# 일반병원과 치과병원과의 방사선 관계종사자 피폭선량 비교분석

양남희[1] · 정운관[1,*] · 동경래[1,2] · 최은진[3] · 주용진[1] · 송하진[1]

[1]조선대학교 원자력공학과, [2]광주보건대학교 방사선과, [3]동신대학교 보건의료학과

# A Comparative Analysis of Exposure Doses between the Radiation Workers in Dental and General Hospital

Nam-Hee Yang[1], Woon-Kwan Chung[1,*], Kyung-Rae Dong[1,2], Eun-Jin Choi[3], Yong-Jin Ju[1] and Ha-jin Song[1]

[1]*Department of Nuclear Engineering, Chosun University, Gwangju 501-759, Korea*
[2]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University, Gwangju 501-701, Korea*
[3]*Department of Public Health and Medicine, Dongshin University, Naju 520-714, Korea*

**Abstract - Research and investigation is required for the exposure dose of radiation workers to work in the dental hospital as increasing interest in exposure dose of the dental hospital recently accordingly, study aim to minimize radiation exposure by making a follow-up study of individual exposure doses of radiation workers, analyzing the status on individual radiation exposure management, prediction the radiation disability risk levels by radiation, and alerting the workers to the danger of radiation exposure. Especially given the changes in the dental hospital radiation safety awareness conducted the study in order to minimize radiation exposure. This study performed analyses by a comparison between general and dental hospital, comparing each occupation, with the 116,220 exposure dose data by quarter and year of 5,811 subjects at general and dental hospital across South Korea from January 1, 2008 through December 31, 2012. The following are the results obtained by analyzing average values year and quarter. In term of hospital, average doses were significantly higer in general hospitals than detal ones. In terms of job, average doses were higher in radiological technologists the other workes. Especially, they showed statistically significant differences between radiological technologists than dentists. The above-mentioned results indicate that radiation workers were exposed to radiation for the past 5 years to the extent not exceeding the dose limit (maximum 50 mSv $y^{-1}$). The limitation of this study is that radiation workers before 2008 were excluded from the study. Objective evaluation standards did not apply to the work circumstance or condition of each hospital. Therefore, it is deemed necessary to work out analysis criteria that will be used as objective evaluation standard. It will be necessary to study radiation exposure in more precise ways on the basis of objective analysis standard in the furture. Should try to minimize the radiation individual dose of radiation workers.**

**Key words: Dental hospital, General hospital, Radiation worker, Radiation individual dose, Shallow dose, Deep dose**

* Corresponding author: Woon-Kwan Chung, Tel. +82-62-230-7166, Fax. +82-62-232-9218, E-mail. wkchung@chosun.ac.kr

## 서 론

1913년에 X-선 장치가 우리나라에 처음도입 (Jo 1976) 이후 방사선의 이용가치는 급격하게 발전되어 의학 · 공학 · 이공학 등의 분야에서 광범위하게 이용되고 있으며 (윤 등 1984), 1989년 7월 1일 전 국민 의료보험 실시 이후 급등하는 의료 이용으로 진단방사선의 이용도가 크게 증가되었다 (여 1993). 또한 구강진료기관에서도 구강병을 진단하고 치료계획을 수립하는 데 있어 방사선 검사가 아주 유용하게 이용되고 있으며, 근래에는 구내방사선촬영뿐만 아니라 구외촬영 및 파노라마 촬영, 디지털 방사선촬영 등으로 그 비중이 급격히 늘어나는 추세이다 (Lee 2004).

이러한 의료분야에서 방사선의 이용은 진단 및 치료에 중대한 이득을 제공하고 있는 반면 방사선의 피폭으로 인해 장해요인이 발생되는 것은 부인할 수 없으며 진단방사선의 이용도 증가로 검사 중 불가피하게 방사선에 노출되는 방사선 관계종사자들의 직업상 피폭이 높아지고 있다 (Lee 2004; Dong *et al*. 2009).

방사선은 방사선의학의 발전과 더불어 국민보건 향상에 크게 공헌하고 있지만 방사선이 갖는 생물학적인 작용으로 생물체에 급성 또는 만성장해를 일으키게 할 뿐만 아니라 유전적 영향을 미치게 되므로 방사선 관계종사자들은 물론 전 국민에 대한 유해 방사선으로부터의 보호가 무엇보다 중요한 문제로 대두되고 있다 (남 1972). 방사선이 생체조직에 조사되면 생물학적인 영향을 일으키는 것은 분명한 사실이며, 미량의 방사선 피폭이라도 장기적으로 여러 번 노출되면 유전적인 영향이나 백혈병 등의 발생확률이 높아지므로 장기간 방사선을 취급하는 방사선 관계종사자는 방사선 피폭의 최저준위가 되는 작업환경에서 업무를 행하지 않으면 안 된다. 국제방사선방어위원회 (International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서 권장하는 방사선 작업종사자의 선량한도를 초과하지 않도록 개인피폭관리에 만전을 기울여야 할 것이다 (Lee 1991). 선진국에서는 진단용 X선의 발전과 더불어 방사선 발생장치 기기의 설치 전과 사용 중에 체계적이면서도 적정한 프로그램을 사용하여 철저한 성능관리를 한 결과, 방사선에 의한 피폭선량을 경감시켰고 이러한 피폭선량 관리가 영상의학과 내에서 중요한 업무의 일환으로 자리 잡아가고 있는 실정이다. 그러나 국내에서는 선진국에서 실시하고 있는 국가선량기록 관리 (National Dose Registry)체계가 확립되어 있지 않고 선량관리가 일관성 있고 효율적, 장기적인 안목에서 관리가 불가능하므로 식품의약품안전처에서는 진단용 방사선 안전관리 규정을 개정하여 방사선 관계종사자에 대한 선량측정 및 평가, 선량한도 초과자에 대한 개인피폭선량 조사 · 분석 및 평생관리를 위한 "방사선 관계종사자 피폭선량관리센터 (National Dose Registry, NDR)"를 설치 · 운영하여 (오 2005) 국민보건 향상에 최선의 노력을 기울여 오고 있다. 방사선 관계종사자의 방사선 안전관리에 대한 관심은 있으나 지식부족 또는 방사선 취급에 대한 자기 과신 및 방사선 위해에 대한 과소평가로 주의를 소홀히 하여 필요 이상의 방사선을 피폭 받는 경우도 있으며, 이를 발견하지 못하는 등 체계적인 관리가 되지 못하는 경우도 있다 (김 2000). 따라서 이와 관련한 방사선의 물리적 특성에 대한 이해와 기기 및 기술의 적용에 요구되는 지식과 경험이 축적되어야 한다 (Lee 2004).

모든 피폭선량 값은 국제단위 (SI단위)인 mSv로 표시되며, 또한 이 값은 유효선량 (effective dose)을 의미한다. 국제방사선방어위원회 (International Commission on Radiological Protection, ICRP)의 최근 권고안인 ICRP 103에서는 방

**Table 1.** The average dose per year in the general hospital and dental hospital (unit: mSv)

| | Years | General hospital | | Dental hospital | | F-value | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | N (Person) | GM ± GSD | N (Person) | GM ± GSD | | |
| Deep dose | 2008 | 14640 | 0.21 ± 0.65$^{y}$ | 8604 | 0.12 ± 0.52$^{x}$ | 27.321 | 0.000*** |
| | 2009 | 14640 | 0.18 ± 0.73$^{y}$ | 8604 | 0.11 ± 0.70$^{x}$ | | |
| | 2010 | 14640 | 0.17 ± 0.60$^{y}$ | 8604 | 0.11 ± 0.68$^{x}$ | | |
| | 2011 | 14640 | 0.17 ± 0.72$^{y}$ | 8604 | 0.10 ± 0.81$^{x}$ | | |
| | 2012 | 14640 | 0.16 ± 1.17$^{y}$ | 8604 | 0.09 ± 0.43$^{x}$ | | |
| | Total | 73200 | 0.18 ± 0.77 | 43020 | 0.11 ± 0.63 | | |
| Shallow dose | 2008 | 14640 | 0.21 ± 0.68$^{y}$ | 8604 | 0.12 ± 0.74$^{x}$ | 19.532 | 0.003** |
| | 2009 | 14640 | 0.19 ± 0.77$^{y}$ | 8604 | 0.12 ± 0.72$^{x}$ | | |
| | 2010 | 14640 | 0.18 ± 0.67$^{y}$ | 8604 | 0.11 ± 0.59$^{x}$ | | |
| | 2011 | 14640 | 0.18 ± 0.79$^{y}$ | 8604 | 0.10 ± 0.62$^{x}$ | | |
| | 2012 | 14640 | 0.17 ± 1.14$^{y}$ | 8604 | 0.09 ± 0.43$^{x}$ | | |
| | Total | 73200 | 0.19 ± 0.81 | 43020 | 0.11 ± 0.62 | | |

Note: Interaction effect using two-way ANOVA model. Post Hoc is Tukey method. x and y represent statistically significant differences in averages for each group. There was no difference when comparing gender within the same group. **p < 0.01, ***p < 0.001.

**Table 2.** The average dose per quater in the general hospital and dental hospital (unit: mSv)

| General hospital deep dose | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quarter | N (No.) | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total | F-value | p |
| | | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 1/4 | 3660 | 0.17±0.61 | 0.19±0.90 | 0.18±0.64 | 0.17±0.65 | 0.15±0.65 | 0.17±0.69 | 11.532 | 0.078 |
| 2/4 | 3660 | 0.21±0.75 | 0.20±0.69 | 0.17±0.56 | 0.16±0.51 | 0.14±0.77 | 0.18±0.66 | | |
| 3/4 | 3660 | 0.25±0.66 | 0.16±0.60 | 0.16±0.53 | 0.21±0.70 | 0.15±0.96 | 0.19±0.69 | | |
| 4/4 | 3660 | 0.19±0.57 | 0.18±0.71 | 0.19±0.69 | 0.20±0.94 | 0.18±1.84 | 0.19±0.95 | | |
| Total | 14640 | 0.21±0.65 | 0.18±0.73 | 0.17±0.60 | 0.17±0.72 | 0.16±1.17 | 0.18±0.77 | | |
| General hospital shallow dose | | | | | | | | | |
| Quarter | N (No.) | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total | F-value | p |
| | | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 1/4 | 3660 | 0.18±0.65 | 0.19±0.93 | 0.19±0.73 | 0.18±0.81 | 0.16±0.69 | 0.18±0.76 | 13.171 | 0.057 |
| 2/4 | 3660 | 0.22±0.78 | 0.21±0.76 | 0.18±0.62 | 0.18±0.62 | 0.16±0.87 | 0.19±0.73 | | |
| 3/4 | 3660 | 0.26±0.69 | 0.17±0.63 | 0.17±0.66 | 0.21±0.71 | 0.16±1.12 | 0.19±0.76 | | |
| 4/4 | 3660 | 0.20±0.59 | 0.19±0.73 | 0.18±0.67 | 0.21±0.97 | 0.19±1.85 | 0.19±0.96 | | |
| Total | 14640 | 0.21±0.68 | 0.19±0.77 | 0.18±0.67 | 0.18±0.79 | 0.17±1.14 | 0.19±0.81 | | |

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

| Dental hospital deep dose | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Quarter | N (No.) | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total | F-value | p |
| | | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 1/4 | 2151 | 0.13±0.60 | 0.12±0.78 | 0.11±0.66 | 0.11±0.71 | 0.10±0.57 | 0.11±0.66 | 13.571 | 0.063 |
| 2/4 | 2151 | 0.11±0.82 | 0.11±0.67 | 0.11±0.64 | 0.10±0.83 | 0.09±0.51 | 0.10±0.69 | | |
| 3/4 | 2151 | 0.11±0.31 | 0.10±0.61 | 0.12±0.71 | 0.09±0.72 | 0.08±0.42 | 0.10±0.55 | | |
| 4/4 | 2151 | 0.10±0.44 | 0.10±0.70 | 0.10±0.68 | 0.09±0.80 | 0.09±0.43 | 0.10±0.61 | | |
| Total | 8604 | 0.12±0.52 | 0.11±0.70 | 0.11±0.68 | 0.10±0.81 | 0.09±0.43 | 0.11±0.63 | | |
| Dental hospital shallow dose | | | | | | | | | |
| Quarter | N (No.) | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total | F-value | p |
| | | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | GM±GSD | | |
| 1/4 | 2151 | 0.13±0.70 | 0.12±0.770 | 0.12±0.77 | 0.11±0.63 | 0.11±0.58 | 0.12±0.69 | 14.263 | 0.052 |
| 2/4 | 2151 | 0.12±0.82 | 0.13±0.69 | 0.11±0.65 | 0.11±0.62 | 0.10±0.52 | 0.11±0.66 | | |
| 3/4 | 2151 | 0.11±0.62 | 0.13±0.62 | 0.11±0.53 | 0.11±0.63 | 0.10±0.46 | 0.11±0.57 | | |
| 4/4 | 2151 | 0.09±0.71 | 0.11±0.74 | 0.09±0.61 | 0.09±0.59 | 0.08±0.44 | 0.09±0.62 | | |
| Total | 8604 | 0.12±0.74 | 0.12±0.72 | 0.11±0.59 | 0.10±0.62 | 0.09±0.43 | 0.11±0.62 | | |

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

사선 관계종사자의 개인피폭선량의 값은 연간 최대 50 mSv 5년간 100 mSv으로 규정하고 있다. 따라서 ICRP에서 제시하고 있는 100 mSv 5년$^{-1}$을 초과하지 않기 위해서는 5 mSv 분기$^{-1}$ 또는 20 mSv 년$^{-1}$ 미만이 되도록 피폭선량을 관리할 필요가 있다. 이에 일반병원 및 치과병원의 방사선 관계종사자 피폭선량을 비교분석함으로써 방사선에 의한 장해를 방지하고 ICRP에서 권고하는 피폭선량을 넘지 않기 위해서 개인피폭선량관리시스템 및 피폭선량 기록조회 시스템 구축, 방사선 방호체계를 위한 계획수립, 선량초과 예상자 모니터링을 위한 기초자료 및 도움이 되고자 본 연구를 실시하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 조사대상

2008년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지 전국지역 일반병원 및 치과병원의 방사선 관계종사자 개인피폭선량 측정 대상자 5,811명 중 1년간 분기별 피폭선량 자료 23,244건과 5년간 개인피폭 대상건수 116,220건을 대상으로 분석하였다.

### 2. 조사방법

본 연구에서 사용한 개인피폭선량계로는 집적선량의 측

**Table 3.** The average dose per year in the job (unit: mSv)

| Deep dose | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Jobs | Years | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total | F-value | p |
| | N (Person) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 5116 | 0.11 ± 0.51[b] | 0.09 ± 0.65[b] | 0.08 ± 0.34[b] | 0.07 ± 0.41[b] | 0.08 ± 0.75[b] | 0.09 ± 0.53 | 15.326 | 0.000*** |
| Nurse | 928 | 0.15 ± 0.49[c] | 0.12 ± 0.50[c] | 0.13 ± 0.42[c] | 0.13 ± 0.41[c] | 0.09 ± 0.35[c] | 0.12 ± 0.43 | | |
| R.T[1)] | 6044 | 0.38 ± 0.83[d] | 0.30 ± 0.87[d] | 0.27 ± 0.80[d] | 0.27 ± 0.84[d] | 0.22 ± 0.86[d] | 0.29 ± 0.84[d] | | |
| Dentist | 6508 | 0.06 ± 0.23[a] | 0.05 ± 0.22[a] | 0.04 ± 0.17[a] | 0.05 ± 0.14[a] | 0.04 ± 0.43[a] | 0.05 ± 0.24 | | |
| D. Hygienists | 2788 | 0.14 ± 0.27[c] | 0.14 ± 0.13[c] | 0.13 ± 0.22[c] | 0.13 ± 0.17[c] | 0.11 ± 0.10[c] | 0.13 ± 0.18 | | |
| Other | 1860 | 0.05 ± 0.36[a] | 0.05 ± 0.48[a] | 0.04 ± 0.39[a] | 0.04 ± 0.42[a] | 0.04 ± 0.46[a] | 0.04 ± 0.42 | | |
| Total | 23244 | 0.15 ± 0.45 | 0.13 ± 0.47 | 0.12 ± 0.39 | 0.12 ± 0.40 | 0.10 ± 0.49 | 0.12 ± 0.44 | | |
| Shallow dose | | | | | | | | | |
| Jobs | Years | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Total | F-value | p |
| | N (Person) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 5116 | 0.12 ± 0.51[b] | 0.09 ± 0.67[b] | 0.09 ± 0.45[b] | 0.08 ± 0.44[b] | 0.08 ± 0.86[b] | 0.09 ± 0.59 | 18.541 | 0.000*** |
| Nurse | 928 | 0.16 ± 0.50[c] | 0.12 ± 0.49[c] | 0.13 ± 0.40[c] | 0.14 ± 0.44[c] | 0.09 ± 0.39[c] | 0.13 ± 0.44 | | |
| R.T | 6044 | 0.34 ± 0.87[d] | 0.31 ± 0.91[d] | 0.29 ± 0.88[d] | 0.28 ± 0.96[d] | 0.24 ± 0.95[d] | 0.29 ± 0.91 | | |
| Dentist | 6508 | 0.06 ± 0.26[a] | 0.05 ± 0.24[a] | 0.05 ± 0.18[a] | 0.05 ± 0.16[a] | 0.04 ± 0.45[a] | 0.05 ± 0.26 | | |
| D. Hygienists | 2788 | 0.16 ± 0.28[c] | 0.15 ± 0.13[c] | 0.15 ± 0.26[c] | 0.13 ± 0.19[c] | 0.11 ± 0.10[c] | 0.14 ± 0.19 | | |
| Other | 1860 | 0.06 ± 0.37[a] | 0.05 ± 0.53[a] | 0.05 ± 0.39[a] | 0.04 ± 0.43[a] | 0.04 ± 0.48[a] | 0.05 ± 0.44 | | |
| Total | 23244 | 0.15 ± 0.46 | 0.13 ± 0.50 | 0.13 ± 0.43 | 0.12 ± 0.44 | 0.10 ± 0.54 | 0.13 ± 0.47 | | |

Note: Interaction effect p-value with two-way ANOVA model. Post Hoc study is Scheffé method. Letters of the alphabet correspond to groups in regards to different levels. ***p < 0.001.
[1)] R.T: Radiological Technologists.

정이 용이하며 선량의 감퇴현상이 적고 정밀도가 우수한 열형광선량계 (Thermoluminescent dosimeter, TLD)를 이용하였고 측정된 방사선량을 판독수행기관에서 판독한 매 분기마다 방사선 관계종사자의 TLD에 누적된 피폭선량의 측정결과를 한 건으로 하여 2008년부터 2012년까지 5년간의 심부선량과 표면선량에 대한 자료 116,220건을 수집하여 조사하였다. 조사 대상에 포함된 방사선 관계종사자로는 방사선사, 간호직, 의사, 치과의사, 치과위생사, 기타 (연구원, 보조원)있었으며 5년 동안 이직을 한 경우나 5년 미만의 조사기록은 모두 제외하였다. 피폭 기간은 한 분기가 3개월로 하고 1개월을 개인의 휴가와 국경일 등을 모두 배제하고 20일로 계산하였다. 분석방법은 일반병원과 치과병원의 비교, 각 병원의 직종별로 나누어 연도별 평균과 분기별 평균으로 나누어 분석하였고, 심부선량과 표면선량으로 나누어 분석하였다.

### 3. 통계분석

자료 분석은 SPSS 통계프로그램 ver.15.0을 이용하였으며, 피폭선량의 차이는 이원배치분산분석 (two-way ANOVA)을 사용하였고, 유의한 차이가 파악되는 경우 사후분석으로 두 집단에서 Tukey와 세 집단 이상에서는 Scheffé의 다중비교 방법을 적용하여 집단 간 차이를 분석하였다. 본 연구의 유의성 판단은 유의수준 $p < 0.05$에서 실시되었다.

## 결 과

본 연구의 결과 일반병원 및 치과병원의 방사선 관계종사자의 직종별로 나누어 결과를 도출하였으며, 직종별로 의사직 1,279명, 간호직 232명, 방사선사 1,511명, 치과의사 1,627명, 치과위생사 697명, 기타 (연구원, 보조원 등) 465명 총 5,811명의 피폭선량 자료를 심부선량과 표면선량을 나누었으며, 결과는 다음과 같다.

### 1. 일반병원과 치과병원의 방사선 관계종사자 피폭선량 비교

1) 일반병원과 치과병원과의 연도별 평균 피폭선량 비교

일반병원과 치과병원의 평균 피폭선량은 Table 1에서 보는 바와 같이 5년간 평균 피폭선량의 비교에서 심부선량은 일반병원 0.18 ± 0.77 mSv, 치과병원 0.11 ± 0.63 mSv로 나타났으며, 표면선량은 일반병원 0.19 ± 0.81 mSv, 치과병원 0.11 ± 0.62 mSv로 차이가 있었으며 통계적으로 유의한 차이가 있다.

2) 일반병원과 치과병원과의 분기별 평균 피폭선량 비교

일반병원과 치과병원과의 분기별 평균 피폭선량은 Table 2에서 보는 바와 같이 2008년 3/4분기 치과병원의 심부 및 표면선량이 높게 측정이 되었으나 전체적인 평균 피폭선량

**Table 4.** The average deep dose per quarter in the job (unit: mSv)

| 2008 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Deep dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.09 ± 0.51 | 0.12 ± 0.68 | 0.15 ± 0.40 | 0.09 ± 0.41 | 0.11 ± 0.50 | 4.126 | 0.492 |
| Nurse | 232 | 0.11 ± 0.44 | 0.15 ± 0.48 | 0.20 ± 0.61 | 0.13 ± 0.42 | 0.15 ± 0.49 | | |
| R.T | 1511 | 0.28 ± 0.76 | 0.34 ± 0.92 | 0.39 ± 0.87 | 0.31 ± 0.73 | 0.33 ± 0.82 | | |
| Dentist | 1627 | 0.06 ± 0.10 | 0.06 ± 0.07 | 0.06 ± 0.36 | 0.06 ± 0.26 | 0.06 ± 0.20 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.15 ± 0.24 | 0.14 ± 0.27 | 0.14 ± 0.34 | 0.14 ± 0.22 | 0.14 ± 0.27 | | |
| Other | 465 | 0.06 ± 0.27 | 0.08 ± 0.25 | 0.07 ± 0.26 | 0.05 ± 0.54 | 0.06 ± 0.33 | | |
| Total | 5,811 | 0.13 ± 0.39 | 0.15 ± 0.44 | 0.17 ± 0.47 | 0.13 ± 0.43 | 0.15 ± 0.45 | | |
| 2009 | | | | | | | | |
| Deep dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.11 ± 1.07 | 0.09 ± 0.39 | 0.07 ± 0.38 | 0.09 ± 0.49 | 0.09 ± 0.58 | 5.325 | 0.318 |
| Nurse | 232 | 0.10 ± 0.29 | 0.08 ± 0.39 | 0.11 ± 0.40 | 0.16 ± 0.78 | 0.11 ± 0.47 | | |
| R.T | 1511 | 0.29 ± 0.80 | 0.34 ± 0.94 | 0.27 ± 0.81 | 0.29 ± 0.91 | 0.30 ± 0.87 | | |
| Dentist | 1627 | 0.06 ± 0.33 | 0.05 ± 0.18 | 0.04 ± 0.10 | 0.04 ± 0.22 | 0.05 ± 0.21 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.16 ± 0.15 | 0.14 ± 0.08 | 0.15 ± 0.12 | 0.14 ± 0.15 | 0.15 ± 0.13 | | |
| Other | 465 | 0.08 ± 0.86 | 0.06 ± 0.26 | 0.05 ± 0.23 | 0.05 ± 0.32 | 0.06 ± 0.42 | | |
| Total | 5,811 | 0.13 ± 0.42 | 0.13 ± 0.37 | 0.12 ± 0.34 | 0.13 ± 0.48 | 0.13 ± 0.47 | | |
| 2010 | | | | | | | | |
| Deep dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.09 ± 0.43 | 0.08 ± 0.31 | 0.07 ± 0.31 | 0.08 ± 0.27 | 0.08 ± 0.33 | 4.729 | 0.517 |
| Nurse | 232 | 0.18 ± 0.61 | 0.13 ± 0.41 | 0.11 ± 0.36 | 0.10 ± 0.20 | 0.13 ± 0.40 | | |
| R.T | 1511 | 0.28 ± 0.81 | 0.27 ± 0.74 | 0.25 ± 0.71 | 0.29 ± 0.94 | 0.27 ± 0.80 | | |
| Dentist | 1627 | 0.05 ± 0.27 | 0.04 ± 0.16 | 0.03 ± 0.09 | 0.05 ± 0.11 | 0.04 ± 0.16 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.14 ± 0.23 | 0.15 ± 0.12 | 0.13 ± 0.20 | 0.11 ± 0.30 | 0.13 ± 0.21 | | |
| Other | 465 | 0.06 ± 0.44 | 0.05 ± 0.33 | 0.05 ± 0.34 | 0.05 ± 0.43 | 0.05 ± 0.39 | | |
| Total | 5,811 | 0.13 ± 0.47 | 0.12 ± 0.35 | 0.11 ± 0.34 | 0.11 ± 0.38 | 0.12 ± 0.39 | | |
| 2011 | | | | | | | | |
| Deep dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.08 ± 0.28 | 0.08 ± 0.30 | 0.10 ± 0.46 | 0.07 ± 0.41 | 0.08 ± 0.36 | 4.913 | 0.524 |
| Nurse | 232 | 0.10 ± 0.27 | 0.12 ± 0.34 | 0.14 ± 0.30 | 0.17 ± 0.62 | 0.11 ± 0.38 | | |
| R.T | 1511 | 0.26 ± 0.88 | 0.24 ± 0.63 | 0.30 ± 0.89 | 0.27 ± 0.94 | 0.27 ± 0.84 | | |
| Dentist | 1627 | 0.04 ± 0.12 | 0.05 ± 0.12 | 0.06 ± 0.19 | 0.03 ± 0.12 | 0.05 ± 0.14 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.12 ± 0.20 | 0.13 ± 0.18 | 0.12 ± 0.18 | 0.14 ± 0.10 | 0.13 ± 0.17 | | |
| Other | 465 | 0.05 ± 0.36 | 0.05 ± 0.46 | 0.05 ± 0.40 | 0.04 ± 0.46 | 0.05 ± 0.42 | | |
| Total | 5,811 | 0.11 ± 0.35 | 0.11 ± 0.29 | 0.13 ± 0.40 | 0.12 ± 0.44 | 0.12 ± 0.40 | | |

은 동일하게 나왔으며 치과병원과 일반병원과의 피폭선량 값의 차이가 크게 나타났다.

### 2. 각 병원 직종별 피폭선량

1) 직종별 연도별 평균 피폭선량 비교

직종별 연도별 평균 피폭선량은 Table 3에서 나타난 바와

**Table 4.** Continued

| Jobs | 2012 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Deep dose | | | | | | | |
| | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.05 ± 0.29 | 0.07 ± 0.60 | 0.09 ± 1.22 | 0.08 ± 0.53 | 0.07 ± 0.66 | 5.172 | 0.423 |
| Nurse | 232 | 0.11 ± 0.40 | 0.07 ± 0.25 | 0.12 ± 0.48 | 0.07 ± 0.28 | 0.09 ± 0.35 | | |
| R.T | 1511 | 0.23 ± 0.88 | 0.20 ± 0.83 | 0.21 ± 0.92 | 0.25 ± 0.81 | 0.22 ± 0.86 | | |
| Dentist | 1627 | 0.03 ± 0.11 | 0.04 ± 0.55 | 0.04 ± 0.60 | 0.03 ± 0.20 | 0.04 ± 0.37 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.14 ± 0.08 | 0.12 ± 0.15 | 0.11 ± 0.06 | 0.10 ± 0.08 | 0.12 ± 0.09 | | |
| Other | 465 | 0.06 ± 0.39 | 0.05 ± 0.45 | 0.04 ± 0.33 | 0.04 ± 0.61 | 0.05 ± 0.45 | | |
| Total | 5,811 | 0.10 ± 0.36 | 0.09 ± 0.47 | 0.10 ± 0.60 | 0.10 ± 0.42 | 0.10 ± 0.49 | | |

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

같이 5년간 평균 피폭선량의 비교에서는 심부선량은 방사선사가 0.29 ± 0.84 mSv로 가장 높았으며, 다음으로 치과위생사 0.13 ± 0.18 mSv, 간호직 0.12 ± 0.43 mSv, 의사 0.09 ± 0.53 mSv, 치과의사 0.05 ± 0.24 mSv, 기타 (연구원, 보조원 등) 0.04 ± 0.42 mSv로서 수치를 나타내었다. 표면선량의 경우에도 방사선사가 0.29 ± 0.91 mSv, 치과위생사 0.14 ± 0.19 mSv, 간호직 0.13 ± 0.44 mSv, 의사 0.09 ± 0.59 mSv, 치과의사 0.05 ± 0.26 mSv와 기타 0.05 ± 0.44 mSv로서 같은 수치를 나타내었다. 심부선량과 표면선량 모두 방사선사가 다른 직종에 비해 월등히 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

2) 직종별 분기별 평균 피폭선량의 비교

직종별 분기별 평균 피폭선량은 Table 4와 Table 5로 나누어 심부선량과 표면선량을 나누어서 비교하였다. 방사선사가 다른 직종에 비해 심부선량과 표면선량의 값이 높게 나타났으며, 특히 방사선 관계종사자의 직종 중에서 방사선사와 치과의사 차이가 가장 큰 양상을 보였으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

## 고 찰

우리나라에서도 1913년 처음 X선 장치가 도입된 이래 방사선은 원자력 발전소 및 병원 등에서 다방면으로 이용됨으로써 많은 방사선 종사자들이 방사선 구역 내에서 노출기회가 많아지고 있다 (Jeong *et al*. 2000; 정 등 2005). 이와 같이 노출 기회가 증가되면서 방사선 취급 작업종사자의 피폭선량측정에 대한 중요성이 높아지고 있다 (Dong *et al*. 2009).

방사선이 이용되는 분야에서 대부분은 전리 방사선을 사용하고 있어서 (Sorenson 1986) 방사선이 인체에 피폭이 되면 물리적, 화학적, 생화학적인 단계를 거쳐 생물학적인 작용으로 결정론적 영향 (Deterministic effect)과 확률론적 영향 (Stochastic effect)이 나타나게 된다. 결정론적 영향은 피폭을 받으면 누구에게서나 신체의 변화가 나타나고 선량에 비례하여 신체의 영향이 달라지며 효과가 나타나기까지 일정한 선량 (역치선량)이 필요한 경우이고, 확률론적 영향은 적은 양의 피폭선량에서도 암이나 중대한 유전적인 변화가 일어날 수 있다는 것을 말한다 (ICRP Publication 60 1990).

ICRP 1997 보고서에 의하면 의료방사선 관계종사자의 경우 대부분 연간 0.1~1 mSv 정도의 피폭이 장기적으로 발생될 가능성이 많음을 시사하고 있는데 이는 아주 극히 적은 양이므로 방사선 영향 평가 시 확률론적 영향에 근간을 두고 있음을 보여주는 내용이라 이해할 수 있다 (Ryu 2005). 따라서 병원 내 방사선 관계종사자들의 건강평가는 확률론적 영향의 개념으로서 접근이 요구되고 직업상의 방사선 피폭을 최소화하여 신체적인 장해를 방지하기 위해 1928년 결성된 국제방사선방어위원회 (Internatinal Commission on Radiological Protection, ICRP)에서는 직업상의 피폭을 연간 최대 50 mSv, 5년간 100 mSv를 초과하지 않는 범위 내로 규정하고 있으며, 연간 평균 20 mSv 또는 분기별 5 mSv를 넘지 않도록 권고하고 있다 (Alepen 1990; Hall 1994; Wanger *et al*. 1994; Ryu 2005).

본 연구에서는 일반병원과 치과병원에서 근무하는 방사선 관계종사자의 직종별 5년간 개인피폭선량을 추적조사하였으며, 일반병원 치과병원의 피폭선량 비교, 각 병원의 직종별 평균 피폭선량을 비교하였다.

일반병원과 치과병원과의 평균 피폭선량은 Table 1과 같이 일반병원이 치과병원보다 심부선량과 표면선량 모두 높은 피폭선량 값을 나타내었으며, 이는 일반병원에서는 핵의학과, 방사선종양학과, CT, 일반촬영 등 거의 모든 방사선발생장치를 사용하나 치과병원에서는 방사선발생장치 사용이 제한적이어서 피폭선량에서 차이점을 알 수 있었다. 그러나 2000년 이후 치과병원에서의 임플란트 등의 새로운 술식의 도입으로 파노라마 및 두부규격 방사선사진 촬영기기의 보

**Table 5.** The average shall dose per quarter in the job (unit: mSv)

| 2008 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Shallow dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.09 ± 0.49 | 0.12 ± 0.70 | 0.15 ± 0.40 | 0.10 ± 0.40 | 0.12 ± 0.50 | 8.397 | 0.312 |
| Nurse | 232 | 0.11 ± 0.42 | 0.15 ± 0.48 | 0.21 ± 0.66 | 0.13 ± 0.40 | 0.15 ± 0.49 | | |
| R.T | 1511 | 0.32 ± 0.84 | 0.35 ± 0.95 | 0.37 ± 0.91 | 0.34 ± 0.77 | 0.35 ± 0.87 | | |
| Dentist | 1627 | 0.06 ± 0.10 | 0.05 ± 0.08 | 0.08 ± 0.36 | 0.06 ± 0.34 | 0.06 ± 0.20 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.16 ± 0.23 | 0.18 ± 0.26 | 0.13 ± 0.35 | 0.17 ± 0.27 | 0.16 ± 0.28 | | |
| Other | 465 | 0.08 ± 0.27 | 0.07 ± 0.25 | 0.08 ± 0.27 | 0.05 ± 0.54 | 0.07 ± 0.33 | | |
| Total | 5,811 | 0.14 ± 0.39 | 0.15 ± 0.45 | 0.17 ± 0.49 | 0.14 ± 0.45 | 0.15 ± 0.46 | | |
| 2009 | | | | | | | | |
| Shallow dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.11 ± 1.08 | 0.09 ± 0.40 | 0.08 ± 0.42 | 0.10 ± 0.54 | 0.10 ± 0.36 | 7.181 | 0.459 |
| Nurse | 232 | 0.10 ± 0.28 | 0.09 ± 0.44 | 0.10 ± 0.37 | 0.16 ± 0.75 | 0.11 ± 0.46 | | |
| R.T | 1511 | 0.30 ± 0.82 | 0.36 ± 1.05 | 0.28 ± 0.84 | 0.30 ± 0.92 | 0.31 ± 0.91 | | |
| Dentist | 1627 | 0.06 ± 0.32 | 0.05 ± 0.20 | 0.04 ± 0.12 | 0.04 ± 0.28 | 0.05 ± 0.23 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.16 ± 0.15 | 0.15 ± 0.09 | 0.15 ± 0.14 | 0.15 ± 0.15 | 0.15 ± 0.13 | | |
| Other | 465 | 0.05 ± 0.96 | 0.07 ± 0.26 | 0.07 ± 0.23 | 0.04 ± 0.32 | 0.06 ± 0.44 | | |
| Total | 5,811 | 0.13 ± 0.45 | 0.14 ± 0.41 | 0.12 ± 0.35 | 0.13 ± 0.49 | 0.13 ± 0.50 | | |
| 2010 | | | | | | | | |
| Shallow dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.10 ± 0.61 | 0.09 ± 0.44 | 0.07 ± 0.36 | 0.09 ± 0.31 | 0.09 ± 0.43 | 5.135 | 0.513 |
| Nurse | 232 | 0.17 ± 0.57 | 0.13 ± 0.40 | 0.11 ± 0.36 | 0.10 ± 0.20 | 0.13 ± 0.38 | | |
| R.T | 1511 | 0.30 ± 0.88 | 0.29 ± 0.79 | 0.28 ± 0.90 | 0.30 ± 0.95 | 0.29 ± 0.88 | | |
| Dentist | 1627 | 0.05 ± 0.28 | 0.04 ± 0.16 | 0.03 ± 0.10 | 0.05 ± 0.12 | 0.04 ± 0.17 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.16 ± 0.26 | 0.15 ± 0.13 | 0.14 ± 0.22 | 0.18 ± 0.35 | 0.16 ± 0.24 | | |
| Other | 465 | 0.06 ± 0.44 | 0.05 ± 0.34 | 0.05 ± 0.34 | 0.04 ± 0.44 | 0.05 ± 0.39 | | |
| Total | 5,811 | 0.14 ± 0.51 | 0.13 ± 0.38 | 0.11 ± 0.38 | 0.13 ± 0.40 | 0.12 ± 0.43 | | |
| 2011 | | | | | | | | |
| Shallow dose | | | | | | | | |
| Jobs | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.08 ± 0.32 | 0.08 ± 0.31 | 0.11 ± 0.46 | 0.08 ± 0.44 | 0.09 ± 0.38 | 0.651 | 0.472 |
| Nurse | 232 | 0.11 ± 0.26 | 0.12 ± 0.36 | 0.14 ± 0.30 | 0.18 ± 0.69 | 0.14 ± 0.40 | | |
| R.T | 1511 | 0.28 ± 1.12 | 0.26 ± 0.80 | 0.32 ± 0.93 | 0.28 ± 0.96 | 0.29 ± 0.95 | | |
| Dentist | 1627 | 0.05 ± 0.13 | 0.05 ± 0.13 | 0.07 ± 0.22 | 0.04 ± 0.13 | 0.05 ± 0.15 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.16 ± 0.23 | 0.12 ± 0.19 | 0.15 ± 0.19 | 0.14 ± 0.11 | 0.14 ± 0.18 | | |
| Other | 465 | 0.06 ± 0.36 | 0.05 ± 0.46 | 0.06 ± 0.42 | 0.04 ± 0.46 | 0.05 ± 0.43 | | |
| Total | 5,811 | 0.12 ± 0.40 | 0.11 ± 0.38 | 0.14 ± 0.42 | 0.13 ± 0.47 | 0.12 ± 0.44 | | |

급으로 방사선 피폭선량 증가를 고려하여 치과병원에서 근무하는 방사선 관계종사자들의 개인피폭선량의 관리 및 차폐시설 설치 등 방사선 안전관리 수칙의 준수에 대한 보다 철저한 지도와 감독이 필요할 것으로 생각된다 (Lee 2004). 각 병원 근무 직종별로 분석한 연도별 피폭선량을 비교하여 볼 때 Table 3과 같이 방사선사, 치과위생사, 간호직, 의사,

**Table 5.** Continued.

| Jobs | 2012 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Shallow dose | | | | | | | |
| | Quarter | 1/4 | 2/4 | 3/4 | 4/4 | Total | F-value | p |
| | N (No.) | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | GM ± GSD | | |
| Doctor | 1279 | 0.06 ± 0.29 | 0.08 ± 0.77 | 0.10 ± 1.42 | 0.08 ± 0.53 | 0.08 ± 0.75 | 0.452 | 0.635 |
| Nurse | 232 | 0.11 ± 0.39 | 0.07 ± 0.27 | 0.13 ± 0.57 | 0.08 ± 0.33 | 0.10 ± 0.39 | | |
| R.T | 1511 | 0.24 ± 0.94 | 0.22 ± 0.88 | 0.22 ± 1.09 | 0.27 ± 0.86 | 0.24 ± 0.94 | | |
| Dentist | 1627 | 0.03 ± 0.11 | 0.04 ± 0.64 | 0.05 ± 0.58 | 0.04 ± 0.21 | 0.04 ± 0.39 | | |
| D. Hygienists | 697 | 0.13 ± 0.08 | 0.10 ± 0.15 | 0.12 ± 0.07 | 0.11 ± 0.09 | 0.12 ± 0.10 | | |
| Other | 465 | 0.06 ± 0.39 | 0.05 ± 0.56 | 0.05 ± 0.35 | 0.05 ± 0.58 | 0.05 ± 0.47 | | |
| Total | 5,811 | 0.11 ± 0.37 | 0.09 ± 0.55 | 0.11 ± 0.68 | 0.11 ± 0.43 | 0.10 ± 0.41 | | |

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

치과의사, 기타 (연구원, 보조원) 순으로 나타났는데 이는 방사선사가 다른 직종에 비해 방사선 발생장치의 사용빈도가 월등히 많아 방사선에 대해 노출될 수 있는 시간과 기회가 많기 때문인 것으로 사료되며 또한 치과위생사의 피폭선량 높다는 점을 고려하여 치과위생사의 방사선에 대한 안전관리에 관한 교육과 감독이 필요하다고 사료된다 (박 1993). 실제로도 구강의료기관에서 방사선촬영업무는 치과위생사가 가장 많이 하고 있는 것으로 조사되었다 (Lee 2004). 때문에 치과위생사의 방사선 지식을 위한 교육자료 개발 등 치과병원에서의 방사선 안전에 대한 인식의 변화가 필요하다.

본 연구의 제한점은 2008년 이전의 방사선 관계종사자들은 조사대상에서 제외되었다. 연도별, 분기별 평균 피폭선량의 차이가 있게 나온 것은 각 병원별 근무환경이나 근무조건 등이 객관적인 기준에서 나온 것이 아니므로 향후 객관적인 평가분석방법이 연구되어 방사선 관계종사자들의 방사선피폭을 최소화시키는 데 만전을 기해야 할 것이다.

## 결 론

최근 치과병원 구강 내 방사선촬영의 피폭선량에 대한 관심이 증대됨에 따라 치과병원에서 근무하는 방사선 관계종사자의 피폭선량에 관한 조사와 연구의 필요성이 대두되고 있다. 이에 일반병원과 치과병원에서 근무하는 방사선 관계종사자들의 개인피폭선량을 추적 조사해 보고 일반병원과 치과병원의 방사선피폭의 관리 상태를 분석하여 방사선에 의한 장해위험도를 예상해 보고 방사선 관계종사자들의 건강관리를 위한 예방차원과 방사선피폭의 위험에 대한 경각심을 고취시켜 주며 특히 치과병원의 방사선 안전의식의 변화를 주어 방사선피폭을 최소화하기 위해 본 연구를 실시하였다. 2008년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지 전국지역 일반병원 및 치과병원에서 근무하는 방사선 관계종사자들의 개인피폭선량 측정대상자 중 5,811명에 대한 5년간 분기별 연도별 피폭선량 자료 116,220건을 대상으로 일반병원과 치과병원과의 비교, 각 병원의 방사선 관계종사자 직종별 평균 피폭선량 비교를 연도별 평균과 분기별 평균을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

치과병원과 병원과의 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량 모두 일반병원이 치과병원보다 평균적으로 방사선 피폭선량이 유의하게 높게 관찰되었다. 각 병원 직종별 평균 피폭선량은 심부선량과 표면선량 모두 방사선사가 타 직종에 비해 높게 나타났으며, 방사선사와 치과의사에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 방사선 관계종사자의 5년간의 피폭선량 자료에서는 국제방사선방어위원회 (ICRP)에서 권고하는 선량한도 (연간 최대 50 mSv)를 초과하지 않는 범위 내에서 피폭을 받는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 일반병원과 치과병원에서 근무하는 방사선 관계종사자의 피폭선량은 국제방사선방어위원회에서 권고하는 허용범위를 초과한 경우는 없었다. 하지만 피폭선량이 허용 범위 내에 있다고 하여도 장기간 근무를 고려했을 시 누적 피폭선량을 간과할 수 없으므로 외부피폭 방사선방호 3원칙을 적용한 방호체계를 위한 계획을 수립하고, 적절한 피폭선량관리프로그램 개발이 요구되어진다. 또한 각자 스스로가 방사선으로부터 방어할 수 있도록 방사선 안전에 대한 관심과 의식이 필요하며 각 병원별 방사선 안전관리자의 지속적인 지도와 감독이 필요하다. 특히 상대적으로 방사선 지식이 부족한 치과위생사의 방사선방호와 장해에 관한 정기적인 교육 · 훈련 프로그램 개발 및 도입이 필요하다고 생각된다. 또한 각 병원별 근무환경이나 근무조건 등이 객관적인 기준에서 나온 것이 아니므로 향후 객관적인 평가분석방법이 연구되어 방사선 관계종사자들의 방사선피폭을 최소화시키는 데 만전을 기해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

김낙상. 2000. 진단방사선에 종사하는 방사선사의 방사선 방어에 관한 의식조사. 경산대학교 보건대학원 석사학위논문.

남정우. 1972. Studies on Population Exposures due to Medical Radiations (I). 국립보건원보. **9**:27-39.

박명제. 1993. 부산지역 방사선사의 업무실태에 관한 연구. 인제대학교 보건대학원 석사학위논문.

여영복. 1993. 방사선의 추세변동에 관한 연구. 중앙대학교 행정대학원 석사학위 논문.

오현진. 2005. 우리나라 방사선 관계종사자의 피폭선량관리. 방사선진단부문 피폭선량측정의 실제. pp. 5-14.

윤철호, 황상용. 1984. 방사선이 일반보건에 미치는 영향에 관한 고찰. 최신의학. **27**(4):113-127.

정홍량, 임청환, 이만구. 2005. 전국 종합병원 방사선사의 개인피폭선량에 대한 고찰. 방사선기술과학. **28**(2):137-144.

Alepen EL. 1990. Radiation Biophysics. Prentice-Hall International Inc.

Dong KR, Kim CB, Park YS, Kim CN, Won JU and Roh JH. 2009. A Study of Individual Dose for Radiological Technologists Working with Eadiation. *J Korean Soc. Indoor Environ*. **6**(1):38-47.

Hall EJ. 1994. Radiobiology for the Radiologist, 4th edition, J.B.Lippincott Co.

ICRP Report No. 103. 1997. Recommendation of the International Commission on Radiological Protection. Pergamon Press.

Jeong TS, Shin BC, Moon CW, Cho YD and Lee YH. 2000. The Analysis of Radiation Exposure of Hospital Radiation Workers. *Radiat. Oncol. J*. **18**(2):157-166.

Jo JS. 1976. History of Korea Radiation Medicine. *Journal of The Korean Radiological Technologist Association* **9**(1):7-29.

Lee HH. 1991. Management on Radiation Exposure of Radiological Technologist Working in Medical Facility. Graduate School of Public Health Kyungpook National University.

Lee KH. 2004. A Study on Radiation Safety Management by Dental Hygienist. Graduate School of Dankook University.

Lee KM. 2004. 5 Years Study on Radiation Exposure Doses of Radiation Worker's at Dental Hospitals and Clinics. Graduate School of Dankook University.

Rhim JD. 2000. A comparative Analysis of Personnel Awareness for the Safety Management Rule in Dignosis-pupose Radiation. Graduate School of Administrative Science Yonsei University.

Ryu JK. 2005. Hematological & chemical index change due to low level radiation exposure among hosital workers. Graduate School of Public Health Seoul National University.

Sorenson JA. 1986. Perception of Radiation Hazards, Seminars in Nuclear Medicine 16, pp. 158-170.

Wanger RH, Boles MA and Henkin RE. 1994. Treatment of radiation exposure and contamination. *Radiographics* **14**(2):387-396.

Received: 1 March 2015
Revised: 6 March 2015
Revision accepted: 7 March 2015