

유방 X선촬영 시 피폭선량에 대한 조사 연구

— A Survey on Radiation Exposure of Patient in Mammography —

고려대학교 안산병원 진단방사선과

고려대학교 안암병원 진단방사선과^{*} · 신구대학^{**} · 고려대학교 보건대학 방사선과^{***}

김형철^{*} · 조평곤^{*} · 김성수^{**} · 최중학^{***} · 김유현^{***}

— 국문요약 —

유방 X선촬영검사에서 환자가 받는 피폭선량과 장치의 이용 현황을 조사하기 위하여, 대한병원협회에 등록된 전국의 278개 의료기관(종합병원)에 설문지를 발송하여 설문에 응답한 161개 의료기관의 자료를 분석하였다. 조사 결과, 평균유선선량은 0.5 mGy 이하 14.9%, 0.51~1.0 mGy 8.6%, 1.01~1.5 mGy 14.9%, 1.51~2.0 mGy 11.1%, 2.01~2.5 mGy 9.8%, 2.51~3.0 mGy 33.3%, 3.01 mGy 이상 7.4%이었다. 92.6%가 3 mGy 이하로 조사되었으며, 식품의약품안전청이 정한 평균유선선량 한도치인 3 mGy 근사값을 응답한 곳이 많았다. 최근, ICRP 등 방사선 방어 관련 국제기구는 유방 X선 촬영에서 평균유선선량을 성인 환자(50%지방, 50%유선)에 대해서 Mo target + Mo filter, 필름/스크린 시스템, 상하방향 촬영에서 4.2 cm로 압박된 유방에 대해서 1방향 3 mGy 이하로 제시하고 있으며, 점차 2 mGy, 또는 1.5 mGy로 낮추어 엄격하게 권고하고 있다. 따라서, 우리나라에서 유방 X선 촬영검사를 시행함에 있어 환자에 대한 피폭선량을 감소하기 위한 관심과 대책이 절실하게 요구된다. 아울러, 이번 조사를 바탕으로 의료기관의 유방 X선촬영 시 피폭선량을 실측하여 우리나라의 유방 X선촬영 시 환자피폭선량의 기준을 개발하기 위한 연구를 계속할 예정이다.

중심어 : 유방 X선촬영, 피폭선량, 환자 피폭선량, 평균유선선량, 선량한도

I. 서 론

우리나라의 유방암의 발생빈도는 2000년 한국 중앙암 등록사업 연례 보고서에서 1위인 위암에 이어 2위로 집계되었으나, 2001년 보고서에서는 유방암, 위암, 자궁경부암 순서로 바뀌었다. 생활양식이 서구화되면서 지방섭취의 증가로 인한 비만의 증가, 출산율 및 수유의 감소, 만혼, 조기초경, 만기폐경 등의 위험인자에 노출 가능성이 커지면서 유방암은 점차로 더욱 증가할 것으로 예상

된다¹⁾. 우리나라의 유방암 발생연령은 서구와 차이를 보이는데, 2000년 유방암학회 자료에 의하면 40대가 40%, 50대가 25%, 30대가 20%로 유방암 환자의 대부분이 30~50대이며, 20대 이하에서는 드물다가 30대부터 급격히 증가하고 50대 이후부터는 감소하는 양상을 보인다. 반면 서구에서는 40대부터 증가하기 시작하여 폐경기 이후인 50대, 60대에 가장 빈도가 높다. 따라서 우리나라에서는 서구보다 10년 정도 발병 연령이 빠르므로 보다 일찍 유방 검사를 시행하여야 할 필요성이 있다²⁾.

현재 우리나라 건강보험의 유방암 조기검진 체계는 직장 및 지역 가입자를 중심으로 만 40세 이상 여성 일부에서 1~2년 1회에 유방 촉진 결과 이상자에 한해서만 유방촬영검사를 허용하고 있어, 2001년 유방암학회를 중심으로 전 국민 대상의 건강보험대책으로 40세 이상 여성에서 1~2년 1회의 의사검진과 함께 유방촬영검사를 시행하는 권고안을 발표하였다¹⁾.

최근에는 유방암의 빈도가 급속히 증가하여 유방암에 대한 국민들의 관심이 증가하였고, 매스컴을 통해 일반 환자들의 상식도 높아졌다. 이에 따라, 유방암 검사에 대한 문의와 조기검진으로 인하여 유방 X선촬영검사가 증가하여 진단용 방사선 발생장치의 안전관리에 관한 규칙이 보건복지부령 제186호로 2001년 1월 13일자로 개정, 공포되면서 진단용 방사선발생장치의 분류에서 유방촬영용 장치가 새로운 검사분야로 추가되었다³⁾. 유방 X선촬영에서 유선조직에 대한 평균 방사선 조사량은 유방암 위험과 연관이 있을 것으로 예견이 되는데, 유방촬영용 장치의 정도관리를 통하여 최소한의 방사선 선량으로 높은 화질의 영상을 제공하여야 할 것이다⁴⁾.

이에, 이미 여러 선진국에서 유방 X선촬영검사 시 의료피폭에 대한 기준선량 등을 공시하고 있는 상황에서, 유방 X선촬영검사 시 우리나라의 실정에 맞는 환자피폭에 대한 기준을 설정하기 위한 연구의 일단계로 국내 의료시설에서의 유방 X선촬영장치의 이용실태 및 환자의 피폭선량에 대한 조사연구를 수행하였다.

II. 연구대상 및 방법

2003년 8월부터 2004년 1월까지 약 6개월 동안 전국의 의료기관 중에서 대한병원협회에 등록된 종합병원 급의 의료기관 278곳에 설문을 보내서, 이에 응답한 161개 의료기관을 대상으로 하였다.

연간 유방촬영 건수는 2002년 1월 1일부터 2002년 12월 31일까지 1년을 기준으로 하였으며, 유방 X선촬영장치의 운영실태와 평균유선선량에 대해 조사하였다.

유방 X선촬영장치에 대한 수광계는 필름/증감지 시스템, CR(Computed Radiography), DR(Digital Radiography)로 구분하여 조사하였고, 유방 촬영장치의 target과 filter의 조합은 Mo + Rh, Mo + Mo, Rh + Rh, W + Rh, Mo + Al, Rh + Al로 구분하여 조사하였다. 초점크기는 소초점과 대초점으로 구분하여 조사하였고, 촬영 시 사용하는 격자비는 3.5:1, 4:1, 5:1, 8:1, HTC(high transmission cellular), 기타로 나누어 조사하였다. 촬영 조건에 대한 설정은 상하방향 촬영과 내외사방향 촬영 시 사용하는 관전압을 조사하였고, 자동노출조절장치의 사용 유무와 촬영거리로 나누어 설문조사 하였다.

유방 X선촬영검사 시 평균유선선량은 '진단용 방사선 안전관리 규칙'에 의한 정기검사 자료를 설문조사 하였다.

III. 결 과

유방 X선촬영장치를 이용한 검사에서 평균유선선량에 대한 현황과 장치의 운영실태에 대해서 설문 조사하여, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연간 촬영 건수

연간 촬영검사 건수는 150곳의 의료기관이 응답을 하였으며 무응답이 11곳이었다.

2,000건 이하는 23(14.3%), 2,001~5,000건은 52(32.3%), 5,001~8,000건은 14(8.7%), 8,001~11,000건은 21(13.0%), 11,001~14,000건은 16(9.9%), 14,001~17,000건은 8(5.0%), 17,001~20,000건은 7(4.4%), 20,000건 이상은 9(5.6%)이며, 무응답이 11(6.8%)이었다 (Table 1).

2. 수광계

수광계에 대한 설문에 응답한 의료기관은 161곳이었다.

필름/스크린 시스템을 사용하는 곳이 146(90.7%)이고, CR이 10(6.2%), DR이 5(3.1%)이었다(Table 2).

Table 1. The statistics of mammographic examination

2,000 <	2,001~ 5,000	5,001~ 8,000	8,001~ 11,000	11,001~ 14,000	14,001~ 17,000	17,001~ 20,000	20,000 >	No answer	Total
23 (14.3%)	52 (32.3%)	14 (8.7%)	21 (13.0%)	16 (9.9%)	8 (5.0%)	7 (4.4%)	9 (5.6%)	11 (6.8%)	161 (100%)

3. 유방촬영용 장치의 초점 크기

유방 X선촬영장치의 초점 크기는 147곳이 응답을 하였으며, 무응답이 14곳이었다.

소초점은 0.1 mm가 147(91.3%), 무응답이 14(8.7%)이었고, 대초점은 0.2 mm가 6(3.7%), 0.3 mm가 111(69.0%), 0.4 mm가 24(14.9%), 0.5 mm가 6(3.7%), 무응답이 14(8.7%)이었다(Table 3).

4. Target과 filter의 조합

사용하는 target과 filter의 조합에 대해 146곳이 응답하였으며, 15곳이 무응답이었다. 146곳의 의료기관에서

사용하는 target과 filter의 조합은 복수응답으로 231개의 응답을 얻었다.

Mo + Rh의 조합을 사용하는 곳이 71(30.7%), Mo + Mo가 99(42.9%), Rh + Rh가 25(10.8%), W + Rh가 7(3.0%), Mo + Al가 24(10.4%), Rh + Al가 5(2.2%)이었다(Table 4).

5. 사용하는 그리드의 격자비

사용하는 그리드의 격자비에 대해 119곳 의료기관이 응답을 하였으며, 무응답이 42곳이었다.

3.5 : 1 격자를 사용하는 곳이 3(1.9%), 4 : 1 격자는 27(16.8%), 5 : 1 격자는 62(38.5%), 8 : 1 격자는 13(8.1%), HTC(high transmission cellular)는 2(1.2%), 기타 12(7.4%), 무응답 42(26.1%)이었다(Table 5).

Table 2. The statistics of image receptors in mammography

Image receptor	Film / Screen combination	CR (Computed Radiography)	DR (Digital Radiography)	Total
Number (%)	146 (90.7%)	10 (6.2%)	5 (3.1%)	161 (100%)

6. 촬영조건(관전압)

상하방향 촬영(Cranio-caudal)과 내외사방향 촬영(Medio-lateral Oblique) 시 촬영조건에 대해서 143곳이 응답을 하였으며, 무응답은 18곳이었다.

상하방향 촬영에서 23~24 kVp는 13(8.1%), 25~26 kVp는 44(27.3%), 27~28 kVp는 68(42.2%), 29~30 kVp

Table 3. The statistics of focus size in mammographic units

Small focus (mm)			Large focus (mm)					
0.1	No answer	Total	0.2	0.3	0.4	0.5	No answer	Total
147 (91.3%)	14 (8.7%)	161 (100%)	6 (3.7%)	111 (69.0%)	24 (14.9%)	6 (3.7%)	14 (8.7%)	161 (100%)

Table 4. The statistics of combination in target and filter

Target+Filter combination	Mo+Rh	Mo+Mo	Rh+Rh	W+Rh	Mo+Al	Rh+Al	Total
Number (%)	71 (30.7%)	99 (42.9%)	25 (10.8%)	7 (3.0%)	24 (10.4%)	5 (2.2%)	231 (100%)

Table 5. The statistics of grid ratios used mammography

Grid ratio	3.5 : 1	4 : 1	5 : 1	8 : 1	HTC	Others	No answer	Total
Number (%)	3 (1.9%)	27 (16.8%)	62 (38.5%)	13 (8.1%)	2 (1.2%)	12 (7.4%)	42 (26.1%)	161 (100%)

Table 6. The statistics of exposure factor(kVp) in mammography

kVp	23~24	25~26	27~28	29~30	31~32	33>	No answer	Total
CC projection	13 (8.1%)	44 (27.3%)	68 (42.2%)	12 (7.4%)	3 (1.9%)	3 (1.9%)	18 (11.2%)	161 (100%)
MLO projection	9 (5.6%)	39 (24.2%)	66 (41.0%)	23 (14.2%)	3 (1.9%)	3 (1.9%)	18 (11.2%)	161 (100%)

Table 7. The statistics of source-image distances in mammography

SID (cm)	50 <	51~60	61~70	71~80	81>	No answer	Total
Number (%)	7 (4.4%)	32 (19.9%)	74 (46.0%)	21 (13.0%)	6 (3.7%)	21 (13.0%)	161 (100%)

Table 8. The statistics of average glandular dose in mammography

AGD (mGy)	0,5 <	0,51~1,0	1,01~1,5	1,51~2,0	2,01~2,5	2,51~3,0	3,01~3,5	3,51>	No answer	Total
Number (%)	12 (7.5%)	7 (4.3%)	12 (7.5%)	9 (5.6%)	8 (4.9%)	27 (16.8%)	0 (0%)	6 (3.7%)	80 (49.7%)	161 (100%)

는 12(7.4%), 31~32 kVp는 3(1.9%), 33 kVp 이상은 3(1.9%)을 사용하고 있으며, 무응답이 18(11.2%)이었다. 내외사방향 촬영에서는 23~24 kVp는 9(5.6%), 25~26 kVp는 39(24.2%), 27~28 kVp는 66(41.0%), 29~30 kVp는 23(14.2%), 31~32 kVp는 3(1.9%), 33 kVp 이상은 3(1.9%)을 사용하고 있으며, 무응답이 18(11.2%)이었다(Table 6).

7. 자동노출조절장치(Automatic exposure control)의 사용 유무

자동노출조절장치의 사용 유무에 대해서 141곳이 응답을 하였으며 무응답이 20곳이었다. 자동노출조절장치를 사용하는 곳이 126(89.4%)이었고, 사용하지 않는 곳이 15(10.6%)이었다.

8. 촬영거리(Source-image distance : SID)

촬영거리(SID) 대해서는 140곳이 응답을 하였으며 무응답이 21곳이었다. 50 cm 이하는 7(4.4%), 51~60 cm는 32(19.9%), 61~

70 cm는 74(46.0%), 71~80 cm는 21(13.0%), 81 cm 이상은 6(3.7%), 무응답이 21(13.0%)이었다(Table 7).

9. 평균 유선선량(Average glandular dose : AGD))

평균 유선선량에 대해서는 81곳이 응답을 하였으며 무응답이 80곳이었다.

0,5 mGy 이하가 12(7.5%), 0,51~1,0 mGy는 7(4.3%), 1,01~1,5 mGy는 12(7.5%), 1,51~2,0 mGy는 9(5.6%), 2,01~2,5 mGy는 8(4.9%), 2,51~3,0 mGy는 27(16.8%), 3,5 mGy 이상은 6(3.7%), 무응답이 80(49.7%)이었다(Table 8).

IV. 고 찰

유방 X선촬영 시 불필요한 방사선 피폭에 의해서 유방암 발생가능성은 극히 희박하지만 노출되는 나이가 젊을 수록 이로 인한 유방암의 발생확률과 사망확률이 높다고

알려지고 있다. 미국 국립보건원의 보고에 의하면 35세 여성이 유방 X선촬영 시 저선량(0.12 rad) 방사선에 노출되고 35세부터 평생 동안 유방촬영 검진을 하면 100만 명당 143명이 유방암으로 사망할 것으로 보고하고 있다³⁾.

본 연구의 궁극적인 목적은 유방 X선촬영 시 우리나라의 실정에 맞는 적정 평균유선선량에 대한 기준값을 설정하는데 있다. 연구 목적을 달성하기 위한 기본자료 및 현재 우리나라의 실정에 대한 정확한 인식의 필요에 따라 유방X선촬영장치 및 평균유선선량에 대해서 설문문을 통하여 전국의 종합병원급 의료기관을 대상으로 실태를 파악할 수 있었다.

유방 X선촬영장치는 관전압의 정도, 조사야, 초점의 크기, 선질, 압박장치, 자동노출제어의 정도에 대해서 규격화하고 있는데, 이것은 국제전기표준회의에서 결정한 국제적인 IEC규격으로 표준화하고 있다. 방사선방어의 기본이 되는 선량의 개념, 선량한도의 수치 등에 대해서는 국제방사선방어위원회(ICRP)에서 그 시대의 새로운 지식에 근거를 두고 권고하여, 그것을 각 국가에서는 도입, 실시하고 있다. 그러나 의료피폭에 관해서는 방사선방어의 체계(정당화, 최적화, 선량한도)가 지켜진다는 것을 전제로 하고 명확한 수치는 제시하지 않고 있다.

이에 대해서 1994년에 간행된 국제원자력기구(IAEA)의 전리방사선의 방어 및 방사선원의 안전에 관한 기준에서는 방사선진단의 방사선량을 최적화하기 위한 기준선량을 제시하고 있다⁵⁾. 유방 X선촬영검사에서 Mo + Mo, 필름/스크린시스템에서 1방향의 기준선량을 3.0 mGy로 제시하고 있다. 그 후에 ACR(미국방사선전문사회)에서는 유방촬영 정도관리 매뉴얼의 기준치로 채택하고 있다. 이것은 대표적인 성인 환자(50%지방, 50%유선)에 대해서 Mo target + Mo filter, 필름/스크린 시스템, 상하방향촬영에서 4.2 cm로 압박된 유방에 대해서 제시되고 있다. 이 기준은 세계 각국에 규제를 의무화하지 않고 있으나, 각 국가는 상황에 따라 프로토콜의 지침으로 하고 있다. 그러나 최근 각 국가의 전문위원회에서는 1방향 3.0 mGy에서 2.0 mGy, 또는 1.5 mGy로 낮추어 엄격하게 규정하는 경향이다. 선량한계치를 ICRP에서는 2.0 mGy 이내를 목표로 하고 있다⁵⁾.

이 조사에서, 의료기관별 연간 유방촬영 건수는 2,001~5,000건이 32.3%로 가장 많았고 평균 5,000건 정도 검사하고 있었으며, 유방 X선촬영 시 수광계는 필름/스크린 시스템을 사용하는 곳이 90.7%로 대부분이었으나, 점차 DR시스템이 도입되고 있었다. 유방촬영장치의 초점 크기는 대초점 0.3 mm가 69.0%로 가장 많이 사용하고

있었고, 격자비는 5 : 1 격자가 38.5%로 가장 많이 사용하고 있었다. Target과 filter의 조합은 Mo + Mo 42.9%와 Mo + Rh 30.7%로 많이 사용하고 있었다. 촬영조건은 상하방향촬영의 경우 27~28 kVp 42.2%, 내외사방향촬영의 경우 27~28 kVp 41.0%로 많이 사용하고 있었다. 그리고, 대부분 자동노출장치를 이용하여 일정한 농도의 영상을 유지하고 있었다. 촬영거리는 61~70 cm가 46.0%로 가장 많았다. 아울러, 평균 유선선량은 2.51~3 mGy가 응답 의료기관 중 33.3%로 가장 많은 것으로 나타났다.

결과적으로, 유방촬영장치는 표준화되고 있음을 알 수 있었고, 평균유선선량에 관해서는 응답한 의료기관이 50.3%에 이르지 못했으나, 응답한 의료기관중 3.0 mGy 이하가 92.6%로 기준선량보다 낮은 실정으로 조사되었다.

V. 결 론

유방 X선촬영 시 환자의 피폭선량과 장치의 운영 실태에 대한 설문내용을 분석 정리한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유방촬영용 장치의 운영 실태가 국제전기표준회의에서 결정한 IEC규격으로 표준화되고 있음을 알 수 있었다. 장치의 운영에 있어서 더욱 적합한 성능을 유지하고, 산란선의 제거 및 수광계, 촬영조건 선택, 영상처리 등의 기술적인 면에서 최적화되어 있음을 알 수 있었다.
2. 평균 유선선량이 응답한 의료기관 중 92.6%가 3 mGy 이하로 조사되었으나, 선량한도인 3.0 mGy 근사치로 응답한 곳이 많아, 유방 X선촬영검사를 시행함에 있어 환자에 대한 피폭선량을 더욱 감소하기 위한 관심과 대책이 절실하게 요구되었다.
3. 유방촬영 환자가 급속히 증가됨에 따라 환자에 대한 피폭선량의 효율적인 관리의 필요성이 절실하며, 방사선 피폭에 대한 효율적인 관리를 위해서는 무엇보다 방사선 작업 종사자 즉, 유방촬영실에 근무하고 있는 방사선사에 대한 교육과 관심 제고가 필요하다는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부 원자력연구기반확충사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 보건복지부 한국중앙암등록사업본부: 한국중앙암등록사업 연례보고서(2002.1-2002.12), 2002
2. 유방방사선과학연구회: 유방촬영술의 정도관리, 대한방사선의학회지, 1~155, 2001
3. 식품의약품안전청 의료기기평가부: 유방촬영용장치의 검사기준 및 시험방법 해설, 2001
4. Xizeng Wu, Eric L. Gingold, Gray T. Barnes, Douglas M. Tucker: Spectral Dependence of Glandular Tissue Dose in Screen/film Mammography, Radiology, 1994
5. IAEA: International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and the Safety of Radiation Source, EADA Safety Series No.115, 279-280, 1996
6. Bushiberg J.T., Seibert J.A., Leidholdt E.M. Jr, Boone J.M.: The Essential Physics of Medical Imaging. Williams & Wilkins, p.3~38, 1994
7. 김지형, 오기근, 김영화, 추성실: 유방촬영시 필름/증감지 조합이 영상의 질에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한방사선의학회지, 31(2), 363~368, 1994
8. 허 준 역: 유방화상검사기술, 신광출판사, 2001
9. Xizeng Wu, Eric L. Gingold, Gray T. Barnes, Douglas M. Tucker: Normalized Average Glandular Dose in Molybdenum Target-Rhodium Filter and Rhodium Target-Rhodium Filter Mammography, Radiology, 1994

• Abstract

A Survey on Radiation Exposure of Patient in Mammography

Hyung Chul Kim · Pyung Gon Cho^{*} · Sung Soo Kim^{**} · Jong Hak Choi^{***} · You Hyun Kim^{****}*Dept. of Diagnostic Radiology, Korea University Ansan Medical Center**Dept. of Diagnostic Radiology, Korea University Anam Medical Center^{*}**Dept. of Diagnostic Radiology, Singu College^{**}**Dept. of Radiologic Technology, College of Health Sciences, Korea University^{****}*

The purpose of this study was to examine both patient exposure dose during mammography and the utility status of mammography equipments. The data of this study were collected through questionnaire survey for 278 medical facilities registered at Korean Hospital Association and finally 161 medical facilities's data were analyzed. According to data analysis, medical facilities of 14.9% used the average glandular dose of less than 0.5 mGy, 0.51~1.0 mGy 8.6%, 1.01~1.5 mGy 14.9%, 1.51~2.0 mGy 11.1%, 2.01~2.5 mGy 9.8%, 2.51~3.0 mGy 33.3%, and 7.4% more than 3.01 mGy. It was found that medical facilities of 92.6% used less than 3 mGy, showing that this figure is similar to the limit value of 3 mGy recommended by Korea Food & Drug Administration(KFDA). Recently, international organizations such as ICRP associated with radiation protection suggests that less than 3 mGy of average mammary gland dose be used during mammography in case of using Mo target + Mo filter, film/screen system and craniocaudal projection with the breast pressed to 4.2 cm. The standard dose is being strictly observed and that of the limits is going down to 2 mGy or 1.5 mGy. The major results of this study indicate that interests and a counterplan to reduce patient dose during mammography should be considered. Based on this study, the authors of this study will continue to measure exposure dose to set a new standard for patient exposure dose during mammography.

Key words : mammography, patient dose, exposure dose, average glandular dose, dose guidance levels