

CR 환경에서의 흉부촬영 시 Duke Phantom과 부가여과를 이용한 유효선량 및 장기선량 평가

- Evaluation of Effective and Organ Dose Using PCXMC Program in DUKE Phantom and Added Filter for Computed Radiography System -

신구대학교 방사선과·동국대학교일산병원 영상의학과¹⁾·송호대학교 방사선과²⁾

강병삼·박민주¹⁾·김승철²⁾

— 국문초록 —

인공방사선 사용이 가장 많은 진단방사선 분야의 피폭선량 저감에 착안하여 X-선 조사의 1차적 사용자인 방사선사의 기술적인 연구에 의해 피폭선량을 감소시키고자 흉부팬텀인 DUKE phantom을 이용하여 X-선 발생장치에서 부가여과를 적용해 피폭선량의 감소 효과를 알아보고 PC-Based Monte Carlo Program(PCXMC)을 이용하여 환자가 받는 유효선량 및 장기선량에 대해 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

본 실험에서는 설정된 조건을 사용하여 알루미늄만을 이용한 단일여과와 구리와 알루미늄을 이용한 복합여과를 적용하여 DUKE Phantom에서 나타난 구리 원반(copper disc)의 개수를 측정하여 단일여과와 복합여과의 조합에서 구리 원반의 개수가 같으면서 흡수선량이 가장 적은 부가여과의 조합을 찾고 PCXMC 2.0 프로그램을 이용하여 유효선량 및 장기선량을 산출하였다.

사용 관전류에 따라 다르지만 관전압 80 kVp, AP Projection 조건에서는 최소 약 30% ~ 최대 약 84%의 유효선량을 감소시킬 수 있었고 관전압 120 kVp, PA Projection 조건에서는 최소 약 41% ~ 최대 약 71%의 유효선량을 감소시킬 수 있었다. 장기선량은 각 장기마다 선량 감소율이 달랐으나 최소 30% ~ 최대 100%의 선량 감소율을 보였다.

본 연구를 통하여 같은 촬영 조건을 사용하더라도 부가여과를 통해 낮은 선량으로 영상의 품질 면에서 변화 없었으며 DUKE Phantom과 PCXMC 2.0 프로그램을 이용한 장기선량과 유효선량에 대한 저감 효과를 산출하는 것에 적합하였음을 알 수 있었다.

중심 단어: 흉부선량, 부가여과, 유효선량, 장기선량 PCXMC

I. 서 론

방사선에 의한 피폭선량의 문제 제기는 국제방사선방어위원회(ICRP)의 선량 제한 권고로부터 국내외의 이미 많은 연구가 보고되었다. 특히 일본원전사고 이후 피폭선량에 대한 불안감으로 국민들의 관심이 증대되었다.

인공방사선 중에서 가장 이용도가 높은 의료분야에서

* 접수일(2014년 1월 27일), 1차 심사일(2014년 2월 10일), 확정일(2014년 3월 15일)
* 본 논문은 2013년 신구대학교 교원연구역량강화사업의 지원으로 진행되었음.
교신저자: 김승철, (225-704) 강원도 횡성군 횡성읍 남산로 210
송호대학교 방사선과
Tel : 033-340-1129
E-mail : sckim@songho.ac.kr

국민들의 방사선 피폭 대부분을 차지하고 있다. 환경 방사선에 의한 영향을 줄이기 위한 노력도 필요하지만 인공 방사선 중 방사선 피폭의 비중이 큰 의료분야의 피폭선량 감소를 위한 노력도 필요하다¹⁾. 이에 의료분야에서의 환자피폭선량 감소를 위한 연구와 방사선 관계종사자들의 피폭선량 실태에 대한 많은 연구들이 이루어져 왔다.

특히 환자들은 방사선 검사 시 직접적으로 적지 않은 방사선에 피폭되기 때문에 국제 방사선 방어 위원회(ICRP)에서는 환자의 방사선방어 최적화를 위해서 ALARA(As Low As Reasonably Achievable)의 개념에 맞게 최적의 영상을 얻으면서 환자가 받는 선량을 최소한으로 하도록 하고 있다. 하지만 환자 진료에만 국한되었던 과거와는 달리 병변의 조기 진단을 위한 건강보험공단 등에서 시행하는 집단 검진이나 보험의 필요에 의한 검진, 생활수준의 향상이나 건강관심증대로 인한 개인 검진 등 영역이 증가되는 추세에 있다. 또한 환자 진료 시 정기적인 추적검사의 반복도 가볍게 넘길만한 문제는 아니다. 미량의 방사선 피폭이라도 장기적으로 여러 번 노출되면 유전적 영향이나 백혈병 등의 발병 확률이 높아지므로 의료방사선 사용을 항상 염두에 두어야 한다.

의료서비스가 공급자 위주에서 수요자 중심으로 변화되어 가는 국제적인 추세에 맞추어 피폭선량 저감에 대한 문제 역시 방사선 관계 종사자 중심에서 한 단계 나아가 환자 및 보호자의 피폭선량 저감화에 대한 논의가 필요하다²⁾. 의료용 방사선의 대표적인 X-선 검사는 세계적으로 연간 5~15 %씩 증가하고 있으며 이러한 증가율로 계산하면 6~8년마다 약 2배의 증가를 이루게 되므로 국민의 의료피폭을 현재 상태로 유지하기 위해서는 약 7년마다 1 검사 당 노출되는 피폭선량을 반감시킬 필요가 있다³⁾. 진단용 X-선 에너지 범위는 저 에너지의 여과효율이 좋은 알루미늄(K 흡수단 : 1.6 keV) 단일 여과판을 가장 많이 사용하고 있다. 그러나 고 에너지 여과효율이 높은 구리(K 흡수단 : 8 keV)를 사용할 경우 단일 여과판을 사용하지 않고 알루미늄과 함께 복합 여과판으로 사용하고 있다. 여과판의 두께에 따라 X-선질은 변하지 않지만 강도 감소로 동일 농도에 필요한 선량이 증가하게 되어 적정 여과판을 사용할 경우 평균에너지가 높아질 뿐만 아니라 투과력도 높아지기 때문에 환자 피폭 선량을 감소시킬 수 있다⁴⁾.

인공방사선 사용이 가장 많은 진단방사선 분야의 피폭선량 저감에 착안하여 X-선 조사의 1차적 사용자인 방사선사의 기술적인 연구에 의해 피폭선량을 감소시키고자 흉부팬텀인 DUKE phantom을 이용하여 X-선 발생장치

에서 부가여과를 적용해 피폭선량의 감소 효과를 알아보고 PCXMC 프로그램을 이용하여 환자가 받는 유효선량 및 장기선량에 대해 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

II. 대상 및 방법

1. 실험기기

본 실험에 사용된 X선 발생장치는 Dong-kang Medical System사의 Accuray - 625R을 사용하였고 CR Image Reader기기는 Kodak Direct View를 사용하였고 흉부팬텀에 조직등가팬텀인 미국 Supertech사의 DUKE 07 - 646을 사용하였다(Fig. 1). 각 측정에 필요한 조사선량측정기에는 스웨덴 RTI Electronics사의 Piranha 장비를 사용하였고(Fig. 2) 각 장기선량 및 유효선량 분석에 사용되는 Monte Carlo Program인 PCXMC 2.0을 사용하였다.

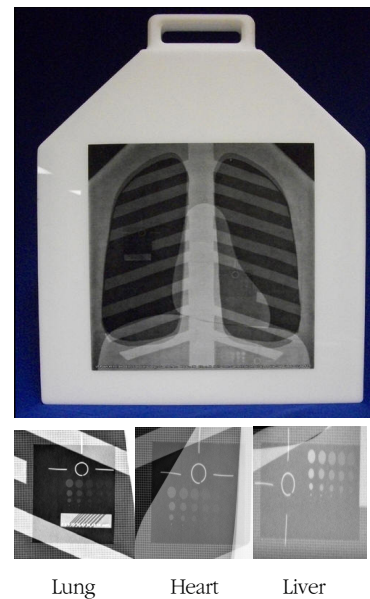


Fig. 1. DUKE 07-646(Supertech, USA).



Fig. 2. Piranha(RTI Electronics, Sweden)

2. 실험방법

DUKE Phantom의 Manual에 따라 관전압 80 kVp, 3 mAs AP Projection, FFD 48 inch로 적용해야 하나 장비 여건상 가장 근사치인 관전압 80 kVp, 2.8 mAs, AP Projection, FFD 48 inch, 관전압 120 kVp 2.8 mAs, PA Projection, FFD 48 inch의 조건을 기준으로 사용하였고 팬텀 세 곳에 위치한 국소 표시물(Regional test object)은 각각 우측 중간 폐 영역, 좌측 심장 후방 공간, 좌측 가로막 아래 구역에 위치하며 표시물에는 크기와 농도의 차이를 보이는 25개의 구리 원반(Copper disc)이 다섯 개의 열로 배열되어 있다. 세로로 배열된 원반은 같은 두께를 가지며 크기가 6 mm에서 0.5 mm씩 점차 감소되고 가로로 배열된 같은 크기의 원반은 두께가 점차 감소된다. 설정한 조건을 이용하여 각각 세 곳에 위치한 국소 표시물의 개수가 같으나 mAs의 차이를 보이는 8개의 조건을 설정하여 80 kVp에서 2.0, 4.0, 4.5, 7.1, 8, 10, 16, 28 mAs 120 kVp에서 1.1, 2.8, 3.2, 7.1, 8.0, 12, 14, 28 mAs를 설정하였다.

2) 부가여과의 적용

본 실험에서는 부가여과 사용의 조건으로 관전압 80 kVp와 120 kVp의 조건에서 동일하게 알루미늄만 단일여과를 사용하는 경우 필터를 사용하지 않은 조건부터 3 mmAl까지 0.5 mmAl씩 필터를 추가하여 실험을 시행하였다. 구리와 알루미늄을 이용한 복합여과 실험은 0.05 mmCu부터 0.2 mm Cu 에 0.5 mmAl부터 3 mmAl의 조합에서 0.05 mmCu, 0.5 mmAl씩 필터를 추가하며 Non filter조건인 촬영 시 우측 중간 폐 영역, 좌측 심장 후방 공간, 좌측 가로막 아래 구역에 위치한 구리 원반(copper disc)의 개수를 측정하였다. 또한 단일여과와 복합여과의 조합을 적용하여 구리 원반의 개수가 같으면서 흡수선량이 가장 적은 부가여과의 조건을 찾았다.

3) PCXMC 2.0 프로그램을 이용한 유효선량 및 장기선량 측정

PCXMC 프로그램은 가상의 수학적 팬텀 상에 직접적인 방법과 동일한 Parameter를 입력하여 Error(%)를 최소화하였다. DUKE Phantom과 동일한 신장, 체중, Focus-Film Distance를 입력하고 조사야의 크기, 사용한 부가여과의 조합을 입력하고 Piranha를 사용하여 측정된 표면입사선량을 입력하여 장기선량 및 유효선량을 산출하였다.

III. 결 과

1. 부가여과의 적용 결과

관전압 80 kVp AP Projection의 조건에서는 2.8 mAs의 조건을 사용 시 2.0 mAs와 같은 구리원반의 개수를 나타내었기 때문에 2.0 mAs의 조건을 기준으로 사용하였다. 관전압 80 kVp, AP Projection의 조건에서는 최소선량 감소율을 보이는 4.5 mAs에서 Non Filter시 0.219 mGy의 흡수선량이 측정 되었으며 부가여과 2.0 mmAl을 적용하였을 때 0.126 mGy의 흡수선량이 측정 되어 약 42.6%의 선량 감소율을 보였으며 최대선량 감소율을 보인 28 mAs의 조건에서는 Non Filter시 1.358 mGy의 흡수선량이 측정 되었으나 0.2 mmCu+2.0 mmAl의 부가여과 적용 시 0.309 mGy의 흡수선량이 측정됨에 따라 약 77.2%의 선량 감소율을 나타내었다(Table 1). 관전압 120 kVp PA Projection의 조건에서는 1.1 mAs의 조건을 사용 시 최소 0.5 mmAl 부가여과를 적용 하였지만 해상력이 Non Filter시의 영상보다 해상력이 저하되어 부가여과를 적용할 수 없었다. 최소선량 감소율을 보이는 2.8 mAs에서 Non Filter시 0.268 mGy의 흡수선량을 나타내었고 부가여과 0.15 mmCu+1.0 mmAl를 적용 시 0.161 mGy의 흡수선량을 나타내어 약 40%의 선량 감소율을 보였고 최대선량 감소율을 보이는 28 mAs 에서는 Non Filter시 2.560 mGy의 흡수선량을 나타냈지만 0.2 mmCu+1.5 mmAl의 부가여과 적용 시 0.765 mGy의 흡수선량으로 약 70%의 선량 감소율을 나타내었다(Table 2).

2. PCXMC 2.0 프로그램을 이용한 유효선량 및 장기선량 측정 결과

DUKE Phantom과 동일한 신장, 체중, Focus-Film Distance를 입력하고 조사야의 크기, 부가여과의 조합을 입력하고 Piranha를 사용하여 측정된 표면입사선량을 입력하여 유효선량 및 장기선량을 산출한 결과 관전압 80 kVp, AP Projection의 조건에서는 Non Filter의 조건을 적용 시 유효선량 감소율 최소를 보인 2.0 mAs의 조건에서 ICRP 103기준 0.024 mSv의 유효선량이 산출 되었으며 2 mmAl의 부가여과 적용 시 ICRP 103기준 0.017 mSv로 41.1%의 유효선량 감소율을 보였다. 최대 감소율을 보인 28 mAs의 조건에서는 Non Filter시 ICRP 103기준 0.341 mSv의 유효선량이 산출 되었고 0.2 mmCu+2.0 mmAl의 부가여과 적용 시 ICRP 103기준 0.057 mSv가 산출 되어 83.2%의 유효 선량 감소율을 나타냈다. 또한

Table 1. Results of absorbed dose from 80 kVp AP projection using the Piranha.

| | | (unit : mGy) | | |
|-----|-------------|--------------|---------------------------|-----------|
| mAs | Filter 사용유무 | Non-filter | Filter (Al or Cu+Al) | 선량감소율 (%) |
| 2.0 | | 0.098 | 0.057 [2.0 mmAl] | 47.9 |
| 2.8 | | 0.131 | - | - |
| 4.0 | | 0.195 | 0.103 [2.5 mmAl] | 47.1 |
| 4.5 | | 0.219 | 0.126 [2.0 mmAl] | 42.6 |
| 7.1 | | 0.348 | 0.091 [0.2 mmCu+1.0 mmAl] | 73.8 |
| 8.0 | | 0.390 | 0.101 [0.2 mmCu+1.0 mmAl] | 74.1 |
| 10 | | 0.487 | 0.111 [0.2 mmCu+2.0 mmAl] | 77.2 |
| 16 | | 0.764 | 0.198 [0.2 mmCu+1.0 mmAl] | 74.0 |
| 28 | | 1.358 | 0.309 [0.2 mmCu+2.0 mmAl] | 77.2 |

Table 2. Results of absorbed dose from 120 kVp PA projection using the Piranha.

| | | (unit : mGy) | | |
|-----|-------------|--------------|----------------------------|-----------|
| mAs | filter 사용유무 | Non-filter | filter (Cu+Al) | 선량감소율 (%) |
| 1.1 | | 0.109 | - | - |
| 2.8 | | 0.268 | 0.161 [0.15 mmCu+1.0 mmAl] | 39.9 |
| 3.2 | | 0.305 | 0.120 [0.2 mmCu+1.0 mmAl] | 60.6 |
| 7.1 | | 0.653 | 0.230 [0.2 mmCu+2.5 mmAl] | 64.7 |
| 8.0 | | 0.749 | 0.250 [0.2 mmCu+3.0 mmAl] | 66.6 |
| 12 | | 1.149 | 0.436 [0.2 mmCu+2.0 mmAl] | 62.0 |
| 14 | | 1.280 | 0.525 [0.2 mmCu+1.5 mmAl] | 58.9 |
| 28 | | 2.560 | 0.765 [0.2 mmCu+1.5 mmAl] | 70.1 |

Table 3. Results of effective dose from 80 kVp AP projection using the PCXMC.

| | | (unit : mSv) | | | |
|-----|-------------|--------------|---------------|------------|------------|
| mAs | filter 사용유무 | Non-filter | filter(Cu+Al) | 유효선량감소율(%) | 흡수선량감소율(%) |
| 2.0 | | 0.024 | 0.017 | 41.1 | 47.9 |
| 4.0 | | 0.049 | 0.015 | 69.3 | 47.1 |
| 4.5 | | 0.055 | 0.017 | 69.0 | 42.4 |
| 7.1 | | 0.087 | 0.016 | 81.6 | 73.8 |
| 8.0 | | 0.097 | 0.018 | 81.4 | 74.1 |
| 10 | | 0.122 | 0.020 | 83.6 | 77.2 |
| 16 | | 0.191 | 0.036 | 81.1 | 74.0 |
| 28 | | 0.341 | 0.057 | 83.2 | 77.2 |

앞서 측정된 흡수선량 감소율과 유효선량 감소율의 비교에서는 2.0 mAs를 제외한 나머지 mAs 조건에서 유효선량 감소율이 더 높게 측정 되었다(Table 3).

관전압 120 kVp, PA Projection의 조건에서는 유효선량 최소 감소율을 보인 14 mAs의 조건에서는 Non Filter

시 ICRP 103기준 0.261 mSv가 산출 되었고 0.2 mmCu+1.5 mmAl의 부가여과를 적용 하였을 때 ICRP 103기준 0.157 mSv의 유효선량이 산출됨에 따라 39.8%의 유효선량 감소율을 나타내었다. 최대 유효선량 감소율을 보인 3.2 mAs에서는 Non Filter시 ICRP 103기준

Table 4. Results of effective dose from 120 kVp PA projection using the PCXMC.

| | | (unit : mSv) | | | |
|-----|-------------|--------------|----------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| mAs | Filter 사용유무 | Non-filter | filter (Cu+Al) | Effective dose reduction ratio(%) | Absorbed dose reduction ratio(%) |
| | | | | | |
| 1.1 | | 0,022 | - | - | - |
| 2.8 | | 0,054 | 0,018 | 66,6 | 39,9 |
| 3.2 | | 0,062 | 0,019 | 69,3 | 60,6 |
| 7.1 | | 0,133 | 0,070 | 47,3 | 64,7 |
| 8.0 | | 0,152 | 0,076 | 50,0 | 66,6 |
| 12 | | 0,234 | 0,131 | 44,0 | 62,0 |
| 14 | | 0,261 | 0,157 | 39,8 | 58,9 |
| 28 | | 0,522 | 0,228 | 56,3 | 70,1 |

Table 5. Results of organ dose from 80 kVp, 120 kVp using the PCXMC.

| | (unit : μ Gy) | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|--------|-------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | Non filter 80 kVp | | Add filter 80 kVp | | Non filter 120 kVp | | Add filter 120 kVp | |
| | 4,5 mAs | 28 mAs | 4,5 mAs | 28 mAs | 2,8 mAs | 28 mAs | 2,8 mAs | 28 mAs |
| Brain | 0,1 | 0,7 | 0 | 0,1 | 0,7 | 6,7 | 0 | 3,5 |
| Trachea | 0,2 | 25,8 | 0,5 | 2,2 | 5,3 | 50,9 | 0,7 | 23,6 |
| Thyroid | 11,2 | 69,7 | 1,5 | 6 | 11,7 | 112,6 | 1,5 | 54,1 |
| Esophagus | 35,6 | 220,7 | 17,7 | 68 | 99,5 | 951,9 | 46,7 | 175,6 |
| Thymus | 184,5 | 1142,6 | 123,4 | 389,8 | 36,9 | 353 | 16,1 | 175,6 |
| Heart | 120,5 | 746,3 | 75,2 | 254,8 | 70,2 | 672,2 | 37,4 | 319,5 |
| Lung | 79,9 | 494,8 | 37,5 | 128,9 | 172,8 | 1653,4 | 70,3 | 687,6 |
| Spleen | 27,0 | 165 | 4,4 | 17,4 | 149 | 1425,1 | 14,3 | 607,2 |
| Stomach | 72,0 | 445,7 | 9,8 | 35 | 41,3 | 395,8 | 9 | 192,5 |
| Liver | 62,6 | 387,7 | 13,2 | 47 | 73,1 | 700 | 15 | 316,1 |
| Adrenal | 21,9 | 135,6 | 8,4 | 34,4 | 209,3 | 2002,2 | 42,4 | 3,5 |
| G,B | 22,4 | 138,8 | 1,9 | 8,2 | 8,2 | 255,7 | 4,1 | 126,3 |
| Kidney | 8,9 | 55,5 | 1,2 | 5,4 | 5,4 | 855 | 4,5 | 353,2 |
| Colon | 1,5 | 9,5 | 0,1 | 0,7 | 0,7 | 31,8 | 0,4 | 16,3 |
| Small bowl | 1,5 | 9,8 | 0,2 | 0,9 | 3,9 | 37,5 | 0,5 | 19,3 |
| Pancreas | 50,6 | 313,3 | 8,3 | 32,7 | 87 | 832,4 | 15,3 | 393,4 |
| Bladder | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0,2 | 1,9 | 0 | 1 |
| Prostate | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Testicles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Active bone marrow | 21,6 | 133,8 | 6,8 | 22,7 | 64,7 | 619 | 19,9 | 261,8 |
| Skin | 24,7 | 152,9 | 6,6 | 18,8 | 30,5 | 291,8 | 7 | 101 |
| Lymphatic nodes | 26,7 | 165,5 | 8,6 | 30,9 | 40,6 | 388,4 | 12,2 | 177,1 |
| Muscle | 24,7 | 121,3 | 6,1 | 21 | 33,3 | 318,8 | 9 | 134,1 |
| Oral mucosa | 0,7 | 4,4 | 0 | 0,3 | 1,7 | 17,1 | 0,2 | 8,9 |
| Salivary glands | 1,9 | 12,1 | 0,1 | 0,7 | 3,6 | 35,2 | 0,5 | 17,5 |
| Breasts | 204,7 | 1267,5 | 63,3 | 186,4 | 41,9 | 400,8 | 20,4 | 189,7 |

0,062 mSv가 산출 되었고 0,2 mmCu+1,5 mmAl의 부가 여과 적용 시 ICRP 103기준 0,019 mSv의 유효선량이 산출됨에 따라 69,3%의 유효선량 감소율을 나타내었다. 또

한 80 kVp의 조건과는 다르게 2,8 mAs, 3,2 mAs를 제외한 나머지 mAs 조건에서 유효선량 감소율이 흡수선량 감소율 보다 높게 측정 되었다(Table 4). PCXMC 프로그램

을 이용하여 총 26개의 장기선량을 산출 한 결과 방광, 전립선, 고환에서는 장기선량이 측정 되지 않았다. 방사선 감수성이 높은 골수, 비장, 폐, 위, 방광, 유방, 간, 식도, 갑상선, 피부 등의 흡수선량을 비교한 결과 부가여과를 적용 시 갑상선의 흡수선량은 약 51~91% 가량 감소되었으며 폐는 약 53~74%, 간은 55~88%, 유방은 51~85%, 골수는 58~83%의 감소율을 보였고 나머지 장기들의 경우에도 최소 30%에서 최대100%의 큰 감소율을 보였다(Table 5).

IV. 고 찰

실험 대상 장비가 단 1대에 불과하고 영상을 바로 획득하는 Digital Radiography System 장비가 아닌 Computed Radiography Reader 장비로 영상을 획득하였기 때문에 널리 임상에서 사용하는 Digital Radiography System 장비와 상대적 비교에는 어려움이 있으며 객관성에 한계가 있다. 또한 DUKE Phantom은 두께가 6cm정도로 얇아 산란선이 포함되는 부위의 화질 영향을 평가하는 데에는 한계가 있다. 평가 기준은 DUKE Phantom에 위치한 세 곳의 국소 표시물(Regional test object)을 평가할 때 육안으로만 평가하여 판독 거리, 영상 파일의 크기, 판독 시간을 정확히 정하여도 판독의 객관성에 한계가 있었으며 향후에는 영상이 가지고 있는 데이터를 가지고 정확한 판독을 위해 모니터 교정이 시행된 후에 판독할 것을 권고한다.

이번 시험으로 사용 관전류, 시간에 따라 다르지만 관전압 80 kVp, AP Projection 조건에서는 최소 약 30% ~ 최대 약 84%의 유효선량을 감소시킬 수 있었고 관전압 120 kVp, PA Projection 조건에서는 최소 약 41% ~ 최대 약 71%의 유효선량을 감소시킬 수 있었다. 장기선량은 각 장기마다 선량 감소율이 달랐으나 최소 30% ~ 최대 100%의 선량 감소율을 보였다. 이렇듯 같은 해상력을 나타내면서 부가여과의 사용으로 피폭선량을 낮출 수 있다는 점을 알게 되었다. 또한 단일 여과판인 알루미늄을 단독으로 사용하기 보다는 구리와 함께 사용하는 복합 여과 조합이 대부분의 결과에서 선량의 감소율이 더욱 큰 것으로 나타나 복합 여과를 사용할 수 있는 관전압, 관전류의 조건에서는 복합 여과를 사용하는 것을 권고한다. 흡수선량 감소율과 유효선량 감소율의 비교에서도 80 kVp의 조건에서는 2.0 mAs의 조건을 제외하고는 유효선량의 감소율이 흡수선량 감소율보다 더 높게 측정

되었고 120 kVp의 조건에서는 2.8 mAs, 3.2 mAs를 제외한 나머지 mAs조건에서 유효선량 감소율이 더 높게 측정되어 부가여과를 사용하면 유효선량 감소율이 더 높다는 점을 알 수 있었다.

ICRP 60과 103의 유효선량 감소율에 대한 비교에서는 80 kVp의 조건에서는 2.0 mAs를 사용하였을 때 ICRP 60기준 29.4%가 감소되었으나 ICRP 103기준 41.4%의 유효선량 감소율로 11.7% 가량 차이가 났다. 나머지 조건에서 3.5%~5.9%의 유효선량 감소율로 ICRP 103의 기준을 적용 시 유효선량 감소율이 더 높았다. 반면 120 kVp의 조건에서는 7.1 mAs의 조건에서 ICRP 60 기준 46.8%의 유효선량 감소율이 나타났고 ICRP 103기준 47.3%의 감소율을 보여 ICRP 103기준 0.5%의 유효선량 감소율이 더 높다는 결과를 제외하고 나머지 조건에서 ICRP 60 기준 0.4%~2.6%의 유효선량 감소율이 더 높게 측정되어 ICRP 60기준을 적용하였을 때 유효선량 감소율이 더 높은 차이를 발견할 수 있었다. 디지털 흉부 촬영에서 구리필터만을 사용한 연구에서 피부표면선량이 Non filter시 0.129 mSv가 측정되었고 부가여과 0.3 mmCu만을 사용한 연구에서는 피부표면선량이 0.105 mSv로 약 18% 감소되었으며 디지털 방사선 촬영에서 부가여과를 사용한 피폭선량 관련 연구에서는 70 kVp, 6 mAs의 조건에서 18 cm 두께의 아크릴판에 조사 시 Non filter에서 6.73 mGy의 흡수선량이 측정되었으나 부가여과 2 mmAl 적용 시 4.11 mGy, 0.3 mmCu 적용 시 1.67 mGy로 각각 약 39%, 75%의 흡수선량 감소율을 보였으며 80 kVp, 6 mAs의 조건에서는 Non filter시 8.51 mGy가 측정되었으나 부가여과 2 mmAl 적용 시 5.05 mGy, 0.3 mmCu 적용 시 2.36 mGy로 각각 약 41%, 72%의 흡수선량 감소율을 나타냈다⁵⁾. 다른 연구 결과와 본 연구의 결과를 비교하였을 때 80 kVp, 4.5 mAs의 조건으로 Non filter시 0.219 mGy가 측정되었으나 부가여과 2 mmAl 적용 시 0.126 mGy로 약 42%의 흡수선량 감소율을 나타내었다. 본 연구의 결과와 다른 연구의 결과가 비슷한 흡수선량 감소율을 나타내었기 때문에 본 연구가 객관성을 가지고 있다는 점을 알 수 있었다.

현재 의료 환경에서는 X-선 촬영 시 검사자 또는 영상을 검토하는 의사들은 환자의 피폭에 대해 체감하기 어려운 반면 직관적으로 보이는 영상을 양질로 유지하고자 하는 욕구가 있으므로 필요 이상 높은 노출을 유지하려는 경향이 있다. 그러나 환자의 피폭 선량만을 생각해서 과도한 여과를 사용한다면 환자의 피폭선량은 줄일 수 있겠지만 의료 영상의 질 저하와 장치의 부하가 증가하는 단점

이 생기게 된다⁶⁾. 따라서 적절한 부가여과를 찾는 것은 장치의 정류방식, 검사부위 등에 따라 달라지기 때문에 종사자들에게 많은 관심이 필요하게 된다. 또한 진단범위에서 많이 사용하는 알루미늄은 적절한 여과를 적용하기 위해서는 두께가 두꺼워 지거나 3 mmAl 이상 시 여과효과 또한 현저히 떨어지게 된다⁷⁾. 하지만 앞서 설명한 복합여과를 사용하게 된다면 더욱 여과효과가 높으며 적절한 여과를 사용할 수 있을 것이다⁸⁾. 국민의 의료의식 수준이 높아지고 X-선 검사의 비중과 횟수가 점점 늘어나는 국민의 의료피폭이 계속 증가하고 있는 상황에서 부가여과만이 아닌 다른 방법으로도 피폭 선량을 저감할 수 있는 방법에 대해 시험과 연구로 많은 피폭선량에 대한 자료를 얻고 국제 가이드라인과 국내 현황의 차이를 분석해야 할 것이다. 또한 이번 연구에 쓰인 부가여과의 조합을 더욱 연구하여 임상에서는 간편하게, 환자에게는 피폭선량 저감을 위한 연구와 노력이 더욱 필요할 것이다.

각 종사자가 지금보다 좀 더 환자의 피폭선량 관리에 대한 중요성을 인식해야 하며 본 연구에 적용한 부가여과의 조합이 아닌 다양한 조합과 다른 방법을 이용하여 피폭선량을 저감하기 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 부가여과에 대한 많은 자료가 축적되어지고 있으므로 많은 표본으로 인해 앞으로 더욱 정확한 환자 피폭 관리의 객관적인 자료를 제시할 수 있을 것이다.

V. 결론

본 연구를 통하여 같은 촬영 조건을 사용하더라도 부가여과를 통해 낮은 흡수선량으로 영상의 품질 면에서 변화 없었으며 DUKE Phantom과 PCXMC 2.0 프로그램을 이용한 장기선량과 유효선량에 대한 저감 효과를 산출하는 것에 적합하였음을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Kim YK: A Study on the Reduction of Exposure Dose and Contrast Improvement by Use of Heavy Elements Filter, Journal of Korean Society of Radiological Technology, 23(1), 91-96, 2000
2. Huh J: Radiation Technology for the 21st Century, 299-244, Shin Kwang Publishing Company, 1987
3. Kim JM, Kim SC: The Thickness of Cu Filter to Reduce 1/2 of the Patient Dose, Journal of Korean Society of Radiological Technology, 24(1), 17-22
4. Huh J, Kim CK, Lee IJ et al: A study on the effect of rare earth screen Filter, Journal of Korean Society of radio-logical technology 11(1), 17-23, 1988
5. Moon SJ, Kim YK, Lee SK: Reduction of Patient Dose Exposure and Improvement of Image Quality by Use of Additional Filtration in Digital Radiology, Korean Journal Digital in Medicine, 12(1), 19-25, 2010
6. Kim SC, Choi KM, Shin SI et al.: Evaluation of Patient Dose using Key Filter, Journal of Korean Society of Radiological Technology, 29(1), 61-64, 1997
7. Huh J, Kim CK, Kang HS et al: Experiments on various X-ray absorber, Journal of Korean Society of Radiological Technology, 9(1), 125-129, 1986
8. Shin SI, Kim CY, Kim SC: The Study on the Reduction of Patient Surface Dose Through the use of Copper Filter in a Digital Chest Radiography, Journal of Korean Society of Radiological Technology, 31(3), 225-226, 2008

• Abstract

Evaluation of Effective and Organ Dose Using PCXMC Program in DUKE Phantom and Added Filter for Computed Radiography System

Byung-Sam Kang · Min-Joo Park¹⁾ · Seung-Chul Kim²⁾

Department of Radiological Technology, Shingu College

¹⁾*Department of Radiology, Dongguk University Ilsan Hospital*

²⁾*Department of Radiological Technology, Songho College*

By using a Chest Phantom(DUKE Phantom) focusing on dose reduction of diagnostic radiation field with the most use of artificial radiation, and attempt to reduce radiation dose studies technical radiation, Publisher of the main user of the X-ray Radiological technologists, Examine the effect of reducing the radiation dose to apply additional filtering of the X-ray generator. In order to understand the organ dose and effective dose by using the PC-Based Monte Carlo Program(PCXMC) Program, the patient receives, was carried out this research.

In this experiment, by applying a complex filter using a copper and Al(aluminum,13) and filtered single of using only aluminum with the condition set, and measures the number of the disk of copper indicated by DUKE Phantom. The combination of the composite filtration and filtration of a single number of the disk of the copper is the same, with the PCXMC 2.0. Program looking combination of additional filtration fewest absorbed dose was calculated effective dose and organ dose.

Although depends on the use mAs, The 80 kVp AP projection conditions, it is possible to reduce the effective amount of about 84 % from about 30 % to a maximum at least. The 120 kVp PA projection conditions, it is possible to reduce the effective amount of about 71 % from about 41 % to a maximum of at least. The organ dose, dose reduction rate was different in each organ, but it showed a decrease of dose rate of 30 % to up 100 % at least.

Additional filtration was used on the imaging conditions throughout the study. There was no change in terms of video quality at low doses. It was found that using the DUKE Phantom and PCXMC 2.0 Program were suitable to calculate the effect of reducing the effective dose and organ dose

Key Words : Chest dose, Added filter, Effective dose, Organ dose, PCXMC