

반가층 측정을 위한 기구 개발

문원영 · 김정희 · 박종구 · 전해원 · 이유성 · 권대철
신흥대학 방사선과
E-mail: dckweon@shc.ac.kr

중심어 (keyword) : 반가층, 선량, 차폐, 선질

서 론

차폐체의 두께최초의 방사선 선속의 세기를 절반 (50%)으로 감소시키는 어떤 흡수물질의 두께를 HVL(반가층)으로 IEC 규격은 엑스선관으로 부터 발생하는 엑스선 조건을 선질의 하나의 지표인 제1반가층으로 규정하였다. 반가층은 엑스선 beam의 penetrating quality와 측정수단으로 쓰이며 두께가 두꺼울수록 투과력이 크다는 특징이 있다. 방사선의 선질은 방사선의 출력을 반으로 감소시키는 흡수체의 두께, 즉 반가층으로 규정되는데 반가층은 흡수체를 투과후의 강도가 투과 전의 강도의 반이 되는 흡수두께를 말한다. 그러나 반가층의 실제적인 의미는 두께가 아니라 두께를 투과할 수 있는 정도를 의미한다.

연속스펙트럼의 엑스선은 부가필터의 두께가 틀리면 반가층도 틀리게 된다. 따라서 반가층을 변화시키는 요인으로는 초점-반가층 측정용 물질간 거리, 초점-선량계간 거리, 조사야 크기, 관전압, 여과판의 사용 유무와 두께, 재질 등으로 볼 수 있다. 엑스선관의 초점에서 발생하는 엑스선은 불균등 엑스선으로 에너지가 낮은 광자들은 흡수로 인하여 환자의 피폭선량을 증가시키고 있으므로 이를 제거할 필요가 있다. 따라서 낮은 에너지의 광자들을 흡수 제거할 목적으로 여과를 시키고 있으며 여과를 어느 정도 시키느냐 하는 것은 반가층을 측정하여 알 수 있다. 반가층 장비가 실제 선질을 반감하여 측정 실험 장비 효과를 위해 기존 장비에 비해 반가층 측정의 정확도와 편리성으로 성능 개선 효과를 측정하기 위해 방사선 실험실

습에서 사용성이 용이하도록 개발하고, 기존 반가층 측정의 정확도가 뛰어난 장비로 학습 효과 및 경제적 효과를 확인한다.

반가층 기구 개발의 목적은 선질을 측정하는 가장 일반적인 방법으로 이를 평가하고 관리하기 위해 필요하다. 방사선의 선질을 측정하는 가장 일반적인 방법은 반가층을 측정하여 평가하기 위해 반가층 측정을 위한 기구 개발의 필요성이 있어, 반가층 측정 기구는 스탠드 필터 등으로 구성하였다. 정확도를 높이기 위해 반가층 측정 기구를 이용하였다.

재료 및 방법

반가층 측정을 위해 기구를 제작하기 위해 납 필터가 필요하다. 필터를 제작하고, 엑스선 발생장치를 이용하였다. Keithley Model 35050A dosimeter (Keithley Instruments Inc., Cleveland, OH, USA)를 이용하였다. Ionization chamber는 카세트 홀더 4-5 cm 되는 곳에 위치하고, 압박대는 ionization chamber 수평면에 위치하고, 노트북에서 프로그램으로 반가층 측정 결과 그래프 결과 확인한다. 반가층의 측정은 납판을 이용하여 실시하였다. 엑스선의 출력을 사이에 아무 것도 넣지 않고 측정한 조사선량과 납판을 투과한 조사선량을 비교하여 반가층을 산출하고, 납 제품에는 보통 제품과 고순도 제품을 이용한다.

순도 99.0% 제품으로 측정한 반가층은 고순도 제품으로 측정한 값보다 7.5% 낮은 값크기는 10 cm × 10 cm, 납 두께 1.0 mm, 0.5 mm, 0.2 mm, 0.1

mm를 엑스선 발생장치 조건 및 거리 간격 설정하고, 납 stand위에 ionization chamber를 위치시키고 SSD를 65 cm으로 하고 필터 holder를 32.5 cm에 위치한다. 선질에 관련된 관전압은 50, 70, 90, 110 kVp로 증가하고, 관전류는 납 두께에 따라 동일하게 10 mAs로 하여 납 필터를 0 mm에서 4 mm까지 1 mm씩 증가시켜 선량을 측정 후 반가층 측정한다.

표 1. 납 두께 및 관전압 변화 선량

Thickness (mm)	Dose (mR)			
	50 kVp	70 kVp	90 kVp	110 kVp
0	28.8	84.7	133.8	201
0.1	27.2	77.8	131.9	193.6
0.2	25.6	77.4	127.3	188.8
0.5	21.7	70.1	114.5	171.7
1	16.8	57.4	96.6	149.7
2	10.7	42.3	75.8	120.7
4		25.6	49.9	85.4

결과 및 고찰

납 두께에 따른 선량은 50 kVp, 10 mAs에서 납 필터가 없을 때는 28.8 mR이었고, 0.1 mm는 27.2 mR, 0.2 mm는 25.6 mR으로 납 필터가 증가하면 선량을 감소하여 28.8-10.7 mR로 감소하였다. 70 kVp, 10 mAs에서는 84.7 mR이었고, 0.1 mm는 77.8 mR, 0.2 mm는 77.4 mR, 4 mm에서는 25.6 mR로 납 필터가 증가하면 선량을 감소하여 84.7-25.6 mR로 감소하였다. 90 kVp, 10 mAs에서 납이 없을 때에는 133.8 mR이었고, 0.1 mm는 131.9 mR, 0.2 mm는 127.3 mR, 4 mm는 49.9 mR으로 납 필터가 증가하면 선량을 감소하여 133.8-49.9 mR로 감소하였다. 110 kVp, 10 mAs에서 납이 없을 때에는 201 mR이었고, 0.1 mm는 193.6 mR, 0.2 mm는 188.8 mR, 0.5 mm는 171.7 mR, 1 mm는 149.7mR, 2 mm는 120.7 mR, 4 mm는 85.4 mR으로 납 필터가 증가하면 선량을 감소하여 201~85.4 mR로 감소하였다(Table 1).

반가층은 주어진 X선의 강도를 반으로 감소시키는데 필요한 흡수체의 두께를 나타낸다. X선의 질을 나타내는 지표로 흔히 사용되고 있다. 높은 반가층을 갖는 X선일수록 흡수체를 더 많이 투과한다. 진단방사선에서 여과의 주목적은 환자의 피폭선량을 줄이는 것으로 환자와 X선관 사이에 여과 물질을 삽입하여 저에너지

방사선을 흡수시켜 피폭량을 낮춘다. 평균에너지가 증가하여 투과력이 높아지기 때문에 환자의 피부 선량을 상당히 감소시킨다.

노출조건에 대한 영향은 여과의 중요한 단점: 방사선 강도를 감소시키고, 모든 에너지 영역의 광자를 일부 흡수하므로 노출조건(mAs)을 증가시켜 고에너지 광자의 손실을 보강해야 한다. 여과 때문에 노출을 증가시켜도 환자의 피폭량은 여과를 하지 않는 것 보다 적다. 하지만 검사 중 환자가 움직일 가능성이 높아진다. 반가층은 방사선의 조사선량(율)을 반으로 감약시키는데 필요한 흡수물질의 두께로서 반가층은 알루미늄 (mm Al) 당량으로 표시한다.

엑스선관에서 방출되는 방사선의 총량은 관전류, 관전압 및 X선관이 작동하는 시간에 의해 결정된다. 기준규격은 식품의약품안전청 공고 제2009-210호에서 정한 의료용X선장치에 대해서 적용하여 일치하였다[4]. 엑스선 장치를 구성하고 있는 각 부분품의 고유 여과를 해당 장치의 외관 및 부속 문서에 최고 관전압에 대한 최소 납 (mm Al) 당량을 기재하여야 한다.

표 2. 알루미늄의 식약청 기준규격 고시

관전압	X선관전압 (kV)	최소알루미늄당량 (mm Al)	
		의료용X선장치	치과진단용X선발생장치
50 이하	30	0.3	1.5
	40	0.4	1.5
	50	0.5	1.5
51~70	51	1.2	1.5
	60	1.3	1.5
	70	1.5	1.5
71 이상	71	2.1	2.1
	80	2.3	2.3
	90	2.5	2.5
	100	2.7	2.7
	110	3.0	3.0
	120	3.2	3.2
	130	3.5	3.5
	140	3.8	3.8
150	4.1	4.1	

결론

관전압 변화에 따른 반가층에서 50 kVp에서 반가층은 0.7 mm, 70 kVp에서는 1.8 mm, 90 kVp는 2.8mm, 110 kVp에서 3.2 mm로 측정되었다.

참고문헌

1. 식품의약품안전청 공고 제2009-210호