
23) X-RAY 이동 촬영시 간호사의 방사선 피폭인식도에 관한 조사

서울대학교병원 진단방사선
권대철, 권이선, 정광수, 홍미혜, 정경모, 박홍전

A Study on the Response of Nurses to the Radiation(on portable)

Dae Cheol Kweon, Lee Seon Kwon, Kwang Soo Chung,

Mi Hye Hong, Kyung Mo Chung, Hong Jun Park

Dept.of Diagnostic Radiology, Seoul National University Hospital

Purpose : This study was performed find the recognition in radiation exposure on portable X-ray unit. In an experiment using portable x-ray radiography, the authors, responded nurses on radiation scattered ray.

Material and Methods : This survey was conducted on the nurses of university hospital located at seoul and 72 of nurses. Self-administered was used to study nurses radiation scattered ray and Study was investigation that we aware of the scattering dose of portable x-ray radiography. In this paper, when the x-ray exposure condition is 70kVp, 10mAs, FFD 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7m acryl phantom the free space scattered ray dose in diagnostic radiation room was measured by Electrometer and ionization chamber.

Results : The obtained results are following

1. The free space radiation scattered ray was measured FFD 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7m, Dose 101, 24.6, 10.3, 5.8, 3.2, 2.2, 1.3 μ rem.
2. 5.5% of them know portable radiation scattered ray decreased and 44.4% don't know it.
3. 11.1% of them have used protector unit and 88.8% have don't it.

Conclusion : According to which the risk from radiation scattered ray on portable x-ray. When nurses in working of hospital have used protector unit.

In addition to nurses have neglect of x-ray dose phobia and radiation scattered ray.

I. 서 론

의학기술의 발달은 환자나 방사선 직업종사자의 방사선피폭을 줄이는데 일조 하였지만, 방사선을 이용한 검사의 증가는 방사선의 피폭의 증가를 불렀다. 방사선에 대한 인식의 제고와 이에 대한 연구가 지속적으로 필요하게 되었다. 병원에 종사하는 근무자들에 대한 방사선의 인식도를 조사하여 방사선에 노출을 감소시키는데 일조 하고자 조사하였다. 현재 이동촬영이 병원에서 진단으로 보편적으로 이용되고 있지만, 그에 대한 피폭의 위험에 대한 불안감, 병원 근무하는 간호사와 환자들이 정신적으로 위험하다고 느끼고 있다. 그럼에도 불구하고 이에 대한 연구는 부진한 상태이며 보고도 전무한 상태이다.

이에 통계적으로 설문조사와 선량의 측정으로 병원근무자의 방사선 촬영시 발생하는 산란선에 대한 위험에 대해 논리적인 측정치를 산출하여 그 실태의 내용을 보고하는 바이다.

II. 대상 및 방법

1. 설문조사 대상

서울대학교병원 간호부에 근무하는 72명의 간호사를 대상으로 14문항을 만들어 설문을 시행하였다.

조사내용은 대상자의 일반적인 사항, 방사선에 대한 인식도, 방사선 차폐기구 비치유무와 산란선의 차폐 방법 등을 설문 조사하였다.

2. 설문내용

안녕하십니까?

본 설문지는 방사선 진단에서 이용되는 이동 X-ray 촬영에 대하여 보다 효율적인 방사선 진단 및 간호사, 환자의 방사선 피폭에 대하여 정책에 참고하고자 설문조사를 합니다. 솔직하게 대답하여 주시기 바라며, 내용에 대한 비밀은 지켜드리고 연구목적 외에는 절대 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 연구자 이동

1. 다음 사항을 읽으시고 해당란에 답해 주시기 바랍니다.

1] 연령:

- 1) 20-25세() 2) 26-30세()
- 3) 31-35세() 4) 36-40세() 5) 41세 이상()

2] 성별:

- 1) 남() 2) 여()

3] 결혼상태:

- 1) 미혼() 2) 기혼()

4] 근무 경력: ()년

5] 근무 부서:

- 1) SICU 2) MICU 3) RICU 4) 응급실
- 5) 병동 6) PICU 7) NICU

2. X-RAY 이동 촬영시 발생하는 산란선에 대하여 알고 있습니까? ()

- 1) 안다 2) 모른다

3. X-RAY 이동 촬영할 때 산란선에 의한 방사선 피폭은 인체에 해롭다고 생각합니까? ()

- 1) 유해하다 2) 무해하다

4. X-RAY 이동 촬영시 산란선의 피폭은 인체에 어떤 영향을 준다고 생각합니까? ()

- 1) 유전적 영향 및 신체기관에 영향
- 2) 별다른 영향을 주지 않음 3) 잘 모르겠다

5. X-RAY 촬영시 산란선으로 피폭이 염려되니 방사선사가 촬영장소를 피하라고 말합니까? ()

- 1) 예 2) 아니오

6. X-RAY 촬영시 귀하는 촬영장소에서 어떻게 합니까? ()

- 1) 촬영장소를 재빨리 피한다.
- 2) 환자가 중환 이면 옆에 있다.
- 3) 촬영장소에는 가지 않는다.

7. X-RAY 이동촬영시 하루에 몇 번이나 산란선에 노출됩니까? ()

- 1) 0회 2) 1회 3) 2-3회 4) 4-5회 이상 5) 6회 이상

8. X-RAY 촬영시 방사선원에서 거리를 두면 안전하다고 생각됩니까? ()

- 1) 안전하다. 2) 위험하다.

9. 촬영시 방사선원(이동X-Ray촬영기)에서 얼마나 거리를 두어야 안전하다고 생각되니까? ()

- 1) 1-2m 2) 2-4m 3) 4-7m
- 4) 7-10m 5) 10m 이상

10. 흉부 X-Ray 이동촬영시 환자가 받는 피폭선량은 어느 정도인지 알고있습니까? ()

- 1) 안다 2) 모른다

11. X-RAY 이동촬영 검사시 옆 환자가 받는 산란선에 의한 피폭을 생각하십니까? ()

- 1) 장기간 입원환자의 피폭은 위험하다.
- 2) 산란선은 위험하지 않다.
- 3) 짧은 기간이기 때문에 위험하지 않다.

12. 방사선 피폭을 줄이려면 어떤 방법이 있는지 알고 있습니까? ()

- 1) 안다 2) 모른다

13. 방사선을 차폐할 수 있는 차폐기구가 병동에 있습니까? ()

- 1) 있다 2) 없다

3. 실험장비 및 기자재

- 1) AMX-4 Mobile X-ray Unit(3 ϕ inverter type)
- 2) Electrometer(Ionizationchamber) Radcal Coporation
- 3) Chest Phantom

4. 실험방법

1) Mobile X-ray Unit의 측정

현재 병원에서 사용되는 이동 X선 발생장치를 사용하여 촬영할 때 발생하는 선량을 측정하여 임상에서 근무하는 간호사의 설문조사의 통계치 와 비교 분석한다. 빈 공간의 실험실에서 이동방사선발생장치를 고

정시키고 바닥에서 50cm 떨어진곳에 Chest Phantom 을 설치한다. Phantom에서 1m 되는 곳에 Tube의 초점을 맞춘다. 팬텀의 피부선량을 측정하고 Phantom의 중심에서 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7m 거리마다 선량을 측정한다. 이동촬영기의 조건은 정상인(표준체중 60kg, 가슴둘레 90cm)의 현재 사용하는 조건인 70kVp, 10mAs 를 준다.

III. 결 과

1. 설문조사의 결과

1) 조사 대상자의 일반적 특성

응답자 총 72명중에 여자가 72명(100 %)을 차지하였다 그 중 20세 이하는 0명, 20세 이상 25세 이하는 25명(34.7 %), 26세 이상 30세 이하는 38명(52.7 %), 31세에서 35세 이하는 7명(9.7 %), 36세 이상은 5명(6.9 %)을 차지하였다. 결혼여부는 미혼이 56명(77.7 %), 기혼은 13명(18.0 %)을 이루었고, 근무경력은 1년 미만이 6명(8.3 %), 1년 이상 2년 미만은 37명(51.3 %), 2년 이상 5년 이하는 16명(2.2 %), 5년 이상 10년 미만은 6명(8.3 %), 10년 이상은 5명(6.9 %)을 이루었다. 근무 부서의 구성은 중환자실은 56명(77.7 %)이며 병동은 17명(23.6 %)을 차지하였다.

2) 산란선의 이해도

이동 촬영시 발생하는 산란선에 대하여 응답자의 45명(62.5%)이 산란선을 알고있다. 27명(37.5%)은 산란선에 대하여 모른다고 하였다(그림1참조).

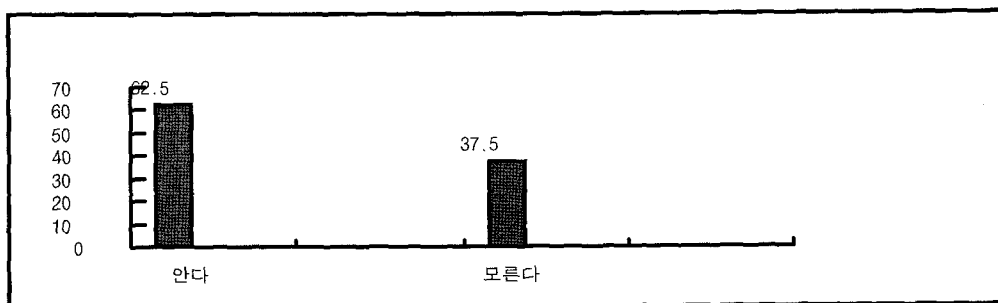


그림 1. 산란선의 이해도

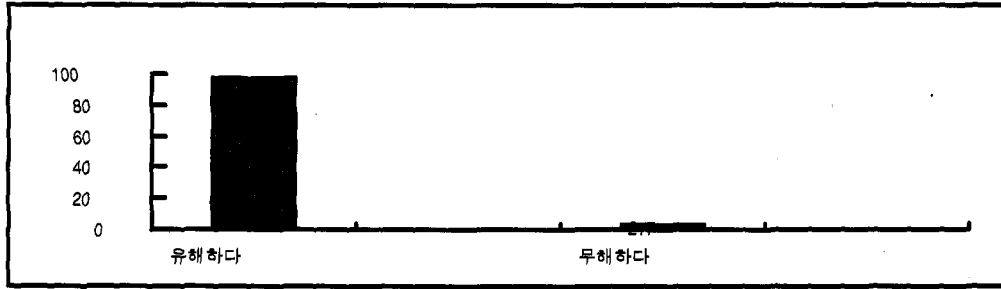


그림 2. 산란선의 인체에 피해유무



그림 3. 산란선이 인체에 미치는 영향

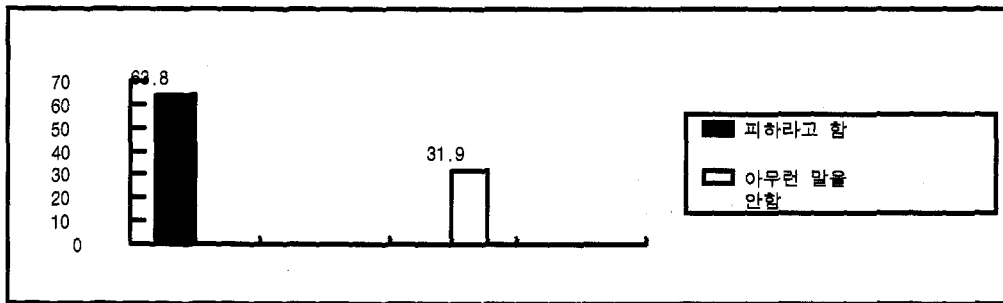


그림 4. 방사선사의 촬영시의 충실도

3) 산란선의 인체에 피해유무

방사선에서 발생하는 산란선이 인체에 피해를 주는가의 질문에 응답자의 70명(97.2%)이 유해하다. 인체에 무해하다는 2명(2.7%)을 차지하였다(그림2참조).

4) 산란선이 인체에 미치는 영향

산란선이 인체에 어떠한 영향을 주는가에 대한 질문에는 55명(76.3%)이 유전적 영향 및 인체기관에 영

향을 미친다. 3명(4.1%)은 별다른 영향을 주지 않는다. 15명(20.8%)은 잘모르겠다(그림3참조).

5) 방사선사의 촬영시의 충실도

병실에서 촬영시 간호사에게 촬영한다고 설명하고, 피폭을 최대한 줄이는 조치를 취하는가를 질문했을 때 46명(63.8%)은 촬영장소를 피하라고 이야기한다. 23명은 피폭을 줄이는 최소한의 조치를 취하지 않는다고 응답하였다(그림4참조).

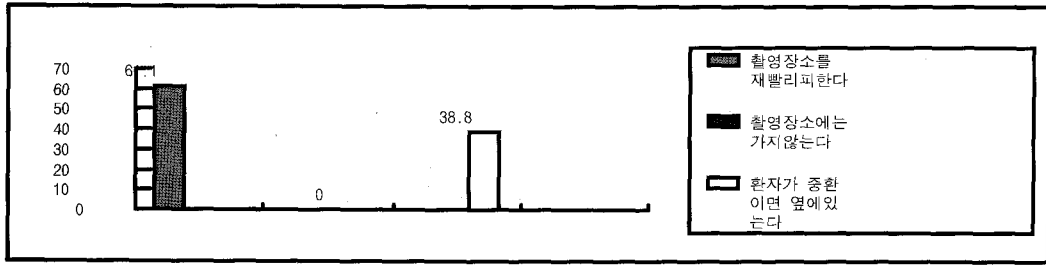


그림 5. 촬영장소에서 간호사의 이동

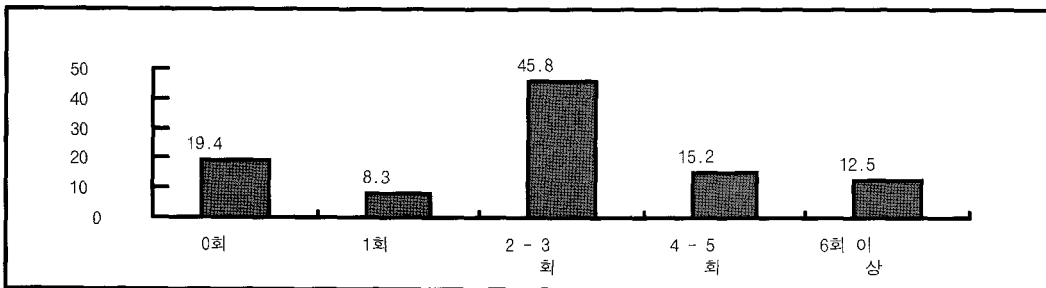


그림 6. 산란선의 노출빈도

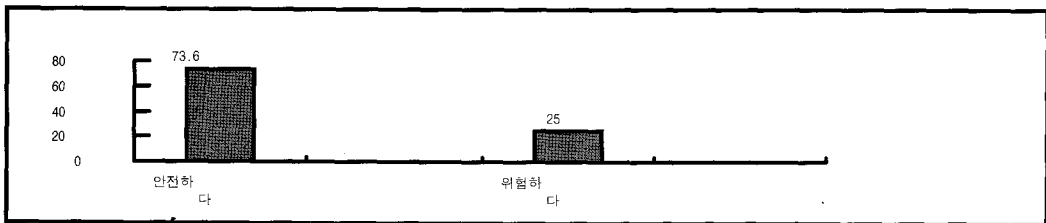


그림 7. 산란선의 피폭과 거리와의 관계 이해도

6) 촬영장소에서의 간호사의 이동

이동 촬영할 때 간호사들은 어떤 반응을 나타내며 촬영장소에서 먼저 촬영장소를 재빨리 피한다가 44명(61.1%)으로 수위를 차지하였고, 28명(38.8%)은 환자가 중환이면 옆에 있었다. 마지막으로는 아예 촬영장소에는 가지 않는다 가 0명을 차지하였다(그림5참조).

7) 근무중 산란선에 노출빈도

근무중 하루에 산란선에 몇 번이나 노출되는가의

질문에 14명(19.4%)이 한 번도 없다. 1회가 6명(8.3%), 2-3회가 33명(45.8%), 4-5회가 11명(15.2%), 6회 이상은 9명(12.5%)으로 조사되었다(그림6참조).

8) 산란선의 피폭과 거리와의 관계

촬영할 때 선원에서 거리를 두면 안전한가에 관하여 응답자 53명(73.6%)이 안전하다고 응답하였고, 안전하지 못하다가 8명(25.0%)이었다(그림7참조).

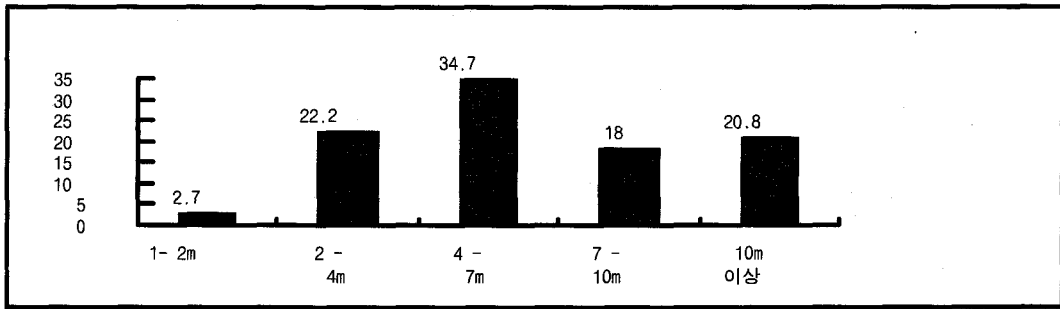


그림 8. 산란선과 거리 안전도

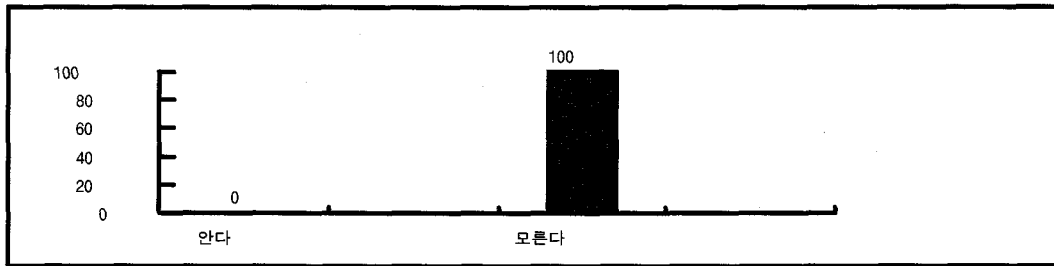


그림 9. 환자의 피폭선량 이해도

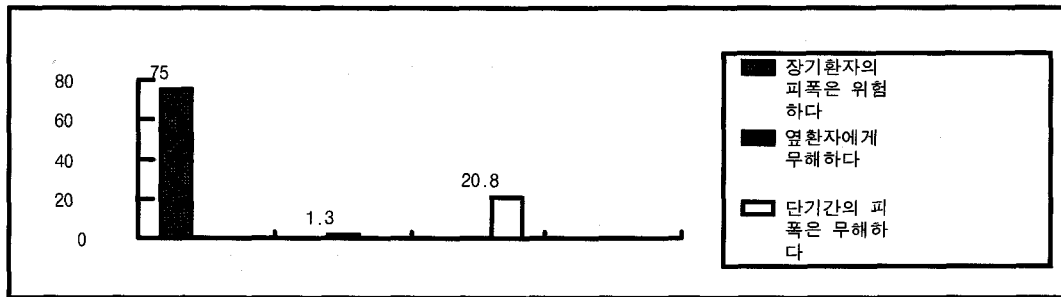


그림 10. 옆 환자의 피폭 위험도

9) 촬영시 거리를 어느 정도 멀리하면 안전 한가에 대한 질문

방사선 방어 3대 원칙중의 하나인 거리를 얼마나 두어야 하는 가의 질문에 1-2m은 2명(2.7%)이었고, 2-4m은 16명(22.2%), 4-7m에서는 25명(34.7%)으로 가장 많은 응답을 하였고, 7-10m은 13명(18.0%), 10m은 15명(20.8%) 이었다(그림8참조).

10) 환자의 피폭선량의 이해도

이동촬영시 환자가 받는 피폭선량이 얼마인가의 질문에는 응답자의 전부가 모른다고 하였다(그림9참조).

11) 촬영할 때 옆 환자가 산란선의 피폭에 관하여

다인실이나 넓은 공간의 중환자실에서 옆 환자가 산란선에 피폭될 때의 느낌은 장기환자의 피폭은 위험하다가 54명(75%)였고, 무해하다 1명(1.3%), 단기간의 피폭은 위험하지 않다가 15명(20.8%)으로 집계되었다(그림10참조).

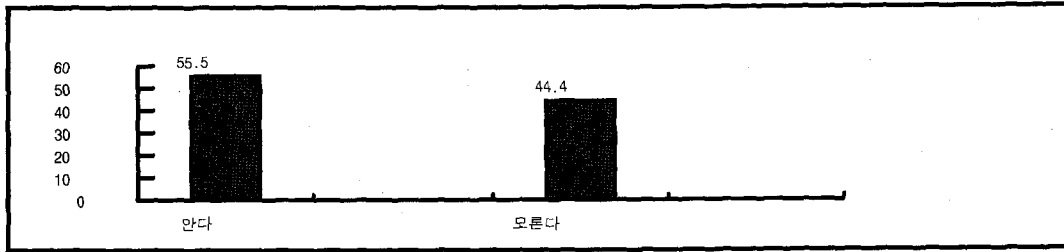


그림 11. 피폭을 줄이는 방법 숙지 유무

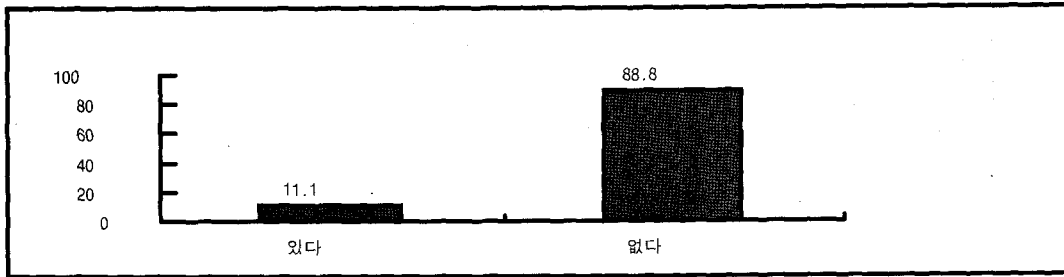


그림 12. 차폐기구 병동 비치유무

표 2. 산란선의 거리 증가에 따른 선량

거리	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M
측정치	101.1	24.6	10.3	5.8	3.2	2.2	1.3

12) 피폭을 줄이는 방법의 숙지여부

촬영할 때 방출되는 산란선의 피폭을 줄이는 방법을 아는가의 질문에는 절반이 넘는 40명(55.5%)이 알고있다고 응답하였고, 모른다고 응답자수는 32명(44.4%)이었다(그림11참조).

13) 차폐기구 병동비치여부

방사선, 산란선의 피폭으로부터 차폐할 수 있는 차폐기구가 있는가의 질문에는 8명(11.1%)이 비치되어있다고 했으며, 64명(88.8%)은 차폐기구가 없다고 조사되었다(그림12참조).

2. 실험측정치의 결과

1) Mobile X-ray unit의 선량 측정결과

빈 공간의 실험실에서 이동방사선 발생장치를 이용하여 거리마다의 선량을 측정하였을 때의 선량은 다음과 같은 결과치를 얻었다. 단위는 μrem 이다. Phantom이 받는 촬영부위의 피부선량은 $23.8\mu\text{rem/sec}$ 로 측정되었다.

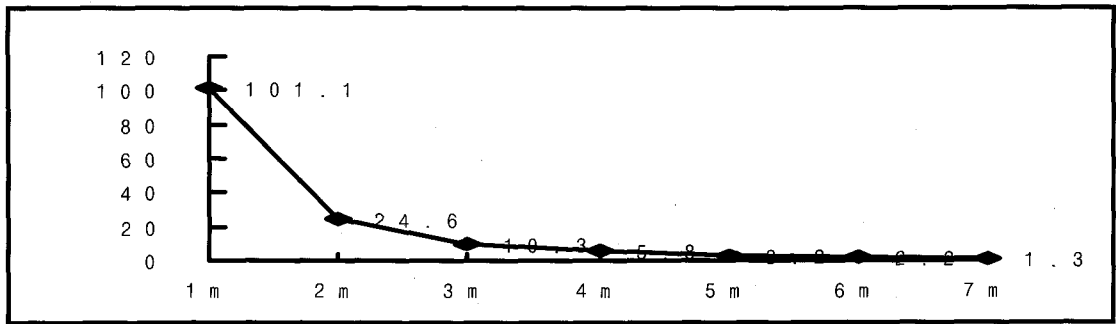


그림 13. 거리와 선량과의 관계

IV. 고 찰

1. 설문조사의 결과 분석

1) 산란선에 대한 이해도와 인체피해유무, 병동에서의 차폐기구 비치유무

산란선을 알고 있다가 45명(62.5%), 모른다는 27명(37.5%)으로 집계되었다.

산란선에 의해 인체에 피해를 주는지의 질문에서 70명(97.2%)이 피해를 준다고 했으며, 2명(2.7%)이 인체에 무해하다고 대답했다. 본 병원에 차폐기구의 비치하고 있다가 8명(11.1%), 없다는 64명(88.8%)으로 집계되었다. 응답자의 62.5%가 산란선을 알고있으며, 97.2%가 산란선은 유해하다고 응답하였다.

방사선이 인체에 위험하다는 사실은 많은 사람들이 알고있고 산란선 또한 인체에 유해하다고 알고있이에 대한 대비책으로 산란선을 차폐하는 기구의 치 비율은 의외로 11.1%로 매우 낮게 조사되었다. 해하다는 사실(62.5%)은 알고있지만 차폐기구의 비는 매우 낮다. 이에 대한 대비가 따라야 할 것으로 인다.

2) 산란선에 의한 인체피해에 대한 영향

산란선이 인체에 어떤 피해를 주는지에 대한 이도는 유전적 영향 및 인체기관에 영향을 준다가 55(69.4%), 3명(4.1%)은 별다른 영향을 주지 않는다. 명(20.8%)은 모르겠다. 응답자의 과반수가 넘는 비이 산란선이 인체기관에 영향을 주는 사실로 알고었다.

표 3. 산란선에 대한 이해도와 인체피해유무, 병동에서의 차폐기구 비치유무

산란선의 이해도			산란선의 인체피해유무			차폐기구 비치유무		
구분	응답자	백분율	구분	응답자	백분율	구분	응답자	백분율
안다	45	62.5	유해하다	70	97.2	있다	8	11.1
모른다	27	37.5	무해하다	2	2.7	없다	64	88.8
	72명	100.0		72명	100.0		72명	100.0

표 4. 산란선에 의한 인체 피해영향

구분	대상자수	백분율
유전적 영향 및 인체기관에 영향 별다른 영향을 주지 않는다	55	69.4
모르겠다	3	4.1
계	15	20.8
계	72명	

표 5. 방사선사의 역할 충실도와 피폭과 거리, 환자의 피폭선량의 숙지도

방사선사 역할 충실도			피폭과 거리 이해도			환자 피폭선량의 숙지도		
구분	응답자	백분율	구분	응답자	백분율	구분	응답자	백분율
피하라고 함	46	63.8	안전하다	53	73.6	안다	0	0.0
아무런 말을 안함	23	31.9	위험하다	18	25.0	모른다	72	100.0
계	72명	100.0	계	71명	98.6	계	72명	100.0

표 6. 촬영시 간호사의 이동에 관한 질문 옆 환자의 산란선 노출에 대한 간호사의 생각

촬영장소의 이동의 응답			옆환자의 산란선 노출시의 생각		
구분	응답자	백분율	구분	응답자	백분율
촬영장소를 재빨리 피한다	44	61.1	피폭으로 장기환자에게는 위험하다	54	75
바쁜 관계로 환자 옆에 있다	0	0.0	산란선은 옆환자에게 무해하다	1	1.3
환자가 중환이면 옆에 있다	28	38.8	단기간의 피폭은 위험하지 않다	15	20.8
촬영장소에는 가지 않는다	0	0.0	환자이면 피폭을 받아도 괜찮다	0	0.0
계	72	100.0	계	70	97.1

3) 방사선사의 역할 충실도와 피폭과 거리, 환자의 피폭선량의 숙지도

이동 촬영할 때 방사선사가 촬영실내에서 산란선이 피폭을 줄이려고 노력하는 가의 질문에서 63.8%는 노력하고 있다. 그러나 방사선사는 이에 만족하는 것보다 산란선의 피폭을 최소한으로 줄이는 노력을 해야 하겠다. 산란선의 피폭을 줄이는 방법의 하나인 촬영시의 방사선원에서 거리를 두는 질문에는 73.6 %의 비율을 차지하였다. 환자가 흉부 촬영시의 받는 피폭선량을 모두가 모른다고 응답하였다. 응답자들은 환자가 받는 피폭선량, 산란선과 선량의 관계는 계속적인 의식조사와 연구가 필요하겠다.

4) 촬영시 촬영장소에서의 이동과 옆에 있는 환자의 산란선 노출에 대한 간호사의 생각

촬영장소에서 근무중인 간호사의 61.1 %가 재빨리 피한다가 수위를 차지하였다. 그러나 환자가 중환이면 환자 옆에 있는 다(38.8 %)로 높은 비율을 차지하였다. 이에 대한 산란선의 차폐방법이 있어야겠다. 촬영환자의 옆 환자에게 산란선 노출은 54명(75%)이 장기간 피폭시는 위험하다.

표 7. 촬영시 산란선의 노출빈도와 거리의 안전의 인식도

산란선의 노출 빈도			산란선과 거리 안전의 인식도		
구분	응답자	백분율	구분	응답자	백분율
0회	14	19.4	1-2 m	2	2.7
1회	6	8.3	2-4 m	16	22.2
2-3회	33	45.8	4-7 m	25	34.7
4-5회	11	15.2	7-10 m	13	18.0
6회 이상	9	12.5	10 m 이상	15	20.8
계	73			71	

5) 촬영시 산란선의 노출빈도와 거리의 안전의 인식도

촬영할 때 방사선에서 발생되는 산란선에 노출빈도는 2-3회가 수위를 차지하였다. 방사선촬영에 따르는 부작용으로 간호사의 산란선 노출로 이어진다. 응답자의 34.7%가 4-7m 떨어지면 안전하다고 조사되었다.

6) 방사선 이동촬영시 피폭을 줄이는 방법 숙지에 관한 질문

이동촬영시 발생되는 산란선의 피폭을 줄이는 방법을 40명(55.5%)이 알고 있다. 32명(44.4%)이 모른다. 피폭을 줄이는 방법을 숙지하도록 해야한다.

2. 실험측정치의 결과분석

1) 미량의 방사선이 인체에 미치는 영향

미량의 방사선의 경우 방사선에 의하여 하나의 손상이 발생한 후 또 하나의 손상이 동일 장소에 발생하기 전에 회복됨으로써 완전한 손상에 필요한 동일 장소 2개 손상으로 진행하지 못한다. 미량의 방사선인 경우 회복과정이 더 효과적이다. 세포내의 회복기전이 유도됨으로 인하여 방사선에 의한 위험이 다량의 방사선에 피폭된 경우에 비하여 상대적으로 적다고 알려져 있다.

매우 낮은 방사선에 피폭되면 회복기전에 필요한 새로운 단백질을 생성하는 유전자가 유도되는 적응반응을 함으로써 후에 더 높은 양의 방사선에 피폭될 경우 이의 효과를 감소시켜 세포의 손상이 감소된다는 것이 radiation hormesis¹⁾의 이론적 구조이다.

2) 실험 측정치와 결과

이와 같은 측정의 결과로 알 수 있듯이 방사선의 차폐는 거리가 떨어지면 산란선이 감소하였다.

1m거리에서의 101 μrem으로 자연방사선량이 100-400mrem이므로 1/1000 - 1/4000정도로 적으며 거리가 멀어지면 무시할 정도로 적은 방사선량이 방출된다. 그리고 2m에서는 1/4정도로 적은 산란선이 방출된다. 거리가 5m이상에서는 3.2 - 1.3 μrem으로 적은 산란선이 방출됨을 알 수 있다.

3) 실험 측정치의 결과와 이론분석

$0.00167 \text{ R/min} / 10 \text{ mAs} = 0.000167 \text{ R/mA} \cdot \text{min}$ 으로 초단위로 계산하면 $27.8 \mu\text{rem/sec}$ 이다. 측정치의 피부선량은 $23.8 \mu\text{rem/sec}$ 이다. 1m에서의 허용선량은 $0.1 \text{ R/hr}(0.00167 \text{ R/min})$ 이다.⁸⁾

4) 자연방사선의 일상적인 노출

Phantom이 받는 촬영부위의 피부선량은 $23.8 \mu\text{rem/sec}$ 로 측정되었다.

표 8. 최대허용선량 (ICRP)

피폭기간 \ 피폭구분	방사선 작업종사자	관리구역 및 방사선 수시 출입자
전신, 조혈기관, 생식선 및 눈의 수정체	3rem / 3개월	1.5rem / 년
뼈, 갑상선, 피부(몸통 및 머리 부위의 피부에 한함)	30rem / 년	3rem / 년
손, 발, 팔 및 다리 관절	40rem/ 3개월, 75rem/년	7.5rem / 년
기타 단일장기	8rem /3개월, 15rem/ 년	1.5rem / 년
긴급시 작업	10rem	
사고시	25rem	

인류는 살아가면서 방사선을 받으며 살아간다. 사람이 받는 방사선은 자연방사선과 인공방사선으로 나눌 수 있다. 이 중 자연방사선이 82 %를 차지하며 연간 240 mrem에 달한다. 여기에는 라돈가스가 55 %를 차지하고 우주선이 약 8 %, 암석, 토양이 약 8 %이다. 나머지는 음식물이나 마시는 물이 차지한다. 인공방사선은 전체의 18 %를 차지하고 이중 X선 촬영이 11 %, 핵의학 검사가 4 % 정도이고 생활 주변기기가 나머지를 차지한다. 자연방사선의 피폭은 지역마다 다르며 위도와 고도에 따라서도 다르다. 미국의 Florida 해상의 우주선(cosmic ray)의 피폭량은 30 mrem/year 이지만 Alaska알래스카의 해상에서의 피폭량은 35 mrem으로 증가한다. γ 선의 피폭은 바위, 흙 등의 방사성 핵, 건물 구조물에 포함된 방사성 핵에 의한 것으로 건물내부에서는 55 mrem, 건물 외부에서는 60mrem으로서 피폭량은 평균 100 mrem/year 이다. 자연방사선에 의한 피폭은 약 125 mrem 이지만 400 mrem까지도 올라간다.2)

V. 결 론

이상에서 살펴 본 바와 같이 병원에 근무하는 간호사는 방사선 촬영시의 산란선에 대한 피폭을 최대한 줄이고, 정신적 피해의식에 벗어나기 위하여 노력하여야 한다.

방사선 촬영시 자연방사선량보다도 적은 선량이 방출되기는 하지만 정신적인 영향을 준다는 점에 유의하여야 한다. 그러기 위해서는 병동에 적절한 차폐기구를 설치하도록 하며, 이와 같은 방법을 적절히 이용한다면 X-ray 촬영시의 산란선의 영향을 무시하여도 괜찮을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 하성환 : 방사선은 해로운가?, 대한방사선사협회지, 1997; 23(1): 2-4
2. 박수성, 김건상, 이관세 등 : 진단방사선의 원리, 대학서림, 서울, 1985; 537-538
3. 오현주, 김성수, 김영일 등 : X선 촬영실 내에서의 공간선량 변동에 관한 연구, 대한방사선기술학회지, 17(2), 21-27, 1994
4. 허준, 이해룡 : 방사선 관리, 신광출판사, 21-24, 1992
5. 이덕규, 노경석, 송재홍 : 방사성동위원소총론, 청구문화사, 316-319, 1995
6. 김은실, 김종순 : 방사선 사고시의 의료대책, 방사선방어학회, 21(3), 201-203, 1996
7. 유병규 : 저선량 방사선의 건강위해평가, 대한방사선사협회지, 22(1), 93-101, 1996

8. 이춘자 : 병원내 방사선 작업종사자들의 염색체 이상 빈도, 서울대학교 보건대학원, 석사학위논문, 1996
9. 한문선 : 방사선 촬영에 있어서 환자의 피폭 선량 감소에 관한 사회 기술적연구, 원광대학교 행정대학원, 1995
10. 하호영 : 진단방사선 영역에서 피폭선량 감소를 위한 기술적연구, 대한방사선사협회지,20(1),43-49, 1994
11. 최종학 외 : 흉부 및 복부X선촬영시 환자의 피폭 선량에 대한 연구, 대한 방사선기술학회지,13(2), 31-36,1990
12. 김성수 외 : 복부 단순X선 촬영조건과 환자의 피폭에 관한 조사연구, 대한방사선기술학회지, 19(2), 59-65, 1996
13. 김창균 : 복부 단순X선 검사시 피검자의 피폭선량에 대한 연구, 대한방사선기술학회지,17(1),49-54, 1994
14. Bloom A. D., J.H. Tjio : In vitro effects of diagnostic X-irradiation on human chromosomes. New Engl. T. Med 270, 1341-1344
15. EDWARD E. CHRISTEN, THOMAS S CURRY III, JAMES E. DOWDEY : Christensen's Physics of Diagnostic Radiology. In : Lea & Febiger, 372-391, 1995
16. Doi K, Rossmann K and Haus and AG : "Image Quality and Patient Exposure in Diagnostic Radiology". photoger. sci. & eng., 21, 1977
17. IAEA Biological dosimetry : Chromosomal aberration analysis for dose assessment(Technical reports series No. 260). IAEA, Viena, 1986
18. Ralph E. Lapp, Howard L. Andrews : NUCLEAR RADIATION PHYSICS, Prentice Hall, 391-393, 1995
19. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAM: Radiation Doses, Effects, Risk