



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.


저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

보건학 석사학위 논문

병원직원의 저선량 방사선 피폭과
혈액검사 결과의 연관성



아주대학교 보건대학원

보건학과/역학과 건강증진학과

김진태

병원직원의 저선량 방사선피폭과 혈액검사 결과의 연관성

지도교수 이경중

이 논문을 보건학 석사학위 논문으로 제출함

2015년 12월

아주대학교 보건대학원

보건학과/역학과 건강증진

김진태

김진태의 보건학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 이 경 중 인.

심 사 위 원 안 영 실 인

심 사 위 원 이 승 길 인

아주대학교 보건대학원

2015년 12월 30일

감사의 말씀

본 논문이 시작할 수 있었고, 진행될 수 있도록 많은 도움을 주신 이순영 교수님과 바쁘신 와중에도 미소를 잃지 않으시고 세심한 지도와 배려를 아끼지 않으신 이경종 교수님, 안영실 교수님 그리고 이승길 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

공부한다고 집안일도 소홀히 하고, 잘 챙겨주지도 못하고, 여자로서 잘 대해주지 못해 미안한 아내 광현씨 감사하고 사랑합니다. 역시, 논문 쓴다고 자주 놀아주지 못한 딸 현진이 감사하고, 이제는 많이 놀아줄게.

2년이란 시간이 이렇게 빨리 지나갈 줄 몰랐는데, 정말 빨리 흘러간 것 같습니다. 아마도, 미영이, 경화, 수현이 그리고 하명이 같이 좋은 친구들과 수업을 같이 해서인거 같아요. 다들 수고하고 감사합니다.

마지막으로, 항상 막내 걱정 하시는 어머니, 사위 걱정해주시는 장인, 장모님, 그리고 형님, 형수님, 처갓집 식구들 모두 격려해 주시고 힘을 주셔서 잘 마무리 된 것 같습니다. 고개 숙여 감사드리며 하늘에 계신 아버님에게도 좋은 선물이었으면 좋겠습니다.

병원직원의 저선량 방사선 피폭과 혈액검사 결과의 연관성

최근 의료기관의 증가와 방사선 의료기계의 발달로 방사선 관련 업무에 종사하는 방사선 관계 종사들이 증가하고 있으며, 이에 따른 방사선 피폭에 노출될 수 있는 가능성이 점점 증가하고 있다. 방사선 피폭에 지속적으로 노출될 경우 건강상 위해를 입을 수 있으므로 방사선 구역에서 근무하는 방사선 관계종사자 뿐만 아니라 의료기관을 이용하는 환자들에게도 주의를 요하고 있다. 그래서, 지속적으로 저선량 피폭에 노출된 병원내 방사선 관계 종사자를 대상으로 방사선 피폭 선량을 산출하고, 혈액검사 결과에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 한다.

연구대상은 총 737명으로, 방사선 관계 종사자 357명, 대조군으로 380명을 대상으로 분석에 사용된 혈액검사 결과 지표로는 white blood cell, red blood cell, hemoglobin, platelet 등이 포함된 count blood cell결과와 종양 표지자 검사인 α -feto protein(AFP), Carcino-Embrionic Antigen(CEA), Prostate-Specific Antigen(PSA), Cancer Antigen(CA-125), 그리고 갑상선 호르몬 검사인 Thyroil Stimulating Hormone(TSH), Free T4(FT4) 검사 결과를 사용하였다. 분석에 사용된 통계분석 방법은 t-test, ANOVA, 다중회귀분석을 실시하였고, 다음과 같은 결론을 얻었다.

방사선 관계 종사자의 평균 피폭선량은 남자가 $20.22 \pm 38.30 \text{mSv}$, 여자가 $4.14 \pm 9.08 \text{mSv}$ 로 남자가 높았으며, 연령이 증가할수록 평균 피폭선량이 유의하게 증가하였다. 근무과별 평균 피폭선량은 핵의학과가 $31.39 \pm 38.57 \text{mSv}$ 로 가장 높았으며, 근무년수에 따른 평균 피폭선량은 증가하였고, 근무년수가 증가할수록 평균 피폭선량 또한 증가하는 경향을 보였으며, 직종별 피폭선량은 방사선사 직종이 $17.91 \pm 25.47 \text{mSv}$ 로 가장 높았다. 검사항목별 상관관계는 대부분 약한 상관관계

를 나타냈으나, 종목에 따라 높은 상관관계를 보이기도 했다. 대조군과 방사선 관계종사자들의 혈액검사 비교에서 각 집단의 평균값은 참고치 범위 내였으며, WBC는 방사선 종사자군 남녀 모두 대조군보다 통계적으로 높게 나타났으며, 남자의 경우는 AFP, FT4가 높게, 여자의 경우는 neutrophil, monocyte, FT4가 통계적으로 높게 나타났다. 20mSv를 기준으로 구분한 집단과 함께 대조군을 비교 분석한 결과 WBC, RBC, Hb, Hct, PLT, lymphocyte, monocyte, TSH 그리고 FT4 검사 비교에서 유의한 차이를 보였으며, 이 중 대조군과 차이를 보인 검사종목은 WBC, RBC, Hb, monocyte, TSH 그리고, FT4 검사였다. 이러한 결과를 종합해보면 저선량 방사선 피폭선량이 혈액검사 결과에 미치는 영향은 미미하다고 판단된다. 그러나, 방사선 관계 종사자들은 발암의 역치가 없는 것을 고려할 때 가능한 적게 피폭되는 것이 바람직할 것이며. 병원 자체만의 방사선 방호 활동 뿐만 아니라, 정부와도 체계적으로 방사선 방호 활동을 할 수 있는 시스템을 구축하여 안전한 근무환경을 조성해야 할 것이다.

핵심어 : 방사선 관계 종사자, 방사선피폭

차 례

국문요약	i
차례	iii
표 차례	iv
I. 서론	1
II. 연구 방법	5
A. 연구내용	5
B. 용어의 정리	5
C. 연구대상	6
1. 방사선 관계 종사군	6
2. 대조군	6
D. 연구자료수집	6
1. 방사선 피폭선량	6
2. 혈액검사 결과자료	7
E. 분석방법	7
III. 결과	9
IV. 고찰	30
V. 결론	34
참고문헌	35
ABSTRACT	40

표 차례

Table 1. 연구대상자의 일반적 특성	10
Table 2. 연령, 근무년수, 누적선량별 기술통계량	12
Table 3. 성별, 나이, 진료과, 근무년수별 누적피폭선량	14
Table 4. 방사선 관계 종사자의 남녀, 연령대, 근무년수에 따른 평균 누적피폭선량	16
Table 5. 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계(방사선관계자 전체)	18
Table 6. 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계(남자)	19
Table 7. 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계(여자)	20
Table 8. 누적피폭선량과 혈액검사의 연관성	21-22
Table 9. 방사선 관계종사자와 대조군의 혈액검사 결과비교	24
Table 10. 방사선 관계종사자와 대조군의 혈액검사 결과비교	25
Table 11. 성별, 누적피폭선량에 따른 대조군과의 혈액검사결과 비교	27
Table 12. 누적 피폭선량 20mSv를 기준으로 한 혈액검사결과 비교	29

I. 서론

1890년대 많은 과학자들의 노력으로 전리 방사선의 존재를 인지하였으며, 빌헬름 콘라드 뢰트겐(Wilhelm Conrad Roentgen)의 X선 발견, 앙리 베크렐(Henri Becquerel)의 우라늄 방사선 발견 등 1890년대 이후 수십 년에 걸쳐 여러 형태의 방사선이 발견 되었다. 방사선은 땅, 우주, 건물재료, 공기 그리고 음식물 등으로부터 나오는 자연방사선과 각종 방사선을 이용하는 의료장비, 약, 연구, 산업 등에 이용되는 방사선 물질 등에서 나오는 인공 방사선으로 나눌 수 있다. 인간은 이러한 자연방사선과 인공방사선 선원에 노출되어 있으며, 국가별로 사회적, 경제적, 지리적 그리고 문화적 특징에 따라 차이는 있지만, 80%이상이 자연방사선에 의한 피폭이며 인공방사선에 의한 피폭은 의료행위에 의한 것이 대부분이다 (National Academy of Sciences(NAS). 2006).

방사선의 직업적 노출에 관한 연구는 오래전부터 많은 분야에서 진행되었다. 1920년대 형광시계 제조 근로자 1700여명이 라듐이 포함된 형광 염료가 묻은 붓을 입에 문혀 칠하면서 평균 17Gy의 알파입자에 노출되어 이들 중 48명이 골육종에 걸려 사망한 예도 있고, 우라늄이나 라돈 광산 작업 광부들에게서 라돈이 알파입자를 방출하는 가스로 폐에 오랜 기간 낮은 농도로 노출되어 5년 후부터 암이 과잉으로 발생하여 15~20년대에 최대로 발생한 예도 있듯이(이춘자 등, 1997), 직업적 방사선 피폭에 의한 영향이 중요시 되고 있다.

병원에서의 방사선 피폭은 대부분 저선량 방사선에 의한 지속적 피폭을 말하며, 일반적으로 100mSv 이하의 방사선 피폭을 의미한다. 고선량 방사선 피폭에 의한 결정적 영향과 그로 인한 암 유발에 대해서는 잘 알려져 있으나, 100mSv 이하의 저선량 방사선 피폭이 인체에 미치는 영향에 대하여는 잘 알려져 있지 않으며 과학적인 증거가 어렵다. 그래서, 국제방사선방어위원회(International Commission on Radiological Protection, ICRP)는 방사선 관계 중

사자의 개인 피폭선량을 1년에 50mSv를 넘지 않는 범위 안에서 5년에 100mSv 미만으로 유지하도록 권고하고 있다. 그리고, ICRP는 '모든 종류의 전리방사선 피폭을 가능한 최소 준위로 감소시키기 위해 노력해야 한다'고 권고하였고(ICRP 1955), 이후 이 표현은 피폭을 'as low as practicable(실행가능한 한 낮게)', 'as low as readily achievable(쉽게 달성할 수 있는 한 낮게)', 'as low as reasonably achievable, economic and social factor being taken into account(경제적, 사회적 요인을 고려하여 합리적으로 달성 가능한 한 낮게)' 라는 권고를 방사선 관계 종사자들에게 방사선 피폭에 대한 관리를 소홀히 하지 않도록 지속적으로 요구하고 있다(도경현, 2011).

최근 우리나라는 새로운 대형병원의 증가와 기존 병원들의 증축 등으로 방사선 관계 종사자들이 방사선 관련 업무에 종사할 수 있는 기회가 증가함에 따라 방사선 관계 종사자의 수가 증가하는 추세를 보이고, 의료 방사선 기기분야에서는 최첨단 진단 장비들을 개발, 생산하고 있고, 환자의 검사 및 진료에 대한 이용이 확대되고 있다. 짧은 시간에 많은 환자를 감당해야 하는 상황에서 방사선 관계종사자는 방사선에 노출 될 수 있는 기회가 증가되어, 방사선관계종사자들의 피폭량을 증가시키는 한 요인으로 인식하고 있다.

우리나라에서 진단용 방사선 관계 종사자에 대한 안전관리는 「진단용방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙」(보건복지부령 제3호, 1995년 1월 6일 제정)이 만들어지면서 국가관리 체계가 시행되었으며, 시행초기인 1996년에는 진단용방사선 관계종사자수가 12,652명이었으나 2012년에는 62,935명으로 약 5배 증가하였다. 방사선 관계 종사자의 개인 방사선 피폭선량 자료는 「'진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙' 및 '진단용방사선안전관리규정」에 따라 매 분기별로 5개 측정기관에서 질병관리본부 피폭선량관리센터로 보고하고 있으며, 질병관리본부 피폭선량관리센터에서는 측정결과를 데이터베이스화하여 방사선 피폭선량을 평생관리하고 있다(질병관리본부, 2012).

방사선 피폭은 물리적으로 제어 할 수 없기 때문에 피폭량을 최소화하는 것

이 최우선일 것이며, 연구에 따르면 평균 방사선 피폭을 많이 받는 병원 내 직업군으로는 의사, 방사선사, 간호사 직군을, 근무부서별로는 핵의학과, 영상의학과, 투시 촬영실 등이었고, 업종별로는 병의원보다 대형 병원보다 높았다(최귀남 등, 2012; 임봉식, 2006; 박종규 등, 2012). 그리고, 다른 직종의 방사선 관계종사자에게서 DNA 및 염색체 이상이 발견되었으며(정해원 등, 2000; 신현길 등, 2003), 병원 내 방사선 작업종사자들의 염색체 이상빈도에서도 대조군보다 발생 빈도가 높게 나타났다(이춘자 등, 1997). 그리고, 원자력 발전소 근로자 중 9년 누적피폭선량이 18.53mSv 이었음에도 불구하고, 급성 골수성 백혈병에 의한 합병증인 폐렴 및 패혈증으로 사망하는 사고도 있었다(임현술 등, 2002). 그러므로, 방사선 관계종사자들은 방사선 피폭에 노출될 기회가 다른 일반인들에 비해 높고, 방사선 피폭에 의한 건강상의 문제를 일으킬 가능성이 있다.

ICRP60에서 ICRP는 방사선이 조직에 반응을 일으키는 영향을 결정적 영향으로 분류했고, 방사선 유발 암과 유전질환에는 확률론적 영향이라는 용어를 사용했다. 방사선 피폭으로 세포의 사멸이 일어나고 건강상의 영향이 나타나기 위해서는 일정 수준의 방사선 피폭을 넘어야 하는데, 이 수준을 문턱선량이라고 부른다. 피폭 당하는 개인의 건강상태나 체질에 의해 차이는 있지만, 문턱선량을 초과해서 피폭을 당하여 해당 장애가 발생하고 필연적으로 나타나게 되는 영향을 결정적 영향이라 부른다. 홍반, 수종, 궤양 등의 발생과 눈의 수정체에서는 백내장, 수정체의 혼탁 등이 나타날 수 있으며, 전신의 여러 중요 장기가 동시에 피폭을 받았다면 사람의 생명도 위협받을 수 있을 것이다.

확률적 영향은 '문턱값이 없는 선형비례 가정(linear no threshold hypothesis)을 전제로 하고 있어 낮은 선량에서도 그 선량값에 비례하는 만큼 위험이 수반되는 것으로 보이며, DNA 손상, 반응, 복구 및 유전자, 염색체 돌연변이 유발에 관여하여 각종 암이나 백혈병 등을 유발 할 수 있으며(BEIR, 2006; ICRP, 2007) 지속적으로 방사선에 노출된 사람들에게서 혈액 성분이 변화된 결과와 DNA 손상 등이 확인되었다(김인규 등, 1993; 김후숙 등, 1998; 류재광 등,

2008;Maguire 등, 2015). 그러나, 방사선 피폭에 따른 혈압, 체온등 인체의 생체신호 분석에서는 다른 일반인들과의 차이를 확인 할 수 없었다(이훈재 등, 2006). 일반적으로 방사선 관계종사자들은 일반인이나 환자들보다 방사선 위험에 관한 인식이나 방사선 피폭에 대한 영향을 잘 인지하고 있지만(김갑중 등, 2011), 정기적으로 보고받는 월별, 분기별 개인별 피폭선량이 적기 때문인지 개인 피폭량에 크게 관심을 가지지 않는 것이 일반적이다.

본 연구에서는 저선량 방사선 피폭일지라도 지속적인 노출을 당하는 병원 내 방사선 관계 종사자들의 피폭량을 남녀, 근무과, 직종에 따라 조사하고, 이로 인한 방사선 피폭선량이 각 혈액검사 결과에 어떠한 영향을 주는지 살펴보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구내용

본 연구는 후향적 연구로써 방사선 구역 내에서 근무하는 방사선 관계종사자들의 누적 피폭선량을 남녀, 근무년수, 직종에 따라 조사하고, 저선량 피폭을 지속적으로 받았을 때, 노출 정도에 따라 종사자들의 혈액학적 검사결과에 어떠한 관련성이 있는지 대조군과 비교, 분석한 연구이다.

2. 용어의 정의

1) 방사선피폭 - 방사선피폭이란 인체가 방사선원에 노출되는 것으로서 방사선원의 위치에 따라 방사선 피폭은 외부피폭과 내부피폭으로 구분된다. 외부피폭은 사람의 신체외부에 존재하는 방사선원으로부터 방출된 방사선에 의한 피폭을 말하며, 내부피폭은 사람의 신체 내부에 유입되어 체내에 존재하는 방사성핵종으로부터 방출되는 방사선에 의한 피폭을 말한다.

2) LNT(linear no threshold) model

방사선 피폭량과 암 발생 위험도가 선형관계를 보이고 암 발생을 위한 문턱선량은 없다고 추정하는 모델을 말하며, 아주 적은 선량의 방사선이라도 암 발생의 확률이 있으며, 이는 방사선의 양과 비례한다는 모델을 말한다. 이 가설은 방사선방호의 개념 수립을 위해 설정한 표현 그대로의 가설이며, 낮은 선량에서 실제로 부정적인 영향이 나타난다는 과학적인 증거는 미미하다. 그러나, 일본 원폭피해 생존자의 역학연구 결과 고선량률로 0.2Gy 이상의 피폭을 받은 집단에서 암의 증가가 확인 되었고, 그 증가의 정도가 선량에 비례하는 추세에 있으며, 확률적 영향이라는 개념으로 접근할 때 통계적 분석력의 문제로 확인되지 않는지만, 낮은 선량에서도 영향이 있을 것으로 간주하는 것이 신중한 접근이라는 판단에

의하며, 수십년간 방사선 방호의 기본체계를 구성하는 틀로서 이용되고 있다.

3. 연구대상

1) 방사선 관계종사자군

수원소재 한 대학병원에서 2000년 1월 1일부터 2014년 12월 31일까지 근무한 방사선 피폭 가능 집단으로 진단방사선과, 치료방사선과, 핵의학과, 심도자실, 진단검사의학과 등에서 근무하는 의사, 간호사, 의료기사 및 직종을 불문하고, 방사선 작업 구역 내에서 개인피폭 선량계인 TLD(Thermo luminescent Dosimeter)를 착용하고 근무하였거나 근무 중인 방사선 관계 종사자로 최근 6개월 이내 질환을 앓지 않았으며, 약물 치료 과거력이 없고, 임신이나 출산을 경험하지 않은 자로 구성하였다.

2) 대조군

동일한 병원에서 근무하는 직원들로 방사선 구역이 아닌 장소에서 근무 중이며, 2014년 건강검진 설문에서 최근 6개월 이내에 유의한 질환을 앓지 않았거나, 약물 치료 과거력이 없고, 임신이나 출산 등을 경험하지 않은 응답자 중 방사선 관계 종사자군과 연령대가 유사한 남녀를 대상으로 하였다.

4. 연구자료 수집

1) 방사선 피폭선량

방사선 관계 종사자의 피폭선량은 수원 소재의 한 대학병원의 방사선 안전관리실의 안전관리자로부터 2000년 1월 1일부터 2014년 12월 31일까지의 피폭선량을 수집하였고, 그 내용은 주민등록번호, 남녀, 방사선 작업 종사기간, 근무내용, 근무지 그리고, 개인피폭 선량값이 포함되었다. 개인 피폭선량값은 ㈜한일원자력(인증번호:KQA-Q 082361)에서 판독한 값을 이용하였고, 0.1mSv미만의 판독 결과

는 국가별 최저 준위처리 원칙에 따라 0mSv로 처리하였다.

2) 혈액검사 결과자료

연구대상에 사용될 혈액 검사지표로는 방사선 관계 종사자는 2000년 1월 1일부터 2014년 12월 31일까지의 직원 건강검진 자료를 열람하였고, 현재까지 근무 중인 대상은 2014년 건강검진 결과를 사용하고, 중간에 퇴사한 방사선 관계 종사자의 건강검진 결과는 퇴사한 해에서 가장 가까운 해의 건강검진 결과를 사용하였다. 대조군의 경우는 2014년 1월 1일부터 2014년 12월 31일까지의 의무기록을 이용하였다. 분석에 사용된 혈액검사 결과 지표로는 White blood cell(WBC), Red blood cell(RBC), Hemoglobin(Hb), Platelet(PLT) 결과가 포함된 Count blood cell(CBC)결과와 종양 표지자 검사인 α -feto protein(AFP), Carcino-Embryonic Antigen(CEA), Prostate-Specific Antigen(PSA), Cancer Antigen(CA-125), 그리고, 갑상선 호르몬 검사인 Thyroid Stimulating Hormone(TSH), Free T4(FT4) 검사 결과를 사용하였다.

5. 분석방법

통계처리는 SPSS 19.0 version을 사용 하였으며, 방사선 감수성이 남녀에 의한 차이가 있으므로, 방사선 관계종사자와 대조군을 성별로 구분하여 비교하였다. 방사선 관계 종사자를 근무과, 직종, 근무년수에 따라 누적 피폭선량별로 구분하여 기술하고, 남녀, 나이, 진료과, 근무년수에 따라 누적피폭선량을 t-test와 ANOVA분석으로 검증하고, 종사기간별 평균 누적선량을 연령별로 구분하여 평균 피폭선량을 검증하였다. 누적피폭선량에 따른 각각의 검사결과에 어느 정도 영향을 주는지 다중 회귀분석을 통해 분석해 보았고, 방사선 관계 종사자와 대조군의 혈액검사 결과를 비교하여 두 집단 간에 통계적으로 각 혈액검사 결과 간에 유의한 차이가 있는지 살펴보았다. 누적피폭선량을 0~5mSv, 5.01~10mSv, 10.01~15mSv, 15.01~20mSv, 그리고 20.01mSv 이상으로 범주화하여 구간별로 각

각의 검사항목 결과의 평균값을 구하고, 방사선 관계 종사자 남녀간에 차이가 있는지 t-test를 실시 하였다. 그리고, 대조군을 남녀로 구분하여 각 검사항목에 대한 검사결과를 분석하고, 방사선 관계종사자들을 20mSv로 구간을 나누어 검사 결과의 평균값들에 차이가 있는지 ANOVA분석을 실시하였다.



III 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구의 대상자는 총 737명으로 방사선 관계종사자는 357명(48.4%)이고, 대조군의 경우는 380명(51.6%)이었다. 방사선 관계종사자의 경우는 남자는 198명(55.5%)이고, 여자의 경우는 159명(44.5%)이었으며, 대조군의 경우는 남자가 182명(47.9%)이고, 여자가 198명(52.1%)이었다. 방사선 관계 종사자의 나이는 30~39세가 160명(44.8%)으로 가장 많은 빈도를 보였으며, 대조군의 경우는 40~49세가 138명(36.2%)가장 많은 빈도를 보였다. 방사선 관계종사자의 경우 직종은 방사선사가 134명(37.5%)으로 가장 많았고, 의사, 간호사, 임상병리사 순으로 관찰되었다. 진료과별로는 영상의학과가 135명(37.8%)으로 가장 많았으며, 심도자실, 핵의학과, 방사선종양학과, 수술실, 진단검사의학과 순이었다. 근무년수는 5년 이하가 188명(52.7%)으로 가장 많았고, 10년 초과, 5.01~10년 이하 순이었다. 누적피폭선량은 0~5mSv가 220명(61.6%)으로 가장 많았고, 20.01mSv 이상, 5.01~10.00mSv, 10.01~15.00mSv, 15.01~20.00mSv 순으로 관찰되었고, 이와 같은 연구대상자들의 일반적 사항을 table 1에 표기하였다.

Table1. 연구대상자의 일반적 특성

특성		수(%)	수(%)
		방사사관계종사자	대조군
계		357(48.4%)	380(51.6%)
성별	남자	198(55.5)	182(47.9)
	여자	159(44.5)	198(52.1)
나이	20 ~ 29세	40(11.2)	42(11.1)
	30 ~ 39세	160(44.8)	123(32.4)
	40 ~ 49세	110(30.8)	138(36.2)
	50세 이상	47(13.2)	77(20.3)
직종	방사선사	134(37.5)	
	의사	100(28.0)	
	간호사	57(16.0)	
	임상병리사	33(9.2)	
	기타	32(9.0)	
진료과	영상의학과	135(37.8)	
	심도자실	38(10.6)	
	핵의학과	37(10.4)	
	방사선종양학과	34(9.5)	
	수술실	27(7.6)	
	진단검사의학과	26(7.3)	
	건강검진센터	25(7.0)	
근무년수	5년 이하	188(52.7)	
	5.01 ~ 10년 이하	76(21.3)	
	10년 초과	93(26.1)	
누적	0 ~ 5	220(61.6)	
피폭선량 (mSv)	5.01 ~ 10.00	32(9.0)	
	10.01 ~ 15.00	29(8.1)	
	15.01 ~ 20.00	10(2.8)	
	20.01 이상	66(18.5)	

2. 연령, 근무년수, 누적선량별 기술통계량

연구의 대상자들을 방사선 관계 종사자와 대조군으로 분리하고, 각 그룹의 남녀의 특성을 비교하였다. 방사선 관계 종사자의 평균 나이는 39.28세이고, 대조군의 평균 나이는 40.56세이었고, 대조군의 나이가 유의하게 높았지만($p < 0.05$), 겨우 1살 정도 차이므로 건관 관련 의미는 별로 없을 것으로 생각된다. 방사선 관계 종사자의 경우 남자의 평균 나이는 41.4세로 여자의 평균 나이 36.6세보다 유의하게 높았으며($p < 0.01$), 대조군의 경우는 남자의 평균 나이가 42.76세($SD=7.71$)가 여자의 평균 나이 38.54세($SD=7.80$)보다 유의하게 높았다($t=5.31$, $p < 0.01$). 방사선 관계종사자의 평균 근무년수는 6.65년($SD=5.40$)이었으며, 남자의 평균 근무년수 8.08년($SD=5.40$)이 여자의 평균 근무년수 4.64년($SD=4.08$)보다 유의하게 높았다($t=6.85$, $p < 0.01$). 그리고, 누적피폭선량은 남자의 경우 평균 피폭량이 22.22mSv($SD=38.30$)로 여자의 평균 피폭선량인 4.14($SD=9.08$)보다 유의하게 높았다($t=5.71$, $p < 0.01$). 연구대상자의 남, 녀 구분에 따른 이러한 특성은 table 2에 표기하였다.

Table2. 연령, 근무년수, 누적선량별 기술통계량

	방사선관계종사자			대조군		
	남자	여자	계	남자	여자	계
평균 나이	41.41±8.25**	36.62±8.50	39.28±8.69*	42.76±7.71**	38.54±7.80	40.56±8.03
근무 년수	8.08±5.40**	4.64±4.08	6.65±5.40			
평균 누적 선량 (mSv)	20.22±38.30**	4.14±9.08	13.06±30.21			

* p<0.05, ** p<0.01, (t-test)

3. 성별, 나이, 진료과별, 근무년수별 누적피폭선량 분석

성별에 따른 누적피폭선량 분석은 남성의 누적피폭선량($M=56.76\text{mSv}$, $SD=38.30$)이 여성의 누적피폭선량($M=4.14\text{mSv}$, $SD=9.08$)보다 통계적으로 유의하게 높았고($p<0.01$), 나이에 따른 누적피폭선량은 50세 이상이 평균 21.20mSv 제일 높게 나타났으며, 40~49세, 30~39세, 20~29세 순으로 관찰되었다. 사후검정을 실시한 결과 20대와 40대($p<0.05$), 20대와 50대가 유의한 차이가 있었다($p<0.05$). 진료과에 따른 누적피폭선량은 핵의학과가 평균 31.39mSv($SD=38.57$)로 가장 높았으며, 심도자실, 영상의학과, 방사선 종양학과, 건강검진 센터, 진단검사의학과 순으로 나타났다. 사후검정을 실시한 결과 핵의학과 종사자의 경우 방사선종양학과($p<0.05$), 수술실($p<0.05$), 진단검사의학과($p<0.05$), 건강검진센터($p<0.05$) 종사자들에 비해 유의하게 높은 평균누적 피폭선량을 보였다. 근무년수에 따른 누적피폭선량 비교에서는 각 구간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($p<0.01$), 10년 초과 직종이 가장 높은 평균 누적 피폭선량을 보였다. 직종별 누적피폭선량 분석 결과 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고($p<0.05$), 방사선사와 임상병리사($p<0.05$), 방사선사와 기타 직종 간($p<0.01$)에 방사선사가 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 table 3에 요약하여 표기하였다.

Table 3. 성별, 나이, 진료과별, 근무년수별 누적피폭선량

(n=357)

	특성	평균±표준편차	p-value
성별	남 자	20.22±38.30	<0.001
	여 자	4.14±9.08	
나이	20 ~ 29세	1.73±4.26	0.002
	30 ~ 39세	9.87±18.97 ⁺	
	40 ~ 49세	18.33±31.25	
	50세 이상	21.20±56.63	
진료과	영상의학과	12.93±18.21	<0.001
	핵의학과	31.39±38.57 ⁺⁺	
	방사선종양학과	2.82±4.20	
	심도자실	17.32±19.14	
	수술실	1.37±1.62	
	진단검사의학과	1.69±4.76	
	건진	2.69±4.77	
근무년수별	기타	24.35±72.89	<0.001
	5년 이하	4.74±12.02	
	5.01 ~ 10년 이하	15.79±29.77	
직종	10년 초과	27.65±46.38 ⁺⁺	0.021
	방사선사	17.91±25.47 ⁺	
	의사	15.51±42.10	
	간호사	6.85±25.51	
	임상병리사	5.43±18.13	
	기타	4.18±12.75	

* p<0.05, ** p<0.01(t-test)

+ p<0.05, ++ P<0.01, (ANOVA, scheffe)

4. 종사자의 성별에 따른 연령대, 근무년수에 따른 평균 누적피폭선량

방사선 관계 종사자를 근무년수를 5년 단위로 하여 연령별로 평균 누적피폭선량을 분석한 결과 30대 남자에서 11년 이상 군이 5년 이하로 근무한 군보다 평균피폭선량이 높게 나타났고($p<0.01$), 40대에서는 6년~10년 이하 군이 5년 이하군보다 높게 나타났다($p<0.05$). 여자는 30대에서 11년 이상 군이 5년 이하군보다 높게 나타났다($p<0.05$). 전반적으로 근무년수가 증가할수록 평균 피폭선량이 증가하였다.



Table 4. 방사선관계종사자의 남녀, 연령대, 근무년수에 따른 평균 누적피폭선량
종사기간별 평균 누적선량(mSv)

	0~5년		6~10년	
	남성	여성	남성	여성
	mean±SD (n)	mean±SD (n)	mean±SD (n)	mean±SD (n)
20-29세	4.30±7.06 (12)	0.62±1.30 (28)	-	-
30-39세	10.36±19.47 (48)	3.59±9.11 (55)	18.13±23.87 (24)	3.47±3.30 (21)
40-49세	4.71±9.41 (16)	2.54±5.32 (17)	38.32±59.14* (12)	7.56±8.54 (12)
50세 이상	0.89±1.30 (6)	0.39±0.64 (6)	19.26±34.67 (5)	22.43±9.21 (2)

	11년 이상	
	남성	여성
	mean±SD (n)	mean±SD (n)
20-29세	-	-
30-39세	39.25±36.86** (8)	15.42±11.13* (4)
40-49세	28.73±31.85 (43)	11.24±21.63 (10)
50세 이상	26.68±64.75 (24)	3.84±3.16 (4)

*p<0.05, **p<0.01 (ANOVA, Scheff)

5. 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계 및 다중회귀분석

총 357명을 대상으로 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계를 분석한 결과 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나왔으나, 대부분 상관성이 미약하여 각 변수들 간의 상관성을 보기에 어려웠다. 누적 피폭선량과 근무년수 사이에는 약한 양의 상관관계를 보였으며($r=0.336$, $p<0.01$), RBC($r=0.172$, $p<0.001$), Hb($r=0.123$, $p=0.020$), Hct($r=0.147$, $p=0.006$), AFP($r=0.123$, $p=0.032$)과도 약한 양의 상관관계를 보였다.(Table 5).

남자와 여자를 구분하여 상관성을 분석한 결과 남자의 경우 누적피폭선량과 근무년수와는 약한 양의 상관관계를 보였고($r=0.290$, $p<0.001$), 누적피폭선량과 그 이외의 변수들 사이의 유의한 상관관계는 없었다(table 6). 여자의 경우는 누적피폭선량과 근무년수와는 중등도 양의 상관관계를 보였고($r=0.326$, $p<0.001$), 다른 변수들과는 유의한 상관관계가 없었다(table 7).

그리고, 검사종목별 검사결과를 종속변수로 하고, 성별, 연령, 직종 그리고 피폭선량을 예측변수로 하여 다중 회귀분석을 실시하였다. 분석결과 공선성 검사에서는 모든 조건이 만족하였으나 보고자했던 누적 피폭선량이 혈액검사 결과에 미치는 영향은 없었다(table 8).

Table 5. 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계(방사선관계종사자 전체)

	누적 피폭 선량	근무년 수(년)	직종	WBC	RBC	Hb	Hct	Platelet	Neutro phils	Lympho phils	Mono	Eosino phils
누적피폭 선량	1											
근무년수 (년)	.336*	1										
직종	-.078	.145**	1									
WBC	-.012	.006	-.059	1								
RBC	.172*	.170**	-.043	-.033	1							
Hb	.123*	.141**	-.031	-.048	.541**	1						
Hct	.147*	.211**	-.019	-.074	.749**	.372**	1					
Platelet	-.121*	-.147**	.045	.152**	.038	-.077	-.069	1				
Neutrophil	.011	-.083	-.073	.274**	-.123*	-.182**	-.193**	.008	1			
Lymphocyte	.018	.044	.027	-.110*	.038	.067	.076	-.005	-.363**	1		
Monocyte	.019	-.047	-.006	-.035	.015	.003	.041	-.183**	-.145**	.018	1	
Eosinophil	.049	.157**	.019	-.047	.190**	.163**	.213**	-.003	-.313**	.057	-.001	1
Basophil	.038	.059	-.027	.074	.044	.086	.050	.086	-.242**	.024	.047	.302**
AFP	.123*	.166**	.004	.051	.137*	.061	.118*	.023	-.034	-.070	-.046	.141*
CEA	.076	.138*	.066	-.029	.202**	.212**	.173**	.089	-.107	.161**	-.054	.137*
PSA	.080	.068	-.080	-.075	.008	.085	.013	.001	-.018	-.046	-.010	.056
CA-125	-.095	-.192	-.110	-.198	-.033	.028	-.008	.009	.032	-.039	-.009	-.011
TSH	-.012	-.088	-.082	.007	.024	-.021	.000	-.117	-.012	.010	.013	.094
FT4	.017	.047	-.028	-.004	.070	.052	.093	.033	.016	.057	-.020	-.093

*p<0.1, **p<0.01(Pearson Correlation)

Table 6. 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계(방사선관계종사자 남자)

	누적 피폭 선량	근무년 수(년)	직종	WBC	RBC	Hb	Hct	Platlet	Neutro phils	Lympho phils	Mono	Eosino phils
누적피폭선	1											

량													
근무년수(년)	.290*	1											
직종	-.053	.230**	1										
WBC	.000	.047	.147*	1									
RBC	.002	-.099	.095	.158*	1								
Hb	-.020	-.062	.076	.049	.238**	1							
Hct	-.025	-.002	.073	.088	.528**	-.083	1						
Platelet	-.120	-.109	.063	.171*	.179*	-.010	.049	1					
Neutrophil	.083	-.084	-.112	.404**	.058	-.058	-.026	.010	1				
Lymphocyte	-.002	.028	.048	-.143*	-.037	.010	.015	.022	-.301**	1			
Monocyte	.007	-.043	-.004	-.090	-.012	-.018	.028	-.260**	-.128	.011	1		
Eosinophil	.005	.146*	.040	-.018	.023	.061	.108	-.038	-.296**	.048	-.035	1	
Basophil	.032	.068	-.022	-.116	-.026	.049	-.014	.047	-.210**	-.005	.007	.372**	1
AFP	.137	.188*	.040	-.022	.070	-.021	.053	-.034	-.021	-.096	-.064	.149*	
CEA	.007	-.010	.032	.065	.013	.084	.009	.135	-.068	.169*	-.050	.104	
PSA	.093	.107	-.057	-.075	.005	.083	.002	.026	-.010	-.049	-.026	.076	
CA-125													
TSH	-.013	-.095	-.133	.050	.030	-.029	-.001	-.148	-.009	.009	.008	.110	
FT4	-.006	-.041	.003	-.039	-.062	-.015	.005	-.001	.035	.061	.030	-.161	

*p<0.1, **p<0.01, (Pearson Correlation)

Table 7. 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계(방사선관계종사자 여자)

	누적피폭선량	근무년수(년)	직종	WBC	RBC	Hb	Hct	Platelet	Neutro	Lympho	Mono	Eosino
누적피폭선량	1											
근무년수(년)	.326**	1										
직종	-.056	.201*	1									
WBC	-.050	-.006	-.124	1								
RBC	.030	.017	.036	-.171*	1							

Hb	-.005	.029	.028	-.198*	.726**	1						
Hct	.031	.055	.093	-.221**	.823**	.929**	1					
Platlet	-.099	-.145	.005	.171*	.039	-.102	-.102	1				
Neutrophil	.034	.099	-.095	.291**	-.134	-.244**	-.260**	-.027	1			
Lymphocyte	-.048	-.051	.049	-.285**	.089	.216**	.183*	-.087	-.837**	1		
Monocyte	-.047	-.207*	.017	-.023	-.169*	-.154	-.127	-.001	-.204*	.033	1	
Eosinophil	-.040	-.019	.060	-.088	.280**	.154	.190*	.100	-.282**	.017	.089	1
Basophil	.041	.008	-.024	.197*	.165*	.217**	.168*	.158	-.295**	.182*	.175*	.126
AFP	-.061	.034	-.002	.088	.066	.054	.052	.120	-.003	-.061	-.036	.075
CEA	-.005	.232**	.216*	-.109	.094	.158	.112	.075	-.046	.004	-.182*	.059
PSA												
CA-125	-.097	-.197	-.107	-.198	-.041	.024	-.013	.005	.034	-.040	-.011	-.010
TSH	-.059	-.152	.054	-.025	-.064	-.043	-.087	.001	-.022	.025	.040	-.066
FT4	-.078	.101	-.027	.016	.087	.067	.148	.117	.081	-.051	-.132	-.009

*p<0.1, **p<0.01(Pearson Correlation)

Table 8. 누적피폭선량과 혈액검사의 연관성

		모형1				모형2			
		β	SE	t	p	β	SE	t	p
WBC	상수	6.735	0.235			7.160	1.560		
	누적피폭선량	-0.02	0.007	-2.26	0.821	-0.01	0.008	-1.88	0.851
		F=0.051, p=0.821, R ² =0.000				F=0.203, p=0.985, R ² =0.004			
RBC	상수	4.603	0.031			5.906	0.031		
	누적피폭선량	0.003	0.001	3.259	0.001	0.000	0.001	0.514	0.607
		F=10.624, P=0.001, R ² =0.029				F=36.537, p<0.001, R ² =0.426			
Hb	상수	14.105	0.127			16.746	0.718		
	누적피폭선량	0.009	0.004	2.341	0.020	-0.002	0.003	-0.516	0.607
		F=5.481, p=0.020, R ² =0.015				F=19.820, p<0.001, R ² =0.285			
Hct	상수	41.524	0.279			51.663	1.525		
	누적피폭선량	0.023	0.008	2.752	0.006	6.294E-5	0.007	0.000	0.993
		F=7.572, p=0.006, R ² =0.022				F=26.936, p<0.001, R ² =0.358			
PLT	상수	235.87	2.987			248.34	19.568		
	누적피폭선량	-0.205	0.090	-2.277	0.023	-0.136	0.095	-1.436	0.152
		F=5.186, p=0.023, R ² =0.015				F=2.073, p=0.046, R ² =0.041			
neu tro phil	상수	56.191	0.558			52.922	3.582		
	누적피폭선량	0.003	0.017	0.204	0.839	0.020	0.017	1.173	0.242
		F=0.041, p=0.839, R ² =0.000				F=2.937, p=0.005, R ² =0.059			
lym pho cyte	상수	34.265	1.407			39.359	9.260		
	누적피폭선량	0.014	0.042	0.328	0.743	-0.003	0.044	-0.078	0.938
		F=0.108, p=0.743, R ² =0.000				F=0.518, p=0.821, R ² =0.011			

		β	SE	t	p	β	SE	t	p
mono cyte	상수	6.012	0.198			8.009	1.298		
	누적피폭선량	0.002	0.006	0.340	0.734	0.002	0.006	0.370	0.712
F=0.115, p=0.734, R ² =0.000					F=0.689, p=0.681, R ² =0.015				
		β	SE	t	p	β	SE	t	p
eosi no phil	상수	2.751	0.127			2.945	0.821		
	누적피폭선량	0.003	0.004	0.908	0.365	0.000	0.004	-0.066	0.948
F=0.824, p=0.365, R ² =0.002					F=2.590, p=0.013, R ² =0.052				
		β	SE	t	p	β	SE	t	p
Baso phil	상수	0.548	0.019			0.374	0.126		
	누적피폭선량	0.000	0.001	0.705	0.481	0.000	0.001	0.328	0.743
F=0.497, p=0.481, R ² =0.001					F=1.308, p=0.246, R ² =0.027				
		β	SE	t	p	β	SE	t	p
TSH	상수	2.596	0.181			2.263	1.395		
	누적피폭선량	-0.001	0.004	-0.202	0.840	0.001	0.005	0.305	0.760
F=0.041, p=0.840, R ² =0.000					F=0.512, p=0.825, R ² =0.020				
		β	SE	t	p	β	SE	t	p
FT4	상수	1.310	0.014			1.676	0.108		
	누적피폭선량	7.791E-5	0.000	0.225	0.822	7.944E-6	0.000	0.023	0.982
F=0.051, p=0.822, R ² =0.000					F=1.941, p=0.066, R ² =0.073				

모형 1 : 누적피폭선량

모형 2 : 누적피폭선량 + 성별, 연령, 직종

6. 방사선 관계종사자와 대조군의 혈액검사 결과의 비교

방사선 관계 종사자와 대조군 모두 혈액검사 결과의 평균치는 정상 참고범위 안에 분포하고 있었고, 대조군과 방사선 관계 종사자들의 혈액검사 분석결과는 WBC($t=3.855$, $p<0.01$), Monocyte($t=2.794$, $p<0.01$), TSH($t=2.488$, $p<0.05$), FT4($t=2.488$, $p<0.01$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(table8).

남자의 경우 대부분의 검사항목 결과에서 두 군 사이에 유의한 차이가 없었으나, 백혈구 수치는 방사선 관계 종사자가 대조군보다 높았으며($t=4.587$, $p<0.01$), Basophil은 대조군에서 방사선 관계 종사자보다 높았다($t=-2.50$, $p<0.05$). AFP 검사는 방사선 관계 종사자가 대조군보다 유의하게 높았고($t=4.754$, $p<0.01$), FT4검사에서도 방사선 관계 종사자군이 대조군보다 유의하게 높았다($t=2.586$, $p<0.05$). 여자는 백혈구($p<0.05$), 중성호구($p<0.05$), 단핵구($p<0.05$)는 방사선 관계 종사자가 대조군보다 높게 나타났고, 적혈구는 대조군이 방사선 관계 종사자보다 높게 나타났다($t=-3.441$, $p<0.01$). 그리고, TSH, FT4는 남녀 모두 방사선 관계 종사자가 대조군보다 높게 나타났다.(table9).

Table 9. 방사선 관계종사자와 대조군의 혈액검사 결과비교

	방사선종사자	대조군
WBC (4.0~11.0×10 ³ /μℓ)	6.71±4.07**	5.84±1.36
RBC (4.09~5.65×10 ⁶ /μℓ)	4.64±0.53	4.64±0.43
Hb 남 12.5~17.5g/dl 여 10.7~15.3g/dl	14.22±2.21	14.11±1.44
Hct 남 37.0~51.6% 여 32.4~44.9%	41.83±4.81	41.97±3.83
PLT 134~387 ×10 ³ /μℓ	233.16±51.47	231.82±52.94
Neutrophil 33~74%	56.24±9.37	55.83±7.93
lymphocyte 16~49%	34.45±23.64	33.83±7.29
Monocyte 0~11%	6.04±3.31**	5.51±1.40
Eosinophil 0~10%	2.80±2.14	2.78±2.04
Basophil 0~2%	0.55±0.32	0.57±0.28
AFP 0~6 ng/ml	1.96±1.05	1.78±2.27
CEA 0~5 ng/ml	0.91±0.65	0.88±0.56
PSA 0~4 ng/ml	0.77±0.52	0.82±0.59
CA-125 0~34.5 U/ml	7.38±4.10	8.22±9.20
TSH 0.15~5.00 μIU/ml	2.58±2.20*	2.15±1.15
FT4 남 0.79~1.86ng/dl 여 0.64~1.72ng/dl	1.31±0.18**	1.25±0.15

* p<0.05, ** p<0.01(t-test)

Table 10. 방사선 관계종사자와 대조군의 혈액검사 결과비교

	남자		여자	
	방사선종사자	대조군	방사선종사자	대조군
WBC (4.0~11.0×10 ³ /μℓ)	6.68±1.76**	5.93±1.39	6.76±5.79*	5.76±1.33
RBC (4.09~5.65×10 ⁶ /μℓ)	4.94±0.47	4.93±0.32	4.26±0.32	4.37±0.33*
Hb (남 12.5~17.5g/dl) (여 10.7~15.3g/dl)	15.26±2.36	15.23±0.85	12.93±1.00	13.09±1.04
Hct (남 37.0~51.6%) (여 32.4~44.9%)	44.40±4.52	44.89±2.46	38.71±2.96	39.28±2.75
PLT (134~387 ×10 ³ /μℓ)	228.62±49.36	224.55±47.42	238.98±53.66	238.51±56.86
Neutrophil (33~74%)	54.63±9.14	55.26±7.46	58.37±9.28*	56.32±8.31
lymphocyte (16~49%)	36.18±30.25	33.75±6.87	32.14±8.81	33.91±7.64
Monocyte (3~11%)	6.21±4.12	5.62±1.43	5.81±1.71*	5.42±1.37
Eosinophil (0~10%)	3.15±2.40	3.8±2.26	2.33±1.63	2.51±1.79
Basophil (0~2%)	0.56±0.36	0.65±0.30*	0.54±0.28	0.51±0.25
AFP (0~6 ng/ml)	2.07±1.02*	1.59±0.90	1.80±1.07	1.95±2.98
CEA (0~5 ng/ml)	1.06±0.72	1.00±0.68	0.71±0.45	0.78±0.42
PSA (0~4 ng/ml)	0.76±0.51	0.82±0.59		
CA-125 (0~34.5 U/ml)			7.39±4.13	8.22±9.20
TSH (0.15~5.00 μIU/ml)	3.15±8.21	1.92±1.00	2.91±3.02	2.37±1.26
FT4 (남 0.79~1.86ng/dl) (여 0.64~1.72ng/dl)	1.33±0.17*	1.28±0.15	1.28±0.18*	1.22±0.15

* p<0.05, ** p<0.01(t-test)

7. 방사선 관계 종사자 남녀 누적피폭선량에 따른 대조군과의 혈액검사결과

방사선 관계 종사자들의 남녀 구분에 따른 혈액검사의 분석결과는 대부분 유의한 통계적 차이를 보이지는 않았지만, RBC는 누적피폭선량 0~5.00mSv($p<0.01$), 5.01~10.00mSv($p<0.01$), 10.01~15.00mSv($p<0.05$), 20.01mSv이상($p<0.01$) 군에서 남자가 통계적으로 유의하게 높았고, neutrophil은 누적피폭선량 0~5.00mSv($p<0.01$), 5.01~10.00mSv($p<0.01$) 군에서 여자가 통계적으로 유의하게 높았다. Eosinophil에서는 0~5.00mSv 구간에서 남자가 여자보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났다($t=2.387$, $p=0.018$). 종양표지자 검사인 AFP 검사 결과에서는 20.01mSv이상인 구간에서 남자가 여자보다 유의하게 높았고($t=2.151$, $p=0.036$), CEA검사 결과에서는 0~5mSv 구간에서 남자가 여자보다 유의하게 높았다($t=3.548$, $p<0.01$).

대조군을 포함한 남성 집단 간 검사항목별 비교 분석결과는 WBC는 집단 간 유의한 차이를 보였으며($F=4.65$, $p<0.01$), 대조군과 20.01mSv이상 집단 사이에서 대조군이 유의하게 낮았으나($p<0.05$), 여자군에서는 유의한 차이가 없었다. Basophil 검사에서 남성 집단사이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며($F=4.334$, $p<0.01$), 10.01~15.00mSv 집단과 15.01~20.00mSv 사이에 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). AFP 검사결과에서는 남자의 경우 집단 간 유의한 차이가 있었으며($F=7.427$, $p<0.01$), 대조군과 5.01~10.00mSV 집단 간($p<0.01$), 대조군과 20.01mSv이상 집단 간($p<0.01$) 유의한 차이가 있었고, table 11에 제시하였다.

Table 11. 성별, 누적피폭선량에 따른 대조군과의 혈액검사결과 비교

	대조군		0~5.00mSv		5.01~10.00mSv		10.01~15.00mSv	
	남	여	남	여	남	여	남	여
WBC	5.93±1.39	5.76±1.33	6.58±1.55	6.93±6.36	6.38±1.68	6.07±1.26	6.91±2.31	5.34±1.27
RBC	4.93±0.32	4.37±0.33	4.93±0.42**	4.27±0.32	4.94±4.15**	4.15±0.32	5.11±0.92*	4.15±0.30
Hb	15.23±0.85	13.09±1.04	15.38±3.34	12.97±1.01	15.32±0.97	12.63±0.98	15.01±1.05	12.50±1.14
Hct	44.89±2.46	39.28±2.75	44.41±5.06	38.75±3.01	44.95±3.34	38.05±3.26	44.14±3.06	39.05±2.28
PLT	224.55±47.42	238.51±56.86	236.44±46.85	242.80±53.62	233.90±48.49	232.58±64.22	221.95±57.69	196.14±25.29
Neutro phil	55.26±7.46	56.32±8.31	54.40±9.28	58.20±9.10**	55.07±5.30	62.68±9.55*	53.70±11.55	52.44±9.34
Lympho cyte	33.75±6.87	33.91±7.64	34.19±7.56	32.38±8.60	33.87±4.66	28.39±8.64	35.45±10.06	35.77±10.41
Mono cyte	5.62±1.43	5.42±1.37	6.34±1.67	5.92±1.67	5.52±1.00	4.94±1.61	5.96±1.59	6.14±2.73
Eosino phil	3.8±2.26	2.51±1.79	2.98±2.08*	2.34±1.58	2.95±1.45	2.28±1.67	3.11±2.08	3.30±2.83
Baso phil	0.65±0.30**	0.51±0.25	0.55±0.23	0.55±0.30	0.56±0.21	0.50±0.17	0.43±0.19	0.50±0.16
AFP	1.59±0.90**	1.95±2.98	1.88±0.96	1.77±1.02	2.49±1.15	2.40±0.72	1.81±0.83	1.90±2.10
CEA	1.00±0.68	0.78±0.42	1.07±0.84**	0.70±0.47	1.12±0.69	0.81±0.57	0.96±0.45	0.65±0.26
PSA	0.82±0.59		0.69±0.49		0.79±0.59		0.58±0.28	
CA-125		8.22±9.20		7.59±4.19		5.05±1.26		9.28±6.90
TSH	1.92±1.00	2.37±1.26	2.22±1.09	3.01±3.47	2.53±1.48	2.45±2.25	2.85±2.96	2.72±1.72
FT4	1.28±0.15	1.22±0.15	1.33±0.21	1.26±0.19	1.31±0.15	1.34±0.25	1.36±0.17	1.36±0.13

* p<0.05, ** p<0.01(t-test), + p<0.05, ++ p<0.01(ANOVA, Scheffe)

8. 누적 피폭선량 20mSv를 기준으로 한 혈액검사결과 비교

1년 동안 누적피폭선량 범정한도인 20mSv를 기준으로 방사선관계종사자를 구분하여, 각 집단사이의 혈액검사 결과에 어떠한 차이가 있는지 알아보고, 대조군과 비교, 분석하였다.

방사선 관계 종사자를 20mSv를 기준으로 분류하고, 각 검사결과들의 평균값들을 비교하였다. 그 결과, RBC 검사 분석결과는 20.00mSv 이하 군에서 통계적으로 낮았고($t=-2.78$, $p<0.01$), Hb도 20.00mSv 이하 군에서 낮았으며($t=-2.379$, $p<0.05$), Hct 결과에서도 20.00mSv 이하 군에서 통계적으로 낮았다($t=-2.915$, $p<0.01$). PLT 검사결과는 20.00mSv 이하인 군에서 통계적으로 유의하게 높았고($t=2.547$, $p<0.05$), AFP는 20.00mSv 이하 군에서($t=-2.357$, $p<0.05$), PSA도 20.00mSv 이하 군에서 통계적으로 낮았다($t=-2.248$, $p<0.05$).

대조군을 포함하여 20mSv이하, 20mSv이상의 세 집단으로 나누어 분석한 결과, WBC 검사는 세 집단 간 유의한 차이를 보였고($p<0.01$), 20.00mSv 이하 군이 대조군보다 높게($p<0.01$), 20mSv 초과 군이 대조군보다 높게 나타났다($p<0.01$). RBC($p<0.01$), Hb($p<0.05$), Hct($p<0.01$), PLT($p<0.05$), Lymphocyte($p<0.05$), Monocyte($p<0.05$)에서 방사선 관계 종사자 군이 높게 나타났고, RBC, Hb군은 20.01mSv이상 군이 대조군 보다 높게 나타났다.

종양표지자 검사결과 분석결과에서는 세 집단 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났고, 갑상선 호르몬 결과에서는 TSH가 세 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 ($p<0.05$), 대조군과 20.00mSv이하 집단 간 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고($p<0.05$), 전체적으로 대조군에서 낮게 나타났다. FT4 분석결과는 집단 간 유의한 차이가 있고($p<0.01$), 대조군과 20.00mSv 이하($p<0.01$), 대조군과 20.01mSv 이상 그룹($p<0.05$)에서 차이를 보였으며, 역시 방사선 관계 종사자군 이 대조군보다 높게 나타났다. 이와 같은 결과는 table 12에 요약 정리하였다.

Table 12. 누적 피폭선량 20mSv를 기준으로 한 혈액검사결과 비교

	대조군	방사선 관계종사자	
		≤20mSv	>20mSv
WBC ⁺⁺	5.84±1.36	6.70±4.42	6.74±1.92
RBC ⁺⁺	4.64±0.43	4.61±0.55 ^{**}	4.81±0.41
Hb ⁺	14.11±1.44	14.09±2.36 [*]	14.80±1.18
Hct ⁺⁺	41.97±3.83	41.47±4.72 ^{**}	43.37±4.91
PLT ⁺	231.82±52.94	236.49±51.11 [*]	218.60±50.88
Neutropjil	55.83±7.93	56.34±9.27	55.82±8.86
Lymphocyte ⁺	33.83±7.29	33.28±8.14	39.38±51.27
Monocyte ⁺	5.51±1.40	5.99±1.66	6.24±6.74
Eosinophil	2.78±2.04	2.69±1.86	3.23±3.03
Basophil	0.57±0.28	0.55±0.34	0.57±0.27
AFP	1.78±2.27	1.89±1.03 [*]	2.24±1.08
CEA	0.88±0.56	0.89±0.65	0.99±0.64
PSA	0.82±0.59	0.70±0.49 [*]	0.91±0.56
CA-125	8.22±9.20	7.45±4.18	6.86±3.70
TSH ⁺	2.15±1.15	2.63±2.37	2.43±1.62
FT4 ⁺⁺	1.25±0.15	1.31±0.19	1.32±0.14

* p<0.05, ** p<0.01 (t-test)

+ p<0.05, ++ p<0.01 (ANOVA, Scheffe)

IV 고찰

2015년 4월 갱신된 통계청 자료인 분야별 방사선 작업 종사자의 연평균 방사선 피폭선량률을 살펴보면, 2013년 기준으로 비파괴검사 분야가 3.87mSv로 가장 높은 선량률을 보이고, 그 다음으로 의료분야 0.73mSv, 공공 0.42mSv, 제조업 0.16mSv 등으로 나타나 있다. 또한, 항공기 승무원들도 연간 단거리 비행시 1~2mSv, 장거리 비행사 3~5mSv의 피폭을 받는다고 하며(김형진 등, 2013), 정부에서는 국민들의 방사선에 대한 불안감을 해소시키고, 환자들의 방사선 피폭에 대해 합리적으로 최소화하기 위하여 '국민 개인별 맞춤형 방사선 안전관리'를 실시하고자 하고 있다.

한 연구에 따르면, 응급실에 내원한 환자의 방사선 촬영종류별 피폭선량을 보면 일반촬영 28.9mGy, CT촬영 84.2mGy, 특수촬영 1.02mGy로 CT촬영 피폭이 일반 촬영에 비해 10배 정도 많았다(안병주 등, 2007), 이러한 상황에 맞춰 병원 내 방사선 관계 종사자들도 본인들의 피폭현황에 대하여 좀 더 자세히 인지하고, 언제든지 확률론적 영향에 근거한 질병이 유발될 수 있으므로, 건강상 위해를 당하지 않도록 미연에 방지해야 할 것이다. 그러나, 방사선 피폭에 따른 확률론적 영향에 기인한 신체적인 이상을 파악하기는 무척 힘든 일이다.

현재, 진단용 방사선 관계종사자들의 건강진단표 의료법 제37조 및 진단용 방사선발생장치의 안전관리에 관한 규칙 제13조(방사선관계종사자에 대한 건강진단)에 의거하여 3개의 문진항목(방사선 피폭증상의 유무, 방사선피폭 증상이 있는 자는 그의 작업장소, 작업내용, 작업기간, 피폭선량 및 방사선 장해유무, 그 밖의 방사선에 의한 피폭증상)과 3개의 혈액 검사항목(WBC, RBC, Hb), 그 밖에 의사가 필요하다고 인정하는 검사로 이루어져 있고, 다른 혈액검사들의 혈액검사에 대해서는 알 수 없는 실정이었다.

본 연구결과 방사선 관계 종사자의 평균 피폭누적선량은 13.06 ± 30.21 mSv로 류재광(2008)의 연구 7.66mSv보다 높은 선량이었다. 남자가 20.22 ± 38.30 mSv으로

여자의 평균 피폭누적선량인 $4.14 \pm 9.08 \text{mSv}$ 보다 유의하게 높았다. 이는 남자가 여자보다 피폭 가능성이 높은 곳에서 근무를 하고, 여자의 경우에는 실질적으로 방사선을 다루는 장소만이 아니라 접수나 사무직 근무자들도 방사선 구역 안에서 근무를 하기 때문에 방사선 관계종사자로 분류를 하게 됨으로써 여자의 평균 피폭누적선량이 더 낮아진 것이라 생각된다.

나이에 따른 평균 피폭누적선량은 나이가 증가함에 따라 피폭선량도 증가하는 경향을 보이는데, 이는 근무년수가 증가함에 따라 평균 피폭누적선량이 증가하는 것처럼, 방사선에 대한 노출 기간이 길수록 누적 피폭선량이 증가하기 때문이라 생각된다. 진료과별 평균 누적피폭선량은 핵의학과가 $31.39 \pm 38.57 \text{mSv}$ 로 가장 많은 평균 누적피폭선량을 보였으며, 다음으로 심도자실 $17.32 \pm 19.14 \text{mSv}$, 영상의학과 $12.93 \pm 18.21 \text{mSv}$ 의 순서를 보였다. 핵의학과가 누적 피폭선량이 높은 것은 다른 진료과와 달리 병원 내 방사선 구역 중에서 개봉선원을 사용하고, 동위원소의 분배 및 이동이 일어나는 곳으로, 작업환경이 방사선에 노출될 가능성이 많고, 방사성의약품 투여 후 수 시간 혹은 수 일 동안은 환자 자체가 방사선원이 되므로(강보선 등, 2010) 다른 근무과의 방사선 관계 종사자들보다 방사선에 피폭될 가능성이 매우 높기 때문이라 생각된다. 그리고, 심도자실이나 영상의학과도 중재적 방사선 시술이 이루어지고 있기 때문에, 투시시간에 의한 영향(박정규 등, 2012)뿐만 아니라 시술 환자의 수 증가 등 병원 환경에 의한 것이라 생각되고, 병원환경이 변화하면 진료과별 피폭선량은 바뀔 수 있을 것이라 생각된다.

직종별 결과에서는 실질적으로 방사선을 취급하는 방사선사가 $17.91 \pm 25.47 \text{mSv}$ 으로 제일 높은 평균 누적 피폭선량값을 보였으며, 의사가 $15.51 \pm 42.10 \text{mSv}$ 으로 그 다음이었다. 의사 직종에서도 전문의 보다는 레지던트가, 레지던트 군에서도 근무년차가 작을수록 피폭을 더 받는 것으로 알려져 있는데(백성민, 2011), 이는 근무부서별 특성과 업무 숙련도와 관련이 깊은 것으로 이해되며, 의사 직종의 피폭 중 심도자실이나 방사선 중재 시술 중 받게 되는 높은 피폭량이 이 직종의 전체적인 피폭량을 높게 한 원인이라 생각된다.

종사자의 연령대별 종사기간별 평균 누적피폭선량 비교에서는 유의한 차이가 없었으며, 총 누적피폭선량, 근무년수, 직종, 검사항목별 상관관계 분석에서는 전체를 대상으로 한 경우에도 낮은 상관성을 보였다. 실제로 방사선 피폭량이 어떤 혈액 검사결과에 얼마만큼의 영향을 주는지 보고자 했던 다중 회귀분석 결과는 류재광 등(2008)의 연구에서와 같이, 누적 피폭선량은 혈액검사 결과에 별 영향을 끼치지 못하였다. 이는 방사선 관계종사자들이 모두 일정기간 같은 종사기간을 근무한 것이 아니며, 그로 인한 누적피폭선량이 다르고, 피폭선량도 저선량 때문일 것이라 생각된다.

방사선 관계 종사자 피폭량에 따른 대조군과의 혈액검사 결과 비교에서는 대부분의 검사결과 평균값은 다른 연구들과 같이(김후숙 등, 1998;류재광 등, 2008) 정상 참고범위 안에 분포하고 있었으며, 남자의 경우에는 백혈구, AFP, FT4 수치에서 대조군보다 유의하게 높았고, 여자의 경우에는 백혈구, 중성호구, 단핵구, FT4 수치에서 대조군보다 유의하게 높았다.

누적피폭선량을 20mSv를 기준으로 방사선 관계 종사자를 구분하여 혈액검사 결과들을 비교 분석한 결과 RBC, Hb, Hct AFP 그리고 PSA검사 결과에서는 20mSv이하 집단에서 유의하게 낮았고, PLT 검사결과에서는 20.01mSv이상 집단에서 유의하게 높았다. 대조군을 포함하여 비교 분석한 결과 RBC, WBC, Lymphocyte, Neutrophil, Basophil에서 유의한 차이를 보였던 연구(김후숙 등, 1998)와 WBC, RBC, Hb, Hct, PLT, Lymphocyte, Monocyte, TSH 그리고 FT4검사 비교에서 유의한 차이를 보인 본 연구와 비슷한 결과였고, 이 중 대조군과 차이를 보인 검사종목은 WBC, RBC, Hb, Monocyte, TSH 그리고, FT4 검사였다. 일반적으로, 방사선에 의한 말초혈액의 감수성은 혈소판이 제일 높고, 임파구, 호중구 순이었는데, 이번 연구에서는 혈소판의 경우는 20mSv 이상의 군에서는 대조군보다 유의하게 낮은 결과를 보였지만, 임파구의 경우는 대조군보다 높은 결과를 보여 알려진 결과와 차이를 보였다.

이번 연구에서 보고자 했던 종양검사 종목은 유의한 차이를 보이지 않았지

만, 갑상선 호르몬의 경우에는 유의하게 방사선 관계종사자들이 높게 나왔다. 갑상선암의 원인은 다양하지만 방사선은 그 중에서도 가장 대표적인 인자이며, 혈중 갑상선자극호르몬(TSH)의 경우 정상범위를 넘지 않아도 그 수치가 높다면 독립적인 갑상선암의 위험인자로 갑상선암 발암 기전에 기여하는 것으로 알려져 있다(김중순, 2005). 그러므로, 지속적인 방사선 노출은 방사선 관계 종사자에게 있어서 갑상선 질환을 일으킬 수 있는 위험인자라 할 수 있다. 그러나, 방사선 선량에 따른 갑상선암의 유병률은 비례하지만 100mSv 미만의 선량에서는 통계적으로 유의한 증가는 없었다(UNSCEAR, 2008)는 보고도 있으므로 신중한 접근이 필요할 것이다.

이 연구의 한계점으로는, 후향성 연구의 특성상 질환의 인과관계 및 발병 확률등을 알 수 없었으며, 연구 자체가 단일기관에서 근무 중인 병원 방사선 관계 종사자만을 대상으로 하였으므로, 전체 방사선 관계종사자의 결과로 확대해석에는 무리가 있을 것으로 판단된다. 그리고, 방사선 관계종사자들이 개인피폭선량계의 취급을 어떻게 했는지, 착용에 있어 정확한 위치에 했는지, apron 밖에 개인 피폭선량계를 착용을 하지는 않았는지 등을 통제할 수 없었기 때문에 판독된 피폭선량이 실제 관계 종사자들의 피폭선량과 일치 할 것인지에 대한 문제가 있을 것이라 생각된다. 또한, 월별, 분기별로 수거하여 판독하는 개인피폭선량계의 판독 결과에 수거기간의 차이 때문에 생기는 판독오차가 있을 수 있으며, 개인피폭선량계의 정확도와 신뢰도 등(정운관, 1994)도 분석에 영향을 주었을 것이라 생각 된다.

향후 방사선 피폭에 의한 신체의 영향에 대한 전향적 연구를 통하여 혈액학적 변화나 신체의 이상 뿐만 아니라 염색체 이상연구, 저선량의 감마선에 피폭된 사람 말초 임파구의 미소핵을 이용한 방사선 생물학적 피폭선량 측정(김태환, 2001)이나 낮은 방사선 피폭량이 Lymphocyte DNA손상에 미치는 영향(신현길 등, 2003)등의 연구처럼 유전자 검사 등과 연계하여 방사선 피폭에 의한 혈액성분의 변화와 유전자 이상의 연관성 등을 알아보았으면 한다.

V. 결론

본 연구는 방사선 관계 종사자들이 받는 피폭선량과 혈액검사 결과와의 연관성을 분석한 것으로 수원의 한 대학병원의 방사선 관계 종사자 357명을 대상으로 분석하였다. 분석 결과, 대부분 방사선 관계 종사자의 혈액검사 결과는 정상 참고범위에 위치하고 있었다. 성별, 직종별, 근무과별로 방사선에 노출되는 피폭량은 달랐으며, 저선량이어도 혈액검사 결과에 유의한 차이를 보이는 종목도 있었다는 것을 확인 할 수 있었고, 새로이 갑상선 호르몬의 유의한 차이를 확인할 수 있었으나, 임상적으로 의미 있는 수준은 아니었다.

참고문헌

질병관리본부. 2012 2012년 의료기관 방사선관계종사자의 개인피폭선량 연보. 오송: 질병관리본부; 2012.

최귀남, 전주섭, 김용완. 방사선관계종사자의 피폭선량에 대한 연구. 대한방사선학회지 2012;6(1):27-37.

임봉식. 한국에서 방사선 관련 종사자들의 개인피폭선량 실태에 관한 연구. 방사선기술과학 학회지 2006;29(3):185-195.

김갑중. 진단용 방사선 피폭에 관한 환자 및 종사자간 인식도 비교[석사학위 논문]. 대전: 건양대학교 보건복지 대학원: 2011.

김형진, 장병욱, 변종인, 송명한, 김정호. 운항승무원의 우주방사선 피폭 평가에 있어 누적형 개인 증성자 선량계의 적용가능성 예비 연구. 방사선방어학회지 2013;38(1):44-51.

김인규, 김상복, 김진규 등. 흰쥐의 방사선 피폭후 생물학적 지표로서의 혈액효소. 방사선방어학회지 1993;18(2):37-45.

도경현. 저선량 방사선이 인체에 미치는 영향. 대한의사협회지. 2011;54(12):1253-1260.

이훈재, 이상복. 핵의학 종사자의 방사선 피폭에 따른 생체신호 변화 분석. 방사선방어학회지 2007;32(1):27-34

식품의약품안전처. CT 환자 방사선 피폭량 기록,관리사업 전국실시(정부3.0 시대, 국민 개인별 맞춤형 방사선 안전관리 추진)보도자료. 2014. 1. 22.

권정완, 정제호, 장기원, 이제기. 진단방사선 및 핵의학 검사에 의한 한국인의 의료상 피폭. 방사선방어학회지 2005;30(4):185-196.

추성실, 서창옥, 김귀연. 고 에너지 방사선치료에서 환자의 피폭선량 분포와 생식선의 차폐. 방사선방어학회지 2002;27(1):1-9.

정운관. 필름배지선량계에 의한 개인피폭선량 측정에 관한 연구. 방사선방어학회지 1994;19(1):37-49.

박정규, 조의현. 심장내과의 중재적 시술시 시술조건에 따른 방사선사의 방사선 노출 특성. 디지털콘텐츠학회지 2012;13(3):421-429.

강보선, 임창선. 핵의학과에서 환경방사선량 측정에 대한 연구. 한국산학기술학회 논문지 2010;11(6):2118-2122.

류재광, 정우영, 신상기, 조시만, 동경래, 김현수. 병원 내 방사선 작업종사자의 만성적 방사선 피폭에 의한 혈액학적 성분 변화에 관한 연구. 핵의학기술학회지 2008;12(3):157-169.

김후숙, 서울원. 지속적 방사선 피폭에 의한 혈액성분의 변화. 기초과학 연구논문집 1998;9(1):79-86.

박호선. 방사선피폭선량 국가기록준위 적용에 따른 영향 분석[석사학위 논문] 춘

천: 강원대학교 대학원: 2006.

핵의학 교육연구회. 핵의학 길잡이. 서울: 고려의학: 2009.

양남희. ICRP 103에 따른 바아선 관계종사자의 5년간 개인피폭선량 추적조사연구[석사학위 논문]. 나주: 동신대학교 대학원: 2014.

백석민, 장은성. 방사선 작업종사자의 피폭선량 비교 평가. 한국방사선학회지 2011;5(4):195-199.

윤철호, 윤석환, 최준구. 방사선 종사자 근무 분야별 피폭에 관한 검토. 방사선기술과학지 2008;31(3):217-221.

정태식, 신병철, 문창우, 조영덕, 이용환, 염하용. 병원 방사선 작업 종사자의 방사선 피폭 분석 현황. 대한방사선종양학회지 2000;18(2):157-166.

미래창조과학부. 방사선 및 방사성동위원소 이용실태조사(분야별 방사선 작업 종사자의 연평균 방사선 피폭선량. 2015. 4. 23.

방사선방호 등에 관한 기준(개정 2014. 11. 21. 원자력안전위원회고시 제2014-34호) KHIDI. 저선량방사선의 건강 영향 이유. 2014. 5.

김종순. 갑상선암과 방사선. 갑상선학회지 2015;8(1):1-7

한국수력원자력(주) 방사선보건연구원, 동국대학교 의과대학 예방의학교실, 한국원자력의학원. 방사선작업종사자에게 발생한 암의 업무관련성 평가를 위한 선별

선량의 활용. 2007;19(3):196-203

백성민, 장은성. 방사선 작업종사자의 피폭선량 비교 평가. 한국방사선학회지. 2011;5(4):195-200

강인선, 안성미. 방사선 개인피폭선량계를 이용한 피폭선량 측정 및 유용성 평가. 한국콘텐츠학회논문지. 2014;14(11):864-869

임현술, 정해관, 김수근, 박병찬, 이관. 원자력 발전소 근로자에서 업무상 질병으로 인정받은 급성 골수성 백혈병 1예. 동국의학지. 2002;9(2):122-138

차애리, 김미선, 황인경 등. 방사선취급 병원근무자들의 염색체이상 및 자매염색 분체교환 빈도. 예방의학회지. 1998;31(4):616-627

이재기. 저선량 방사선 영향과 발현암의 인과성 문제. 동위원소회보, 2000;15(3):78-92

안병주, 이상복, 이준행. 한 대학병원 응급실에 방문한 환자의 방사선 피폭에 관한 연구. 한국방사선학회지. 2007;1(3):23-33

오현주. 진단용방사선분야에서의 방사선관계종사자의 피폭 및 방사선생물계측. 대한심,맥관중재기술학회지. 2003;6(1):11-15

ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiation Protection. ICRP Publication 103. Germany: ICRP;2007. 이재기(옮김). 2007년 국제방사선방호위원회 권고. 서울: 대한방사선방어학회; 2008.9-38

National Academy of Sciences. Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. BEIR VII-Phase 2. America: National Academy of Sciences; 박오순(옴김). 저선량 전리방사의 건강위험(전리방사능의 생물학적 영향 7편 2상). 서울: 핵없는 세상을 위한 의사회; 2013. 2-17.

Maguire J, Vegacarrascal I, White L, et al. Analyses of ionizing radiation effects In vitro in peripheral blood lymphocytes with Raman spectroscopy [abstract]. Radiation Research: 2015, 183(4), 407-416.

Neubecka C, Genizac MJ, Kauerd PM, Robinsond RJ, Chrislerd WB, Sowa MB. The effect of low dose ionizing radiation on homeostasis and functional integrity in an organotypic human skin model [abstract]. Mutation Research: 2015; 775:10 - 18.

Shin HK, Kim YJ, Kwon EH, Yook JY, Choi SY. The influence of smoking and low dose radiation exposure to the damage of the lymphocyte DNA. J Environ Toxicol 2003;18(4):237-242

Yi CJ, Ha SW, Jung HW. Chromosome aberration in peripheral lymphocyte of radiation workers in hospital. J Korean Asso Radiat Prot 1997;22(4):227-235

Chung HW, Kim SY, Kim BM, et al. Assessment of DNA damage and Chromosome aberration in human lymphocyte exposed to low dose radiation detected by FISH(fluorescence in situ hybridization) and SCGE(single cell gel electrophoresis). J Korean Asso Radiat Prot 2000;25(4):223-232

[ABSTRACT]

Association of low radiation exposure and blood test results in hospitals workers

Jintae Kim
Graduate School of Public Health
Ajou University

(Supervised by Professor Kung Jong Lee, M.D., Ph.D)

With a recently growing number of medical institutions and recent development of radiation-related medical equipments, the number of radiation-related workers engaged in radiation-exposed task is increasing and consequently, there is a growing possibility of exposure to radiation. Continuous exposure to radiation may put people at health risk, and thus patients using medical institutions as well as radiation-related workers working in radiation zone require caution. In this regard, the purpose of this study was to calculate radiation exposure dose in radiation-related workers who were continuously exposed to low level radiation and to evaluate the effects of low level radiation exposure on their haematological results. The subjects of this study were a total of 737, consisting of 357 radiation-related workers and 380 individuals in the control group. For indices of haematological results used for this analysis, Count blood cell results including white blood cell, red blood cell, hemoglobin, platelet etc, results of tumour marker tests of AFP, CEA, PSA, CA-125 and results of thyroid hormone test of TSH, FT4. They were used t-test, ANOVA and multiple regression analysis were performed for statistical analysis, and the results are

as follows.

The mean radiation exposure dose was 20.22 ± 38.30 mSv in the males and 4.14 ± 9.08 mSv in the females, higher in the males, and was significantly increased with age. The mean radiation exposure dose by working department was the highest for those in Department of Nuclear Medicine with 31.39 ± 38.57 mSv. The mean radiation exposure showed a tendency to increase with working period, and the radiation exposure dose by occupation was the highest in radiological technologists with 17.91 ± 25.47 mSv. For correlation by test item, most of test items showed weak correlations, but some showed high correlations depending on test item. When compared haematological results between the control group and radiation-exposed workers, the mean value for each group was within the reference value range, WBC was statistically higher in both male and female radiation-exposed workers compared to the control group, AFP, FT4 were found to be high in the males, whereas neutrophil, monocyte, FT4 were to be statistically high in the females radiation-exposed workers compared to the control group. When analyzed groups divided based on 20mSv in comparison with the control group, the results showed that there were significant differences in WBC, RBC, Hb, Hct, PLT, lymphocyte, monocyte and FT4 test, and test items showing differences compared to the control group were WBC, RBC, Hb, monocyte, TSH and FT4 test.

Taken together these results, the impact of low level radiation exposure dose on haematological results is insignificant. However, considering that there may be no threshold for carcinogenesis, it is desirable for radiation-related workers to be exposed to radiation as little as possible, and hospitals should create a safe working environment by establishing a system capable of systemic

radiation protection activities in collaboration with the government.

Key words: radiation-exposed worker, radiation exposure, hospital workers

