

방사선피부염 : 3예 보고*

가톨릭의과대학 방사선과학교실, 피부과학교실** 및 성형외과학교실***

尹世喆 · 朴龍輝 · 辛璟燮 · 金春烈 · 趙伯紀** · 魏聖信***

— Abstract —

Radiation Dermatitis : Report of 3 Cases

Sei Chul Yoon, M.D., Yong Whee Bahk, M.D., Kyung Sub Shinn, M.D.
Choon Yul Kim, M.D., Baek Kee Cho, M.D.** & Sung Shin Wee, M.D.***

Department of Radiology, Dermatology** and Plastic Surgery***
Catholic Medical College, Seoul, Korea

It has just passed 90 years since the discovery of X-ray by W.C. Roentgen in 1895. Not only in the medicine but also in the industry, have great utilization of ionizing radiation increased since the beginning of this century. There were also many known its hazards in spite of astonishing profits and contributions for mankind's welfare.

Authors experienced 3 cases of radiation dermatitis which developed during gamma radiograms for nondestructive testing of pipelines with Ir-192.

We tried to calculate the supposed exposure doses in each case, discuss the working situation and review of literatures to see the systemic and local effects of radiation.

서론

1895년 빌헬름, 콘라드, 뢰트겐이 X선을 발견한 이래, 방사선은 지금 까지 학술연구, 환자진료 및 산업발전에 이용 됨으로써, 인류 복지 증진에 크게 공헌하여 왔음은 잘 알려진 사실이다¹⁻⁵⁾.

이처럼 X선 이용이 거의 생활화 되다싶이 됨에 따라,

* 본 논문은 1985년도 가톨릭중앙의료원 학술연구비로 이루어진 것임.

본 논문의 요지는 1985년도 대한치료방사선과 추계 학술대회에서 발표되었음.

이 논문은 1985년 12월 20일에 접수하여 1986년 1월 27일에 채택되었음.

X선 피폭에 의한 새로운 방사선병이 생기게 되었다. 그러므로 X선을 포함한 각종 방사선에 의한 재해에 관하여, 일반인이나 종사자의 이해 및 안전교육, 그리고, 완벽한 방사선시설물 등에 관한 재해방지책 등이, 법적 근거와 함께 강조 되어오고 있다.

저자들은 최근 2년간 비파괴검사용 공업용 γ 선에 의한 방사선피부염환자 3예를 경험하였기에, 환자와의 문진을 토대로한 작업환경과 피폭경위 등을 참고로하여, 이 환자들의 가상되는, 피폭선량계산을 하였으며, 피폭후 전신 또는 국소적으로 신체에 미치는 영향들에 관하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다. 그리고, 동종의 피폭 사고 예방을 위한 몇가지 착안점을 제시하였다.

증례

증례 1 : 함○○, 29 세, 남자

경력 이 2년 짜인 공업용 X선기사로서, 울산 ○○○ 중공업에 근무하고 있다. 1983. 7. 18. Ir-192 동위원소(반감기 74.2일, I_{γ} 값 $4.69 \text{ Rcm}^2 \text{ hr}^{-1} \text{ mCi}^{-1}$)를 이용한 비파괴검사용 r선촬영(당시 명목상 방사능용량: 42 Ci) 작업을 하던 중, 동위원소 유도관(Source guide tube) 고장(그림 1)을 인식치 못한 채, 약 3시간 동안 작업장(그림 2)에서 도관 용접부위 확인을 위한 r선촬영작업을 하였다. 검사용 도관속에 방사선조사단말기(radiography exposure device)를 용접된 부위에 장치(setting)하는 데, 숙련도에 따라 5~30분 정도 소요된다고 한다. 함씨는 숙련공이었으므로, 약 5~10분 걸려서 장치를 하였다고 하며, 곧 이어 실시한 촬영 및 필름현상 결과, 방사선노출이 안되었음이 판명되어 사고 발생을 알게 되었다. 결국, 함씨는 추정시간 3~4분간 Ir-192 방사성동위원소(42 Ci, r선)를 좁은 검사용 도관 속에서, 우측 하복부에 밀착하고 있었던 셈이 된다(그림 1 및 3) 그리고, 함씨 말에 의하면, 약 3시간 정도는 이 고장난 r선촬영기 주위에서, 약 1~2m거리로 작업을 계속하였다고 한다.

피폭후, 2~3일 후에 우측 하복부 피부가 흑적색으로 변하였고, 1주 후에는 물집(수포)이 생기고, 터진 후에 허물이 벗어지게 되었다. 한편, 두통도 심한 정도도 동반되었다고 한다. 근처 개인의원에서 우하복부 상처를 치료하던중, 방사선피폭을 의식한 함씨는 1983. 10.5 ○○○ 병원에서 혈액검사, 소변검사, 정액검사를 실시하여 모두 정상범위 있음을 통보 받았다. 이

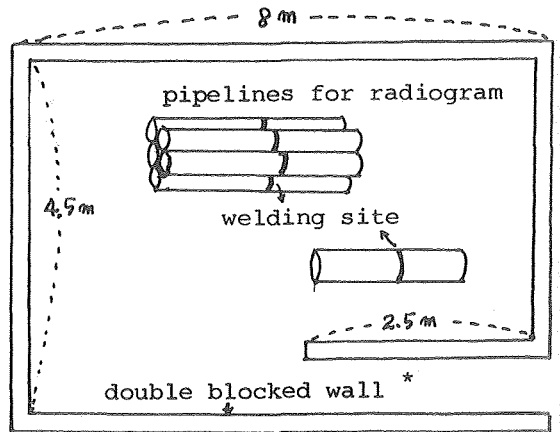


Fig. 2. Working place for r-radiogram
* Controlled area

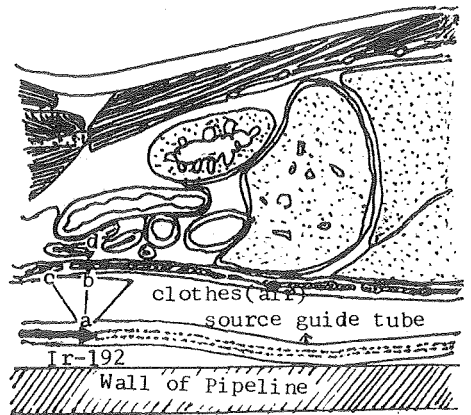


Fig. 3. Schematic drawing for the exposure doses calculation.
a; source (Ir-192)
b; the nearest point on the skin surface from a
c; 5 cm apart from a
d; inner most abdominal wall

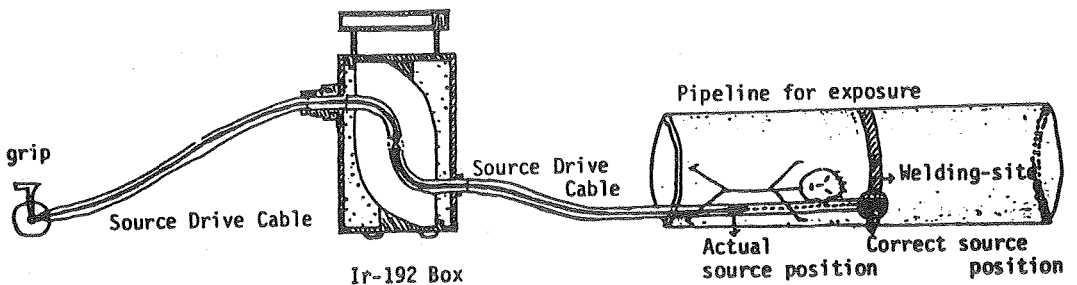


Fig. 1. Schematic drawing of nondestructive radiography instrument using Ir-192 and working situation.

당시 오심, 구토, 설사 등의 과거력은 없었다. 그리고 필름뱃지는 있기는 하지만, 평소 정확히 착용하지는 않았었다고 한다.

한씨는 1983년 3월 결혼하였으며, 피폭 당시 부인은 임신 4개월 쯤 었다. 그리고 1983년 말에는 건강한 딸을 낳았다.

1984년 5월 28일, 가톨릭의대 부속 성모병원에서 우하복부에 괴양을 동반한 방사선피부부염(그림 4) 치료를 위하여 입원하였으며, 변연절제술(debridement) 및 봉합수술후, 현재 완치 되었다. 입원 중 실시한 모든 이학적 소견과 검사소견은 모두 정상범위 이었다.

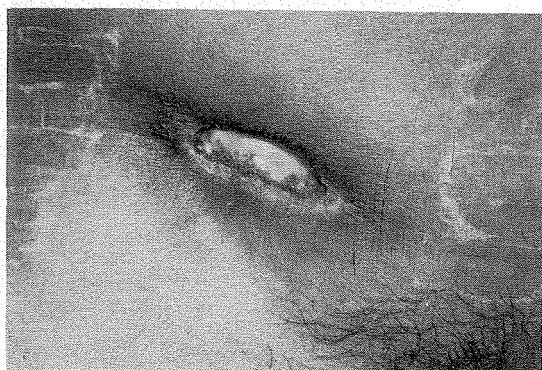


Fig. 4. An elliptical ulcerating lesion, measuring about 7 x 2 cm, with surrounding dark pigmentation was seen on the right lower quadrant of abdomen.

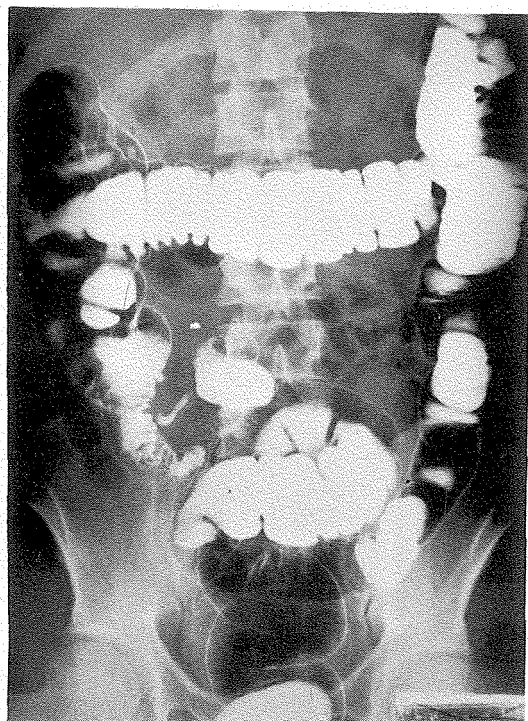


Fig. 5. Barium Enema taken after 11 months from radiation exposure showed no definite abnormality.

말초혈액검사상, 형태학적으로 정상이었으며, 헤모글로빈 13.3 gm/dl, 헤마토크릿 41.1% 백혈구 6200/mm³, 중성백혈구 55%, 임파구 38%, 단구 3%, 호산구 3%, 염기성구 1%, 혈소판수 16만/mm³, 적혈구수 426만/mm³였으며, 간기능검사, 소변검사, 뇌파검사, 뇌 CT, 위·소장 및 대장조영 X선검사(그림 5) 그리고 정액검사(3회 실시) 등등 모두 정상범위 이었다.

증례 2 : 강○○, 19세 남자.

본 예는 2년 동안 기술학원에서 실습기간을 거친 후, 울산에 있는 현대○○○에서 1983년 8월 6일부터 하루 60~100 개씩, 도관용접부위에 비파괴검사용 방사선촬영작업을 해왔다고 한다. 1983년 9월 10일, 직경 18인치 도관 입구에서, 관내로 15m 거리에 있는 용접부위 까지 방사선조사단말기(방사성도위원소 Ir-192, 당시 명목상 방사능용량 42.5 Ci)를 도관 입구로 부터 용접부위 쪽으로 약 10m 쯤 옮겼을 때, 방사선조사단말

기가 가벼운 듯하여, 도관 속에서 손전등을 켜고, 20~30 분간 교정 및 확인 작업을 하였다고 한다. 당일 날은 별 이상을 못 느꼈으나, 다음 날 부터 양측 손가락에 통증과 함께, 우측 2,3,4 번째 손가락과, 좌측 1,2,3 번째 손가락 끝 부분이 붓기 시작하여, 근처 개인의원에서 주사기로 흡인하였으나, 나오는 것은 없었다 하며, 점차로 손가락 끝이 단단해졌다고 한다.

서울에 있는 ○○○○병원 ×××병원 등을 거쳐 1983년 12월 16일, 가톨릭의대 부속 성모병원에서 좌측 제 2수지 말단부위, 절단수술 및 피부이식수술을 받았다. 1984년 7~10월 사이 두통, 오심, 복부불쾌감, 좌측 제 2수지 굴신제한 등으로 입원치료 도중, 저자들과 문진을 할 기회를 갖게 되었다(그림 6).

1984년 10월 4일 실시한 말초혈액검사상 형태학적으로 정상이었으며, 헤모글로빈 15.9/mg, 백혈구 6100/mm³, (분절호중구 68%, 임파구 28%, 단구 1%, 호산구 3%) 간기능검사, 소변검사, 심전도 등 모두 정상이었으나, 위장조영 X선검사상 미란성위염소견과, 안과적 검사에서 양측 눈에 경한 근시소견을 보였다.

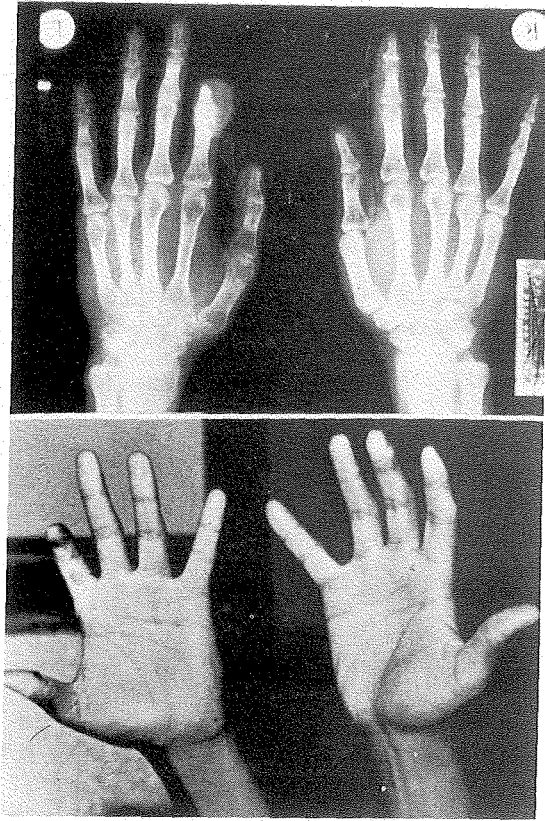


Fig. 6. Both hands showed diffuse osteoporosis through all the fingers and loss of soft tissue on the tip of index finger of right hand and thumb of left one. The index finger of left hand was amputated at the midshaft of the middle phalanx due to scar contracture (bottom) and skin flap was done at the terminal tuft (upper).

증례 3 : 김 ○ ○ 29 세 남자.

울산에 있는 ○ ○ 공업에 1983 년 10 월부터 근무해오던 김씨는 1984 년 7 월 13 일 비파괴검사용 방사선조사단말기 (Ir-192 당시 명목상 방사능용량 30 Ci)의 캡슐에 쌓여있는 동위원소부분 (환자와의 문진에 의한 크기가 $1.5 \times 2 \times 2.5 \text{ mm}$, 검은색)을 피해의식 없이 쪼그리고 앉은 자세에서 10 ~ 15 분간 손으로 수정작업을 하었다고 한다.

김씨는 1 ~ 3 일 후에 손이 화끈거리고, 5 ~ 7 일 째는 손가락 색깔이 검게 변하였으며, 손발이 따가운 것을 느꼈다고 한다. 한편 일을 할때 현기증도 느꼈다고 한다.

1984 년 7 월 29 일에서 9 월 29 일 사이 대전에 있는

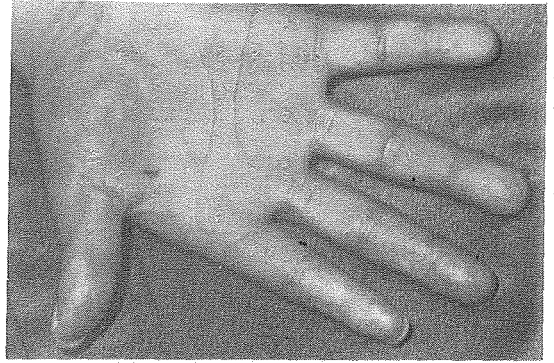


Fig. 7. Right hand showed the loss of soft tissue on the palmar aspect of the distal index and thumb which was displaced with granulation tissue. The index finger showed flexion limitation about 90° .

개인의원에서 양 손가락의 외상치료를 하였다. 1984 년 12 월 28 일 당시에는 우측 1, 2, 3 번째 손가락의 손바닥 쪽이 육아조직으로 치유되어 있었으며 우측 제 2 수지가 90° 정도 밖에 굴신되지 않았다 (그림 7). 피폭 당시 및 후에 오심 구토 설사 탈모 등 다른 증상은 없었다.

문진에 의한 가상되는 피폭선량 계산

증례 1 : 피폭선량 (D) = $\frac{A \Gamma}{d^2}$ 식으로 계산할 수 있으며 ^{2,4,6)}, $A = 42 \text{ Ci}$, $\Gamma = 4.69 \text{ Rcm}^2 \text{ hr}^{-1} \text{ mCi}^{-1}$, d 는 점선원으로 부터 거리이다. 유연한 방사성동위원소유도관 또는 합금된 금속성유도관에 의한 감압이나, 환자 자신에 의한 조직감압을 무시할 때, Ir-192 방사성동위원소에서 우하복부 피부까지 거리를 약 3 ~ 5cm로 가정하면 (그림 1 및 3),

i) 복부피부에 가장 많은 선량이 피폭되는 열점 (hot spot, b)에, 즉 3 cm 거리, 5 분간 피폭되었다면,

$$D_b = \frac{4.69 \text{ Rcm}^2 \text{ hr}^{-1} \text{ mCi}^{-1} \times 42000 \text{ mCi} \times \frac{5}{60} \text{ hr}}{(3 \text{ cm})^2} = 1824 \text{ R}$$

한편, $f = \text{rad}/\text{R} = 0.869 \frac{(\mu\text{en}/\rho)_{\text{med}}}{(\mu\text{en}/\rho)_{\text{air}}}$ 임으로

즉, $1824 \text{ R} \times 0.869 = 1584 \text{ rad}$ 가 된다.

ii) 복부피부 열점 (b)에서 4 cm 반경 (c)의 주변부의 선량 (D_c), (즉, $ac = 5 \text{ cm}$) ;

$$D_c = \frac{4.69 \times 42000 \times \frac{5}{60}}{5^2} \approx 657 \text{ (R)}$$

즉, $657 \text{ R} \times 0.869 = 569 \text{ rad}$ 가 된다.

iii) 복막이나 대소장의 장막부위 선량은 동위원소로부터 열점을 지나 복벽(3 cm 가정) 내측 부위 까지 6 cm 거리(d)에서의 선량(Dd)이 된다.

$$Dd = \frac{4.69 \times 42000 \times \frac{5}{60}}{6^2} \approx 434 \text{ (R)}$$

$$434 \times 0.869 = 377 \text{ (rad)}$$

iv) 평균 1~2 m 거리에서 3 시간 작업하였을 때 전신 피부선량(D1.5m, 전신피부),
즉 1.5m 거리에서 3 시간 피폭을 가정하면;

$$D(1.5 \text{ m 전신피부}) = \frac{4.69 \times 42000 \times 3}{150^2} \approx 25 \text{ (R)}$$

$$25 \times 0.869 \approx 22 \text{ (rad)}$$

증례 2

i) 동위원소가 잘못 위치하고 있는 유도관 부위를 움켜쥐고, 5 분간 손가락으로 조작했을 것을 가상할때,
즉, 3 cm 거리에 5 분을 계산하면;

$$D(3 \text{ cm, 손가락}) = \frac{4.69 \times 42500 \times \frac{5}{60}}{3^2}$$

$$\approx 1845.6 \text{ (R)}$$

$$1845.6 \times 0.869 \approx 1604 \text{ (rad)}$$

ii) 5 cm 거리에 5 분 피폭 되었을때;

$$D(5 \text{ cm, 손가락}) = \frac{4.69 \times 42500 \times \frac{5}{60}}{5^2} \approx 664 \text{ (R)}$$

$$664 \times 0.869 \approx 577 \text{ (rad)}$$

iii) 눈의 수정체나 두부의 모낭부위에서의 선량을 위해 30 cm 거리에 5 분을 계산하면;

$$D(30 \text{ cm, 눈}) = \frac{4.69 \times 42500 \times \frac{5}{60}}{30^2} \approx 18.5 \text{ (R)}$$

$$18.5 \times 0.869 \approx 16 \text{ (rad)}$$

증례 3

i) 동위원소를 내포한 캡슐부위를 손으로 10분간 접촉했을 때의 선량을 위해, 2 cm 거리에서 10 분을 계산하면;

$$D(2 \text{ cm, 손가락}) = \frac{4.69 \times 30000 \times \frac{10}{60}}{2^2}$$

$$\approx 5862.5 \text{ (R)}$$

$$5862.5 \times 0.869 \approx 5095 \text{ (rad)}$$

ii) 손가락부위 선량을 위해 5 cm 거리에 10 분간을 계산하면;

$$D(5 \text{ cm, 손가락}) = \frac{4.69 \times 30000 \times \frac{10}{60}}{5^2} \approx 469 \text{ (R)}$$

$$469 \times 0.869 \approx 408 \text{ (rad)}$$

iii) 동위원소로부터 고환까지 거리를 40 cm로 가정하고, 10 분간 피폭되었다면;

$$D(40 \text{ cm, 고환}) = \frac{4.69 \times 30000 \times \frac{10}{60}}{40^2} \approx 1.5 \text{ (R)}$$

$$1.5 \times 0.869 \approx 1.3 \text{ (rad)}$$

고 찰

각종 방사선의 이용이 많아짐에 따라 방사선이 인체에 미치는 영향이 생리학적 장애를 일으킨다는 사실은 확인된 사실이다^{1-6,8)}. 그 첫 기록은 X선이 발견된 이듬해인 1896년에, 이미 방사선피부염(radiation dermatitis) 23예가 문헌에 보고된 기록이 있다²⁾.

초기에는 방사선이용으로 발생하는 장애에 대해, 그 대책으로 1921년 영국 X선학회(British X-Ray and Radiation Protection Committee)로 부터 X선기술자 방위에 관한 권고가 발표되었었다. 1928년 제 2회, 국제방사선의학회의(international Congress of Radiology; 1CR)에서 방사선방어에 관한 국제 X선라듐방어위원회가 설립되어 비로서 방사선의 단위로 뢰트겐(Roentgen; R)이 제정 되었다. 그리고 1931년, 미국에서 국제 X선 및 라듐방어위원회(Advisory Committee on X-ray and Radium Protection)는 허용선량을 1일 0.2 R(50 R/년)으로 최초의 권고치를 발표하였다. 그 후, 1950년 제 5회 회의에서 이 위원회의 명칭을 국제방사선방어위원회(National Council on Radiation Protection; NCRP)로 개칭하고 많은 권고를 하고 있으며, 허용선량도 종래 권고치의 1/10로 하여 5 rem/년으로 하였다^{1,2)}.

방사선방어의 목적은 급성인 방사선 장애를 방지하고 장

시간 후 나타나는 만성장해의 위험도를 감당할 수 있을 정도 까지 제한하는 것이라고 할 수 있다. 급성인 장해는 수시간 이내에 나타나고, 만성장해는 수십년 간의 잠복기를 지난 후, 나타나는 경우도 있다. 그리고 방사선장해가 피폭된 개인에 나타나는 신체적인 장해와 자손들에 나타나는 유전적인 장해가 있다. 이러한 장해는 한계선량이 존재하지 않은 확률적 영향 (stochastic effect) 과 그 반대로 한계선량이 존재하는 비확률적 영향 (nonstochastic effect) 인 두가지 요소를 갖고 있다¹⁻⁶⁾.

전신 또는 신체의 대부분이 수백 cGy 정도의 선량을 단일조사 또는 피폭 되었을 때 급성방사선증상이 나타난다. 선량에 따라 차이는 있으나 처음엔 대부분이 조혈장기의 손상을 초래하며, 혈중임파구 숫자가 가장 먼저 감소하게 된다. 150 cGy 이상으로 전신피폭시는 혈중임파구 및 중성백혈구 숫자의 감소로 인하여 감염을 예방하기 위한 광범위 항생제나 일반인으로서 부터의 격려가 필요하다. 피폭후 30 일에 말초혈액중 모든 세포요소들의 숫자가 극소치를 이르게 되고, 사망하게 됨으로 혈액학적 죽음 (hematologic death) 을 초래하게 된다. 수백 cGy 에서 800 cGy 선량 사이에서는 심한 위장 장해와 전해질 및 수액불균형으로 인하여 피폭후 수일내에 사망하게 된다. 한편, 800 cGy 이상 선량이 피폭되면 중추신경계 손상이 나타나게 되며, 1000 cGy 에서는 30 분 이내에 비틀거리고 혼수상태가 되어 사망에 이르게 된다^{1-6, 8)}.

국소적 피폭시 급성효과로는 400~600 cGy 에서 피부발적 (홍반) 이 나타나며, 450~600 cGy 로 단일조사시, 10~20 일 후 탈모현상을 볼 수 있다. 1000 cGy 로 단일 국소조사시는 영구적 탈모를 관찰할 수 있으며, 또한 수포형성을 하게 된다. 2000 cGy 이상이면 피부괴사를 초래하게 된다¹⁻⁶⁾.

저자들의 3 증례에서, 모두 전신피폭선량은 무증상장해 (subclimical damage) 를 일으키는 미미한 양이지만, 유전적 영향이나 만성효과에 대하여는 계속 추적관찰을 필요로 하며, 국소부위에 대해서는 모두 계산 결과 처럼 피부제양 또는 조직손상을 줄만한 충분한 선량으로 생각된다. 또한, 말초혈액검사상 모두 정상 수치 및 백분율을 보인 것은 피폭후 10~13개월 지난 후에 저자들에 의해 검사한 결과임으로, 충분히 급성효과로 부터 적색골수가 회복된 결과 때문이라고 사료된다.

한편, 앞서 기술한 바 처럼 방사선효과 중, 신체적 영향들 중에는 백혈병, 갑상선암, 유방암, 골수암, 폐암 등

에서 알려진 바와 같이 암발생을 한다는 사실과 피폭된 태아나 성장기의 뼈에 대한 발육이상 그리고 수명단축, 백내장, 염색체이상, 불임 등등이 알려져 있다¹⁻⁶⁾.

방사선에 의한 백혈병이나 기타 악성종양의 유발기전은 알려져 있지 않으나, 백혈병에서는 선량제한을 정할 때, 피폭 받은 개인 중 몇 사람에게만, 발병한다는 사실이지만, 수명단축은 아마도 피폭받은 모든 이에게 조금씩 영향을 줄것이라고 생각하고 있다. 돌연변이를 일으킨 유전자나 염색체는 피폭된 개인이나 자손이 집단의 타인과 결혼함으로써, 그 집단 중, 퍼져나갈 수 있다. 유전적 결합은 무증상인 것에서 치명적인것 까지 다양하여, 심한 결합은 그 집단에서 빨리 없어지지만, 경한 것은 수대 까지 계승된다. 이런 나쁜 유전자 소유자의 비율 증가는 미래 사회의 사회적 부담이 된다. 그러므로 유전적으로 유익한 국민선량 (population dose) 을 생각하고 제한하는 것이 중요하다. 그리고 우성 돌연변이의 위험성을 작게 하려면 개인의 피폭도 적게하여야 한다⁶⁾.

전신 균등조사시 적색골수 생식선은 피폭된 개인의 전강이나 자손에 영향을 준다. 그러므로 이것들을 결정장기 (critical organ) 라고 정한다. 이 결정장기가 받은 피폭선량이 허용가능한 값을 초과하지 않게 하기위해 개인의 피폭제한을 하여야 한다¹⁻⁶⁾. 불균등 조사시 신체 각 부위장기 중 어느 특정 장기의 피폭선량이나 방사선감수성 또는, 그 장기의 손상이 전강에 미치는 영향등을 고려해서, 가장 중요한 장기가 될때도 결정장기라고 부른다. 이때도 역시 허용 가능한 값을 초과치 않도록 피폭제한을 하여야 한다¹⁻⁶⁾.

방사선작업을 할때 방사선 피폭이 수반 되는 데, 제어 가능한 선원 주위에서 작업하는 종사자에 대해선 최대허용선량 (maximum permissible dose ; MPD) 을 정하고 일반 공중의 개인에 대한 계획된 피폭시는 선량제한 (dose limit) 을 정한다¹⁻⁷⁾. ICRP (International Commission on Radiation Protection) 에서는 피폭허용선량을 정할 때 정당성 (Justification) 과 최적화 (Optimization) 원칙 아래, 달성 가능한한 가장 적게 (ALARA, as low as reasonably achievable) 피폭될 것을 원칙으로 정하고 있다. 방사선 작업종사자의 연간 허용집적선량을 5 rem (50mSv) 으로 정하고 있으며 (주당 100 mrem (1 mSv), 전신, 조혈장기, 생식기 및 눈의 수정체에 대한 최대허용 집적선량 $D = 50 (N-18) \text{mSv}$ 로 표시된다¹⁻⁷⁾. D는 최대허용집적선량, N은 연단위의 연영이다. 그러므로, 18세 이하에선 방사선구역에서 작

업을 금하고 있다⁷⁾ (원자력법 제 92 조 1 항) 한편, 긴급작업에 대한 허용피폭선량은 전신의 연간 선량제한의 2배인 10 rem으로 기본식에 의한 집적선량에 가산한다. 사고로 인한 피폭선량은 전신의 연간 선량제한의 5배인 25 rem 까지는 일생 일회에 허용되고, 집적선량에는 가산하지 않는다. 일반인에 대한 피폭선량제한은 방사선작업종사자에 대한 연간 선량제한의 1/10을 권고하고 있다⁶⁾.

종사자는 물론이고 일반인에 까지 불필요한 방사선 피폭 및 오염을 되도록 적게 하고, 방사선작업에 의한 성과를 크게 하기 위하여는, 작업자체가 잘 계획된 방법과 순서에 따라 수행되어야 하고, 또, 위험에 대한 평가, 즉 작업에 수반해 생기는 피폭 또는 오염 정도, 그리고 예상되는 사고에 대한 평가를 미리하여 적절한 대응조치를 강구하여 놓아야 한다⁶⁾.

외부방사선에 의한 피폭 방어는 시간, 거리, 차폐의 3 원칙이 적용된다. 즉, 가능한 짧은 시간 동안 방사선에 노출되어야 하며, 방사선으로 부터 가능한한 먼 거리에서, 또한 중간에 적당한 차폐물을 두어, 방사선작업시 피할 수 없는 피폭량을 극소화 하여야 한다^{1-6,8)}.

방사선물질 1 mCi의 점선원으로 부터 1 cm 거리에서 1 시간 동안에 조사되는 조사선량율을 고유감마선상수 (Γ factor)라 하는데 $\Gamma = 1.5 \times 10^5 \text{ Er } \mu\text{a R/mCi hr}$ 로 표시된다. Er는 MeV 단위의 감마선 에너지, μa 는 선흡수계수이다. 그러므로 Γ 값은 r 선원에 의한 외부피폭위험도의 척도가 된다⁴⁻⁶⁾.

피폭선량 $D = \frac{A \Gamma}{d^2} (e^{-\mu x})$ 식으로 계산할 수 있다⁴⁾.

한편, 방사선종사자의 개인 피폭관리는 필름뱃지, 포켓선량계, 열형광선량계, alarm meter 등을 사용하며, 정기적인 건강진단과 함께 피폭선량은 기록 보관되어야 한다. 건강진단 (원자력법 시행규칙 105 조)은 문진, 검사 또는 검진으로 되어 있는 데, 문진시는 방사선피폭증상의 유무, 피폭증상이 있는 자는 그의 작업장소, 작업내용, 작업기간, 집적선량 및 방사선장해유무와 기타 방사선에 의한 피폭증상을 알아야 한다. 검사나 검진은 혈액 중 백혈구 적혈구수 및 혈소판양, 혈액상, 눈 등을 검사하여야 한다. 이상은 방사선시설에 처음 출입하게 되는 자에 대하여는 출입하기 전에, 상시 출입하는 자는 매 1년마다 행하되, 최근 3개월 간의 집적선량이 1.25 rem을 초과 하였을 우려가 있는 자의 경우는 그 때마다 실시하여야 한다. 이상의 건강진단 결과는 기록 보존하되, 건강진단을 받은자 중, 종사자로 종사하지 않게된 경우

는 그 기록을 과학기술처장관에게 제출하거나, 과학기술처장관이 기록의 보관기관으로 위탁한 기관에 인도하여야 한다. 건강진단 결과, 방사선장해를 받고 있거나 받았을 우려가 있는 자인 경우에는 그 장해에 또는 우려되는 점이 없어질 때 까지, 취업장소 또는 업무의 전환, 피폭시간 단축, 작업방법의 변경, 체내 또는 피폭면의 방사성물질의 제거 및 기타 건강 유지에 필요한 조치를 강구하여야 한다⁷⁾고 되어 있다.

결 론

가톨릭의과대학 방사선과학교실에서는 최근 2년간 Ir-192 동위원소를 사용한 비파괴검사용, 공업용 r 선촬영 도중, 방사선피부염을 일으켰던 3예를 경험하였다.

저자들은 각 환자에서 문진을 토대로한 작업장환경, 피폭경위 및 가산되는 피폭선량계산을 하였으며, 의무기록을 조사하여 국소 또는 전신에 미치는 영향등에 관하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바 이다. 또한 저자들은 동종의 방사선피해 재발을 방지하기 위해 몇 가지 다음 같은 제안을 하는 바 이다.

1. 작업장에서의 안전수칙제정 및 종사자의 안전교육.
2. 개인의 피폭관리 및 보호절차.
3. 일일 또는 주간 기계 안전도검사 및 이의 기록보관.
4. Survey meter 나 alarm meter 의 적절한 이용.
5. 사고예방이 최우선.
6. 사고 발생시는 전문인에 의한 사고 요인분석및 대책강구.
7. 국가적인 차원의 지원, 감독, 교육.
8. 방사선작업의 기계화 (자동화) 추진.
9. 전문적인 취급인 및 기관양성 (방사선 안전관리책임자 선정)

REFERENCES

1. Ellis RE: Radiation hazards and protection in Treatment of cancer ed. Halnan KE London, Chapman & Hall, 1982 p. 845-859.
2. Curry TS III, Dowdey JE & Murry RC: Christensen's Introduction to the physics of diagnostic radiology 3rd ed. Philadelphia Lea & Febiger 1984 p. 401-419.
3. Casarett AP: Radiation biology New Jergey Prentice-Hall Inc. p. 315-345.

4. Khan FM: *The physics of radiation therapy* London William & Wilkins p. 391-411. 113, 1981.
 5. Hall EJ: *Radiobiology for the radiologist 2nd ed* New York Medical department Harper & Row, publisher p. 349-441.
 6. 보건물리학개론 : 한국에너지 연구소장발행 p. 1~ 1983.
 7. 원자력법령집 : 한국에너지연구소, 원자력연수원. 1983.
 8. 박용휘 : 방사선병 대한의학협회지. Vol. 13. No. 10, 1970.
-