic Insulating Materials*, 2nd ed. IEEE, New York, NY pp. 297-318 (1995)
10. Gross B: Dose rate dependence of carrier mobility. *Solid State Communication* 15:655-1657 (1974)

Feasibility Study of Parallel- Plate Detector Using Dielectric film for 6 MV X-ray

Ki Hwan Kim*[†], Moon June Cho*[†], Yong Uhn Kim[‡], Byong Yong Yi[§],
Jeong Kee Kim^{||}, Sang Wook Lim[§], Hyeon Soo Kim^{||}

*Department of Radiation Oncology, Chungnam National University Hospital, [†]Cancer Research Institute, Chungnam National University, [‡]Department of Physics, College of Natural Science, Chungbuk National University, [§]Department of Radiation Oncology, University of Ulsan, Asan Medical Center, ^{||}Department of Radiation Oncology, Dong A University Hospital, ^{||}Department of Physics, Kyonggi University

The parallel plate detector with dielectric film for dosimetry was designed to measure detection characteristic of 6 MV X-ray with medical linear accelerator. PTFE film was inserted into FEP films that are made by two one-side metal coated materials for ion source. The thicknesses of PTFE dielectric film was 100 μm and the thickness of FEP dielectric film was 100 μm , respectively. This detector was fixed by two acrylic plate for physical hardness and geometrical consistency. The geometrical condition for measurement with parallel-plate detector was below; SSD=100 cm and the 5 cm depth between detector and phantom surface. The major parameter of detector characteristics such as zero drift current, leakage current, charge response by applied voltage, reproducibility, linearity, TMR measurement, dose rate effect were measured. The zero drift currents are 8.3 pA and leakage currents are 10 pA. The charge response of applied voltage is showing linearity in 414 voltage. The measurement deviation of reproducibility in this detector is within 1% for dose and the linearity of applied dose shows in this detector. The TMR curves in phantom between this parallel plate detector and reference detector are matched within 3% deviation from maximum dose depth to 7.5 cm depth. It is considered that this dosimetric system is satisfactory for the purpose of the constancy check of the 6 MV x-ray from medical linear accelerator.

Key Words: X-ray, Parallel Plate Detector, Dielectric Film