

CR 유방촬영검사의 품질관리 적정화 방안 연구

오기근¹ · 김학희² · 한부경³ · 손은주¹ · 정선양⁴

¹연세의대 진단방사선과

²울산의대 진단방사선과

³성균관의대 진단방사선과

⁴서울의대 진단방사선과

목적: 현재 이용되고 있는 유방촬영기기의 하나인 CR영상의 팬텀영상을 평가하고, 평균유선선량을 측정하여 ACR 권장기준에 적합한지를 알아보고자 한다. 또한 영상 전시 방법이 하드카피 혹은 소프트 카피에 따라 영상평가 결과에 영향을 주는지 보고자 한다.

대상 및 방법: 국내에서 이용되고 있는 총 60대의 CR 유방촬영기중 무작위로 6대를 선정하여 팬텀영상을 촬영하여 영상을 평가하였고, 영상 전시 방법을 하드카피 혹은 소프트 카피에 따라 평가결과의 차이를 보았다. 또한 CR 유방촬영기기의 평균유선선량을 평가하기위해, 현재 우리나라에 들어와 있는 CR 유방촬영기중 8군데를 무작위로 선정하여 2명의 물리학자와 1명의 방사선사가 반가 층과 입사선량, 평균 유선선량을 측정하였다.

결과: 6개 병원의 CR 팬텀영상평가에서 소프트 카피와 하드 카피 영상의 섬유소(4.25, 4.1), 석회화 (3.5, 2.8), 종괴의 (4.17, 3.9)로 하드 카피가 소프트 카피에 비해 감소하였고, 하드 카피의 경우 석회화가 보이는 경우가 적어도 3개 모조병소가 관찰되어야하는 기준에 미달하였다. 8군데의 CR 유방촬영기에서 시행한 평균 반가층은 0.332 ± 0.016 mmAl였고, 평균 입사선량은 787.8 ± 404.2 mR, 평균유선선량은 1.3 ± 0.61 mGy였다.

결론: CR 하드 카피 영상의 팬텀점수는 소프트 카피 영상에 비해 낮았으며 평균유선선량은 ACR권장기준 내에 있었다. 향후 유방두께나 밀도에 따른 CR의 임상영상평가가 필요하리라 사료된다.

Index words: Breast mammography
Computed mammography
Digital mammography
Phantom study

서 론

CR 유방촬영장치는 고식적인 유방촬영장치와 달리 기존의 필름을 이용하는 유방촬영장치에 필름대신 영상수신판을 사용하여 영상데이터를 얻은 후 데이터가 저장되

어있는 수신판을 스캔 하여 디지털데이터를 얻는 간접 디지털영상이다 (1 - 3). 전산화방사선유방촬영장치는 해상도가 필름에 비해 많이 떨어지기 때문에 미세석회화로 보이는 조기유방암의 발견 및 분석에 문제점이 있고 현재까지 미국의 FDA 승인을 얻지 못하여 미국 내에서는 사용이 불가능한 상태이며 따라서 미국 내 CR에 대한 품질검사관리법은 제시되어 있지 않으며 국내에도 전허이에 대한 방안이 없다.

현재 전산화방사선유방촬영장치가 급속히 보급되고 있는 상황이므로 이에 대한 품질관리가 적극적으로 요구된

통신저자 : 오기근
(135 - 270) 서울시 강남구 도곡동 146 - 92영동세브란스병원 진단방사선과
Tel. (02)2019 - 3301, Fax. (02) 3462 - 5472
이 연구는 보건복지부 연구용역사업에서 지원받았음.

다고 하겠다. 전산화방사선유방촬영장치는 애초에 유방 촬영을 위해 만들어진 장치가 아니므로 미국 MQSA 상의 금지 장치에 해당하고 본 연구의 결과에서도 film mammography 보다 한번의 노출 당 입사선량이 많아 유방촬영장치로 매우 적합하다고는 볼 수 없다. 그러나 기존에 사용 되고 있는 장비들을 수수방관하기보다는 적절한 품질관리의 안을 제시함으로써 앞으로 우리나라 영상발전에 기여하는 바가 있을 것이라 사료되어 국내의료기관의 CR기계에 대한 현장 검사를 통해 적절한 품질검사 방안을 제시하고자 한다.

이 연구의 목적은 현재 이용되고 있는 유방촬영기기의 하나인 CR영상의 팬텀영상과 평균유선선량을 측정하여 ACR 권장기준에 적합한지를 알아보고자 한다. 또한 영상 전시 방법이 하드카피 혹은 소프트 카피에 따라 영상 평가 결과에 영향을 주는지 보고자 한다.

대상 및 방법

우리나라에서 유방전용 방사선촬영기로서 허가 설치된 촬영기기 1,781대 중 필름유방촬영술 사용기기를 제외하고 타사의 유방전용방사선 촬영기기에 유방전용 혹은 일반 전산화방사선 촬영기기를 부착 사용하는 장비 60대(3.3%)를 대상으로 조사하였다. CR 유방 촬영 기기의 품질 평가를 위해, 유방팬텀영상검사를 시행하였으며, 무작위로 선정한 6개의 병원에서 CR 유방 촬영 영상을 soft copy와 hard copy로 받아 5인의 검사자가 표준채점표를 이용 영상검사를 시행하였다. 5인의 검사자에 의한 복수채점을 통해 soft copy와 hard copy의 차이를 분석하고 film mammography의 기준의 적용 여부를 평가였다. 항목은 섬유소, 작은 석회화 그룹, 종괴를 보았으며, 5명의 검사위원이 각각 6개의 팬텀영상을 소프트 카피와 하드 카피로 각각 두차례 평가하였다.

또한 CR 유방촬영기기의 평균유선선량을 평가하기위해, 현재 우리나라에 들어와 있는 CR 유방촬영기 중 무작위로 선정하여 2명의 물리학자와 1명의 방사선사가 반가

측과 입사선량, 평균 유선선량을 측정하였다

결 과

6개 병원의 CR 팬텀영상은 표 1과 같다. 소프트 카피와 하드 카피 영상의 섬유소(4.25, 4.1), 석회화(3.5, 2.8), 종괴(4.17, 3.9)로 하드 카피가 소프트 카피에 비해 감소하였고, 하드 카피의 경우 석회화가 보이는 경우가 적어도 3개 모조병소가 관찰되어야 하는 ACR 기준에 미달하였다.

CR 유방촬영기기의 평균유선선량을 평가하기위해, 현재 우리나라에 들어와 있는 CR 유방촬영기 중 8군데를 무작위로 선정하여 2명의 물리학자와 1명의 방사선사가 반가 측과 입사선량, 평균 유선선량을 측정한 결과는 표 2와 같다. 평균 HVL는 0.332 ± 0.016 mmAl였고, 평균 입사선량은 787.8 ± 404.2 mR, 평균유선선량은 1.3 ± 0.61 mGy였다. 이는 ACR 기준 범주 내에 들었다.

고 찰

유방전용 디지털촬영기기(DR)는 고유회사제품의 유방 촬영기로서 기존의 유방촬영기와 같은QC조건으로 관리되고, 필름과 카세트대신 검출기(detector)를 이용하여 유방조직에 통과된 방사선을 신호화하고 컴퓨터로 보낸 후에 영상화하여 viewing console이나 PACS 모니터에서 판독하게 하는 기법인데 이들에 대한 품질관리의 체계는 미국의 FDA의 인증을 받았고 엄격하다 (4-10). 이에 비해 전산화방사선유방촬영장치(CR)는 기존의 유방촬영기기를 이용할 수 있어서 경제적이지만 타사제품의 일반전산화 방사선 기기(일반Radiographic Unit: Tungsten Anode, 1.5 mm Copper filter)에서 사용되는 고 관전압 용IP plate를 이용하여 유방을 촬영하기 때문에 저 관전압과 narrow latitude감도필름이 필요한 유방 촬영에 적합하지 않은 영상을 얻게 된다 (1, 2). 따라서, density를 높이고 contrast를 높이기 위하여 mAs를 증

표 1. 각 병원의 CR팬텀영상 평가- 검사위원의 평균값을 명시함

CR 사용 병원(CR 기준)	소프트 카피			하드 카피		
	섬유소	석회화	종괴	섬유소	석회화	종괴
A (FUJI PROTECT CS)	4.5	3	4	4	2.5	4
B (FUJI FCR 5000)	4	3	4	3.5	2.5	3.5
C (FUJI FCR 5000)	4	3	4.5	4	2.5	4
D (FUJI FCR 5000)	4	4	4.5	4	3.5	4
E (FUJI FCR 5000)	4	4	4	4	3	4
F (FUJI PROTECT CS)	5	4	4	5	3	4

표 2. CR 각 기종 별 구성, 반가 층, 입사선량, 평균 유선선량

병원	CR 기기	Mammo 기기	IP	AEC	Target-filter	HVL (mmAl)	입사선량 (mR)	평균유선선량 (mGy)
J	FUJI FCR 9000 HQ	GE DMR	Fuji HR-V Cassette 18×24 cm	28kVp 89mAs	Mo/Mo	0.337	994	1.71
A	PROFECT CS	GE DMR	Fuji IP Cassette D HR-BD 18×24 cm	27kVp 110mAs	Mo/Mo	0.329	1095	1.84
D	FCR 5000	GE DMR +	Fuji IP Cassette 3A HR-V 18×24 cm	28kVp 70mAs	Mo/Mo	0.333	758	1.29
C	FCR 5000R	Phyllips Diagnost 3000	Fuji IP Cassette 3A HR-V 18×24 cm	28kVp 29.7mAs	Mo/Mo	0.334	458	0.783
G	FCR 5000R	GE 600T	Fuji IP Cassette 3A HR-V 18×24 cm	29kVp 29.1mAs	Mo/Mo	0.362	351	0.646
H	AGFA Compact plus	GE 600T HF	AGFA ADCC HR Mammography ADCC MD plate MD 30 Code 15	수동mode 28kVp 32mAs	Mo/Mo	0.327	428	0.72
I	KODAK CR900	Alpha ST (Varian)	KODAK DIRECTVIEW CR Cassette / HR / 18×24 cm	24kVp 96mAs	Mo/Mo	0.306	1431	2.18

가 시켜야 하기 때문에 유방에 불필요하게 많은 방사선 조사의 위험성이 있다 (3, 11, 12). CR의 특징은 조직간의 구별이 뚜렷한 다른 장기의 일반방사선 촬영할 시에는 high kVp(약 75 kVp), low mAs(13 mAs)의 parallel grid를 사용함으로써 영상획득에 문제가 없으나, 조직간의 특성구별이 어려운 유방 촬영 시 두께가 얇은 유방(3.4 cm)에서는 low kVp(24 kVp)와 large mAs의 방사선노출이 필요하며, 반대로 두꺼운 유방조직에서는 비교적 high kVp관전압과, low mAs의 방사선 조사가 필요하다. 이는 특히 한국인의 작은 유방(약 3.6 cm)에서는 더 많은 방사선피폭이 우려된다. 본 연구에서의 평균유선선량은 1.3 ± 0.61 mGy 로 ACR 기준인 300 mGy보다 낮은 수치이지만 본 연구에서 유방의 두께나 밀도, 임상영상평가는 이루어지지 않아 적절한 화질의 사진을 얻을 수 있었는지는 알 수 없었다. 향후 CR사진을 유방의 두께, 밀도를 고려해서 평균유선선량의 차이에 대한 연구가 필요하다.

팬텀영상은 ACR 지침인 최소 4개의 섬유소, 3개의 석회질, 3개의 종괴를 보여야 하는데, 소프트 카피의 경우가 기준이 충족되었으나 하드 카피의 경우 석회질의 수치가 2.8로 기준보다 낮았다. 하드 카피의 경우 장비의 조건 이외에 현상기 조건이 중요하므로 현상기 관리에 관한 엄격한 관리 또한 필요하리라 사료된다 (13 - 15). 또한 소프트 카피인 경우 영상 전시에 필요한 모니터의 적합기준을 모색해야 하리라 생각된다.

근래에 시판 홍보되고 있는 유방전용 CR 유방촬영기의 경우에는 특수하게 예민한 emulsion을 사용하였고 유

방조직의 촬영 시 조직을 분별할 수 있는 특수reader등을 사용하고 plate를 plastic으로 사용하는 방법 등을 이용하고 phantom 영상평가 시 진보된 영상을 보였으나 아직은 CR 유방촬영기의 세계적인 인증된 QC의 program 이 통일 되어 있지 않다 (16 - 20). CR에서 사용되는 IP plate의 emulsion 이나 사용되는 카세트는 방사선피폭에 예민하고 일정량(4000 - 5000회)의 방사선 노출(radiation exposure) 후에는 폐기하여야 되며 필름과 다른 인공산물인, quantum artifacts, IP suction arm broken artifacts, dead pixel artifacts, 반복사용으로 영상이 지워지지 않아서 생기는 잔상 artifacts 등이 필름 사용시에 발생하는 인공산물보다 다르게 나타남으로 품질관리상에서 추가적인 조항의 삽입이 필요하다. 또한 CR 유방촬영시에는 일차적으로 유방촬영기기회사의 QC guideline, CR radiography QC guideline, 그리고 viewing Console 이나 PACS Monitor의 각기 다른 회사간의 QC program 의 합의를 문서화 해야 할 것으로 사료된다.

결론적으로 CR 하드 카피 영상의 팬텀점수는 소프트 카피 영상에 비해 낮았으며 평균유선선량은 ACR권장기준내에 있었다. 향후 유방두께나 밀도에 따른 CR의 임상영상평가가 필요하리라 사료된다.

참 고 문 헌

1. Shimamoto K, Ikeda M, Satake H, Ishigaki S, Sawaki A, Ishigaki T. Interobserver agreement and performance score comparison in quality control using a breast phantom: screen-film mammogra-

- phy vs computed radiography. *Eur Radiol* 2002 Sep;12(9):2192-7
2. Lu ZF, Nickoloff EL, So JC, Dutta AK. Comparison of computed radiography and film/screen combination using a contrast-detail phantom. *J Appl Clin Med Phys* 2003 Winter;4(1):91-8
3. Kheddache S, Thilander-Klang A, Lanhede B, Mansson LG, Bjurstam N, Ackerholm P, Bjorneld L. Storage phosphor and film-screen mammography: performance with different mammographic techniques. *Eur Radiol* 1999;9(4):591-7
4. Undrill PE, O Kane AD, Gilbert FJ. A comparison of digital and screen-film mammography using quality control phantoms. *Clin Radiol* 2000 Oct;55(10):782-90
5. Shaw CC, Wang T, King JL, Breitenstein DS, Chang TS, Harris KM, Baratz AB, Ganott MA, Reginella R, Sumkin JH, Gur D. Computed radiography versus screen-film mammography in detection of simulated microcalcifications: a receiver operating characteristic study based on phantom images
6. Brettell DS, Ward SC, Parkin GJ, Cowen AR, Sumsion HJ. A clinical comparison between conventional and digital mammography utilizing computed radiography. *Br J Radiol* 1994 May;67(797):464-8
7. Weatherburn GC, Davies JG. Comparison of film, hard copy computed radiography (CR) and soft copy picture archiving and communication (PACS) systems using a contrast detail test object. *Br J Radiol* 1999 Sep;72(861):856-63
8. Obenauer S, Luftner-Nagel S, von Heyden D, Munzel U, Baum F, Grabbe E. Screen film vs. full-field digital mammography: image quality, detectability and characterization of lesions. *Eur Radiol* 2002;12:1697-1702
9. Lewin JM, Hendrick RE, Dorsi CJ, et al. Comparison of full-field digital mammography with screen-film mammography for cancer detection: results of 4945 paired examinations. *Radiology* 2001; 218:873-880
10. Venta LA, Hendrick RE, Adler YT, et al. Rates and causes of disagreement in interpretation of full-field digital mammography and film-screen mammography in a diagnostic setting. *AJR Am J Roentgenol* 2000;176:1241-1248
11. Higashida Y, Moribe N, Morita K, Katsuda N, Hatemura M, Takada T, Takahashi M, Yamashita J. Detection of subtle microcalcifications: comparison of computed radiography and screen-film mammography. *Radiology*. 1992;183:483-486
12. Rong XJ, Shaw CC, Johnston DA, Lemacks MR, Liu X, Whitman GJ, Dryden MJ, Stephens TW, Thompson SK, Krugh KT, Lai CJ. Microcalcification detectability for four mammographic detectors: flat-panel, CCD, CR, and screen/film. *Med Phys* 2002 Sep;29(9): 2052-61
13. American College of Radiology. Breast imaging reporting and data system (BI-RADS[®]). 1998, 3rd edn. American College of Radiology, Reston, Virginia
14. Pisano ED, Cole EB, Kistner EO, et al. Interpretation of Digital mammograms: Comparison of Speed and Accuracy of Soft-Copy versus Printed-Film Display. *Radiology* 2002;223:483-488
15. Hermann KP, Obenauer S, Grabbe E. Radiation exposure in full-field digital mammography with a flat-panel detector based on amorphous silicon in comparison with conventional screen-film mammography. *Rofo Fortschr Geb Rntgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 2000;172:940-945
16. GE Medical Systems. Senographe 2000D QAP: quality control tests for MQSA facilities. QC manual 2371472-100, rev0. Milwaukee, Wis: GE Medical Systems, 2003
17. Hologic (LORAD). Selenia quality control manual. Part no. 9-500-0285, rev 004. Bedford, Mass: Hologic, 2004
18. Fischer Imaging. Section 6: quality control. In: SenoScan system operator manual (Seno 4.0 and higher). P-55943-OM, issue 1, rev 3. Denver, Colo: Fischer Imaging, 2003
19. AGFA CR quality control operating manual
20. FUJI CR quality control operating manual

Research on the Establishment of Accreditating System for CR Mammography

Ki Keun Oh, M.D.¹, Hak Hee Kim, M.D.², Boo-Kyung Han, M.D.³,
Eun Ju Son, M.D.¹, Sun Yang Chung, M.D.⁴

¹Department of Diagnostic Radiology, Yonsei University, College of Medicine, Korea

²Department of Diagnostic Radiology, Ulsan University, College of Medicine, Korea

³Department of Diagnostic Radiology, Sungkyunkwan University, College of Medicine, Korea

⁴Department of Diagnostic Radiology, Seoul National University, College of Medicine, Korea

Purpose: To evaluate the value of phantom study and the average glandular dose on CR mammography, to assess whether those values are within the standard value recommended by ACR and to evaluate the effect of image display as hard-copy or soft-copy on phantom study.

Materials and Methods: Among sixty mammographic machines that are used in Korea, we randomly selected 6 mammography machines, evaluated imaging quality through phantom study, and then assessed the effect on image display as hard-copy and soft-copy through phantom study. For the evaluation of average glandular dose on CR mammography, we selected 8 mammography machines randomly, and assessed the half-value layer, entrance dose and average glandular dose.

Results: Values in the evaluation of phantom study on CR mammography were 4.25 for soft-copy, 4.1 for hard-copy in fiber, 3.5, 2.8 for microcalcification and 4.17, 3.9 for mass, respectively, suggesting that the value with hard-copy is lower than those with soft-copy. In the hard-copy images, the visualization of calcification is under the standard value, which includes at least 3 microcalcification mimics. In 8 CR mammographic machines, the mean of half-value layer was 0.332 ± 0.016 mmAl, average entrance dose 787.8 ± 404.2 mR, and average glandular dose 1.3 ± 0.61 mGy.

Conclusion: The phantom criteria of hard-copy images was lower than that of soft-copy images, and the mean value of the average glandular dose was within standard value recommend by ACR. Further studies on clinical imaging analysis according to breast thickness and breast density are required.

Index words: Breast mammography
Computed mammography
Digital mammography
Phantom study

Corresponding author: Ki Keun Oh, M.D.