

원 저

응급실에서 이동식 단순 X-선 검사와 피폭선량과의 상관관계: 코호트 연구

한림대학교성심병원 응급의학교실

김유정 · 안희철 · 손유동 · 안지윤 · 박승민 · 이원웅 · 이영환

Correlation between the Portable X-ray and the Radiation Exposure dose in the Emergency Department: Cohort Study

Yu Jung Kim, M.D., Hee Cheol Ahn, M.D., You Dong Sohn, M.D., Ji Yoon Ahn, M.D.,
Seung Min Park, M.D., Won Woong Lee, M.D., Young Hwan Lee, M.D.

Department of Emergency Medicine, College of Medicine, Hallym University, Anyang, Korea

Purpose: This study was conducted in order to determine the relationship between the number of portable X-rays and the radiation exposure dose for emergency medical service providers working in the emergency department (ED).

Methods: A prospective study was conducted from February 15, 2013 to May 15, 2013 in the ED in an urban hospital. Six residents, seven emergency medical technicians (EMT), and 24 nurses were enrolled. They wore a personal radiation dosimeter on their upper chest while working in the ED, and they stayed away from the portable X-ray unit at a distance of at least 1.8 m when the X-ray beam was generated.

Results: The total number of portable x-rays was 2089. The average total radiation exposure dose of emergency medical service providers was 0.504 ± 0.037 mSv, and it was highest in the EMT group, 0.85(0.58-1.08) mSv. The average of the total number of portable X-rays was highest in the doctor group, 728.5(657.25-809). The relationship between the number of portable X-rays and the radiation exposure dose was not statistically significant(-0.186, $p=0.269$).

Conclusion: Under the condition of staying away from the portable X-ray unit at a distance of least 1.8 m, the relationship between the number of portable X-rays and the radiation exposure dose was not statistically significant.

Key Words: X-Rays, Occupational exposure, Radiation dosage

서 론

이동식 단순 X-선 검사는 환자를 환자감시장치에서 떼어낼 필요 없이 현장에서 영상을 얻을 수 있기 때문에 응급실과 중환자실에서 많이 이용한다. 하지만 의료진은 전리방사선에 의한 방사선 피폭의 위험에 놓이게 된다¹⁻³. 전

리방사선은 갑상선 암과 뇌종양을 비롯한 여러 암의 발생뿐만 아니라 Alzheimer's disease 등의 발병 위험도 증가시킨다^{4,7}.

전리방사선에 노출될 위험이 많은 영상의학과 의사, 방사선사, 혈관조영술 관련 의사, 중재적방사선시술 관련 의사 등 방사선 관계 종사자들은 방사선 피폭 위험도가 높은 의료인들로 분류된다. 이들은 방사선 피폭 계측기 착용을 통해 정기적으로 방사선 피폭의 정도를 평가 및 관리 받고 있다⁸. 하지만 중환자실이나 응급실에 근무하는 의료진들의 방사선 피폭에 대한 관리는 미미하다. 중증질환자의 응급센터 이용이 증가하면서 중환자의 응급실 체류시간이 늘어나고, 또한 중증 외상환자의 증가로 인해 응급센터 내

투고일: 2013년 7월 18일

게재승인일: 2013년 9월 8일

책임저자: 이 영 환

경기도 안양시 동안구 관평로 170번길 22

한림대학교성심병원 응급의학과

Tel: 031) 380-4129, Fax: 031) 380-4130

E-mail: hwaniyo@naver.com

의 이동식 단순 X-선 검사의 시행 횟수도 증가하고 있다^{2,9-11)}. 그에 따라 응급센터 내의 근무자들의 방사선 피폭 위험도 증가할 수 밖에 없다.

2008년 Jeong 등¹²⁾은 응급의학과 의사를 대상으로 한 방사선 피폭량 측정 연구를 발표하였다. 하지만 이 연구는 의사 이외의 의료진은 포함하지 않았고, 응급실 외 특히 전산화단층촬영실에서의 방사선 피폭을 함께 고려하였다.

그래서 본 연구의 저자들은 응급실 내의 모든 근무자들을 대상으로 응급실 안에서만의 방사선 피폭량을 조사하고 직군별로 비교하였고, 이동식 단순 X-선 검사와 전리 방사선 노출 정도의 상관관계를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

이 전향적 코호트 연구는 참여기관의 임상연구 심의위원회의 승인을 받아 진행되었다. 경기 지역의 1개 대학병원 응급센터에서 시행되었고, 이 응급센터는 연간 약 75,000명 정도의 환자가 내원하며 중환 구역, 경환 구역, 그리고 소생술의 큰 3개의 구역으로 나누어져 있다. 항상 1명에서 3명의 응급의학과 전공의, 1명 혹은 2명의 응급 구조사, 그리고 5명에서 8명 정도의 간호사가 근무하고 있다. 연구기간은 2013년 2월 15일부터 2013년 5월 15일 까지 3개월간 진행되었다. 피험자 선정 기준은 응급의료센터 내의 응급의료인력으로 연구기간 내 휴직이나 퇴사의 계획이 없는 경우와 동의서를 작성한 경우이었다. 피험자 제외 기준은 1) 연구 기간 내 1개월 이상 휴직한 경우 2) 퇴사한 경우 3) 동의서를 작성하지 않은 경우 4) 임신한 경우 5) 선량계를 분실하거나 훼손한 경우였다.

방사선 노출 정도는 광자극형광선량계(Optically Stimulated Luminescence Dosimeter, OSLD, Landauer INC, U.S.A)로 측정하였다. OSLD는 Al₂O₃에 C가 함유된 파우더를 필름에 코팅하여 소자로 제조한 다음, 4개의 소자를 포함하는 슬라이드를 만들어 전용홀더에 끼워 사용하도록 되어 있다. 연구 기간 종료 후 각 선량계는 방사선 피폭선량 측정기관(한일원자력주식회사)에 판독을 의뢰하여 광자극형광선량계 판독기(Landauer ZPA-701 Auto200, Landauer INC, U.S.A)를 이용하여 방사선 피폭량을 측정하였다.

선량계는 연구 기간 동안 근무시간 내에 응급실 안에서만 착용하도록 하였고 응급실 밖으로 이동할 때에는 착용하지 않도록 하였다. 근무 외 시간에는 시금장치가 있는 밀폐된 보관함에 따로 보관하였으며 근무복의 가슴 부위의 가장 앞쪽에 착용하도록 교육하였다. 자연 방사선 피폭선량의 측정을 위해 응급의학과 외국에도 5개의 선량계를

두었다.

응급센터 내에서의 이동식 단순 X-선 검사시 영상의학과 기사가 촬영 직전에 “촬영하겠습니다.”라고 크게 외쳐 알리도록 하였고 주위에 있는 근무자들은 이동식 단순 X-선 발생장치로부터 최소 1.8 m 이상 거리를 유지하도록 하였다.

또한, 피험자의 성별, 피험자의 나이, 피험자의 직업, 연구기간 중 응급센터 근무 시간, 연구기간 중 응급센터 내 이동식 단순 X-선 검사 시행 횟수를 측정하였다.

통계는 SPSS 13.0 프로그램을 이용하였고, 각 군간 빈도분석은 Fisher's exact test를 이용하였고, 각 군의 연속적 변수는 중위수와 사분위수로도 표시하였다.

각 직군별 연속변수 비교는 Kruskal-Wallis test를 시행하였고 사후분석은 Tukey test using ranks를 사용하였다. 방사선량과 근무일수, 이동식 단순 X-선 검사 시행횟수는 Spearman 상관분석을 실시하였다. 이때 *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계학적인 유의성이 있는 것으로 하였다.

결 과

응급센터의 근무자는 응급의학과전공의 6명, 인턴 4명, 응급구조사 7명, 간호사 27명 등 총 44명이 있었으나 근무 기간이 1개월밖에 되지 않는 인턴 4명을 제외하여 총 40명을 대상으로 연구를 시작하였고, 연구 기간 중에 간호사 1명이 선량계의 훼손, 2명이 퇴사로 제외되어 총 37명이 연구 대상이 되었다(Fig. 1). 연구 기간은 2013년 2월 15일부터 2013년 5월 15일까지 3개월이었고, 응급센터 내에서 이동식 단순 X-선 검사는 총 2,089회 시행되었다. 이동식 단순 X-선 검사 종류별 시행횟수는 각각 경추검사 56회(2.68%), 흉부검사 1385회(66.30%), 복부검사 587회(28.10%), 골반뼈검사 51회(2.44%), 머리뼈검사 10회(0.48%)였다.

총 응급센터 평균 근무시간은 490.87 ± 14.57 시간이었고 중위수와 사분위수는 477.5(449.25-495.25)시간이었다. 각 직군별 응급센터 평균 근무 시간은 전공의 643.5(624.5-718.75)시간, 구조사 410(407.5-461)시간, 간호사 478.5(453-490.5)시간이었다(Table 1).

총 근무시간 내 이동식 단순 X-선 검사의 평균 시행횟수는 519.97 ± 18.03 회였고 중위수와 사분위수는 490(462.5-540.5)회였다. 각 직군별 총 근무시간 내 이동식 단순 방사선 검사 시행횟수의 평균은 전공의 728.5(657.25-809)회, 구조사 442(409-479)회, 간호사 429.5(463.5-518.5)회였다(Table 1).

연구 기간 동안 광자극형광선량계로 측정된 응급의학과

의국내 방사선 피폭량은 0.34 mSv였으며, 총 방사선 피폭 선량의 평균은 0.504 ± 0.037 mSv였고 중위수와 사분위

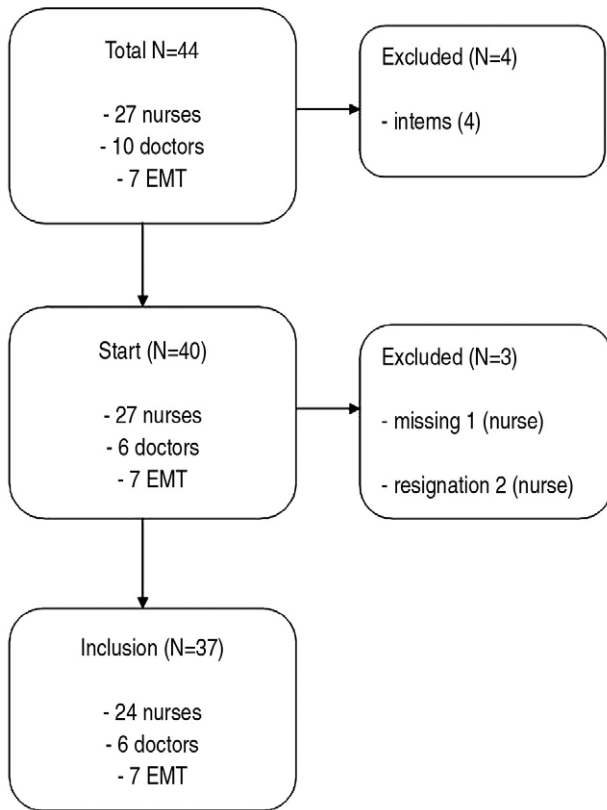


Fig. 1. Included ED physicians, nurses and EMT between February to May 2013

수는 0.41(0.35-0.56) mSv였다.

각 직군별 평균 방사선 피폭선량은 전공의 0.405(0.35-0.515) mSv, 구조사 0.85(0.58-1.08) mSv, 간호사 0.36(0.35-0.425) mSv로 각 직군별 평균 방사선 피폭선량은 통계적으로 유의한 차이를 보였고($p < 0.001$, Table 1), 직군별 근무시간당 평균 방사선 피폭선량은 전공의 0.602(0.542-0.793) mSv, 구조사 2.028(1.735-2.408) mSv, 간호사 0.828(0.751-0.901) mSv로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$, Table 1).

연구 대상 전체의 근무시간 내 이동식 단순 X-선 검사 시행횟수와 방사선 피폭선량과의 관계, 연구 기간 내 근무시간과 방사선 피폭선량과의 관계는 각각 통계적으로 유의하지 않았다($p=0.269$, $p=0.724$, Table 2).

고 찰

이 연구에서 알아보고자 했던 근무 시간내 이동식 단순 X-선 검사 시행횟수와 피폭선량의 상관관계는 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 이동식 단순 X-선 검사 시행시에 연구 대상자들에게 1.8 m 이상 거리를 유지하도록 하였기 때문인 것으로 생각된다. 식품의약품안전처에서 발간한 ‘방사선관계종사자를 위한 방사선안전관리 길잡이’에서는 방사선 방호의 3가지 원칙을 시간(Time), 거리(Distance), 차폐(Shield)로 정하고 있다¹³⁾. 즉, 노출 시간 감소, 적절한 거리 두기 그리고 적절한 차폐를 하는 것이

Table 1. The epidemiologic data and radiation exposure dose for ED physicians, nurses and EMT

	Doctor (n=6)	EMT (n=7)	Nurse (n=24)	p-value
Female	2 (33.3%) ^b	4 (57.1%) ^b	23 (95.8%) ^b	<0.001*
Age (years)	30 (28.5-32.25)	29 (28-32)	26.5 (25-30)	0.084
Working duration (hours)	643.5 (624.5-718.75) ^{ab}	410 (407.5-461) ^{ab}	478.5 (453-490.5) ^{ab}	<0.001*
Total number of portable X-Rays	728.5 (657.25-809) ^{ab}	442 (409-479) ^{ab}	492.5 (463.5-518.5) ^{ab}	<0.001*
Total exposure dose (mSv)	0.405 (0.35-0.515) ^a	0.85 (0.58-1.08) ^{ab}	0.36 (0.35-0.425) ^b	<0.001*
Total exposure dose per working hours (μ Sv/hr)	0.602 (0.542-0.793) ^{ab}	2.028 (1.735-2.408) ^{ab}	0.828 (0.751-0.901) ^{ab}	<0.001*

Values are expressed as the median and interquartile range or frequencies. * p -value<0.05

Quantitative variables for asymmetrical distribution are calculated using the Kruskal-Wallis test, with subsequent logarithmic transformation ranking for one-way ANOVA and then the Tukey post-hoc test.

ED: Emergency department, EMT: Emergency medical technician, ^{abc}: indication of which group is different in relation to the others

Table 2. Correlation between total exposure dose, total portable X-Rays and working duration.

	Total Exposure dose (mSv)*	P value
Total Portable X-Rays	-0.186	0.269
Working duration (hours)	-0.060	0.724

* Values given are spearman correlation coefficient, +P value in for Spearman’s correlation coefficient.

다. 본 연구에서는 방사선 방호의 기본 원칙 중에 하나인 적절한 거리 유지를 지키도록 하였다. Grazer 등¹¹⁾의 연구에서 단순 X-선 검사 중 방사선 피폭선량이 가장 많은 골반뼈 X-선 검사시에 160 cm의 거리를 유지하였더니 피폭선량을 최소화 할 수 있었다고 밝히고 있으며 Je 등¹⁴⁾의 연구에서도 방사선 치료실 벽면 거리에 따른 피폭선량에 현저한 차이가 있음을 밝히고 있다. 미국 산업안전보건연구원(NIOSH)에서 제시하고 있는 예방대책 중에는 이동식 방사선 기계를 사용할 때 보건의료인은 적어도 현장에서 1.8 m 이상 떨어져 있어야 한다고 한다¹⁵⁾. 따라서 본 연구에서는 이동식 단순 X-선 검사 시행시에 연구 대상자들에게 1.8 m 이상 거리를 유지하도록 하여 방사선 노출을 줄이고자 하였다.

본 연구의 총 방사선 피폭선량의 평균은 0.504 ± 0.037 mSv였다. 이는 국제 방사선 방호 위원회에서 권고하는 3개월 피폭선량 한계인 5 mSv를 넘지 않았다. 국제 방사선 방호 위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)에서는 1990년 권고안인 'ICRP 60'을 발표한 이후 지속적으로 권고안을 발표해 오고 있다. 가장 최근의 권고안인 'ICRP 103'에서도 의료인을 직무피폭의 한 경우로 정의하고 어느 한 해 동안 유효선량이 50 mSv를 초과하지 않아야 한다는 추가 규정과 함께 지정된 5년 동안 평균하여 연간 20 mSv(5년 동안 100 mSv)의 유효선량을 선량한도로 하는 권고를 계속 유지하고 있다¹⁶⁾. 우리나라에서도 '진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙' (보건복지부령 제 185호)에 방사선 관계 종사자의 방사선 피폭선량 측정의 선량한도를 유효선량이 연간 50 mSv이하이어야 하며, 5년간 누적선량은 100 mSv 이하이어야 한다고 규정하고 있다¹⁷⁾. 본 연구에서 가장 높게 측정된 피폭선량값은 1.12 mSv였다. 전체 연구 대상의 평균 피폭선량과 최고 피폭선량 모두 유효선량보다는 작은 값을 보였다. 하지만 이는 응급실 내에서 시행된 이동식 단순 X-선 검사만을 대상으로 하였기 때문에 실제 피폭선량은 이보다 더 높을 수 있고 유효선량보다 낮다고 단정지을 수 없다.

일반적으로 시행되는 단순 X-선 검사에서 노출되는 방사선량은 시행하는 검사의 부위와 종류에 따라 차이가 있다. 하지만 본원의 응급실에서 시행되는 이동식 단순 X-선 검사는 검사 시행시 방사선 수치의 조절을 하지 않고 있어, 검사의 부위와 종류에 상관없이 같은 정도의 방사선이 노출되기 때문에 본 연구에서는 검사 종류에 따른 시행횟수의 구분 없이 계산하였다.

직군별 방사선 피폭선량은 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며 구조사에서 가장 높게 측정되었다. 또, 평균 근

무시간과 이동식 단순 X-선 검사의 시행횟수는 구조사에서 가장 적었으나 방사선 피폭선량과 근무시간당 방사선 피폭선량은 구조사에서 가장 높게 측정되었다(Table 1). 이것은 각 직군별 역할 수행 차이에 의한 것으로 보이며, 응급 구조사의 경우 중환자의 이동식 단순 X-선 검사 중환자 고정, 감시 또는 중증외상환자의 이동식 단순 경추 X-선 검사시 어깨 당김 등을 주로 시행하기 때문인 것으로 생각된다. 또한 응급 구조사는 간호사와 마찬가지로 3교대(아침, 낮, 저녁)로 근무하고는 있지만 주로 1인이 근무하는 시간이 많아 구조사 1인이 중증 환자 처치에 있어 수행해야 하는 역할이 의사와 간호사에 비해 많은 것도 하나의 원인으로 생각된다.

Braun과 Skiendzielewski¹⁾가 처음으로 응급실에 근무하는 의사의 방사선 피폭정도에 대해 연구하였고 방사선 피폭을 최소화할 것을 권고하였다. 그 후 Grazer 등¹⁸⁾과 Gottesman 등¹⁹⁾도 응급실에서 근무하는 의사의 방사선 피폭량을 측정하였고 방사선 피폭으로부터 비교적 안전하다고 하였다. 우리나라에서도 Jeong 등¹²⁾이 최초로 응급실에서 근무하는 의사의 방사선 피폭에 대해 연구하였고 3개월 동안의 평균 피폭선량은 0.257 ± 0.391 mSv로 영상의학과 전공의의 평균 피폭선량보다 높았다. 하지만 본 연구의 평균 피폭선량인 0.504 ± 0.037 mSv보다는 낮았는데 이것은 본 연구의 자연방사선 값이 0.34 mSv로 Jeong 등¹²⁾의 연구에서 측정된 자연방사선 노출량의 평균인 0.053 ± 0.032 mSv보다 높기 때문인 것으로 보인다. 본 연구는 우리나라에서는 최초로 의사를 포함한 응급실에서 근무하는 간호사, 응급 구조사 등 모든 직군에 대한 방사선 피폭선량을 측정했다는 데에 의미가 있다. 또한 Jeong 등¹²⁾의 연구와는 달리 선량계를 응급실 내에서만 착용하도록 하여 이동식 단순 X-선 검사에 의한 방사선 피폭선량만을 측정하도록 하였다. 비록 피폭선량은 권고한계선량을 넘지는 않았지만 의사와 구조사의 경우 응급실 밖에서 환자 감시 및 환기 보조 역할까지 수행하는 것을 감안할 때 실제 근무시간 동안 방사선 피폭선량은 더 높을 것으로 예상할 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 연구 대상자의 수가 적은 개 응급센터만을 대상으로 진행되었으며 연구 기간이 3개월로 짧았다. 둘째, 이동식 단순 X-선 검사 시행시 검사 기계와 선량계와의 정확한 거리가 측정되지 않았다. 환자의 침대 주변의 벽면 혹은 바닥에 일정 수준의 거리를 표시를 해 놓고 이동식 단순 X-선 검사시에 일정 범위 밖으로 피하하도록 한다면 좀 더 정확한 연구가 될 것이다. 셋째, 각 직군별, 연차별 근무역할의 차이를 고려하지 못했다는 점이다. 전공의는 1년차는 경환자 중심 진료, 2, 3, 4

년차는 중환자 중심의 진료를 하기 때문에 1년차의 경우 근무시간이 길고 근무시간 내에 시행된 이동식 단순 X-선 검사의 수가 많아도 방사선 피폭은 오히려 더 적을 수 있다. 또, 간호사의 경우에도 책임간호사들은 대부분 환자에 대한 직접적인 간호는 하지 않기 때문에 방사선 피폭이 적을 수 있다.

앞으로 하나의 기관이 아닌 여러 응급센터를 통합하여 장기간의 연구의 진행이 필요하며 연구기간 후에도 연구 대상들에 대한 추적관찰도 필요할 것이다.

결론

본 연구에서 개인별 선량계를 응급실 내에서만 착용하고 이동식 단순 X-선 검사시에 검사기계와 연구 대상과의 거리를 1.8 m 이상 유지하도록 하면서 방사선 피폭선량을 측정된 결과, 이동식 단순 방사선 검사의 시행횟수와 방사선 피폭량 사이의 관계는 통계적으로 유의하지 않았으며, 적절한 거리를 유지하면 응급실 내에서 시행되는 이동식 단순 X-선 검사에 의한 방사선 피폭은 위험하지 않다고 할 수 있다.

참고문헌

- Braun BJ, Skiendzielewski JJ. Radiation exposure of emergency physicians. *Ann Emerg Med* 1982;11:535-40.
- Ciraulo DL, Marini CP, Lloyd GT, Fisher J. Do surgical residents, emergency medicine physicians, and nurses experience significant radiation exposure during the resuscitation of trauma patients?. *J Trauma* 1994;36:703-5.
- Lin EC. Radiation risk from medical imaging. *Mayo Clin Proc* 2010;85:1142-6;quiz 1146.
- Sinnott B, Ron E, Schneider AB. Exposing the thyroid to radiation: a review of its current extent, risks, and implications. *Endocr Rev* 2010;31:756-73.
- Jartti P, Pukkala E, Uitti J, Auvlén A. Cancer incidence among physicians occupationally exposed to ionizing radiation in Finland. *Scand J Work Environ Health* 2006;32:368-73.
- Lichter MD, Karagas MR, Mott LA, Spencer SK, Stukel TA, Greenberg ER. Therapeutic ionizing radiation and the incidence of basal cell carcinoma and squamous cell carcinoma. *The New Hampshire Skin Cancer Study Group. Arch Dermatol* 2000;136:1007-11.
- Begum N, Wang B, Mori M, Vares G. Does ionizing radiation influence Alzheimer's disease risk? *J Radiat Res* 2012;53:815-22.
- Mazrani W, McHugh K, Marsden PJ. The radiation burden of radiological investigations. *Arch Dis Child* 2007;92:1127-31.
- Simpson AK, Whang PG, Jonisch A, Haims A, Grauer JN. The radiation exposure associated with cervical and lumbar spine radiographs. *J Spinal Disord Tech* 2008;21:409-12.
- Weiss EL, Singer CM, Benedict SH, Baraff LJ. Physician exposure to ionizing radiation during trauma resuscitation: A prospective clinical study. *Ann Emerg Med* 1990;19:134-38.
- Grazer RE, Meislin HW, Westerman BR, Criss EA. Exposure to ionizing radiation in the emergency department from commonly performed portable radiographs. *Ann Emerg Med* 1987;16:417-20.
- Jeong JH, Lim YS, Park KN, Kim YM, Choi SM, Lee MJ, et al. Radiation exposure to physicians in the emergency department. *J Korean Soc Emerg Med* 2008;19:125-30.
- Ministry of food and drugs safety. Available from: <http://www.mfds.go.kr> [cited 28 June, 2013].
- Je JY. Evaluation of depth dose and surface dose according to treatment room wall distance. *J Korean Soc Radiol* 2011;5:121-5.
- Department of health and human services. Guidelines for protecting the safety and health of health care workers. Washington DC: US government printing office, 1988.
- The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann ICRP* 2007;37:1-332.
- Korea Ministry of Government Legislation. Available from: <http://www.law.go.kr> [cited 28 June, 2013].
- Grazer RE, Meislin HW, Westerman BR, Criss EA. A nine-year evaluation of emergency department personnel exposure to ionizing radiation. *Ann Emerg Med*, 1987;16:340-2.
- Gottesman BE, Gutman A, Lindsell CJ, Larrabee H. Radiation exposure in emergency physicians working in an urban ED: a prospective cohort study. *Am J Emerg Med* 2010;28:1037-40.