

디지털 유방촬영 영상에서 컴퓨터보조발견 시스템의 민감도: 초음파검사에서 발견된 암과 유방촬영에서 발견된 암의 비교

양상규 · 김승자 · 조나리야 · 문우경

서울대학교 의과대학 방사선과학교실, 방사선의학연구소

목적: 초음파검사에서만 발견된 유방암과 선별 유방촬영에서 발견된 유방암에서 유방촬영 컴퓨터보조발견 (Computer-aided detection, 이하 CAD) 시스템의 민감도를 비교하고자 하였다.

대상 및 방법: 디지털유방촬영기(Senographe 2000D; GE Medical Systems)에 연결된 CAD 시스템 (ImageChecker M1000-DM, version 3.1; R2 Technology)을 비촉지성 유방암환자 96명(36-69세 평균 56.4세)의 유방촬영 영상에 전향적으로 적용하였다. 초음파환자군(26명의 환자에서 29개의 병변)은 선별 초음파검사서 발견된 유방암환자로, 유방촬영에서는 정상소견으로 판독되었고 후향적으로 판독하였을 때에도 정상으로 판단되는 환자들로 구성되었다. 유방촬영환자군(70명의 환자에서 70개의 병변)은 선별유방촬영에서 발견된 유방암환자들로 구성되었다. 초음파 환자군과 유방촬영 환자군에서 병소의 크기는 각각 평균 1.1 cm와 1.9 cm였다. 각 군에서 CAD 시스템의 민감도, 가양성 표지마크의 비율을 분석하였다.

결과: CAD 시스템은 초음파 환자군에서 29개의 암 병소 중 5개(17.2%)를 정확히 발견하였고 가양성 표지비율은 장당 0.68였다. 유방촬영 환자군에서는 70개의 암 병소 중 67개(95.7%)를 정확히 발견하였고 가양성 표지비율은 장당 0.35이었다.

결론: 상용화된 디지털유방촬영 CAD 시스템은 유방촬영에서 발견된 유방암의 약 96%를 표시한 반면, 초음파에서만 발견된 유방암은 약 17%만 표시하였다.

Index words: Breast cancer
Mammography
Breast ultrasound
Computer-aided detection

서 론

유방촬영은 유방암의 조기발견에 민감한 선별검사법으로 지금까지의 보고에 의하면 선별검사시 민감도는 85% 정도이다 (1). 그러나 첫번째 유방촬영에서 11 -

25%의 유방암이 판독자에 의해 간과되고 축지되는 유방암의 경우도 15%정도는 유방촬영에서 발견되지 않는다 (2). 유방촬영에 의한 병변의 발견을 감소시키는 요인으로는 여러가지가 있지만 중요한 요인으로 유방 밀도를 들 수 있는데 밀도가 높은 치밀유방의 경우 민감도가 감소하는 것으로 알려져 있다 (3, 4).

이러한 유방촬영의 단점을 극복하기위해 선별검사에 초음파검사를 사용하려는 노력이 있어 왔다 (5). 초음파검사는 유방의 밀도가 높더라도 병변을 파악하는데 장애가 되지 않기 때문이다. 또한 최근에 컴퓨터 보조발견

통신저자: 문 우 경
서울대학교병원 방사선과, 종로구 연건동 28번지
Tel. 82-2-760-2584, Fax. 82-2-743-6385
E-mail: moonwk@radcom.snu.ac.kr

시스템(Computer aided detection, 이하 CAD)을 유방 촬영에 결합하여 사용하는 방법도 암 발견율을 증가시킬 수 있는 방법으로 연구되고 있는데 CAD 시스템은 판독자가 간과할 수 있는 종괴나 석회화의 발견을 도와주는 역할을 하게 된다 (6).

유방촬영에서는 발견되지 않고 초음파검사에서만 발견된 유방암의 경우 석회화를 동반하지 않은 경우가 많은 특징을 가지고 있다. 이런 환자들의 유방촬영에 CAD 시스템을 적용했을 때의 민감도는 현재까지 보고된 예가 없었다. 본 연구는 선별 초음파검사에서만 발견된 유방암환자와 선별 유방촬영에서 발견된 유방암 환자에 각각 CAD 시스템을 적용하여 그 민감도를 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

2003년 11월부터 2005년 2월까지 16개월간 본 병원에서 촉진가능한 종괴나 유두 분비와 같이 유방질환을 의심할 수 있는 증상이 없었으며 선별 유방촬영이나 선

별 초음파검사에서 유방암이 발견되어 수술을 시행한 96명의 환자를 대상으로 하였다. 유방촬영은 유방전용 디지털 유방촬영기(Senographe 2000D FFDM, GE medical systems, Buc, France)를 사용하여 유방의 상하위(craniocaudal view)와 내외사위(mediolateral oblique view) 사진을 얻었다. 얻어진 영상들은 모두 CAD 시스템(ImageChecker M1000-DM, version 3.1; R2 Technology, Sunnyvale, Calif, U.S.A)을 적용한 후 결과를 분석하였다.

96명의 환자 중 선별 초음파검사에서 병변이 발견된 초음파환자군은 26명(36-65세, 평균 47.0세)이었고 3명의 환자에서 독립된 2개의 병변이 발견되어 총 병변의 수는 29개였다. 이 환자들의 유방촬영은 모두 정상으로 판독되었었고 후향적으로 2명의 영상의학과 의사가 다시 판독하였을 때에도 1명 이상이 정상으로 판독한 경우였다. 선별 유방촬영에서 병변이 발견된 유방촬영군은 70명(37-69세, 평균 51.4세)이었고 병변의 수는 70개였다.

유방촬영 영상은 BI-RADS lexicon에 따라 유방의 밀

Table 1. Radiologic and Pathologic Findings of Screening Ultrasonography Detected Cancers and Screening Mammography Detected Cancers

	Screening Ultrasonography-Detected Cancers	Screening Mammography-Detected Cancers
Number of Patients	26	70
Number of Lesions	29	70
Breast Composition		
Fatty Breast	7/26 (26.9%)	26/70 (37.1%)
Dense Breast	19/26 (73.1%)	44/70 (62.9%)
Primary Features		
Microcalcification	0/29 (0%)	29/70 (41.4%)
Mass	28/29 (96.5%)	23/70 (32.9%)
Mass with Microcalcification	1/29 (3.4%)	18/70 (25.7%)
Pathologic Findings		
Invasive Ductal Carcinoma	23/29 (79.3%)	34/70 (48.6%)
Ductal Carcinoma In Situ	4/29 (13.8%)	22/70 (31.4%)
Invasive Ductal Carcinoma with Ductal Carcinoma In Situ	2/29 (6.9%)	13/70 (18.6%)
Invasive Lobular Carcinoma	0/29 (0%)	1/70 (1.4%)

Table 2. Sensitivity of CAD System According to Primary Radiologic Features in Screening Ultrasonography Detected Cancers and Screening Mammography Detected Cancers

Primary Features	Sensitivity of CAD System(%)	
	Screening Ultrasonography-Detected Cancers	Screening Mammography-Detected Cancers
Microcalcification	0 (0/0)	100 (29/29)
Mass	17.8 (5/28)	86.9 (20/23)
Mass with Microcalcification	0 (0/1)	100 (18/18)
Total	17.2 (5/29)	95.7 (67/70)

도를 분석하였다 (7). 유방촬영에 CAD 시스템을 적용하면 석회화를 의미하는 삼각형 표지와 종괴를 의미하는 별표모양의 두 가지 형태로 유방영상에 표시된다. CAD 시스템 적용 후 각 영상에 표시된 석회화 표지와 종괴 표지의 개수, 그리고 실제 병변을 찾아내는 데 사용된 각 표지의 개수를 분석하고 가양성 표지율(false positive mark rate)을 구하였다. 그리고 병변의 방사선학적 형태에 따른 CAD 시스템의 민감도와 총 민감도를 두 집단에서 비교 측정하였다. 영상에 표시된 표지가 실제 병변을 가리키는 것인지 아닌지의 판단은 초음파소견과 수술소견 등을 종합하여 두 명의 영상의학과 의사의 합의에 의해 이루어졌다. 병변의 형태는 종괴, 석회화, 석회화가 동반된 종괴 등으로 분류하여 분석하였다. 환자들의 수술 후 병리소견에 따라 유방암의 조직학적 형태를 분류하고 그 빈도를 분석하였다.

결 과

유방의 밀도는 초음파 환자군에서 치밀유방의 비율이 73.1%(19/26)로 62.9%(44/70)인 유방촬영 환자군에 비하여 높았다 (Table 1). 병변을 방사선학적 소견에 따

라 분류하였을 때 초음파환자군의 대부분은 종괴의 형태(96.5%)였고 미세석회화가 동반된 경우가 1예 있었다. 이에 비하여 유방촬영환자군은 70개의 병변 중 47예(67.1%)에서 미세석회화가 동반되었다.

수술 후 병리소견은 두 집단에서 모두 침윤성관암이 가장 많았다 (Table 1). 그러나 관상피내암이 단독 혹은 침윤성관암과 동반되어 나타나는 경우가 유방촬영 환자군에서 50.0%(35/70)로 초음파 환자군의 20.7%(6/29)에 비하여 유의하게 높았다.

전체 환자에서 CAD 시스템에 의해 나타난 총 표지는 석회화 표지와 종괴 표지가 초음파 환자군에서 각각 5개와 17개였고 유방촬영 환자군에서는 185개와 116개로 유방촬영군에서 표지 수가 많았다. 유방영상 한 장당 석회화 표지와 종괴 표지가 초음파 환자군에서 각각 0.05개와 0.16개였고 유방촬영 환자군에서는 0.66개와 0.41개로 유방촬영군의 환자에서 표지 수가 많았다. 그러나 가양성 표지비율은 초음파 환자군에서 0.68(15/22)로 유방촬영환자군의 0.35(104/301)에 비하여 높았다.

CAD 시스템을 적용하였을 때 석회화 표지나 종괴 표지가 유방암을 정확히 표시한 경우는 초음파 환자군에서 17.2%였으며 (Fig. 1, Fig. 2), 유방촬영 환자군에서

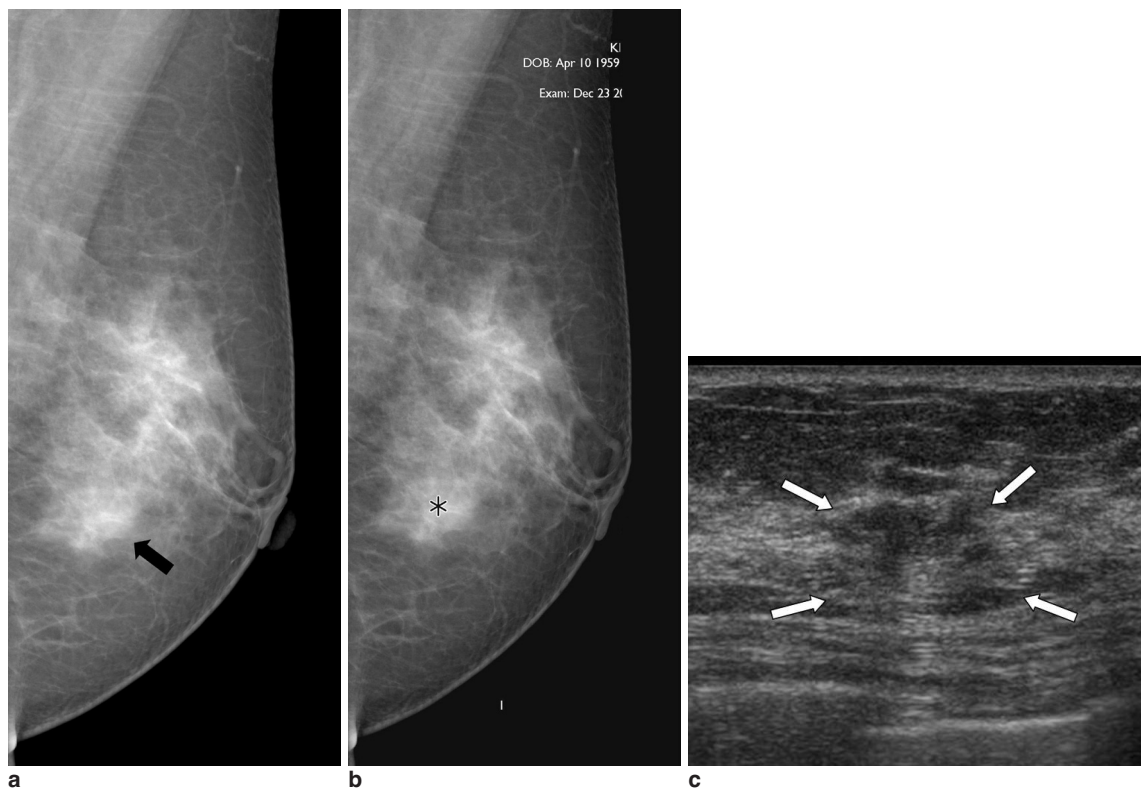


Fig. 1. A 45-year-old woman with invasive ductal carcinoma in left outer breast. The mass was detected only by ultrasonography. **a.** Mammogram shows subtle architectural distortion (arrow) but the radiologist ignored the finding. **b.** CAD system correctly detected the mass (Asterisk). **c.** Ultrasonography shows about 2cm sized, irregular, hypoechoic mass (arrows) in left breast.



Fig. 2. A 65-year-old woman with invasive ductal carcinoma.

a. CAD system couldn't detect the mass on mammography.

b. Screening ultrasonography revealed about 1cm sized, hypoechoic mass with microlobulating border (arrows) in right upper inner breast.

95.7%로 유방촬영 환자군에서 CAD 시스템의 민감도가 높았다 (Table 2). 미세석회화가 동반된 병변의 경우 유방촬영 환자군에서는 모두 CAD 시스템이 발견하였다.

고 찰

유방암을 조기발견하기위한 선별유방촬영검사는 유방암에 의한 사망률을 감소시킬 수 있는 효과적인 방법으로 알려져 왔다 (8). 선별유방촬영이 효과적인 검사가 되기 위해서는 얻어진 영상의 질이 좋아야하고 세심한 판독이 이루어져야 한다. 영상의 질은 관리를 통하여 개선할 수 있는 문제이므로 잘못된 판독에 의한 가음성 (false negative)을 감소시키는 것이 효과적인 선별유방촬영검사의 가장 큰 목표가 되고 있다 (9). 이런 배경하에 병소의 발견에 컴퓨터의 도움을 받는 CAD 시스템이 주목을 받게 되었다.

CAD 시스템은 유방암과 동반된 특성, 즉 유방촬영 영상에서 종괴를 의미하는 고밀도 부위와 석회화에서 나타나는 높은 밝기의 부위를 표시하는 소프트웨어이다. CAD 시스템의 기본 개념은 방사선과 의사가 CAD 시스템이 표시한 유방촬영 부위를 유심히 관찰한다면 간과하는 이상소견을 최소화할 수 있으리라는 것이다. 초기에는 CAD 시스템이 종괴의 발견에 많은 공헌을 할

것으로 기대하였으나 종괴의 발견보다는 미세석회화의 발견에 더 효과적이었다. 많은 의사들이 미세석회화는 CAD 시스템을 이용하지 않더라도 쉽게 발견할 수 있으리라 생각하지만 일부 미세석회화는 크기가 작고 겹쳐진 유방실질음영에 의해 가려지기 때문에 놓치기 쉽다. 이는 놓친 유방암의 18%가 군집성 미세석회화 형태였다는 Bird 등의 보고에 의해서도 잘 알 수 있다 (3). 발견에 중요한 의의가 있는 미세석회화와 달리 종괴의 경우는 CAD 시스템이 종괴 부위로 표시한다고 하더라도 방사선과 의사가 그 부위가 실제 종괴인지 주위의 복잡한 유방실질음영으로부터 구별해야 하기 때문에 미세석회화의 발견보다 효용이 떨어지지만 그 유용성에 대해 연구가 진행되고 있다. Timothy 등의 연구에 의하면 선별 유방촬영을 시행한 12,860명의 환자에서 CAD 시스템을 사용한 결과 유방암이 19.5%정도 더 발견되었고 초기 유방암의 발견비율이 73%에서 78%로 증가하였다 (6).

CAD 시스템을 선별유방촬영검사에 적용하는 방법 이외에 유방촬영법에서 발견하지 못하는 병변을 초음파 검사로 발견하기 위한 노력도 있었다 (10-12). 유방이 치밀유방인 경우 유방촬영의 경우 유방암이 있더라도 높은 유방실질음영으로 인해 발견하기 어렵지만 유방초음파는 유방의 밀도에 영향 받지 않는다. Isabelle 등의 연

구에 의하면 유방촬영은 비치밀유방환자에서 유방암에 대한 민감도가 80%였으나 치밀유방환자에서는 56%로 현격하게 감소하였다 (13). 그러나 유방촬영과 유방초음파를 함께 시행한 경우 비치밀유방환자와 치밀유방환자에서 모두 88%의 민감도를 보여서 유방초음파가 치밀유방환자에서 유방암진단에 유용함을 알 수 있었다. CAD 시스템도 치밀유방에서 효과적이라는 연구결과가 최근에 발표되었다. Brem 등은 CAD 시스템을 사용했을 때 비치밀유방과 치밀유방에 있어 암 발견율에 차이가 없기 때문에 치밀유방에서 CAD 시스템을 사용하는 것이 좋다고 하였다 (14).

저자들은 유방초음파에서만 발견된 유방암환자의 유방촬영에 CAD 시스템을 적용하여 유방암에 대한 민감도를 알아보았으며 그 결과를 유방촬영에서 발견된 유방암환자에서의 CAD 적용결과와 비교분석함으로써 CAD 시스템의 효용성에 대해 알아보고자 하였다. 연구결과를 살펴보면 유방촬영에서 발견되지 않고 선별초음파검사에서만 발견된 유방암의 대부분이 석회화를 동반하지 않았다(96.5%). 이는 석회화가 동반된 많은 병변이 유방촬영에서 발견되기 때문으로 생각되며 초음파검사는 석회화를 동반하지 않은 병변의 발견에 유용함을 알 수 있었다. CAD 시스템을 적용하면 초음파검사서 발견한 유방암의 17.2%를 발견할 수 있었다. 유방촬영에서 발견된 유방암의 경우에는 CAD 시스템을 적용하였을 때 95.7%를 발견하였다. 특히 석회화가 동반된 병변은 모두 CAD 시스템이 발견하였다. 이러한 결과는 CAD 시스템이 종괴의 발견보다 석회화의 발견에 유용하다는 기존의 보고와 일치하였다 (6).

결론적으로 CAD 시스템은 초음파에서만 발견된 유방암의 약 17%를 표시하였고 유방촬영에서 발견된 유방암의 약 96%를 표시하였다. 이상의 정보는 조기유방암 발견을 위해 유방촬영술에 CAD 시스템을 적용할 경우나 유방초음파를 유방촬영술에 보조적으로 사용 선별검

사를 시행할 경우 유용할 것이다.

참 고 문 헌

1. Smith-Bindman R, Chu PW, Miglioretti DL, et al. Comparison of screening mammography in the United States and the United Kingdom. JAMA 2003;290:2129-2137
2. Jackson VP, Hendrick RE, Feig SA, Kopans DB. Imaging of the radiographically dense breast. Radiology 1993;188:297-301
3. Bird RE, Wallace TW, Yankaskas BC. Analysis of cancers missed at screening mammography. Radiology 1992;184:613-617
4. Farria DM, Mund DF, Bassett LW. Evaluation of missed cancers using screening mammography. AJR Am J Roentgenol 1995;126:1645
5. Kolb TM, Lichy J, Newhouse JH. Comparison of the performance of screening mammography, physical examination, and breast US and evaluation of factors that influence them: an analysis of 27,825 patient evaluations. Radiology 2002;225:165-175
6. Timothy WF, Michael JU. Screening mammography with computer-aided detection: prospective study of 12,860 patients in a community breast center. Radiology 2001;220:781-786
7. American College of Radiology. Breast imaging reporting and data system (BI-RADS™)-mammography. 4th ed. Reston, Va: American College of Radiology, 2003
8. Smart CR, Hendrick RE, Rutledge JH III, Smith RA. Benefit of mammography screening in women ages 40 to 49 years. Cancer 1995;75:1619-1626
9. Van Dijk JAAM, Verbeek ALM, Hendriks JHCL, Holland R. The current detectability of breast cancer in a mammographic screening program. Cancer 1993;72:1933-1938
10. Frazier TG, Murphy JT, Furlong A. The selected use of ultrasound mammography to improve diagnostic accuracy in carcinoma of the breast. J Surg Oncol 1985;29:231-232
11. Kopans DB. What is a useful adjunct to mammography? Radiology 1986;161:560-561
12. Bassett LW, Kimme-Smith C. Breast sonography. AJR Am J Roentgenol 1991;156: 49-455
13. Isabelle L, Chantal F, Christine G, et al. Mammography and subsequent whole-breast sonography of nonpalpable breast cancers. AJR Am J Roentgenol 2003;180:1675-1679
14. Brem RF, Hoffmeister JW, Rapelyea JA, et al. Impact of breast density on computer-aided detection for breast cancer. AJR Am J Roentgenol 2005;184:439-444

The Sensitivity of Computer-aided Detection in Digital Mammograms: Comparison of Ultrasound-detected Cancers and Mammographically Detected Cancers

Sang-Kyu Yang, M.D., Seung Ja Kim, M.D., Nariya Cho, M.D., Woo Kyung Moon, M.D.

*Department of Radiology, College of Medicine Seoul National University and The Institute of Radiation Medicine,
Seoul National University Medical Research Center*

Purpose: To compare the sensitivity of mammographic computer-aided detection (CAD) system in breast cancer detected only by ultrasonography (US) and those in breast cancers detected by screening mammography.

Materials and Methods: The CAD system (ImageChecker M1000-DM, version 3.1; R2 Technology) embedded in full-field digital mammography (Senographe 2000D; GE Medical Systems) was prospectively applied to the mammograms of 71 patients (age range 36 - 69 years, mean age 56.4 years) with nonpalpable breast cancers. The US group (26 patients having 29 cancers) consisted of patients with screening US detected breast cancer and normal mammographic findings, even in retrospect. The mammography group (70 patients having 70 cancers) consisted of patients with screening mammography detected breast cancer. Mean tumor size of US and mammographically detected cancers was 1.1 cm and 1.9 cm, respectively. The sensitivity, and false positive marks rate of the CAD system were determined for the two groups.

Results: In US group, the CAD system correctly detected the cancer on mammograms in 5/29 cases (17.2%). In mammography group, the CAD system correctly detected the cancer on mammography in 67/70 cases (95.7%). False positive marks rate was 0.68 per image for US-detected cancers and 0.35 per image for mammography-detected cancers.

Conclusion: The CAD system depicted only 17% of US detected cancers whereas the CAD system depicted about 96% of mammographically detected cancers.

Index words: Breast cancer
Mammography
Breast ultrasound
Computer-aided diagnosis