

열형광선량계 판독시스템의 피폭선량평가 알고리즘 분석 및 적용방안

박승현 · 이상미 · 윤기훈 · 송정호 · 신진성 · 박현균
케이엔디티앤아이주식회사
E-mail: psh@kndt.co.kr

중심어 (keyword) : 피폭선량, 판독시스템, 선량평가, 알고리즘, Dosimetry

서론

국내 판독시스템 성능평가의 기준선장은 ANSI N13.11(1993) "Personnel Dosimetry Performance Criteria for Testing" 에 근거하고 있고 해당 선장의 평가를 위해 판독기관별로 상이한 피폭선량평가 알고리즘을 사용하고 있다. 이는 미국에서 운영하는 기준[1]과 비교하여 오래된 기준이며 유럽에서 제시하는 기준선장[2]과도 다소 차이를 보인다. 따라서 국내외에서 사용하는 알고리즘도 서로 다르다. 이러한 상이한 기준선장 및 알고리즘 사용은 병원 등에서 사용하는 저에너지 엑스선발생장치와 생활주변방사선관리법에서 관리하려는 방사선원 등을 고려할 때 잘못된 피폭선량평가를 야기할 수 있다.

본 연구에서는 국내 판독시장(열형광선량계의 경우 하소와 파나소닉 제품이 95% 이상의 시장점유)에서 50% 이상의 점유율을 갖는 파나소닉 판독시스템의 국내의 알고리즘을 비교평가해 봄으로써 알고리즘별 문제점 분석 및 국제기준 대응방안을 제시하고자 한다.

재료 및 방법

국내에서 사용하는 해당 판독시스템(Panasonic UD716 Reader, UD802 Dosimeter, UD794 Holder)의 알고리즘은 WB, NV, KS, NV+ 등이 있으며, 최근 국외에서는 SD(Stanford Dosimetry), DOC(Doctors Dosimetry)등이 상용화되었다. 본 연구에서는 앞서 언급한 여섯가지 알고리즘의 성능을 국내법상의 기준선장(8범주)과 몇가지 ISO 기준선장(NS, WS 광자, 감마+광자)에 대하여 평가해본다.

피폭선량평가 알고리즘은 형태에 따라 Function형, Decision형, Matrix형으로 구분되며 WB, NV

와 NV+, KS 알고리즘은 Function 형태로 각각 ANSI N13.11의 1983년판과 1993년판의 성능기준을 만족하도록 고안되었고, SD 알고리즘은 같은 Function 형태이면서 ANSI N13.11의 2001년판의 성능기준을 만족하고 있다. 마지막으로 DOC 알고리즘은 Matrix 형태를 가지고 있으며 ANSI N13.11의 2001년판의 성능기준을 만족하도록 설계되었다.

연구진행은 그림 1과 같이 원자력법에서 명시한 시설기준과 취급기준을 만족하는 판독시스템을 구축하고 소자보정계수 산출을 통해 기준선량계급(오차 10% 미만, 변동계수 3% 미만)의 선량계를 선별한다. 결과값의 신뢰도 향상을 위해 선장별로 각 20개 이상의 선량계를 표준선원을 보유한 기관에 의뢰하여 조사한다. 선량 판독을 통해 나온 네 개의 소자별 반응도를 비교대상 알고리즘에 대입하고 결과값을 비교한다.

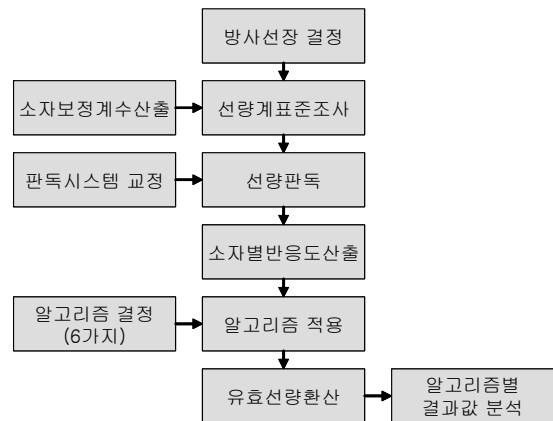


그림 1 연구진행도

각 알고리즘에 대한 특징 및 유효선량 환산결과값 평가는 판독업무검사에 관한 규정[3]에서 명시한 편중과 표준편차 그리고 이들의 절대값을 합한 성능지표를 이용한다.

결과 및 고찰

국내법에서 정한 여덟 개의 성능검사 기준선장과 ISO의 광자빔 몇가지에 대한 알고리즘별 성능시험을 통해 개인방사선피폭선량 측정을 위해 국내에서 가장 많이 사용하고 있는 시스템의 정확도를 분석하였다.

알고리즘별 방사선장 판별의 정확도는 표 1과 같이 NV+, DOC, SD가 우수한 것으로 나타났다. ISO에서 제시한 광자의 선장까지 고려한다면 DOC와 SD가 우수한 선장 판별력을 갖는다. 방사선량 측정은 WB, NV가 7범주에서, KS가 MI50 사고선장 및 광자의 혼합선장, DOC와 SD가 엑스선장에서 기타 알고리즘에 비해 성능이 떨어진다.

표 1 알고리즘별 방사선장 구분률

		선장구분율(%)					
알고리즘		WB	NV	KS	NV+	DOC	SD
종류	1) 판별오류	20	16	16	12	15	13
	2) 구별못함	27	22	15	12	4	5

1) 판해당선장이 아닌 다른선장 계산식으로 결과값을 산출한 것 2) 선장이 불분명한 것으로 판단한 것

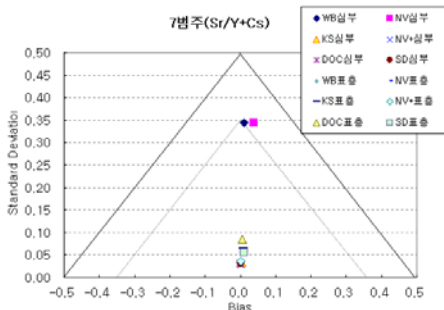


그림 2 국내법 기준선장(혼합)에서 알고리즘 성능

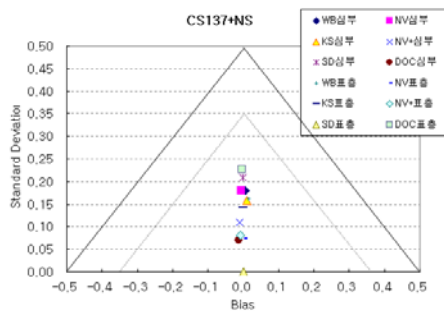


그림 3 ANSI N13.11(2001)에서 고려하는 선장에서 알고리즘 성능

연구에 사용한 모든 방사선장에서 각 알고리즘의 정확도를 그림 2, 3과 같이 산출하였다. 알고리즘 성능의 평균은 그림 4, 5와 같고 국내법 기준으로 NV+의 성능

이 가장 높게 평가되었다. 국제기준의 도입을 고려한다면 그림 5에서와 같이 DOC와 SD의 성능이 가장 우수할 것으로 예상된다.

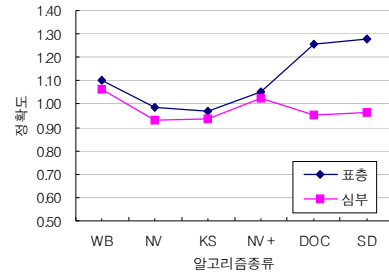


그림 4 국내법 기준선장에서 알고리즘별 평균성능

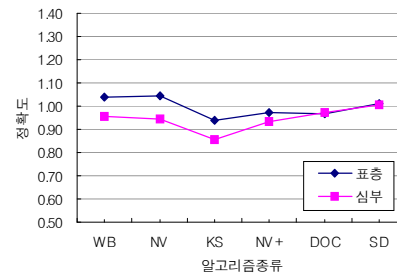


그림 5 기타 선장에서 알고리즘별 평균성능

국내에서 보유한 기준선장의 부재 및 표준조사의 어려움으로 인해 국제기준에 맞는 모든 방사선장에 대한 알고리즘 평가는 이루어지지 못했으나 MCNP 코드를 활용한 소자·선장별 반응도를 산출하여 기타 선장에 대한 평가를 수행 할 예정이다.

결론

국내에서 가장 많이 사용하고 있는 판독시스템의 알고리즘 정확도를 국내법상 기준선장과 기타 ISO의 광자빔 대해 분석하였다. 국제기준에 맞는 성능기준의 수립과 의료기관 등의 방사선관계종사자 피폭선량의 올바른 평가를 위해 현재 사용하고 있는 피폭선량평가 알고리즘의 개선이 필요하다.

참고 문헌

- ANSI N13.11(2001), Personnel Dosimetry Performance Criteria for Testing
- ISO14146, Radiation protection-Criteria and performance limits for the periodic evaluation of processors of personal dosimeters for X and gamma radiation
- 교과부고시 제2008-48호, 판독등록기준 및 검사규정