

■ 특 강 ■

1) Nanotechnology and Biomedical Imaging

Kwon-Ha Yoon, MD
Wonkwang University School of Medicine

Nanotechnology is the creation and use of materials or devices at the level of atoms, molecules, and supramolecular structures, and the exploitation of the unique properties and phenomena of matter at the nanoscale. Advances in physics, chemistry, materials sciences, and engineering now allow us to fabricate new molecular complexes by combining atoms or molecules one at a time, and in arrangements that do not occur in nature. Such new macromolecules or materials may have heretofore unknown properties, completely different from any naturally occurring molecular entities. Nanoscience and nanomedicine refer to the use of nanotechnology principles, materials, or devices in scientific and medical pursuits, respectively.

The development of innovative x-ray imaging and diffraction techniques exploiting high-resolution detectors and the development of advanced computational and analysis techniques in combination with high-brilliance beams and high-precision focusing optics have been the driving force behind the current revolution in 3D x-ray microscopy. The availability of these microscopies is creating new opportunities in materials research and in the biological, geological, physical, and environmental areas as well.

In the world of in vivo imaging, nanoparticles represent the nanotechnology area of most interest. Nanoparticles essentially are large macromolecules that serve as a "platform" to which a variety of signaling and targeting molecules can be attached. From the signaling perspective, the potential advantage of nanoparticles is that hundreds, thousands, or even tens of thousands of signaling molecules, or combinations of signaling molecules for different imaging modalities, can be attached to a single nanoparticle leading to a dramatic increase in signal sensitivity.

■ 발표논문 초록 ■

2) 인버터 장치를 사용하는 진단영역에서 두께변화에 의한 복부장기의 심부선량 측정 및 분석

김철민
의료보험관리공단일산병원 진단방사선과

연구목적 : 본 연구는 예방검진의 증가에 따른 환자의 피폭선량의 증가함에 따라 과연 얼마의 선량이 환자에게 피폭되는가를 조사하기 위함이다.

본 연구에서는 방사선 검사 중 일반촬영분야에서 복부장기의 선량을 실측하는데 있어 관전압의 변화에 따른 표면 흡수선량을 구하고, 복부의 장기두께와 촬영조건을 설정하여 복부 장기별 심부 선량을 구해 비교 분석해 보았다.

이러한 실험으로 장기의 두께에 대한 환자의 피폭 흡수선량을 구해 환자의 심부선량에 대한 피폭을 줄일 수 있는 방법을 모색해 보고자 한다.

조사대상 및 검사방법 : 복부 장기의 두께를 측정하기 위하여 2004년 1~5월까지 병원에 내원한 환자 중 복부 CT 검사를 의뢰한 성인 남녀 80명을 대상으로 몸무게 50~90 Kg까지 10 Kg 단위로 각각 10명씩 조사하여 각각의 장기 두께를 Medical Standard사의 Pacs system 을 이용하여 측정하였고, 후방산란 측정은 Tube에서 chamber까지의 거리를 100cm로 고정하고 ion chamber에서 표면까지의 거리를 0~20 cm까지 5 cm 간격으로 변화를 주어 측정하였으며, 이때의 측정 조건은 70 kVp, 20 mAs, 총여과 2 mmAl을 사용하였다.

두께 변화에 의한 선량 감약을 측정은 phantom 두께 0~24 cm까지 2 cm 간격으로 측정하였다. 이때의 측정조건은 70 kVp, 20 mAs, 총거리 100 cm를 이용하였고 사용한 chamber는 CAPINTEC PM05를 사용 하였다.

마지막으로 복부장기의 평균두께를 이용하여 복부 장기별 심부선량을 측정하여 그의 평균치를 구하여 보았다.

이때의 측정조건은 설문 조사의 측정치 ① 74 kVp, 20 mAs ② 77 kVp, 20 mAs ③ 83 kVp, 50 mAs의 3가지 측정조건과 각각의 선량 흡수계수(μ)를 이용하였고 표면 흡수선량은 총여과 2 mmAl, tube~chamber를 100 cm, chamber~표면은 10 cm로 하여 최대한 후방 산란에 의한 증감을 없이 측정하고 각 장기의 두께를 이용하여 적분선량을 구하여 그 결과를 비교 분석 하였다.

결과 및 고찰 :

1) 복부 촬영 조건의 설문조사

전국에 있는 종합병원, 대학병원 111개 병원의 설문조사 결과이다. 조사결과 단상장치 43병원(39%), 삼상장치 21병원(19%), 인버터장치 22병원(20%) 그 외(22%)를 사용하고 있어 일본과는 차이가 있으나 앞으로는 인버터 장치가 상용화 되리라 본다. 장치별 측정 조건을 보면 의외로 인버터 장치의 측정 조건이 떨어져야 함에도 불구하고 삼상과 비슷하게 나타났는데 이는 CR(computed radiography)장비의 도입으로 조사조건이 증가한 것으로 사료된다.

2) 후방산란 측정

후방산란은 표면에서의 거리가 증가함에 따라 조금씩 감소 하다가 chamber에서 표면까지의 거리가 10 cm 이상에서는 거의 차이가 없는 것으로 보아 10 cm의 거리를 두고 측정해야 후방 산란으로부터의 오차를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

3) 조건 변화에 따른 피폭 흡수선량 측정

조건변화에 따른 피폭선량 측정은 kVp, mAs가 증가하면 피폭선량이 증가하는 것은 당연시 되나, 흡수선량의 증가 폭은 두께가 같을 경우 일정해야 하는데 저 kVp, 저 mAs일 때가 고 kVp, 고 mAs일 때 보다 훨씬 큰 것을 알 수 있었다.

다시 말해서 그 결과는 저 kVp, 저 mAs일 때 보다 고 kVp, 고 mAs 일 때가 투과율이 크다는 것을 알 수 있었다.

4) 장기별 심부선량 분석

분석 결과 간이 다른 장기에 비해 피폭량이 컸으며 lateral인 경우는

우신이 표면에 근접해 있으므로 피폭량이 많았다. 하지만 그 피폭량에 대해서는 아직 심부선량에 대한 기준치가 나와 있지 않아 비교할 수가 없었다.

결론 및 제언

- 1) 복부 장기의 성인 평균 두께는 남자 23.4 cm, 여자 21.4 cm로 나타났다.
- 2) 설문조사에 의한 촬영 조건은 인버터 장치의 경우 abdomen AP 촬영시 74 kVp, 28 mAs L-spine AP 촬영시 77 kVp, 28 mAs L-spine lat 촬영시 83 kVp, 58 mAs로 나타났다.
- 3) 후방산란은 표면~ion chamber의 거리가 10 cm 이상부터 영향을 나타내지 않는 것으로 관찰 되었다.
- 4) Phantom 두께에 의한 반가층 값은 60 kVp인 경우 HVL은 3.25 cm, TVL은 10.8 cm, 80 kVp인 경우 4.33 cm, TVL은 14.39 cm, 100 kVp인 경우 5.10 cm, TVL은 16.93 cm로 나타났다. 이것은 에너지가 클수록 투과력도 크다는 것을 입증하는 것이다.
- 5) 표면 흡수선량 비교 분석에서는 kVp 증가에 따라 피폭 흡수선량은 증가했으나 증가 폭은 오히려 감소를 나타내었다. 이는 관전압의 증가에 따라 투과율이 증가하기 때문이다. 또한 IAEA 권고안과 측정치를 비교했을 때 Abdomen AP는 16.4%, L-spine는 18.2%, L-spine lat은 16.4%에 해당하는 피폭 흡수선량의 측정값을 나타내었다.
- 6) 두께에 의한 선량 감약율은 Phantom 두께 2 cm 증가에 따라 평균 31.8%의 감약을 나타내었고 Phantom 두께의 증가에 따라 지수함수적으로 감소함을 알 수 있었다. 이는 X-ray가 단색 방사선이 아니라 다색 방사선이기 때문에 파장의 크기가 달라 나타나는 현상인 것으로 추정된다.
- 7) 선량 감약율을 이용해 심부선량을 측정한 결과 AP 촬영 시에는 간, 방광이 Lat 촬영시에는 간, 우신이 비교적 높게 나타났다. 이는 장기의 위치가 표면에 근접해 있고 면적이 넓기 때문인 것으로 사료 된다.
임상적으로는 1~2 Gy에서 역치가 발생하기 때문에 인체의 해를 나타낼 수 있는데 측정 결과 L-spine lat에서 간 : 40 mGy, 우신 : 18 mGy 정도 나타났고 나머지 경우에는 10 mGy 이하의 결과를 나타내었다.
40 mGy인 경우 역치 선량 1 Gy의 4%에 해당하고 이는 회복률을 무시하는 경우 연속으로 25번의 측정을 하였을 경우 나타나는 선량이고, 일반적으로는 10 mGy인 경우 역치 선량 1 Gy의 1%에 해당하기 때문에 안전하다고 볼 수 있다.

위 결론은 장기의 두께에 의한 심부선량을 측정한 것이므로 실질적인 장기의 체적에 대해 측정하면 결과치가 달라질 수 있다.

또한 위 측정치는 인버터 장치에 의한 것이므로 앞으로는 인버터 장치뿐 아니라 다른 장치(단상, 3상 등)도 측정 비교 하고 복부 장기 뿐 아니라 전신에 대한 체적별로 심부선량 또한 연구하고 여러 각도에서 방법의 변화를 더욱 다양하게 하고 촬영조건을 변화시키면서 영상과 표면 흡수선량, 심부선량과의 관계를 더욱 연구해야 한다고 생각한다.

급변하게 발달하는 과학의 현대화가 점점 세분화된 검사를 요구하고, 건강검진의 증가로 인해 예방의학이 증가 하고 있고 세분화에 따른 검사가 절실히 요구되고 있는 만큼 환자에게 전해지는 심부선량 또한 증가 하리라고 본다. 이는 방사선을 담당하는 한 사람으로써 더욱 노력하고 심혈을 기울여야 할 것이다.

3) $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 계열 단결정 TLD 소자의 제작과 특성

박명환 · 박강수¹⁾
대구보건대학 방사선과 · 양산고등학교¹⁾

본 연구에서는 Czochralski 법으로 양질의 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 단결정과 Cu, Mn, Mg를 활성제로 첨가한 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 계열 단결정을 육성하였다. 또한 이들을 TLD 소자로 제작하고, 감쇠율 및 에너지 의존성의 열형광 특성을 조사하였다.

실온에 보관하면서 각 TLD들의 주 peak에 대한 감쇠율을 측정하고, 30일 동안 10% 내외의 감쇠율로 비교적 안정하였다. 소자 형태의 단결정 TLD가 분말 형태보다 감쇠율이 다소 낮게 나타났으며, 그 이유는 소자 형태의 단결정 TLD가 흡습성에 의한 영향을 적게 받기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 각 TLD 소자의 광자에 대한 에너지 의존성은 32 keV의 열형광 감도가 1.25 MeV의 ^{60}Co γ 선에 비해 약 85% 정도이며, 이론적 계산값과 측정값이 대체로 잘 일치하는 결과이다.

이상에서와 같이, 본 연구에서 제작한 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7 : \text{Cu}$ 와 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7 : \text{Mn}$ 단결정 TLD는 X선에 대한 감쇠율 및 에너지 의존성의 특성이 우수하다. 따라서 의료기관 및 산업체 분야에서 개인피폭선량 측정, 환경방사선 측정, 방사선 치료시의 선량 평가에 활용이 가능할 것으로 생각한다.

4) 비파괴검사 장치 내 방사선원 위치감시용 섬광필름의 발광성능 평가

이경진 · 윤정의 · 박병기 · 김 신¹⁾ · 이봉수²⁾
미래에너지기술연구소 · 제주대학교¹⁾ · 건국대학교²⁾

최근 비파괴검사 현장에서 검사 중 검사장치 내 방사선원의 위치를 확인하지 못하여 방사선 과 피폭 사고가 종종 발생하고 있다. 본 연구는 방사선원의 노출여부나 위치 미인지로 인한 방사선 사고를 예방하기 위해 방사선원 위치를 감시할 수 있는 섬광필름을 개발하는데 있다. 섬광필름은 방사선 비파괴 검사 장비의 가이드튜브 내에 존재하는 선원의 위치를 육안으로 탐지할 수 있는 신소재이다. 연구를 통해 섬광필름의 발광성능을 평가하고 최적의 필름 설계를 꾀하였다. 필름에 적용된 발광물질은 무기 섬광체를 이용하였고, 다양한 층을 갖는 형태의 필름을 제작하여 성능을 평가하였다. 필름의 발광성능은 광도계를 이용하여 측정하였고, 비파괴 검사장비는 Ir-192 감마선 조사기를 사용하였다. 실험결과, 섬광필름의 발광은 육안으로 선원의 위치를 감시할 수 있었으며, 선원의 이동에 따라서 발광영역도 동시에 이동하면서 형성되었다. 또한, 섬광필름에 반사층을 두는 것은 광 이용률의 증대시켜 발광성능을 높이는 데 매우 효과적이었다. 섬광체와 분산용제의 혼합비에 따라서도 성능변화가 나타났으며, 일반적으로 섬광체의 양이 높을수록 발광성능은 높게 나타났다. 그러나 분산 특성이 변화로 혼합비는 일정 농도 이하로 제한되었다. 섬광체 중에서는 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}(\text{Tb})$ 무기섬광체가 가장 높은 발광성능을 보여주었다. 개발된 섬광필름을 비파괴 검사 장비에 적용하게 된다면 방사선종사자에게 보다 안전한 작업환경을 제공할 수 있을 것이다.