

방사선 취급 작업종사자의 개인 피폭선량(Individual Dose)에 관한 연구

동경래^{1,2)} · 김창복¹⁾ · 박용순¹⁾ · 지연상¹⁾ · 김치년³⁾ · 원종욱³⁾ · 노재훈^{3)*}

¹⁾광주보건대학 방사선과, ²⁾조선대학교 원자력공학과, ³⁾연세대학교 의과대학 산업보건연구소

A Study of Individual Dose for Radiological Technologists Working with Eadiation

Kyung-Rae Dong^{1,2)} · Chang-Bok Kim¹⁾ · Yong-Soon Park¹⁾ · Yeon-Sang Ji¹⁾ · Chi-Nyon Kim³⁾

Jong-Uk Won³⁾ · Jae-Hoon Roh^{3)*}

¹⁾Department of Radiological Technology, Gwangju Health College University

²⁾Department of Nuclear Engineering, Chosun University

³⁾Institute for Occupational Health, College of Medicine, Yonsei University

Abstract

The importance of managing the exposure to radiation for radiological technologist is becoming more conspicuous as modern medical care increases the number of hospital exams involving radiation and as work of radiological technologists expand and increase in areas using advanced medical equipment for diagnosis and treatment purposes involving radiation. Measurements for individual exposure dose to radiation can differ according to the equipment and facilities in the work environment and the average number of exposures an individual is involved in. Therefore, systematic and reasonable controls on the exposure dose to radiation can be attained from core data. Shallow dose/Deep dose measurements were taken according to the year of the measurement, the technologist's occupation post, gender, department, and age over a five year period from January 1, 2003 to December 31, 2007 using a sample of radiological technologists from ten general hospitals throughout S. Korea. When comparing individual exposure dose of each radiological technologist, there was no significant difference in the mean exposure dose according to the year the measurement was taken ($p>0.05$). Mean exposure dose for Deep/Shallow according to gender showed that men received significantly higher exposure dose than women ($p<0.001$). Mean exposure dose for Deep/Shallow according to age showed an increase in exposure dose as age decreases; however, it was not statistically significant ($p>0.05$). According to occupation post, technologists working in nuclear medicine received significantly higher dose than other occupation posts ($p<0.001$). The results of individual exposure dose were under the dose limits in accordance to all nuclear regulations. Furthermore, since stochastic effects may occur with long-term exposure to low level radiation, individual exposure dose data was thoroughly managed and the principle of As Low as Reasonably Achievable (ALARA) was implemented when establishing the design of this study.

Keywords : Individual exposure dose, radiological technologist, Shallow dose, Deep dose, ALARA

* Corresponding author. Tel : +82-2-2228-1867, E-mail : jhroh@yumc.yonsei.ac.kr

1. 서론

1895년 뢰트겐에 의해 X선이 발견되고, 우리나라에는 1913년 세브란스 병원에 처음 X선 장치가 도입 되었다(조중삼, 1976). 이후 현대 의료에 있어서 방사선 분야는 건강검진의 증가와 방사선 장치의 발달로 진단에서 치료까지 관련 분야에서의 업무 확대 및 증가로 인하여 방사선 취급 작업종사자의 수가 급격히 증가하고 있어 종사자의 방사선 피폭 관리가 중요하게 대두되고 있다(권달관, 2000; M.G. Stabin et al., 1999). 방사선은 인간이 가진 감각기관으로 감지할 수 없으므로 인지하지 못하는 사이에 방사선에 피폭되면(이치형, 2000; Benard shleien et al., 1992) 방사선 에너지를 인체에서 흡수하여 전리현상이 일어나 확정적, 확률적 영향으로 나타난다. 또한 임신기간 동안 0.2~0.4Sv의 저 선량의 방사선을 받고 태어난 아이에게서 정신 장애가 나타난 연구 결과로 보아(Miller Rw, 1990) 저 선량의 방사선이라도 더 이상 안전하지 못하다는 주장을 뒷받침해주고 있다. 방사선 취급 작업종사자는 방사선 취급이라는 특수한 물리적 환경에서 불가피하게 직접 또는 간접 적으로 산란선에 의한 피폭을 받고 있으며 이러한 방사선의 피폭으로 인한 특수한 근무환경과 업무 형태는 다양한 스트레스를 유발시켜 팀 진료행위에 장애 요인과 개인의 정신적 육체적 건강에 영향을 주고 있다(정홍량, 2004; IAEA-47, 1978). 따라서 효율적인 업무수행을 위한 효과적인 방어나 정확한 선량 측정 및 평가는 무엇보다 중요한 과제라 할 수 있다. 영국, 캐나다, 일본 등 선진 외국은 개인 선량 자료를 전산화 하여 업무의 효율성을 극대화 하여 피폭선량의 저감 대책 및 통계, 역학 자료를 활용하여 방사선연구의 기초자료로 이용하고 있지만

(이관형, 2005), 우리나라에서는 ICRP publication 26에 근거하여 원자력법이 제정되었으며, 치료용 방사선 장치 및 핵의학 검사장치의 사용에 대하여 방사선 안전 관리가 시행되고 있으며, 의료법에서는 1995년 “진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙”을 제정하여 의료분야에서의 방사선 취급 작업종사자에 대한 방사선 피폭선량을 측정하고 있다(임청환, 2004). 본 연구에서는 전국지역 10개 종합병원의 방사선 취급 작업종사자들의 개인 피폭선량에 대해 알아보려고 이들을 성별, 연령별, 연도별, 근무부서별, 기관별 등 세분화하여 각각의 차이를 알아보고 분석함으로써 높은 피폭선량을 받은 개인 종사자에게 일어날 수 있는 영향을 미연에 방지하기 위해 향후 합리적인 방사선 피폭선량 관리가 이루어질 수 있는 자료를 제시하고자 하는데 그 목적이 있다.

2. 연구 방법 및 자료처리

2.1 조사대상

2003년 1월 1일부터 2007년 12월 31일까지 5년 동안 전국지역에 있는 10개 종합병원에서 근무하고 있는 방사선 취급 작업종사자들의 개인 피폭선량 측정 대상자 679명에 대한 분기별 피폭선량 자료 13,580건을 대상으로 개인 피폭선량을 분석하였다.

2.2 자료 수집 방법

TLD(Thermoluminescent dosimeter)에 의해 측정된 피폭선량을 한 관독 수행 기관 (주) 서울 방사선 서비스에서 관독한 결과를 매 분기마다 1건으로 하여 2003년 1월 1일부터 2007년 12월 31일까

Table 1. Average radiation dose by years.

| Years | N(Person) | Deep dose | F-value | P | Shallow dose | F-value | P |
|-------|-----------|-----------|---------|-------|--------------|---------|-------|
| | | GM±GSD | | | GM±GSD | | |
| 2003 | 660 | 0.22±0.42 | 1.346 | 0.250 | 0.22±0.43 | 1.222 | 0.299 |
| 2004 | 660 | 0.21±0.55 | | | 0.21±0.46 | | |
| 2005 | 660 | 0.19±0.44 | | | 0.22±0.67 | | |
| 2006 | 660 | 0.18±0.38 | | | 0.17±0.35 | | |
| 2007 | 660 | 0.18±0.44 | | | 0.18±0.47 | | |
| Total | 3300 | 0.2±0.45 | | | 0.2±0.48 | | |

unit : mSv

Interaction effect p-value with one-way ANOVA model

지 5년간 13,580건에 대한 자료를 관독수행기관에 직접 방문하거나, 전화를 통하여 책임자에게 연구의 목적을 설명하고 협조를 얻어 수집하였다.

2.3 통계분석 방법

자료 분석은 SPSS 통계프로그램 ver.15.0을 이용하였으며, 연도별 평균 피폭선량의 차이는 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 이용하였으며, 연도별 분기/성별/연령별/기관별/부서별 피폭선량 평균차이는 이원배치분산분석(two-way ANOVA)을 사용하였고, 유의한 차이가 파악되는 경우 Tukey의 다중비교방법을 적용하여 집단간 차이를 확인하였다. 본 연구의 유의성 판단은 유의수준 $p < 0.05$ 에서 실시되었다.

3. 연구결과

3.1 연도별 평균 피폭선량

3.1.1 연도별 평균 피폭선량

연도별 평균 피폭선량을 Table 1에서와 같이 비

교해 보았을 때 심부선량은 2003년 0.22 ± 0.42 mSv, 2004년 0.21 ± 0.55 mSv, 2005년 0.19 ± 0.44 mSv, 2006년 0.18 ± 0.38 mSv, 2007년 0.18 ± 0.44 mSv로 해마다 평균피폭선량이 낮아지고 있지만 그 차이가 0.01 mSv로 큰 차이가 없고 표층선량 또한 2003년 0.22 ± 0.43 mSv, 2004년 0.21 ± 0.46 mSv, 2005년 0.22 ± 0.67 mSv, 2006년 0.17 ± 0.35 mSv, 2007년 0.18 ± 0.47 mSv 로 심부선량과 같이 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 연도별 심부선량 및 표층선량 차이는 통계적으로는 유의하지 않은 것으로 나타났다($p > 0.05$).

3.1.2 분기별 평균 피폭선량

분기별 피폭선량을 Table 2에서와 같이 비교 하였을 때, 심부선량이 분기별로 1/4분기는 0.19 ± 0.55 mSv, 2/4분기는 0.20 ± 0.54 mSv, 3/4분기는 0.19 ± 0.61 mSv, 4/4분기는 0.20 ± 0.57 mSv, 표층선량이 1/4분기 0.22 ± 0.77 mSv, 2/4분기 0.26 ± 0.99 mSv, 3/4분기 0.23 ± 0.99 mSv, 4/4분기 0.26 ± 1.06 mSv 로 분기별 큰 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$). 이는 종합병원 방사선 취급종사자들의 분기별 개인피폭선량간의 차이가 없음을 시사하는 결과라 할 수 있다.

Table 2. Average radiation dose by divergence.

unit : mSv

| | | Deep dose | | | | | | F-value | P |
|---------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-------|
| Quarter | N(No.) | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | | |
| | | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 1/4 | 3300 | 0.21±0.56 | 0.20±0.57 | 0.18±0.66 | 0.18±0.47 | 0.17±0.47 | 0.19±0.55 | 3.121 | 0.243 |
| 2/4 | 33300 | 0.24±0.67 | 0.20±0.54 | 0.19±0.5 | 0.18±0.52 | 0.17±0.46 | 0.20±0.54 | | |
| 3/4 | 3300 | 0.19±0.39 | 0.20±0.86 | 0.18±0.66 | 0.20±0.45 | 0.19±0.68 | 0.19±0.61 | | |
| 4/4 | 3300 | 0.23±0.52 | 0.24±0.76 | 0.20±0.53 | 0.16±0.45 | 0.17±0.58 | 0.20±0.57 | | |
| Total | 13200 | 0.22±0.54 | 0.21±0.68 | 0.19±0.59 | 0.18±0.47 | 0.18±0.55 | 0.20±0.57 | | |

| | | Shallow dose | | | | | | F-value | P |
|---------|--------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-------|
| Quarter | N(No.) | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | | |
| | | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 1/4 | 3300 | 0.22±0.55 | 0.20±0.51 | 0.20±0.89 | 0.17±0.46 | 0.19±0.61 | 0.22±0.77 | 3.047 | 0.211 |
| 2/4 | 3300 | 0.24±0.67 | 0.21±0.52 | 0.23±0.92 | 0.17±0.43 | 0.17±0.41 | 0.26±0.99 | | |
| 3/4 | 3300 | 0.20±0.41 | 0.17±0.47 | 0.20±0.89 | 0.18±0.44 | 0.20±0.81 | 0.23±0.99 | | |
| 4/4 | 3300 | 0.22±0.55 | 0.26±0.79 | 0.24±1.01 | 0.15±0.36 | 0.17±0.52 | 0.26±1.06 | | |
| Total | 13200 | 0.22±0.55 | 0.21±0.57 | 0.22±0.93 | 0.17±0.42 | 0.18±0.59 | 0.24±0.95 | | |

Interaction effect p-value with two-way ANOVA model.

3.2 성별 평균 피폭선량

성별 연도별 평균 피폭선량을 Table 3에서와 같이 비교하였을 때 남자평균 심부선량이 0.21±0.47mSv, 여자평균 심부선량이 0.16±0.38mSv 이고, 남자 평균 표층선량이 0.23±0.53mSv, 여자 평균 표층선량이 0.14±0.3mSv로 남자가 여자보다 통계적으로 유의하게 높은 피폭선량을 받고 있는 것으로 조사 되었으며(p<0.001), 성별에 따른 연도별 피폭선량 역시 Table 1에서 제시된 결과와 같이 남녀 모두 연도별 피폭선량간에 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(p>0.05).

3.3 연령별 평균 피폭선량

연령별 평균 피폭 선량을 Table 4에서와 같이

비교하였을 때 연령별 평균 심부선량이 20대 0.26±0.53mSv, 30대 0.20±0.37mSv, 40대 0.19± 0.44 mSv, 50대 0.21±0.59mSv, 60대 0.08±0.16mSv 로 나타났고, 표층선량이 20대 0.17±0.26mSv, 30대 0.23±0.46mSv, 40대 0.19±0.49mSv, 50대 0.19±0.47mSv, 60대 0.12±0.27mSv 로 나타난 것으로 보아 저 연령층이 고 연령층에 비해 상대적으로 높은 피폭선량을 받는 것으로 조사되었으나 통계적으로는 연령별 피복선량의 심부선량과 피복선량 모두 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났다 (p>0.05). 이를 통해 방사선 취급종사자들의 연령에 따른 피복선량은 의미 있는 차이가 없는 것으로 여겨진다.

Table 3. Average radiation dose by gender and years.

unit : mSv

| | Years | Sex | | F-value | P | |
|--------------|-------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------------|
| | | Male | Female | | | |
| | | N(Person) | GM±GSD | N(Person) | GM±GSD | |
| Deep dose | 2003 | 465 | 0.23±0.41 ^x | 195 | 0.19±0.43 ^y | 6.969 0.008** |
| | 2004 | 465 | 0.23±0.57 ^x | 195 | 0.18±0.48 ^y | |
| | 2005 | 465 | 0.20±0.49 ^x | 195 | 0.14±0.29 ^y | |
| | 2006 | 465 | 0.20±0.43 ^x | 195 | 0.14±0.24 ^y | |
| | 2007 | 465 | 0.18±0.44 ^x | 195 | 0.16±0.44 ^y | |
| | Total | 2325 | 0.21±0.47 | 975 | 0.16±0.38 | |
| Shallow dose | 2003 | 465 | 0.26±0.49 ^x | 195 | 0.14±0.23 ^y | 21.548 0.000*** |
| | 2004 | 465 | 0.23±0.51 ^x | 195 | 0.16±0.33 ^y | |
| | 2005 | 465 | 0.24±0.76 ^x | 195 | 0.15±0.37 ^y | |
| | 2006 | 465 | 0.19±0.40 ^x | 195 | 0.11±0.20 ^y | |
| | 2007 | 465 | 0.21±0.50 ^x | 195 | 0.13±0.40 ^y | |
| | Total | 2325 | 0.23±0.53 | 975 | | |

Note : x and y represent statistically significant differences in averages for each group. There was no difference when comparing gender within the same group.

Interaction effect using two-way ANOVA model : **p<0.01, ***p<0.001

Table 4. Average radiation dose by age and years.

unit : mSv

| Age period | Years | Deep dose | | | | | | F-value | P |
|------------|------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-------|
| | | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | | |
| | N (Person) | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 20 | 20 | 0.23±0.27 | 0.43±1.21 | 0.24±0.4 | 0.24±0.38 | 0.16±0.38 | 0.26±0.53 | 0.869 | 0.605 |
| 30 | 260 | 0.23±0.38 | 0.20±0.37 | 0.19±0.36 | 0.19±0.38 | 0.17±0.36 | 0.20±0.37 | | |
| 40 | 276 | 0.21±0.44 | 0.18±0.38 | 0.17±0.39 | 0.18±0.41 | 0.20±0.55 | 0.19±0.44 | | |
| 50 | 84 | 0.21±0.48 | 0.33±1.04 | 0.23±0.78 | 0.15±0.33 | 0.14±0.3 | 0.21±0.59 | | |
| 60 | 20 | 0.18±0.35 | 0.09±0.16 | 0.04±0.08 | 0.06±0.15 | 0.03±0.04 | 0.08±0.16 | | |
| Total | 660 | 0.22±0.42 | 0.21±0.55 | 0.19±0.44 | 0.18±0.38 | 0.18±0.44 | 0.19±0.45 | | |
| Age period | Years | Shallow dose | | | | | | F-value | P |
| | | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | | |
| | N (Person) | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 20 | 20 | 0.15±0.20 | 0.22±0.30 | 0.22±0.40 | 0.10±0.13 | 0.16±0.29 | 0.17±0.26 | 0.454 | 0.968 |
| 30 | 260 | 0.27±0.47 | 0.22±0.34 | 0.25±0.74 | 0.20±0.38 | 0.20±0.36 | 0.23±0.46 | | |
| 40 | 276 | 0.19±0.39 | 0.18±0.40 | 0.22±0.71 | 0.16±0.36 | 0.19±0.60 | 0.19±0.49 | | |
| 50 | 84 | 0.20±0.49 | 0.28±0.83 | 0.15±0.35 | 0.15±0.31 | 0.17±0.39 | 0.19±0.47 | | |
| 60 | 20 | 0.15±0.38 | 0.22±0.57 | 0.07±0.12 | 0.08±0.16 | 0.07±0.12 | 0.12±0.27 | | |
| Total | 660 | 0.22±0.43 | 0.21±0.46 | 0.22±0.67 | 0.17±0.35 | 0.18±0.47 | 0.20±0.48 | | |

Interaction effect p-value with two-way ANOVA model.

3.4 기관별 평균 피폭 선량

기관별 연도별 평균 피폭선량을 Table 5에서와 같이 비교하였을 때, F병원의 심부선량이 0.31±0.51mSv, 표층선량이 0.35±0.53mSv, G병원의 심

부선량 0.31±0.48mSv, 표층선량 0.30±0.42mSv로 높게 나타났으며 D병원의 심부선량이 0.09±0.16mSv, 표층선량이 0.10±0.22mSv 로 낮게 나타났으며. 나머지 병원은 10개병원의 평균 심부/표

Table 5. Average radiation dose by hospitals and years.

unit : mSv

| Hospital | Deep dose | | | | | | | F-value | P |
|----------|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|---------|----------------------|
| | Years | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | | |
| | N (Person) | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| A | 224 | 0.17±0.30 ^c | 0.17±0.45 ^c | 0.17±0.5 ^c | 0.17±0.36 ^c | 0.12±0.23 ^c | 0.16±0.37 | 6.266 | 0.000 ^{***} |
| B | 39 | 0.26±0.51 ^b | 0.23±0.45 ^b | 0.25±0.52 ^b | 0.20±0.35 ^b | 0.25±0.43 ^b | 0.24±0.45 | | |
| C | 44 | 0.23±0.55 ^c | 0.22±0.54 ^c | 0.16±0.30 ^c | 0.14±0.31 ^c | 0.16±0.31 ^c | 0.18±0.40 | | |
| D | 27 | 0.08±0.08 ^d | 0.07±0.10 ^d | 0.16±0.37 ^d | 0.10±0.18 ^d | 0.04±0.07 ^d | 0.09±0.16 | | |
| E | 63 | 0.31±0.57 ^b | 0.17±0.33 ^b | 0.17±0.44 ^b | 0.23±0.45 ^b | 0.22±0.45 ^b | 0.22±0.45 | | |
| F | 46 | 0.38±0.47 ^a | 0.54±0.68 ^a | 0.23±0.47 ^a | 0.18±0.42 ^a | 0.23±0.50 ^a | 0.31±0.51 | | |
| G | 38 | 0.32±0.48 ^a | 0.39±0.59 ^a | 0.36±0.50 ^a | 0.24±0.41 ^a | 0.22±0.40 ^a | 0.31±0.48 | | |
| H | 44 | 0.19±0.30 ^b | 0.14±0.32 ^b | 0.19±0.38 ^b | 0.25±0.53 ^b | 0.26±0.69 ^b | 0.21±0.44 | | |
| I | 49 | 0.28±0.64 ^b | 0.32±1.22 ^b | 0.18±0.31 ^b | 0.19±0.35 ^b | 0.25±0.41 ^b | 0.24±0.59 | | |
| J | 86 | 0.14±0.26 ^c | 0.11±0.24 ^c | 0.13±0.38 ^c | 0.13±0.39 ^c | 0.17±0.72 ^c | 0.14±0.40 | | |
| Total | 660 | 0.22±0.42 | 0.21±0.55 | 0.19±0.44 | 0.18±0.38 | 0.18±0.44 | 0.19±0.45 | | |
| | Shallow dose | | | | | | | F-value | P |
| | Years | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | | |
| Hospital | N (Person) | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| A | 224 | 0.15±0.29 ^d | 0.15±0.24 ^d | 0.29±10 ^d | 0.16±0.33 ^d | 0.14±0.35 ^d | 0.18±0.44 | 6.258 | 0.000 ^{***} |
| B | 39 | 0.36±0.78 ^b | 0.26±0.56 ^b | 0.30±0.61 ^b | 0.23±0.38 ^b | 0.27±0.42 ^b | 0.28±0.55 | | |
| C | 44 | 0.25±0.62 ^d | 0.25±0.68 ^d | 0.08±0.18 ^d | 0.14±0.25 ^d | 0.14±0.32 ^d | 0.17±0.41 | | |
| D | 27 | 0.14±0.28 ^e | 0.06±0.09 ^e | 0.15±0.34 ^e | 0.10±0.21 ^e | 0.08±0.20 ^e | 0.10±0.22 | | |
| E | 63 | 0.35±0.61 ^c | 0.18±0.37 ^c | 0.20±0.52 ^c | 0.23±0.49 ^c | 0.21±0.51 ^c | 0.24±0.50 | | |
| F | 46 | 0.40±0.44 ^a | 0.61±0.71 ^a | 0.27±0.51 ^a | 0.22±0.44 ^a | 0.25±0.54 ^a | 0.35±0.53 | | |
| G | 38 | 0.34±0.48 ^b | 0.35±0.41 ^b | 0.37±0.49 ^b | 0.21±0.34 ^b | 0.24±0.39 ^b | 0.30±0.42 | | |
| H | 44 | 0.15±0.29 ^d | 0.16±0.20 ^d | 0.08±0.13 ^d | 0.18±0.33 ^d | 0.27±0.86 ^d | 0.17±0.36 | | |
| I | 49 | 0.20±0.36 ^c | 0.3±0.93 ^c | 0.16±0.28 ^c | 0.15±0.27 ^c | 0.24±0.47 ^c | 0.21±0.46 | | |
| J | 86 | 0.15±0.28 ^e | 0.1±0.21 ^e | 0.10±0.31 ^e | 0.13±0.38 ^e | 0.14±0.57 ^e | 0.13±0.35 | | |
| Total | 660 | 0.22±0.43 | 0.21±0.46 | 0.22±0.67 | 0.17±0.35 | 0.18±0.47 | 0.2±0.48 | | |

Note : a, b, c, d, e and f represent statistically significant differences in averages for each group. There was no difference when comparing within the same organization.

Interaction effect using two-way ANOVA model : ***p<0.001

충선량의 전후로 비슷한 선량을 받은 것으로 보인다. 차이분석 결과, 각 기관은 연도에 따라 피복선량은 심부선량 및 표층선량 모두 유의한 차이가 없었으나($p>0.05$), 기관별로는 통계적으로 유의한 차이가 파악되었다($p<0.001$).

3.5 부서별 평균 피폭선량

부서별 연도별 평균 피폭 선량을 Table 6에서와 같이 비교하였을 때 심부선량은 핵의학과 0.32±0.41mSv, 심장혈관 0.29±0.6mSv, 영상의학 0.20±0.47mSv, 종양학과 0.11±0.25mSv, 기타학과 0.13±

0.37mSv 순이었고, 표층선량은 핵의학과 0.40±0.44mSv, 심장혈관 0.31±0.63mSv, 영상의학 0.21±0.53mSv, 기타학과 0.09±0.18mSv, 종양학과 0.08±0.18mSv 순이었다. 부서별 연도별 평균 피폭선량으로 보았을 때 심부 표층 모두 핵의학과가 다른 부서에 비해 높은 피폭선량을 받는 것으로 보인다. 차이분석 결과, 각 부서는 연도에 따라 피복선량은 심부선량 및 표층선량 모두 유의한 차이가 없었으나($p>0.05$), 부서별로는 통계적으로 유의한 차이가 파악되었다($p<0.001$).

Table 6. Average radiation dose by department and years.

unit : mSv

| | | Deep dose | | | | | | | |
|------------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------|---------|----------------------|
| Department | Years | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | F-value | P |
| | N (Person) | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| Oncology | 77 | 0.13±0.25 ^c | 0.13±0.30 ^c | 0.12±0.33 ^c | 0.08±0.15 ^c | 0.1±0.19 ^c | 0.11±0.25 | 14.622 | 0.000 ^{***} |
| Cardiology | 39 | 0.35±0.68 ^a | 0.25±0.39 ^a | 0.23±0.54 ^a | 0.26±0.50 ^a | 0.36±0.88 ^a | 0.29±0.60 | | |
| Radiology | 371 | 0.23±0.44 ^b | 0.21±0.59 ^b | 0.20±0.49 ^b | 0.19±0.42 ^b | 0.17±0.40 ^b | 0.20±0.47 | | |
| Nuclear medicine | 62 | 0.30±0.31 ^a | 0.34±0.43 ^a | 0.32±0.46 ^a | 0.35±0.46 ^a | 0.30±0.42 ^a | 0.32±0.41 | | |
| etc. | 111 | 0.15±0.35 ^d | 0.2±0.63 ^d | 0.10±0.24 ^d | 0.09±0.18 ^d | 0.11±0.44 ^d | 0.13±0.37 | | |
| Total | 660 | 0.22±0.42 | 0.21±0.55 | 0.19±0.44 | 0.18±0.38 | 0.18±0.44 | 0.19±0.45 | | |
| | | Shallow dose | | | | | | | |
| Department | Years | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | Total | F-value | P |
| | N (Person) | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| Oncology | 77 | 0.08±0.11 ^c | 0.08±0.08 ^c | 0.08±0.12 ^c | 0.06±0.07 ^c | 0.12±0.50 ^c | 0.08±0.18 | 29.331 | 0.000 ^{***} |
| Cardiology | 39 | 0.34±0.67 ^a | 0.23±0.41 ^a | 0.27±0.60 ^a | 0.28±0.52 ^a | 0.43±0.94 ^a | 0.31±0.63 | | |
| Radiology | 371 | 0.25±0.48 ^b | 0.22±0.53 ^b | 0.25±0.83 ^b | 0.17±0.37 ^b | 0.17±0.45 ^b | 0.21±0.53 | | |
| Nuclear medicine | 62 | 0.39±0.43 ^a | 0.39±0.37 ^a | 0.43±0.51 ^a | 0.41±0.47 ^a | 0.38±0.41 ^a | 0.40±0.44 | | |
| etc. | 111 | 0.09±0.18 ^c | 0.16±0.41 ^c | 0.07±0.09 ^c | 0.06±0.12 ^c | 0.06±0.09 ^c | 0.09±0.18 | | |
| Total | 660 | 0.22±0.43 | 0.21±0.46 | 0.22±0.67 | 0.17±0.35 | 0.18±0.47 | 0.2±0.48 | | |

Note : a, b, c and d represent statistically significant differences in averages for each group. There was no difference when comparing within the same department.

Interaction effect using two-way ANOVA model : *** $p<0.001$

4. 고찰

우리나라에서도 1913년 처음 X선 장치가 도입된 이래 방사선은 원자력 발전소 및 병원 등에서 다방면으로 이용됨으로서 많은 방사선 종사자들이 방사선 구역 내에서의 노출기회가 많아지고 있다(정태식, 2000; 정홍량, 2005). 이와 같이 노출기회가 증가되면서 방사선 취급 작업종사자의 피폭선량측정에 대한 중요성이 높아지고 있다. 피폭선량의 측정방법에는 심부선량과 표층선량을 동시에 분석하는 방법이 있다. 심부선량은 인체의 생명과 그 생명의 질을 결정하는 인체 내부의 중요한 조직 및 장기에 큰 영향을 미치고 표층선량 또한 선량에 따라 피폭 받는 영향이 체표면에 뿐만 아니라 체내에도 영향을 줄 수 있으므로 정확한 선량의 측정은 유효선량을 결정하는데 절대적인 중요성을 갖는다. 기본적으로 외부피폭에 의한 선량의 측정은 표층선량으로부터 유도하는 방법이 가장 많이 쓰이며 내부피폭에 의한 심부선량의 측정은 전신계수기로 외부에서 방사능을 측정하여 계산해 내는 직접측정법과 인체의 여러 분비물을 통해 체내의 방사능을 측정하는 간접 측정법이 있다. 직접측정법은 간접측정법에 비해 간편하고 정확하나 X-ray 방출핵종에 한정되어 적용된다는 것이 단점이다(동경래, 2002). 방사선이 이용되는 분야의 대부분은 전리 방사선을 사용하고 있어서 생물학적 효과가 커 인체에 더 많은 손상을 주고 있다. 인체에 미치는 영향으로는 확정적 영향과 확률적영향이 있는데 확정적 영향은 일정량 이상의 방사선을 받으면 누구에게서나 변화가 나타나고 선량에 비례하여 변화도 심해지는 신체적 영향을 말하고, 확률적 영향은 방사선에 의하여 발생되었다고 생각되는 암이나 유전적 변화를 말한다.

또한 저 선량의 방사선이라도 장기적으로 피폭을 받게 되면 확률적 영향이 발생될 수 있으므로 개인별 피폭 선량 자료를 철저히 관리, 분석하여 확률적 영향의 발생을 미연에 방지하는 노력이 필요하다. 따라서 직업상의 방사선 피폭을 최소한으로 줄여 장애를 방지하기 위해 1928년 결성된 국제방사선방어위원회(international Commission on Radiological Protection. ICRP)에서는 직업상 피폭을 연간 50mSv 5년간 100mSv를 초과하지 않는 범위 내에서 연간 최대 20mSv로 선량한도를 하향조정하여 권고하였고 또한 국내 원자력법을 제정하여 방사선 취급 작업종사자들의 피폭선량 관리를 하고 있으며 선량한도 (30mSv)를 초과하지 않도록 권고하고 있다(정태식, 2000; Wanger RH et al., 1994). 본 연구에서 5년간 방사선 취급 작업종사자의 개인 평균 피폭선량을 비교한 결과 연도별 평균 피폭선량은 연도별로 큰 차이가 없었다. 이것은 2000년도에 원자력법이 다시 개정 강화되면서 X-ray를 이용하는 진단용 방사선 발생장치, 방사선 방어시설, 진단 영상정보 또한 개봉선원을 이용하는 핵의학 방어시설, 방사선 종양의 방어시설에 관한 설비의 관리가 철저히 이루어졌고, 방사선 취급 작업종사자의 피폭관리 등을 엄격히 규제함과 동시에 방사선 취급 작업종사자 개개인의 피폭경감에 대한 노력의 결과로 보인다(임봉식, 2000; Stabin M and MIRDOSE, 1996). 성별 평균 피폭선량을 분석한 결과 여성이 남성보다 상대적으로 낮게 나왔는데 가입 연령층의 여성들이 방사선 피폭에 대해 매우 조심스럽게 대처하고 있기 때문이며, 또한 박명제(1993)의 연구에서도 지적된 바와 같이 피폭선량이 비교적 높은 일반 방사선 촬영실이나 핵의학과, 방사선 종양학과의 경우에는 남자의 근무자 수가 여자보다 많은 반면, 초

음과 실이나 자기공명 영상 실과 같이 방사선의 생물학적인 위험이 없는 부서에 상대적으로 여자의 수가 많이 있기 때문이고, 그 외에도 진단방사선과, 핵의학과 방사선 중앙학과 등 각 방사선 관련 부서에 근무하는 여성 접수사무원의 낮은 피폭선량 결과가 포함된 것으로 사료된다(박명제, 1993; Ciraulo DL et al., 1994; Taroh Hayashi, 1983). 연령별 평균피폭선량을 분석한 결과 저 연령층에서 높게 나타난 것은 저 연령층이 연령상으로 가장 활동적이고 방사선 발생장치의 사용빈도가 가장 높기 때문이고 고 연령층에서 낮게 나타난 것은 관리직에 있는 경우가 많거나 상대적으로 방사선 발생장치의 사용빈도가 낮기 때문으로 판단된다(한중구 등, 1990; Siegel J et al., 1998; C. Sharp et al., 1998). 근무부서별 평균 피폭선량을 분석해 본 결과 핵의학과와 심장혈관과가 높게 나타났는데 이것은 핵의학 과에서 사용하는 방사선 선원이 저 선량의 에너지임에도 불구하고 동위원소를 환자에게 주입하는 과정에서 많은 피폭을 받는 것으로 판단되며, 심장혈관은 다른 부서들보다 방사선에 직접적으로 노출되기 때문이라 사료 된다. 이와 같은 결과로 보아 국제방사선방어위원회에서 권고하는 허용선량기준치(20mSv/분기)와 우리나라에서 2000년도 방사선 취급 작업종사자의 개인 피폭선량에 대한 허용선량을 보면 원자력법에서 개정된 방사선 안전관리 규칙의 허용기준(30mSv/분기)을 초과한 건 한건도 없었다. 본 연구의 제한점은 방사선 취급 작업종사자들의 이직률이 높아 개인병원을 포함하지 못하였고 기관별 피폭선량의 높고 낮음은 병원의 근무환경을 평가할 수 없기 때문에 정확한 이유를 알 수 없었으며 피폭선량을 측정하는 기관이 달라 한정된 지역밖에 측정할 수 없었다는 것이다.

5. 결론

본 연구의 목적은 합리적인 방사선 피폭선량 관리가 이루어질 수 있도록 하기 위해 방사선 취급 작업종사자의 개인 피폭선량을 비교하여 다음과 같은 결과를 확인하였다.

1. 연도별 평균 피폭선량은 연도별로 큰 차이가 없었으며, 통계적으로는 유의하지 않았다($p>0.05$).
2. 성별 평균 피폭선량은 남자가 여자보다 심부/표층 모두 높은 피폭선량을 보였고, 통계적으로도 유의한 차이가 있었다($p<0.001$).
3. 연령별 평균 피폭선량은 저 연령이 고 연령층 보다 심부/표층 모두 높은 피폭선량을 보였고, 통계적으로 차이가 유의하지 않았다($p>0.05$).
4. 부서별 평균 피폭선량은 핵의학과가 다른 부서들보다 높은 선량을 보였으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.001$).

본 연구 수행 결과 종합병원 방사선 취급종사자들의 개인 피폭선량 결과 모두 원자력법에서 행하는 원자력 선량한도 이하인 것으로 나타났다.

감사의 말씀

본 연구에 측정자료 및 참고자료를 제공해 주신 (주) 서울 방사선 서비스에 감사드립니다.

참고문헌

- 권달관 (2000) 의료방사선 피폭관리 개선방향, 대한방사선사협회지, 26(1), pp.9-40
- 동경래 (2002) 서울지역 3차 의료기관 방사선 중

- 사자의 개인피폭선량에 관한 연구, 연세대학교 보건대학원, 석사학위논문.
- 박명제 (1993) 부산지역 방사선사의 업무실태에 관한 조사연구, 인제대학교 보건대학원, 석사학위논문.
- 이관형 (2005) 전리방사선 취급종사자의 방사선 개인피폭선량에 관한 연구, 충남대 보건대학원, 석사학위논문.
- 이치형 (2000) 병원 방사선종사자의 방사선체내피폭 현황에 관한 연구, 한양대학교 행정대학원, 석사학위논문.
- 임봉식 (2000) 한국에서 방사선 관련 종사자들의 개인피폭선량 실태에 관한 연구, 방사선기술과학, 29(3), 185-194.
- 임청환 (2004) 전산화 단층촬영의 방사선 피폭의 의한 위험도 추정, 경원대학교, 박사학위논문.
- 정대식, 신병철, 문창우 (2000) 병원 방사선 취급 직업종사자의 방사선 피폭 분석 현황, 대한방사선종양학회지, 18(2), 157-166.
- 정홍량 (2004) 방사선사의 스트레스에 영향을 주는 요인 분석, 순천향대학교, 박사학위논문.
- 정홍량, 임청환, 이만구 (2005) 전국 종합병원 방사선사의 개인피폭선량에 대한 고찰, 방사선기술과학, 28(2), 137-144.
- 조중삼 (1976) 우리나라 방사선 의학의 연혁, 방사선 협회지, 9(1), 7-8.
- 한중구, 박재현, 강위생 (1990) 진단방사선과 촬영실에서의 방사선 피폭, 대한방사선의학회지, 26(1), 422-427.
- Bernard Shleien, Lester A. Slaback, Brian Kent Birky (1992) The Health Physics and Radiological Health Handbook, 3rd., Scinta. inc.
- Ciraulo, D.L., Do, Marini, C.P., Lloyd, G.T., Fisher J. (1994) Do surgical residents, emergency medicine, physicians, and nurses experience significant radiation exposure during the resuscitation of trauma patients, Journal of Trauma, 36(5), 703-711.
- Jeffry, A., Siegel, S.R., Thomas, J.B., Stubbs, M.G., Stabin, M.T., Hays, K.F., Koral, J.S., Robertson, R.W., Howell, B.W., Wessels, D.R., Fisher, D.A., Weber, A., Bertrand, B. (1996) Techniques for quantitative radiopharmaceutical biodistribution data acquisition and analysis for use in human radiation dose estimates. MIRD pamphlet No.16 1999 Stabin M. MIRDOSE: the personal computer software for use in internal dose assessment in nuclear medicine, Journal of Nucl. Med., 37, 538-546.
- Miller R. (1990) Lowdose radiation exposure, Western Journal of medicine, 24(1), 1166-1167.
- Sharp, C., Shrimpton, J.A., Bury, R.F. (1998) Diagnostic Medical Exposures: Advice on Exposure to Ionizing Radiation during Pregnancy, National Radiological Protection IAEA-47, Manual on Early Treatment or Possible Radiation Injury, Safety Series No.47, IAEA(1978). Board, Chilton, Didcot, Oxon, UK.
- Stabina, M.G., Tagessonb, S., Thomasc, R., Ljungbergb M., Strandb, S.E. (1999) Radiation dosimetry in nuclear medicine, Journal of appl. radiat. and isot., 50, 73-87.
- Taroh Hayashi (1983) Reduction method of exposure dose for radiography. Journal Korean Soc. of Radiological Tech., 6(1), 85-89.
- Wanger, R.H., Boles, M.A., Henkin, R.E. (1994) Treatment of radiation exposure and contamination, scientific exhibit. Journal of Radiographics, 14(2), 387-396.