

정형외과적 수술 중 형광투시에 의한 피폭선량

배서영 · 김종오 · 유재두 · 윤성용 · 정진원

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실

〈국문초록〉

목 적 : 정형외과적 수술 중에 수술 참여인원의 C-arm 형광투시에 의한 피폭 정도를 각 수술별, C-arm 의로부터의 거리별, 참여인원별로 알아보고 모든 인원의 차폐장치 사용이 반드시 필요한가 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 2001년 3월부터 5월까지 3개월간 본원의 정형외과 전용 수술실에서 형광투시기(Mobile Digital Imaging System, Series 9600™, OEC Medical Systems inc.®)를 사용하여 수술한 66례를 대상으로 수술에 참여한 인원 5명, 즉 수술자, 제1조수, 소독간호사, 순환간호사, 마취과의사로 하여 열형광선량계(Thermoluminescence dosimeter, TLD)를 부착하도록 하여 신체 심부와 표층의 3개월간의 분기 누적 피폭선량을 측정하여 한국원자력안전기술원(KINS)이 제시하고 있는 초과피폭 기준치인 50mSv/yr(12.5mSv/3mo)와 비교하였다. 또한 각 수술마다 조사시간과 조사량을 측정, 기록하여 수술 술기별 조사량을 one way Anova with post-hoc test(p<0.05)를 사용하여 비교하고, C-arm으로부터의 거리가 피폭선량과 어떤 관계가 있는지 피폭선량 측정장치(Sievertometer, model 2-0033, ROTEM®)를 이용하여 측정, 분석하였다.

결 과 : 수술 참여자별 분기 피폭선량에서, 수술자의 경우 심부 1.37mSv, 표층 1.28mSv, 제1조수의 경우 심부 1.73mSv, 표층 1.61mSv, 소독간호사의 경우 심부 0.17mSv, 표층 0.17mSv, 순환간호사의 경우 심부 0.01mSv, 표층 0.01mSv, 마취과의사의 경우 심부 0.01mSv, 표층 0.01mSv로 모두 기준치 12.5mSv/3mo보다 낮았으며, 소독간호사, 순환간호사, 마취과의사의 경우에는 자연방사선에 의한 피폭선량(0.5mSv)에 해당하는 결과를 보였다. 조사량의 비교에서는 수부, 족관절, 경추부 수술에서는 유의하게 낮은 조사량을 보였고, 대퇴골의 금속정 삽입술시 유의하게 높은 조사량을 보였다(one way Anova with post-hoc test, p<0.05). 피폭선량은 거리 및 전류와 반비례하는 상관관계를 보였고 1m 이상의 거리에서는 피폭선량이 현저히 감소함을 알 수 있었다.

결 론 : 수술 술기별로는 경골과 대퇴골 골절의 금속정 삽입술이 월등히 많은 방사선 조사를 가져오는 것으로 나타났지만, 피폭선량은 모두 기준치보다 낮아 비교적 안전한 것으로 보이며, 특히 수술영역에서 벗어날 수 없는 수술자나 제1조수를 제외하면, 나머지 참여자는 차폐장치 없이도 조사영역과 거리를 유지하는 것만으로 방사선 피폭에 안전할 것으로 사료된다.

색인 단어 : 방사선 피폭선량, 형광투시기, 정형외과적 수술

※ 통신저자 : 김 종 오

서울시 양천구 목동911-1, 이대목동병원

Tel : (02) 650-5168, 5144

Fax : (02) 2642-0349

E-mail : osjokim@chollian.net

서론

수술 중 형광투시의 사용은 수술시간을 단축시키고 정확한 술기를 가능하게 하여 점차 사용이 증가되어 왔으나 수술 참여인원의 방사선 피폭에 대한 우려로 그 사용을 최소화하려는 노력이 동시에 이루어져 왔다. 저자들은 정형외과적 수술 중에 수술 참여인원의 형광투시에 의한 피폭 정도를 각 수술별, 거리별, 참여인원별로 알아보고 실제로 수술중 모든 참여인원의 차폐장치 사용이 필요한가 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

연구 대상

수술술기별 방사선 조사량과 거리별 조사량의 측정을 위해서는 2001년 3월부터 5월까지 3개월간 본원의 정형외과 전용 수술실에서 C-arm 형광투시기를 사용하여 수술한 66례를 대상으로 하였다. 수술 참여인원의 방사선 피폭선량의 측정을 위해서는 동일 수술실에서 수술 참여인원중 5명, 즉 수술자, 제1조수, 소독간호사, 순환간호사, 마취과 의사를 대상으로 하였다.

연구 방법

1) 각 수술참여인원의 3개월간의 누적 피폭선량
수술에 참여한 인원 5명, 즉 수술자, 제1조수, 소독간호사, 순환간호사, 마취과 의사로 하여 열형광선량계(Thermoluminescence dosimeter, TLD)를 차폐장치(lead protector) 곁에 부착하도록 하고 3개월간 본원의 정형외과 전용 수술실에서 형광투시기를 사용했던 모든 수술에서 노출시켜 각 인원의 누적 피폭선량을 측정하였다. 각 인원에서 신체 심부와 표층의 3개월간의 분기 누적 피폭선량을 측정하고, 한국원자력안전기술원(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)이 제시하고 있는 초과피폭 기준치인 50mSv/yr(12.5mSv/3mo)와 비교하였다.

2) 수술 술기별 조사량

각 수술마다 C-arm 형광투시기(Mobile Digital Imaging System, Series 9600™, OEC Medical Systems

Inc.®)를 사용한 조사시간과 조사량을 측정, 기록하였다. 수술 술기별 조사량의 비교를 위하여 수부 및 족부 골절에 대한 수술, 족관절 골절의 관혈적 정복술, 주관절의 정복술, 슬개골 골절의 정복술, 경골 골절에 대한 금속정 삽입술, 대퇴골절에 대한 압박고나사를 사용한 정복술, 금속판을 사용한 정복술, 금속정 삽입술, 고관절 치환술, 경추부 병변에 대한 수술, 흉요추부 병변에 대한 수술로 크게 나누어 수술 중 형광투시에 의한 조사시간(second)과 1회 평균 형광투시 조사량(mA)을 곱하여 총조사량(mA x sec)을 구하고, 일원배치 분산분석(one way Anova with postHoc test, $p < 0.05$)을 이용하여 비교하였다.

3) 거리와 피폭선량의 관계

C-arm으로부터의 거리가 피폭선량과 어떤 관계가 있는지 피폭선량 측정장치(Sievertometer, model 2-0033, ROTEM®)를 이용하여 C-arm으로부터의 거리가 0m, 0.5m, 1m, 2m인 위치에서 측정하되 수족부, 상지, 경골, 대퇴골, 척추전후면, 척추측면에서 조사되는 양을 각각 5회씩 측정하였다. 거리와 피폭선량의 상관관계는 피어슨 순위상관계수(Pearson correlation coefficients, $p < 0.05$)를 이용한 상관분석을 통해 살펴 보았다.

결과

1) 수술 참여인원별 3개월간의 피폭선량

수술 참여자별 분기 피폭선량은 수술자의 경우 심부 1.37mSv, 표층 1.28mSv, 제1조수의 경우 심부 1.73mSv, 표층 1.61mSv, 소독간호사의 경우 심부 0.17mSv, 표층 0.17mSv, 순환간호사의 경우 심부 0.01mSv, 표층 0.01mSv, 마취과 의사의 경우 심부 0.01mSv, 표층 0.01mSv로 모두 한국 원자력 안전 기술원(KINS)에서 제시한 기준치인 12.5mSv/3mo보다 낮았으며 소독간호사, 순환간호사, 마취과 의사의 경우에는 자연방사선에 의한 피폭선량(<0.5mSv)에 해당하는 결과를 보였다.

2) 수술 술기별 조사량

66례 중 각 수술 부위별로는 수부 및 족부 골절이 3례, 족관절 골절의 관혈적 정복이 4례, 주관절의 정복술이 3례, 슬개골 골절이 1례, 경골골절에 대한 금속

정 삽입술이 3례, 압박고나사를 사용한 대퇴골골절 정복술이 5례, 금속판 사용 정복술이 4례, 금속정 삽입술이 9례, 고관절 치환술이 14례, 경추부 병변에 대한 수술이 2례, 흉요추부 병변에 대한 수술이 18례였다.

총조사량(mA x sec)의 비교에서는 수부, 족관절, 경추부 수술에서는 유의하게 낮은 조사량을 보였고 대퇴골의 금속정 삽입술시 유의하게 높은 조사량을 보였다(one way Anova with postHoc test, $p < 0.05$, Table 1.).

3) 거리와 피폭선량의 관계

거리(m)와 피폭선량(mSv/hr)의 관계에서는 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficient)가 -0.478 ($p=0.018$) 통계학적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다. 사용되는 평균전류는 수족부 0.7mA, 상지 1.4mA, 경골 2.1mA, 대퇴골 2.9mA, 척추전후면 3.3mA, 척추측면 4.6mA이었으며 거리와 사용전류 따른 피폭선량의 관계는 그림 1.과 같았다.

고 찰

형광투시기(C-arm mobile fluoroscope)가 정형외과수술에 이용되면서 수술시간의 단축과 정확한 정복, 수

술기구의 정확한 삽입이 가능해져 사용이 증가되어 왔지만, 한편 방사선 피폭에 대한 우려로 그 사용을 최소화하려는 노력과 피폭을 줄이고자 하는 노력들이 동시에 이루어져 왔다.

방사선 관리가 철저히 이루어지지 않았던 시기인 1965년 Pack과 Davis¹⁵⁾는 방사선 피폭에 의한 피부암을 보고했는데 59명 중 20명이 내과의 또는 치과의였고 그 중 8명은 양측 수부에 발생하였다. 또한 이 등¹⁾은 방사선에 피폭된 수부 병변에 관한 보고에서 피폭 이후 발생하는 병변과 치료를 소개하고 Wilson²⁰⁾의 보고를 인용하여 골절 정복시 형광투시기를 과도하게 사용하는 정형외과의의 수부가 과도하게 피폭될 수 있음을 우려하였다.

수술실에서 사용되는 형광투시기에 의한 피폭을 줄이기 위하여 여러 가지 차폐장치들이 사용되는데, 납가운(lead apron)을 입는 경우 약 82%의 차폐효과가 있고²⁾ 조혈기능이 있는 대부분의 골수를 차폐하기 때문에 이를 사용하는 것이 권장되어왔다. 그러나 수술실에서 형광투시기에 의해 방사선에 노출되는 동안 모든 참여인원이 차폐장치를 사용해야 하는가는 언급된 적이 없었고, 차폐장치를 사용하는 것은 마취과 의사, 순환간호사까지 모든 참여인원이 이를 착의 하는데 걸리는 시간과 무거운 차폐장치를 사용하는

Table 1. Mean radiation exposure time(sec) and current(mA) for each operations.

Operation	No.	Mean time (second)	Mean current (mA)	Total exposure (mA x s)	Subset for alpha=.05*
hand	3	51.5 ± 33.1	0.7±0.2	36.1±30.1	1 †
ankle	4	35.0 ± 31.8	1.4±0.3	49.0±23.0	1 †
elbow	3	62.5 ± 38.9	1.3±0.0	81.9±14.2	1 2
knee †	1	14.0	1.6	22.4	
tibia(nail)	3	168.0 ± 33.4	2.1±0.3	352.8±45.6	2 3
femur(CHS)	5	121.0 ± 59.9	2.8±0.5	338.8±65.4	1 2
femur(plate)	4	38.0 ± 36.7	2.6±0.3	98.2±33.0	1 2
femur(nail)	9	191.9 ± 91.1	2.6±0.3	496.6±96.9	3 ‡
hip(arthroplasty)	14	44.2 ± 41.5	2.9±0.1	127.9±87.4	1 2
c-spine	2	8.0 ± 6.4	1.2±0.2	9.6 ± 7.8	1 †
l-spine	18	28.9 ± 31.4	3.3±0.6	95.4±38.1	1 2
total	66				

* One way ANOVA with postHoc tests(Tukey B) in homogeneous subsets(1,2,3, $p=0.000$)

† Knee operation is excluded in postHoc test because the group size is too small.

‡ Statistically significant group(by one way ANOVA tests)

때 따르는 행동의 둔화로 수술의 지연을 가져오는 점이 있었다.

수술 과정에서 실제로 외과 의사들이 얼마나 방사선에 노출되는가에 대해서는 여러 보고들이 있었는데 2,3,6,7,8,13,14,16,17,18,19) Hynes 등⁷⁾이 안전한 기준치는 존재하지 않는다며 가능한 피폭을 줄일 것을 권한 반면 Levin⁸⁾, Muller¹³⁾, Riley¹⁶⁾ 등은 정형외과적 수술에 사용되는 방사선은 비교적 안전한 범위에 있다고 보고하였다.

본 연구에서도 3개월간 측정된 분기 피폭선량이 수술자, 제1조수, 소독간호사, 순환간호사, 마취과의사 모두에게서 한국원자력안전기술원(KINS)나 ICRP(International Commission on Radiological Protection)에서 제시한 기준치인 12.5mSv/3mo에 미치지 못하였다. 특히 수술자나 제1조수를 제외하면 대기 중에 존재하는 자연방사선에 의한 피폭선량인 0.5mSv/3mo(우주로부터 0.30mSv, 음식과 공기 중에 1.34mSv, 지표로부터 0.35mSv로 연간 선량당량은 2mSv/yr가 된다)보다 낮았고 수술자나 제1조수에게서 측정된 수치도 본원에서 같은 기간동안 방사선사나 방사선과 의사에게서 측정된 수치와 유사한 수준이었다. 측정된 선량당량 중 표층은 0.07mm 선량당량으로 주로 피부나 눈(lens)에 해당하는 측정치이며, 심부는 10mm 선량당량으로 주로 골격, 조혈장기, 갑상선 등에 해당하는 측정치로 모두 기준치에 달하지 못하는 정도였다. 더구나 열형광선량계(TLD)를 차폐장치 표면에 부착하였고, 3개월간 본원의 정형외과 전용 수술실에서 형광투시기를 사용하여 진행된 모든 수술이 모두 동일인에 의해 진행되었다는 가정 하에서 측정된 것이므로, 실제로는 이보다 훨씬 적은 피폭이 이루어진다고 여겨진다.

각 수술별로 측정된 방사선 조사량과 조사시간의 비교에서 피폭선량(선량당량)은 조사시간은 물론 형광투시기가 자동 감지하여 조절하는 전류(current)에 비례하여 증가하므로(Figure 1.), 총 조사 및 피폭선량은 이 두 요인에 의해 조절될 것이다. 따라서 정확히 매 수술마다 조사된 총량은 측정할 수 없어도 상대적인 비교는 가능하며 본 연구에서는 수부골절, 족관절 골절, 경추부에 대한 수술에서는 유의하게 낮은 반면, 대퇴골의 금속정 삽입술에서는 유의하게 높은 결과를 얻었다(Table 1.). 수부와 족관절에서 낮은 조

사량을 보이는 것은 이 부위에 형광투시가 이루어질 때 비교적 낮은 전류가 소요되기 때문이며, 경추부에서는 조사시간이 월등히 짧기 때문으로 보인다. Giachino와 Cheng에⁴⁾ 의하면, 산란되는 방사선의 양은 골반골과 고관절처럼 두껍고 큰 골격에서 두드러진다고 하였으므로, 수족부에서의 투시는 직접적인 조사량도 적지만 산란선 역시 미미할 것으로 보이며 따라서 비교적 안전할 것으로 생각된다. 반면 대퇴골의 금속정 삽입술에서는 조사에 소요되는 전류와 시간이 모두 월등히 커서 조사량이 커지는데, 기존의 방사선 조사량에 대한 보고들도 대부분 대퇴골의 금속정 삽입술에서 조사량을 줄이고자 하는 노력 하에 이루어졌었다. 본원에서 측정된 조사시간이 평균 3분 12초(범위: 2분1초 ~ 8분6초)인 반면 Muller 등¹³⁾의 보고에서는 평균 4.6분, Coetzee 등³⁾의 보고에서는 평균 14분 45초로 더 길었다. 이들은 이렇게 조사시간이 길어지는 원인을 수련병원에서 전공의에 의한 집도가 이루어지고 방사선사의 순환근무에 의해 훈련이 덜 된 상태로 수술에 참여하게 되기 때문이라고 설명하였는데, 본원에서 측정된 3개월간은 전공의는 제1조수로만 참여함을 원칙으로 하였고 동일한 숙련된 방사선사가 수술에 참여하여 조사시간을 줄일 수 있었다고 사료된다. 수술자나 방사선사에 대한 교육의 중요성은 이미 Giannoudis 등⁵⁾과 Lewall 등⁹⁾에 의해 강조되어왔고 산란 방사선을 줄이기 위해 X-ray tube는 가능하면 환자에게서 멀리하고 환측 대퇴부의 안쪽에서 밖으로 향해 조사하도록 하는 방법 등이 제안되었고^{3,4,10,12)} 두 화면을 사용하는 기억장치를 갖춘 형광투시기의 사용이 권장되었다³⁾.

거리와 피폭선량의 관계에서 Mehlman과 Dipasquale는 70cm 이내에서와 91.4cm 이상의 거리에서 작업하는 경우 피폭선량에 큰 차이가 있음을 보고하였고¹¹⁾, Coetzee 등은 1.5m 이상 떨어지면 피폭선량이 88% 감소한다고 주장했었다³⁾. 본 연구에서도 피폭선량은 거리가 멀어짐에 따라 급격히 감소하여 1m 이상에서는 미미한 수준의 피폭선량을 나타내었다. 피폭선량은 또한 사용되는 전류와도 비례하였는데 수족부(0.7mA), 상지(1.4mA), 경골(2.1mA), 대퇴골(2.9mA), 척추전후면(3.3mA), 척추 측면(4.6mA)의 순으로 피폭선량도 따라서 증가함을 볼 수 있었다(Figure 1.).

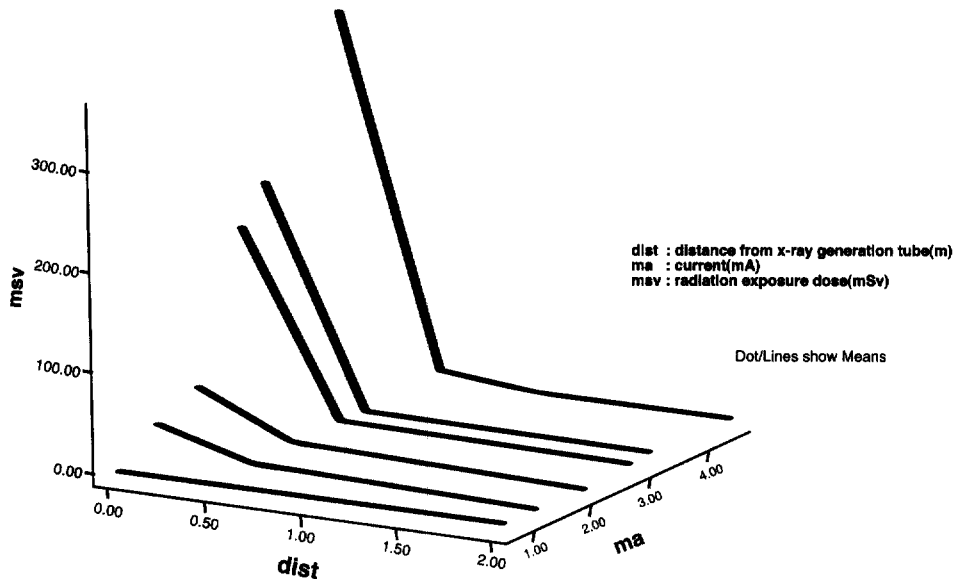


Fig 1. Correlation between distance, current and radiation exposure doses.

거리와 피폭선량의 관계 및 분기 누적피폭선량을 감안하면 조사범위에서 1m 이상 거리를 유지할 수 있는 간호사나 마취과의사의 경우 차폐장치(lead apron)의 사용이 반드시 필요하다고 할 수 없으며, 수술과정 중 형광투시기를 사용할 때 수술자나 제1조수의 경우 가급적 조사범위로부터 1m 이상 거리를 두는 것이 가장 효과적이고 안전한 차폐방법이라 할 수 있다.

본 연구에서는 체간과 갑상선에 대한 피폭선량은 측정되었지만 정형외과의의 수부에 대한 피폭선량은 측정하지 못한 한계가 있었다. 납가운(lead apron)으로 차폐할 수 없는 갑상선과 수부에 관한 우려는 여러 보고에서 볼 수 있는데, 갑상선에 대해 Muller 등은 차폐장치 없이 1000개의 대퇴골 금속정 삽입술을 시행해도 ICRP 기준치(300mSv/yr)의 13%에 불과하다며 비교적 안전하다고 주장¹³⁾한 반면, 다른 보고들에서는 피폭을 줄이려는 노력이 필요하다고 주장하였다^{2,12)}. 또한 수부의 피폭에 관해 Goldstone 등은 44례의 수술에서 수부노출을 측정하여 보고하였는데, 그 수치가 48 ~ 2329uSv로 ICRP 기준치(500mSv/yr)에는 미치지 못하지만 직업적 노출자에서 피폭선량은 가늠하면 줄여야 한다고 주장하였고⁶⁾, 다른 보고들도

수술자의 우세수부의 피폭이 월등하며 이를 줄이는 노력이 필요하다고 주장하였다^{2,3,12,14,16,18)}. 특히 Mehlman과 DiPasquale는 수술자의 수부가 직접적으로 조사범위에 포함될 경우, 12.5분만 경과해도 기준치를 초과한다고 경고하였다¹¹⁾. 이런 보고들을 볼 때 수부의 피폭을 줄이려는 노력은 절대적으로 필요한 것으로 보이며, 가장 효과적인 노력은 수부와 조사범위의 거리를 두는 것이라 사료된다. 이러한 노력들은, ICRP에서 2003년도부터 연간 피폭허용기준치를 50mSv에서 20mSv로 낮추려는 계획을 가지고 있음을 감안한다면, 더욱 중요할 것으로 생각된다.

결론

수술 술기별로는 경골과 대퇴골 골절의 금속정 삽입술이 월등히 많은 방사선 조사를 가져오는 것으로 나타났지만 피폭선량은 모두 기준치보다 낮아 비교적 안전한 것으로 보인다. 또한 수술 영역에서 벗어날 수 없는 수술자나 제1조수를 제외한 나머지 수술 참여자는 차폐장치(lead apron) 없이도 조사영역에서

1m 이상 떨어질 수 있다면, 방사선 피폭에 안전할 것으로 생각된다. 다만 본 연구에서 측정하지 못한 수술자의 수부 노출에 관하여는 적극적인 보호가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 이은우, 전재명, 안병우, 박용욱, 이수용, 백남철: 방사선에 피폭된 수부병변에 대한 연구. 대한정형외과학회지, 26(3): 841-846, 1991.
- 2) Barry TP: Radiation exposure to an orthopaedic surgeon. *CORR*, 182: 160-164, 1984.
- 3) Coetzee JC and van der Merwe EJ: Exposure of surgeons-in-training to radiation during intramedullary fixation of femoral shaft fractures. *S Afr Med J*, 81(6): 312-314, 1992.
- 4) Giachino AA and Cheng M: Irradiation of the surgeon during pinning of femoral fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 62-B(2): 227-229, 1980.
- 5) Giannoudis PV, McGuigan J and Shaw DL: Ionizing radiation during internal fixation of extracapsular neck of femur fractures. *Injury*, 29(6): 469-472, 1998.
- 6) Goldstone KE, Wright IH and Cohen B: Radiation exposure to the hands of orthopaedic surgeons during procedures under fluoroscopic X-ray control. *Br J Radiol*, 66(790): 899-901, 1993.
- 7) Hynes DE, Conere T, Mee MB and Cashman WF: Ionizing radiation and the orthopaedic surgeon. *J Bone Joint Surg Br*, 74-B(3): 332-333, 1992.
- 8) Levin PE, Schoen RW and Browner BD: Radiation exposure to the surgeon during closed interlocking intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am*, 69-A(5): 761-766, 1987.
- 9) Lewall DB, Riley P, Hassoon A and McParland BJ: A fluoroscopy credentialing programme for orthopaedic surgeons. *J Bone Joint Surg Br*, 77-B(3): 442-444, 1995.
- 10) Mahaisavariya B, Suibnugarn C, Laupattarakasen W and Kowsuwon W: A lead apron for closed femoral nailing. *J Bone Joint Surg Br*, 72-B(5): 922, 1990.
- 11) Mehlman CT and DiPasquale TG: Radiation exposure to the orthopaedic surgical team during fluoroscopy: "How far away is far enough?" *J Orthop Trauma*, 11(6): 392-398, 1997.
- 12) Miller ME, Davis ML, MacClean CR, Davis JG, Smith BL and Humphries JR: Radiation exposure and associated risks to operating room personnel during use of fluoroscopic guidance for selected orthopaedic surgical procedures. *J Bone Joint Surg Am*, 65-A(1): 1-4, 1983.
- 13) Muller LP, Suffner K, Wenda K, Mohr W and Rommens PM: Radiation exposure to the hands and the thyroid of the surgeon during intramedullary nailing. *Injury*, 29(6): 461-468, 1998.
- 14) Noordeen MH, Shergill N, Twyman RS, Cobb JP and Briggs T: Hazard of ionizing radiation to trauma surgeons: reducing the risk. *Injury*, 24(8): 562-564, 1993.
- 15) Pack GT and Davis J: Radiation cancer of the skin. *Radiology*, 84: 436, 1965.
- 16) Riley SA: Radiation exposure from fluoroscopy during orthopaedic surgical procedures. *CORR*, 248: 257-260, 1989.
- 17) Sanders R, Koval KJ, Dipasquale T, Schmelling G, Stenzler S and Ross E: Exposure of the orthopaedic surgeon to radiation. *J Bone Joint Surg Am*, 75-A(3): 326-330, 1993.
- 18) Smith GL, Lavy CBD, Briggs TWR and Nordeen H: Ionizing radiation: are orthopaedic surgeons at risk? *Ann R Coll Surg Engl*, 74: 326-328, 1992.
- 19) Stoker DJ: Ionizing radiation and the orthopaedic surgeon. *J Bone Joint Surg Br*, 74-B(6): 934, 1992.
- 20) Wilson JN: Watson-Jones Fracture and Joint Injuries, 6th Ed. 278-279, New York, Churchill Livingstone Inc., 1982.

Radiation Exposure from Fluoroscopy during Orthopaedic Surgical Procedures

Su-Young Bae, M.D., Jong-Oh Kim, M.D., Jae-Doo Yoo, MD.,
Seong-Yong Yoon, M.D., Jin-Won Jang, M.D.,

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine,
Ewha Womans University, Seoul, Korea*

Purpose : The aim of this study was to evaluate the radiation dose administered in orthopaedic operative procedures and to determine whether all operation room personnel must use the lead protector.

Materials and Methods : From March 2001 to May 2001, sixty six orthopaedic operations were done with fluoroscopic intensifier(Series 9600TM, OEC Medical Systems Inc.). The accumulative exposure doses of operator, 1st assist, scrub nurse, circulating nurse and anesthesiologist were assessed by TLD(Thermoluminescence dosimeter) and compared with the dose limit set by the KINS(Korea Institute of Nuclear Safety). The exposure times and doses were evaluated in each cases and analysed according to the each procedure. The exposure doses were assessed by the distance(0m, 0.5m, 1m, 2m) from the fluoroscopic generator.

Results : Accumulative exposure doses(3months) were checked 1.37mSv in operator, 1.73mSv in 1st assist, 0.17mSv in scrub nurse, 1.01mSv in circulating nurse, 0.01mSv in anesthesiologist and all doses were lower than dose limit set by the KINS(12.5mSv). Low exposure was checked in procedure of hand, ankle, cervical spine but high exposure was checked in IM nailing of femur(one way Anova with postHoc test, $p < 0.05$). The exposure doses were decreased with the distance and exposure dose out of 1m was minimal.

Conclusion : Radiation is higher in IM nailing procedure but the total accumulative doses were safe especially in personnel who can fall apart from the operation field more than 1m. So, we conclude that the lead protector is not essential to the all operation room personnel.

Key Words : Radiation exposure, Fluoroscopy(C-arm), Orthopaedic operative procedures

Address reprint requests to _____

Jong-Oh Kim

Ewha Womans University Mokdong Hospital

911-1, Mok-dong, Yangcheon-gu, Seoul 158-056, Korea,

Tel : +82-2-650-5168, 5144 Fax : +83-2-2642-0349

E-mail : osjokim@chollian.net