

# Over Tube Type의 투시촬영장치를 이용한 제조사별, 납당량별 엑스선방어 앞치마의 Protection 성능 평가에 관한 연구

송종남, 설광욱, 홍성일, 최정구\*

광양보건대학 방사선과, 컴퓨터정보과\*

## A Study on Protection Performance of Radiation Protective Aprons classified by Manufacturers and Lead Equivalent using Over Tube Type Fluoroscopy

Jongnam Song, Gwangwook Seol, Seongil Hong, Jeonggu Choi\*

Dept. of Radiologic Kwangyang Health College, Technology, Dept. of Computer Information Kwangyang Health College\*

### 요 약

X선에 대한 피폭을 최소화 하려는 앞치마는 차폐 성능이 좋지 않으면 방사선 작업종사자나 환자에게 불필요한 피폭을 줄 수 있으며 나아가 방사선 만성 장애를 유발시키기도 한다. 이를 방지하기 위하여 제조사에서는 0.25mm이상의 납 당량을 가진 앞치마를 제작한다. 본 논문에서는 앞치마를 제조사별, 납 당량별로 분류하여 차폐성능을 측정, 우수한 앞치마를 구비하는데 기초자료를 제공하고 성능 평가 방법의 접근을 용이하게 하고자 한다.

0.05mm의 Pb과 4개의 제조사(H, X, I, J)에서 제작된 앞치마를 3종류의 납 당량별(0.50mmPb, 0.35mmPb, 0.25mmPb)로 분류하고 Apron은 크게 Clavicle part, Chest part, Abdomen part, Pelvis part로 구분하여 투시촬영장치를 이용, 방사선 투과율, 차폐율과 표준편차를 측정하였다.

0.5mmPb 앞치마의 방사선투과율과 차폐율을 측정된 결과 I사의 앞치마가 가장 우수한 97.96%의 차폐율을 보였으며, J사의 앞치마는 96.25%의 차폐율을 보이며 가장 저조하였다. 0.35mmPb 앞치마의 경우 I사의 Apron이 96.79%의 가장 우수한 차폐율을 보였으며 A사의 앞치마는 가장 저조한 95.81%의 차폐율을 보였다. 0.25mmPb 앞치마의 경우 X사의 앞치마가 가장 우수한 90.91%의 차폐율을 보였으며 H사의 앞치마는 가장 저조한 88.82%의 차폐율을 나타냈다.

또한 0.5mm 납을 함유한 앞치마의 차폐율에 대한 표준편차는 X사(0.125)와 I사(0.190)가 가장 낮게 나타났고 J사(0.447)가 가장 높게 나타났으며, 0.35mm 납을 함유한 앞치마는 I사(0.231)가 가장 낮았다. 0.25mm 납을 함유한 앞치마는 X사(0.364)로 다른 제조업체의 앞치마보다 표준편차가 가장 작았다.

일정한 납 당량이 함유된 앞치마는 지금까지 방사선으로부터 피폭을 방지하는 보편적이며 일반적인 보호 장구이다. 그러므로 환자, 보호자 또는 방사선 관련 작업종사자는 방사선 피폭을 최대한 방지하기 위하여 양질의 앞치마를 사용하여야 할 것이며 이러한 실험적인 방법을 통하여 객관적이며 현실적인 차폐율을 평가해야 할 것이다.

중심단어: 앞치마, 납당량, 차폐율, 균일도

## Abstract

If protective performance of apron cannot be good, radiation exposure of an guardian or a patient, a person engaged in radiation related industry cannot rise. Therefore, It will be evaluated protection performance to radiation protection aprons by manufacturers and lead equivalent more than 0.25mm lead equivalent. And, will show in the direction of application to clinic.

The new aprons by manufacturers(H, X, I, J company) and lead equivalent(0.50mmPb, 0.35mmPb, 0.25mmPb) measured transmitted dose rate and shielding rate, uniformity under fluoroscopy and general radiography using to fluoroscopy system and digital radiography system, x-ray multifunction meter.

The shielding rate measurement results, 0.5mmPb apron was Shielding rate of apron of a I company(fluoroscopy : 97.96%) was the best under six companies, and shielding rate of apron of a J company(fluoroscopy : 96.25%) was worst. 0.35mmPb Apron was Shielding rate of a I company(fluoroscopy : 96.79%) was the best under the three companies, and shielding rate of an H company(fluoroscopy : 95.81%) was the worst. 0.25mmPb Apron was Shielding rate of X company apron(fluoroscopy : 90.908%) was better than H company apron(fluoroscopy : 88.82%) than two companies. The uniformity measurement results, 0.5mmPb Aprons of X company(fluoroscopy : 0.13) and I company(fluoroscopy : 0.19) was the best under the six companies, and J company apron(fluoroscopy : 0.45) was the worst. 0.35mmPb

Along a manufacturer and lead equivalent performance of apron protection is distinguished certainly. Therefore, a patient, guardian or a person engaged in radiation related industry shall enforce experiment of a lot of ways defined or evaluation so that the maximum reduces radiation exposure. Buy the apron that protective performance is good, It will be performed through experiment and evaluation.

Key words : Lead Apron, Lead Equivalent, Shielding Rate, Uniformity

## I. 서 론

1895년 11월 8일 W.C. Roentgen 선생<sup>[1]</sup>께서 X-ray를 발견한 이후로 의료영역에서 방사선이 이용된 이후부터 현재까지 의료 방사선은 진단 및 치료 등에 널리 이용되고 있으며<sup>[2]</sup>, 최근에는 과학 기술의 진보에 따라 의료장비가 매우 빠른 속도로 발전을 거듭하고 있다. 뿐만 아니라 국민의 건강에 대한 관심이 높아지면서 방사선 장비의 사용도 급증과 방사선학적 중재적시술이 증가함에 따라 치료적인 또한 증가하고 있다<sup>[3]</sup>. 이로 인해 방사선 관계/작업종사자의 방사선 노출 시간과 기회 또한 많아지고 있는데, 방사선 종사자의 경우 급성 방사선에 의한 영향 보다는 지속적 저선량(만성) 방사선 피폭에 의한 신체적 장애로부터 보호되어야 한다. 그러나 최근 환자 피폭선량 감감에 대한 관심이

고조되는 것에 비해 방사선 관계종사자의 피폭에 대한 관심은 아직까지도 미흡한 실정이다<sup>[4]</sup>. 다만, 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙(이하, 안전관리규칙)<sup>[5]</sup>에서 방사선 관계종사자의 선량한도를 초과하지 않도록 규정하는 등 피폭선량에 대한 인식의 전환 및 강화가 이루어지고 있다.

최근 방사선 투시장비 사용의 급증으로 인하여 환자 피폭과 방사선 관계종사자 피폭의 기회가 많아지고 있는 시점에서, 진단용 방사선 장비의 경우에는 안전관리규칙에 의거하여 정기적으로 성능검사를 시행하고 있다. 그러나 방사선 검사 시에 직접 또는 2차 방사선의 노출로부터 방사선 관계종사자나 환자·보호자를 방어하기 위하여 필연적으로 사용되고 있는 진료용 엑스선방어 앞치마(이하, apron)<sup>[6]</sup>에 대해서는 식품의약품안전청장의 고시<sup>[7]</sup> 또는 산업표준화법에 의한 한국산업규격(KS)<sup>[8]</sup>에 적합한 제품을 갖추어야 한

다고만 규정하고 있을 뿐, protection 성능에 대한 구체적이고 정기적인 검사 및 관리가 이루어지지 않고 있는 것이 현실이다. 따라서 apron의 protection 성능이 좋지 못할 경우 방사선 관계종사자나 환자·보호자의 방사선 피폭이 상대적으로 높아질 수밖에 없으므로 피폭선량 경감을 위해서는 우수한 성능의 apron 구비가 필요하다. 이에 저자들은 국내외적으로 유통되고 있는 apron을 식약청 고시 전자의료기기준규격에 의거한 제조사별, 납당량별로 protection 성능평가를 시행하여 임상에서 실제적으로 우수한 성능의 apron을 구비하는 데 기초자료로 제공하고, 성능 평가 방법의 접근을 용이하게 하고자 한다.

## II. 실험 기기 및 방법

### 1. 실험 기기 및 재료

- (1) 투시조영장비 : Hitachi DR-1000X
- (2) 선량계 : CAPINTEC exposure rate mater Model 192
- (3) 팬텀 : 4cm Al
- (4) 측정재료
  - 1) apron : H사(0.5, 0.35, 0.25mmPb), X사(0.5, 0.35, 0.25mmPb), I사(0.5, 0.35mmPb), J사 0.5mmPb
  - 2) Pb : 0.05mm Pb(납) 10장

### 2. over tube 방식의 투시장치(fluoroscopy)를 이용한 apron 실험방법

KS 규격과 전자의료기기준규격에 적합한 제품 중 임상에 실제 판매되고 있는 신규 apron을 제조사별(H, X, I, J사), 납당량별(0.5mmPb, 0.35mmPb, 0.25mmPb)로 over tube 방식의 투시장치를 이용하여 투과선량(율)을 측정하였다.(Fig. 1)

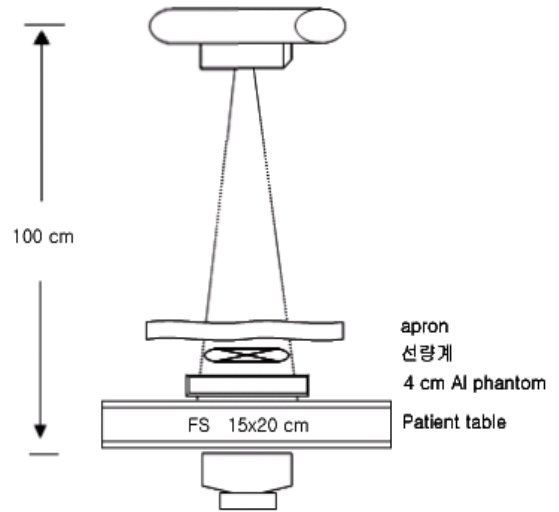


Fig. 1. Measurement transmitted dose rate of apron under the over tube type fluoroscopy.

투시에 의한 투과선량율(transmitted dose rate, mR/s) 측정은 실온의 촬영실에서 SID 100cm, 조사야 15x20cm, 80kV, 3.0mA의 촬영조건으로 검사테이블 위에 4cm Al phantom을 놓은 후, phantom 위에 선량계 CAPINTEC exposure meter(X-ray multifunction meter)를 놓고, 먼저apron이 없는 상태에서 조사선량율(exposure rate, mR/s)을 측정하고, 다음으로 제조사별, 납당량별로 apron을 놓고 투과선량율을 각각 측정하였다. 이때, apron은 clavicle part(right acromioclavicle joint, sternoclavicle joint, left acromioclavicle joint), chest part(right rib-7, mid-sternum, left rib-7), abdomen part(right kidney, Lumber spine-3, left kidney), pelvis(right ASIS, mid-sacrum, left ASIS) 등 위치별 12군데로 구분하여 X선을 조사하였다(Fig. 2). 차폐율(shield rate, %) 산정 방법은 위치별로 apron이 없는 상태에서의 조사선량율과 각각의 apron이 있는 상태에서의 투과선량율을 비교하여 산정하였다<sup>[9]</sup>. 또한, apron의 위치별 차폐율의 균일도<sup>[10]</sup>를 파악하기 위하여 위치별로 가장 높은 차폐율과 가장 낮은 차폐율의 편차를 계산하였다. 동일한 방법으로 0.5mm, 0.35mm, 0.25mm 납의 투과선량율을 측정하고 차폐율을 산정하였다.

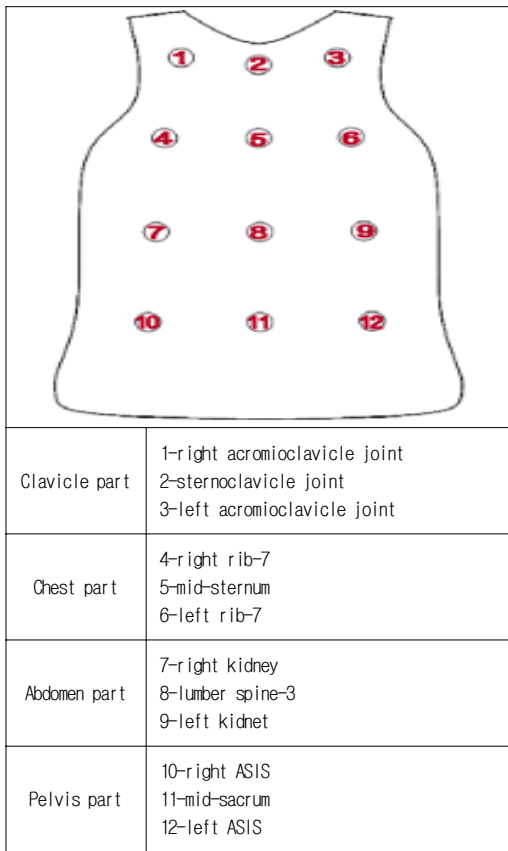


Fig. 2. Measurement location of apron.

### III. 결 과

1) Over tube type의 투시장치(fluoroscopy)를 이용한 0.5mmPb apron의 측정결과

80kVp, 3.0mA의 투시조영 조건으로 apron이 없는 상태에서 조사선량을 측정한 결과 12.82mR/s로 나타났고, 제조사별 0.5mmPb apron과 0.5mm 납의 투과선량을, 차폐율 및 위치별 최대편차는 각각 상이하게 나타났다(Table 1).

첫째, I사 0.5mmPb apron의 투과선량이 clavicle part위치에서 0.26mR/s, chest part에서 0.26mR/s, abdomen part에서 0.26mR/s, pelvis part에서 0.27mR/s로 가장 낮게 나타났으며, J사 0.5mmPb Apron의 투과선량이 clavicle part 위치에서 0.49mR/s, chest part에서 0.49mR/s, abdomen part에서 0.46mR/s, pelvis part에서

0.48mR/s로 가장 높게 나타났다. 즉, 방사선 차폐율은 I사의 0.5mmPb apron이 clavicle part 위치에서 97.99%, chest part에서 97.96%, abdomen part에서 97.97%, pelvis part에서 97.92%로 4개사 apron 중 가장 우수하고, J사의 0.5mmPb apron이 clavicle part에서 96.19%, chest part에서 96.18%, abdomen part에서 96.38%, pelvis part에서 96.25%로 4개사 apron 중 가장 저하되었다.

둘째, 0.5mm 납의 투과선량은 0.36mR/s였고, 차폐율은 97.16%로 나타났다. 이에 비하여 H, X, I, J사 각 Apron의 평균 차폐율은 각각 97.73%(투과선량을 0.29mR/s), 97.63%(투과선량을 0.30mR/s), 97.96%(투과선량을 0.26mR/s), 97.69%(투과선량을0.29mR/s)로 0.5mm 납보다 더 우수하게 나타났으며, J사 각 apron의 차폐율은96.25%(0.48mR/s), 96.92%(0.39mR/s)로 0.5mm 납보다 더 저하되었다.

셋째, apron의 각 위치별로 투과선량율과 차폐율의 최대편차(최대값과 최소값의 차이)를 계산한 결과, X사 apron이 가장 균일한 투과선량율(0.016mR/s)과 차폐율(0.13%) 분포를 보였고, J사 apron이 가장 불균일한 투과선량율(0.057mR/s)과 차폐율(0.45%) 분포를 보였다. X사 apron의 차폐율이 가장 우수한 위치와 가장 저하된 위치는 각각 abdomen part위치(97.69%)와 clavicle part 위치(97.57%)였고, J사 apron의 차폐율이 가장 높은 위치와 가장 낮은 위치는 abdomen part 위치(96.47%)와 chest part 위치(96.02%)였다.

Table 1. Transmitted dose rate(mR/s), shielding rate(%) and the maximum declination of apron classified by location of 0.5mmPb apron classified by manufacturers and 0.5mm lead measured under the fluoroscopy.

| Division                    | Clavicle part | Chest part | Abdomen part | Pelvis part | average | Max. Declination |       |
|-----------------------------|---------------|------------|--------------|-------------|---------|------------------|-------|
| Transmitted dose rate(mR/s) | H사            | 0.29       | 0.28         | 0.29        | 0.29    | 0.044            |       |
|                             | X사            | 0.31       | 0.30         | 0.30        | 0.30    | 0.016            |       |
|                             | I사            | 0.26       | 0.26         | 0.26        | 0.27    | 0.024            |       |
|                             | J사            | 0.49       | 0.49         | 0.46        | 0.48    | 0.28             | 0.057 |
|                             | Pb            | .          | .            | .           | .       | 0.36             | .     |
| Shielding rate(%)           | H사            | 97.70      | 97.82        | 97.69       | 97.72   | 97.73            | 0.346 |
|                             | X사            | 97.61      | 97.63        | 97.66       | 97.62   | 97.63            | 0.125 |
|                             | I사            | 97.99      | 97.96        | 97.97       | 97.91   | 97.96            | 0.190 |
|                             | J사            | 96.19      | 96.18        | 96.38       | 96.25   | 96.25            | 0.447 |
|                             | Pb            | .          | .            | .           | .       | 97.16            | .     |

2) Over tube type의 투시장치(fluoroscopy)를 이용한 0.35mmPb apron의 측정결과

제조사별 0.35mmPb apron과 0.35mm 납의 투과선량율, 차폐율 및 위치별 최대편차는 각각 상이하게 나타났다(Table 2).

첫째, C사 0.35mmPb apron의 투과선량율이 모든 위치에서 가장 낮게 나타났으며, H사0.35mmPb apron의 투과선량율이 모든 위치에서 가장 높게 나타났다. 즉, 방사선 차폐율은C사의 0.35mmPb apron이 모든 위치에서 3개사 apron 중 가장 우수하고, H사의0.35mmPb apron이 모든 위치에서 3개사 apron 중 가장 저하되었다.

둘째, 0.35mm 납의 투과선량율은 0.75mR/s였고, 차폐율은 94.18%로 나타났다. 이와 비교하여 H, X, I사 apron 모두 0.35mm 납보다 차폐율이 더 우수하였다.

셋째, apron의 각 위치별로 투과선량율과 차폐율의 최대편차를 계산한 결과, I사 apron이 가장 균일한 투과선량율(0.03mR/s)과 차폐율(0.23%) 분포를 보였고, H사 apron이 가장 불균일한 투과선량율(0.06mR/s)과 차폐율(0.46%) 분포를 보였다. I사 apron의 차폐율이 가장 우수한 위치와 가장 저하된 위치는 각각 pelvis part(Lt. ASIS)위치(96.89%)와 abdomen part(Rt. kidney)위치(96.66%)였고, H사 apron의 차폐율이 가장 우수한 위치와 가장 저하된 위치는 chest part(S-C joint)위치(96.03%)와 abdomen part(Rt. kidney) 위치 (95.57%)였다.

Table 2. Transmitted dose rate(mR/s), shielding rate(%) and the maximum declination of apron classified by location of 0.35mmPb apron classified by manufacturers and 0.35mm lead measured under the fluoroscopy.

| Division                    |    | Clavicle part | Chest part | Abdomen part | Pelvis part | average | Max. Declination |
|-----------------------------|----|---------------|------------|--------------|-------------|---------|------------------|
| Transmitted dose rate(mR/s) | H사 | 0.54          | 0.54       | 0.55         | 0.53        | 0.54    | 0.059            |
|                             | X사 | 0.49          | 0.49       | 0.50         | 0.48        | 0.49    | 0.036            |
|                             | I사 | 0.40          | 0.42       | 0.42         | 0.40        | 0.41    | 0.030            |
|                             | Pb | .             | .          | .            | .           | 0.75    | .                |
| Shielding rate(%)           | H사 | 95.82         | 95.81      | 95.75        | 95.85       | 95.81   | 0.463            |
|                             | X사 | 96.16         | 96.22      | 96.11        | 96.22       | 96.18   | 0.281            |
|                             | I사 | 96.85         | 96.72      | 96.73        | 96.86       | 96.79   | 0.231            |
|                             | Pb | .             | .          | .            | .           | 94.179  | .                |

3) Over tube type의 투시장치(fluoroscopy)를 이용한 0.25mmPb apron의 측정결과

제조사별 0.25mmPb apron과 0.25mm 납의 투과선량율, 차폐율 및 위치별 최대편차는 각각 상이하게 나타났다(Table 3).

첫째, 2개사 제품 중 X사 0.25mmPb apron의 투과선량율이 모든 위치에서 더 낮게 나타났으며, H사 0.25mmPb apron의 투과선량율이 모든 위치에서 더 높게 나타났다. 즉, 방사선 차폐율은 X사의 0.25mmPb apron이 모든 위치에서 더 우수하고, H사의 0.25mmPb Apron이 모든 위치에서 더 저하되었다.

둘째, 0.25mm 납의 투과선량율은 1.30mR/s였고, 차폐율은 89.87%로 나타났다. 이와 비교하여 X사 apron은 0.25mm 납보다 차폐율이 더 우수하게 나타났고, H사 apron은 0.25mm 납보다 차폐율이 더 저하되었다.

셋째, apron의 각 위치별로 투과선량율과 차폐율의 최대편차를 계산한 결과, X사 apron이 상대적으로 더 균일한 투과선량율(0.05mR/s)과 차폐율(0.36%) 분포를 보였고, H사 apron이 더 불균일한 투과선량율(0.09mR/s)과 차폐율(0.66%) 분포를 보였다. X사 apron의 차폐율이 가장 우수한 위치와 가장 저하된 위치는 각각 chest part(S-C joint)위치(91.06%)와 clavicle part(Rt A-C joint)위치(90.69%)였고, H사 apron의 차폐율이 가장 우수한 위치와 가장 저하된 위치는 pelvis part(mid-sacrum) 위치(89.13%)와 chest(Lt. rib-7) 위치(88.46%)였다.

Table 3. Transmitted dose rate(mR/s), shielding rate(%) and the maximum declination of apron classified by location of 0.25mmPb apron classified by manufacturers and 0.25mm lead measured under the fluoroscopy.

| Division                    |    | Clavicle part | Chest part | Abdomen part | Pelvis part | average | Max. Declination |
|-----------------------------|----|---------------|------------|--------------|-------------|---------|------------------|
| Transmitted dose rate(mR/s) | H사 | 1.42          | 1.47       | 1.43         | 1.41        | 1.43    | 0.085            |
|                             | X사 | 1.18          | 1.16       | 1.16         | 1.17        | 1.17    | 0.047            |
|                             | Pb | .             | .          | .            | .           | 1.30    | .                |
| Shielding rate(%)           | H사 | 88.90         | 88.54      | 88.86        | 88.98       | 88.82   | 0.663            |
|                             | X사 | 90.81         | 90.97      | 90.95        | 90.91       | 90.91   | 0.364            |
|                             | Pb | .             | .          | .            | .           | 89.86   | .                |

#### IV. 고 찰

안전관리규칙에 근거한 방사선방어시설의 검사기준에 의하면 진단용 방사선발생장치의 사용

시 방사선으로부터 환자 및 방사선 관계종사자를 방어하기 위하여 apron을 필히 갖추어야 하며, apron을 비롯한 방사선 장해방어용 기구는 식약청장의 고시 또는 한국산업규격(KS)에 적합하여야 한다고 규정하고 있다.

본 연구에서 apron의 성능평가를 위해 사용한 조사 방법은 KS 규격에서 규정하는 X선 방호용 품류의 납당량 시험법<sup>[7]</sup> 및 선행된 연구<sup>[6],[9],[12]</sup>와 동일한 직접 조사법을 사용하였다. 그러나 세부조건과 방법 측면에서는 KS 규격에 의한 시험법과 김 등<sup>[11]</sup>의 연구법은 1977년 12월에 제정되어 1990년 12월 개정된 방법으로서 초점과 테이블간의 거리가 최소 2,232mm 이상이 되어야 하므로 현재 임상에서는 적용하기 어렵고, 양 등<sup>[10]</sup>의 연구법은 스크린-필름에 의한 농도 보간법으로서 현재 필름에서 CR system으로, CR에서 DR system으로 급속도로 전환되는 시점에 있어 현실성이 저하되는 단점이 있다. 이에 따라 본 연구에서는 임상에서 실제로 적용하고 있거나 적용하기 쉬운 촬영조건과 방법을 사용함으로써 보다 쉽게 접근할 수 있도록 하였다. Apron 구매 및 사용에 있어서 고려되어야 할 것은 protection 성능뿐 만 아니라, 착용감, 형태, 무게 등이 있다. 유 등<sup>[13]</sup>의 연구에 의하면 apron의 착용형태, 무게, 착용시간, 허리벨트 착용 유무 등이 방사선 관련 종사자들의 근골격계 증상호소와 관련이 있다고 보고하고 있다. 그러나 착용감은 사용자의 주관적 판단에 의존해야 하고, Apron의 중량은 size나 형태(제조사별 정형화된 size나 형태가 아님)에 따라 달라지므로 객관적 비교가 어려워 본 연구에서는 제외하였다.

최근 apron의 경량화와 차폐율을 위하여 제조사별로 다원화된 복합 apron을 만들고 있음<sup>[10],[11]</sup>에 따라 본 연구에서도 중량이 경량화된 신규 apron을 사용하였다. 연구 결과, apron의 차폐율이 제조사와 납당량별로 현저한 차이를 보였고, apron의 균일도 또한 많은 차이를 보였다. 이는 양 등<sup>[9]</sup>의 연구에서도 나타났다. 다만, 양 등의 연구에서는 apron의 성능평가를 기존에

사용하고 있는 제품들을 대상으로 시험함에 따라 관리적인 측면에서의 성능 평가는 가능했으나, 본래의 제조사별, 납당량별로 apron이 갖고 있는 근원적인 성능의 평가와는 거리가 있었고, 또한 균일도 평가가 육안으로 이루어졌고, 차폐율 평가 대신에 농도 보간법에 의한 납당량 산출이 이루어 졌다는 차이점이 있다. 즉, 본 연구는 신규 apron을 대상으로 시험함에 따라 본래의 apron이 갖고 있는 성능의 비교평가가 가능했고, 균일도 평가가 육안이 아닌 위치별 최대편차를 통해 이루어졌으며, 납당량 산출을 통한 평가 대신에 차폐율을 산정함으로써 보다 객관적이고 정확한 평가가 이루어졌음을 알 수 있다. McCaffrey 등<sup>[12]</sup>의 연구에 의하면 IEC 1331-1에 근거하여 120kVp(HVL=6.0mm Al)와 80kVp(HVL=4.0mm Al)로 0.5mm 납의 차폐율을 측정 한 결과, 120kVp에서 93.69%였고, 80kVp에서 97.45%로 나타났다. 본 연구에서도 120kVp와 80kVp로 0.5mm 납의 차폐율을 측정 한 결과, 120kVp, 5mAs에서 92.97%였고, 120kVp, 10mAs에서 92.96%로 나타났으며, 80kVp, 40mAs에서 97.64%로 유사한 결과를 보여 검사 방법의 신빙성도 높은 것으로 나타났다.

일반적으로 apron은 오랜 기간 사용과 관리가 소홀한 경우에 노화(aging), 손상(damage), 약화(embrittlement), 금(crack) 등이 발생하게 되는데, 본 연구에 사용된 Apron은 신규 제품임에도 불구하고 차폐율과 균일도 차이가 현저하게 나타난다는 것을 알 수 있었다. 이에 따라 질 좋은 apron을 구비하기 위해서는 신규 제품이라고 하더라도 제품의 재료 파악과 원인분석을 선행해야 한다. 그러나 차폐율 차이의 원인 분석을 위해서는 각각의 제조사에서 사용하는 apron 재료의 파악이 우선되어야 하는데 제조사별로 know-how라는 이유로 재료의 공개를 꺼려 철저한 원인 분석에 한계가 있는 실정이다. 다만, 김 등<sup>[11]</sup>과 McCaffrey 등<sup>[12]</sup>의 연구에 의하면 다원소 복합 apron 내 각각의 원소가 갖고 있는 원자번호, 밀도, K 흡수단 등의 차이가 방사선 차폐에 중요한 요소가 된다고 보고하고 있으므로 이들 요소들의 파악에 주력하면 간접적으로 분석이 가능해 지리라고 사료된다. 이처럼 apron의 성능이 기존에 사용하던 apron 뿐 만 아니라, 신규 apron에서도 차이가 현저하게 나타남에 따라 신규로 구비 시에 반드시 성능 평가가 이루어져야 할 것이며, 관리적인 측면에서

사용기간 경과에 따른 성능 평가가 이루어져야 할 것이다.

본 연구의 제한점은 0.25mmPb의 apron을 취급하는 제조사가 많지 않음에 따라 0.25mmPb의 경우 많은 대조군으로 포함시키지 못한 아쉬움이 남는다.

## V. 결 론

이상의 결과를 종합해 보면 첫째, 4개사의 0.5mmPb apron 중 I사 apron이 투시조영 및

일반촬영 조건 모두에서 차폐율이 가장 우수하였고, J사 apron의 차폐율이 가장 저하되었다. 위치별 균일도(최대편차)는 조건별로 X사와 I사 apron이 가장 우수하였고, J사 apron은 모든 조건에서 다소 저하되었다.

둘째, 3개사 0.35mmPb apron 중 I사 apron의 차폐율이 모든 촬영조건에서 가장 우수하였고, H사 apron의 차폐율이 가장 저하되었다. 위치별 균일도는 I사 apron이 120kVp, 10mAs 조건을 제외한 모든 촬영조건에서 가장 우수하였고, H사와 X사 apron이 촬영조건별로 다소 저하되었다.

셋째, 2개사 0.25mmPb apron 중 X사 apron의 차폐율과 균일도가 H사 apron 보다 모든 촬영 조건에서 더 우수하였다.

넷째, 차폐율이 우수한 apron이 균일도도 우수하였고, 차폐율이 저하된 apron이 균일도도 저하됨을 알 수 있었다.

참고적으로, 0.5mm, 0.35mm, 0.25mm 납과의 차폐율을 비교하였을 때, 0.5mmPb apron은 X, I사 apron이 모든 촬영조건에서 더 우수하였고, J사 apron은 모든 촬영조건에서 다소 저하되었다. 또한 0.35mmPb apron은 H, X, I사 Apron 모두가 0.35mm 납보다 더 우수하였으며, 0.25mmPb apron 중 X사 Apron이 0.25mm 납보다 더 우수하였고, H사 apron은 더 저하되었다.

이처럼 입장에서 보다 쉽게 접근 가능한 실험 조건과 방법 등을 통하여 제조사별, 납당량별 apron protection 성능을 평가한 결과, 각각의 성능이 뚜렷하게 구별되고 상이함이 확인되었다. 이에 따라 검사 시 방사선 관계종사자나 환자, 보호자의 방사선피폭을 최대한 줄이기 위해 본 연구 방법과 같은 성능 평가를

바탕으로 우수한 apron을 구비해야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- [1] 강세식, 권달관, 김경근 등 : 방사선 기기학, 청구문화사, 2011.
- [2] 추성실 : 방사선의 의학적 이용에 따른 방사선 안전관리 현황, 대한방사선방어의학회지, Vol. 15, No. 1, pp.39-46, 1990.
- [3] 김유현, 최종학, 김성수 등 : 진단방사선검사에서 환자피폭선량에 관한 연구, 방사선기술 과학, Vol. 28, No. 3, pp.241-248, 2005.
- [4] 임봉식 : 한국에서 방사선 관련 종사자들의 개인피폭선량 실태에 관한 연구, 방사선기술 과학, Vol. 29, No. 3, pp.185-195, 2006.
- [5] 보건복지부 : 진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙, 보건복지부령 제349호, 2006.
- [6] J.P. McCaffrey, H. Shen, B. Downton, E. Mainegra-Hing : Radiation attenuation by lead and nonlead materials used in radiation shielding garments, Medical Physics, Vol. 34, No. 2, pp.530-537, 2007.
- [7] 전자의료기기기준규격 : 식품의약품안전청고시 제2007-83호, 2007.
- [8] 한국산업규격(KS) : X선 방호용품류의 납당량 시험 방법, A 4025, 1990.
- [9] 박명환, 권덕문 : X선 및 감마선에 대한 apron의 차폐율 측정, 방사선기술과학, Vol. 30, No. 3, pp.245-250, 2007.
- [10] 양한준, 전용석, 이근창, 이인자, 이선숙, 허준 : X선방어용 Apron의 성능평가, 대한방사선기술학회지, Vol. 16, No. 2, pp.73-79, 1993.
- [11] 11. 김영근, 장영일, 김정민 : 방사선 방호용 에어프런의 경량화와 차폐능 개선, 대한방사선 기술학회지, Vol. 26, No. 1, pp.45-50, 2003.
- [12] J.P. McCaffrey, B. Downton, H. Shen : The attenuation effects of lead and non-lead materials used in radiation shielding garments, 2006.
- [13] 유정임, 구정완 : 방사선 방어용 앞치마를 착용하는 방사선 관련 종사자들의 근골격계 증상호소와 관련 요인, 대한산업의학회지, Vol. 16, No. 2, pp.166-177, 2004.