

# Usefulness of Color-overlay Pattern of Breast Elastic Ultrasonography

Hyun An,<sup>1</sup> In-Chul Im<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, Inje University Busan Paik Hospital

<sup>2</sup>Department of Radiological Science, Dongeui University

Received: September 25, 2017. Revised: October 15, 2017. Accepted: October 31, 2017

## ABSTRACT

Breast cancer rates are increasing every year, biopsy for diagnosing breast cancer is increasing as well. Biopsy also invasive test, have bad side effects from patients anxiety, infection, bleeding. In this study, Conduct a survey of 69 patients who breast lesion patient, both B-mode ultrasound and elastography exam and B-mode ultrasound was classified according to the BI-RADS category, and the elastography exam was classified according to the Color overlay pattern that the value of the kPa expressed in relation to the propagation velocity of Transverse waves. The optimal cut off value of the highest sensitivity and specificity was 54.70 kPa. In the color overlay pattern, Dark Blue 42 people, Light blue ~ Red 27 people classified results and BI-RADS classification results, benign 40 people and malignant 29 people classified results showed similar results. Therefore, It is judged that the color overlay pattern is positive when classified into Dark Blue, and malignant when classified into Light blue ~ Red. In conclusion, breast elastography is expected to play a innovative role in reducing the number of breast cancer examinations and classify between benign and malignant tumor.

Keywords: B-mode ultrasound, Shear wave elastography, Breast biopsy, BI-RADS

## I. INTRODUCTION

유방암은 유방에 발생하는 모든 악성종양을 지칭하며, 여성에게 발생하는 암 중 매우 높은 빈도로 나타난다. 특히 우리나라에서는 국내 여성 암으로는 갑상선암에 이어 두 번째로 손꼽히는 암이다. 현재 유방암은 40~50대에서 가장 빈번하게 나타나며 20~30대에서도 비만, 모유수유의 감소, 서구화에 따른 식습관의 변화로 인해 늘어가고 있는 추세이다. 또한 우리나라 여성의 경우 특히 치밀 유방으로 더욱 유방암의 진단에 어려움을 호소하고 있다. 그래서 우리나라 여성의 유방암 환자 수가 늘어감에 따라 유방암의 조기진단의 필요성이 크게 대두되고 있다.<sup>[1]</sup>

유방암을 진단하는 방식으로는 촉진, 영상을 이용한 진단, 조직검사가 있는데 영상을 이용한 진단

에서는 맘모그래피(mammography), 초음파, MRI 등이 주로 사용되는 실정이다. 맘모그래피(mammography) 검사를 통해 종양이 있다고 사료되었을 경우 초음파 검사를 실시한다. 일반 초음파 검사는 악성과 양성을 정확히 구별하는 데에 한계가 있기 때문에 조직검사를 함으로써 최종적으로 악성과 양성을 구별해 낸다. 하지만 조직검사는 침습적 검사로써 시술자의 숙련도, 환자들의 통증에 대한 불안감과 감염, 출혈 등의 부작용이 발생하면서 새로운 검사법이 요구되고 있다.<sup>[2]</sup>

최근에 도입된 진단 기법인 탄성초음파 (Ultrasound elastography)는 회색조 초음파 외에 추가적으로 조직 탄성을 반영하는 검사법으로 유방 종양뿐 만 아니라 전립선 종양, 갑상선 결절, 간질환, 림프절 등 신체 여러 부위의 질환을 진단하는 데 이용할 수 있다. 탄성초음파의 기본 원리는 검사자가 외부의

\* Corresponding Author: Im In Chul

E-mail: icim@deu.ac.kr

Tel: +82-51-890-2678

힘을 가할 때 조직의 변형이나 왜곡을 측정하여 실시간으로 병변과 주변 정상 조직의 경도(stiffness)를 반영함으로써 조직변형의 평가를 가능하게 하여 조직의 모양, 여백 또는 크기에 관계없이 조직의 강성에 대한 정보를 제공하며 조직내에서 진단과 전파를 이미징하여 영계수(Young's elastic modulus)를 킬로파스칼 (kPa)단위로 정량적으로 제공하여 병변의 진단에 도움을 준다는 것이다.<sup>[3-6]</sup>

따라서 본 논문에서는 탄성초음파를 이용하여 침습적인 검사에 따른 환자의 불편함을 개선하고자 일반초음파영상과 유방 탄성도 간의 상관관계인 kPa값에 따른 Color Overlay Pattern을 비교 분석하여 조직검사와 수차례의 추적검사를 줄이고 유방 종양 진단에 도움을 주고자 한다.<sup>[7,8]</sup>

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구대상

부산 P병원 초음파실에서 유방 회색조 초음파와 탄성초음파검사를 함께 시행한 유방 병변 환자 69명을 대상으로 하였다.



Fig. 1. Ultrasonic diagnostic equipment.

### 2. 연구방법

#### 2.1 유방종괴의 진단

Fig. 1은 유방종괴의 진단을 위해 사용된 초음파 진단장비(Aixplorer. Supersonic Imagine, France)이며 회색조 초음파 검사는 7~12MHz 선형 탐촉자를 이

용하여 한명의 유방영상의학 전문의(경력 5년)가 먼저 회색조 초음파를 양측유방에 대해 시행하였다. 각 유방 종괴는 미국 방사선 의학회(American College of Radiology; ACR)에서 정한 유방영상 판독 및 데이터체계(breast imaging recording and data system; BI-RADS)에 따라 분류하였다. BI-RADS 범주 2, 3에 해당하는 유방 종괴는 양성으로 범주 4, 5의 종괴는 악성으로 분류하여 Table 1에 나타내었다.

Table 1. chart for breast lesion selection.

Classification	
shape	Oval, Round, Irregular
Size(mm)	0 < N ≤ 5, 5 < N ≤ 10, 10 < N ≤ 15, 15 < N
Orientation	Parallel, Not parallel
Echogenicity	Hypochoic, Isoechoic, Complex cystic and solid
BI-RADS	Category 2 benign finding
	Category 3 probably benign finding
	Category 4 suspicious for malignancy finding
	Category 5 highly suggestive of malignancy finding

Fig. 2는 유방 종괴에 대한 탄성초음파 검사법을 나타냈다. 탄성초음파를 회색조 초음파검사 시 동일한 영상획득 조건인 자세(position), 깊이(depth), 초점 위치(focus position), 음량(gain setting) 등을 이용하여 종괴가 확인된 부위에 대하여 탐촉자를 흥벽에 수직으로 위치시킨 후 탄성초음파 영상에서 Artifact가 생기지 않는 매우 약한 힘(only light pressure)을 주어 영상을 획득하였다.

#### 2.2 분석방법

kPa값의 cut-off value를 결정하기 위해 회색조 초음파의 BI-RADS 결과 값과 탄성초음파검사의 kPa 값을 사용하여 수신자 조작특성(receiver operating characteristic; ROC)곡선 분석을 시행하였으며, 곡선 하면적(area under the curve; AUC), 민감도(sensitivity), 특이도(specifity)를 산출하였다. 통계적 유의성은 p-value 0.05 미만인 경우를 기준으로 판정하였으며, 모든 통계적 처리는 MedCalc Statistical Software Ver. 15.8(Ostend, Belgium)을 사용하였다.

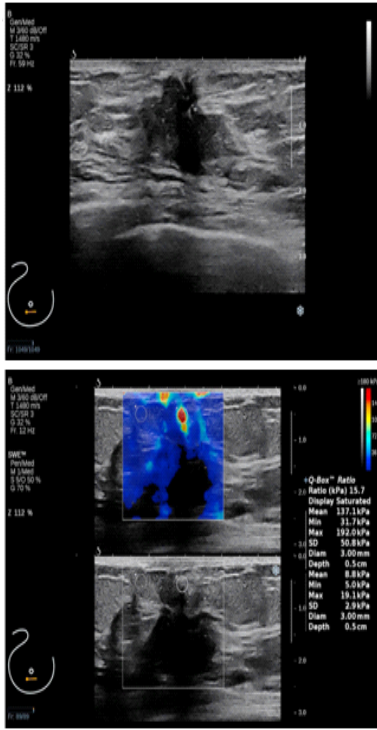


Fig. 2. Color overlay pattern in shear wave elastography(SWE).

Table 2는 회색조 초음파 검사에서 유방 종양을 형태, 크기, 방향, 에코 발생도를 BI-RADS Category로 분류하여 본 연구에서 Category 2에서 3까지는 양성, 4에서 5까지는 악성으로 분류한 결과, 양성 40명, 악성 29명으로 나타났다.

### 2. 수신자 조작특성 곡선 분석(ROC)

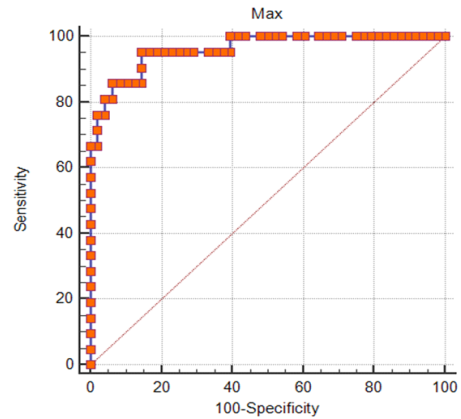


Fig. 3. The graphs represent the ROC curve of malignancy in ultrasound diagnosis.

## III. RESULT

### 1. 회색조 초음파에 대한 평가(BI-RADS)특성

Table 2. Evaluation of general ultrasonography(BI-RADS)

Classification		Number
shape	Oval	35
	Round	23
	Irregular	11
Size(mm)	0 < N ≤ 5	3
	5 < N ≤ 10	35
	10 < N ≤ 15	10
	15 < N	21
Orientation	Parallel	61
	Not parallel	8
Echogenicity	Hypoechoic	64
	Isoechoic	3
	Complex cystic and solid	2
Category	Benign	11
	3	29
	4	23
	Malignancy	6
	5	6

Fig. 3 는 유방 종괴의 양성과 악성을 구별하기 위해 유효한 cut-off value를 도출하기 위해 ROC 곡선분석을 실시하였으며 곡선하면적(AUC), 민감도, 특이도를 구하여 정확도의 지표로 사용하였다.

### 2.1 민감도와 특이도에 따른 Cut-off value

Table 3. Cut-off value according to sensitivity and specificity

Cut-off value(kPa)	Sensitivity(%)	Specificity(%)
< 9.200	32.43	97.92
≤ 13.00	34.43	95.83
≤ 26.20	82.61	95.83
≤ 31.20	82.61	88.89
≤ 32.30	84.78	88.89
≤ 38.44	84.78	85.42
<b>≤ 54.70</b>	<b>95.24</b>	<b>85.42</b>
≤ 67.00	95.24	72.04
≤ 74.5	97.87	72.04
≤ 263.6	97.87	11.11

Table 3은 유방종양에서 악성종양을 구분할 수 있는 최적의 cut-off value(kPa) 측정값은 민감도(sensitivity) 95.24%, 특이도(specificity) 85.42%에서 54.70 kPa로 결정하였다.

Table 4는 본 연구를 통계적으로 분석한 결과이며, ROC curve의 곡선 아래하면적(area under the ROC curve; AUC)은 0.960, 표준오차(standard error)는 0.0227, 95% 신뢰구간((Confidence interval)은 0.884에서 0.993, p-value는 0.001미만의 값이 나오므로써 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

Table 4. AUC, Standard Error, Confidence interval, Significance level, Youden index statistical analysis

Classification	Result
Area under the ROC Curved(AUC)	0.960
Standard Error	0.0227
Youden index	0.806
95% CI	0.884 to 0.993
Significance level P(Area=0.5)	<0.001

## 2.2 탄성초음파의 kPa값에 따른 Color overlay pattern 결과

Table 5는 탄성초음파검사서 측정된 kPa값을 Color overlay pattern으로 분류한 결과 값으로 Elasticity Emax 값은 Red 248.28(4명), Orange 116.24(6명), Green 84.48(11명), Light blue 58.46(6명), Dark blue 14.6(42명)으로 나타났으며, kPa값이 높을수록 Red 색깔, kPa값이 낮을수록 Dark Blue 색깔로 나타났다.

Table 5. Color overlay pattern according to kPa value of elastography

Color Overlay pattern	Total n=69(Person)	Average (E <sub>max</sub> )(kPa)	Reference (kPa)
Dark Blue	n=42	14.64	> 0-36
Light Blue	n=6	58.46	> 36-72
Green	n=11	84.48	> 72-108
Orang	n=6	116.24	> 108-144
Red	n=4	248.28	> 144-180

## IV. DISCUSSION

한국 유방암 협회에 따르면 1996년 3,801명으로 집계된 유방암 환자는 2010년에 16,398명으로 14년간 약 4배가 늘어났다. 여성 암 발생률 추이를 보면, 유방암이 연 평균 6.0%로 높은 증가율을 보였고 매년 증가하는 유방암 발병 추세는 향후에도 지속될 것으로 예측된다. 특히 약 70%의 우리나라 여성은 서구여성에 비해 유방실질이 치밀하고 유방크기가 작은 치밀 유방을 가지고 있어 유방암 발생 확률이 최소 4배가량 높다.<sup>[9]</sup> 이는 정확한 유방암 검진이 현대인들에게 필수적이고 중요시된다는 것을 의미한다.

본 연구는 회색조 초음파 외에 보조적인 방법으로 탄성초음파검사를 실시하여 kPa값에 따른 color overlay pattern이 양성과 악성을 구별하는 데에 유용한지 확인하고자 하였으며, 부산 P 병원에서 69명의 유방 병변 환자를 대상으로 유방 회색조 초음파와 탄성초음파검사를 모두 실시하였다. 그리고 각각의 유방 종양에 대하여 BI-RADS Category로 분류한 결과와 탄성초음파의 kPa값에 따라 Color overlay pattern으로 분류한 결과를 비교 분석하였다. 분석 결과로 민감도와 특이도의 합이 가장 높은 최적의 Cut-off value는 54.70 kPa이 나왔으며, 이를 기준으로 양성과 악성을 구분하는 것이 가능하다고 생각된다. 또한 최적의 Cut-off value와 Light blue의 평균값이 유사하므로 Light blue를 기준으로 양성과 악성을 구분할 수 있을 것이라고 판단된다.<sup>[10,11]</sup>

본 연구의 제한점으로는 첫째, 조직검사가 양성 종양과 악성종양을 구별하는 데에 가장 정확함에도 불구하고 본 연구에서는 조직검사를 시행하지 못하였다. 추후 연구에서는 조직검사를 활용하여 조금 더 정확하게 논문을 증명해야 할 것이다. 둘째, 유방 종양의 종류에 따라 탄성초음파의 Background 수치가 다름에도 불구하고 유방 종양을 양성종양과 악성종양으로만 구분하였다. 그러므로 유방 종양의 종류마다 최적의 Cut-off value를 구하는 연구 또한 필요할 것이다.<sup>[12,13]</sup>

## V. CONCLUSION

결론적으로 유방 탄성초음파의 Color overlay pattern은 최적의 Cut-off value인 54.70 kPa을 기준으로 양성 종양과 악성 종양을 구분한다. 또한 Color overlay pattern에서 Dark Blue에 42명, Light blue에서 Red사이에 27명으로 분류된 결과와 BI-RADS Category 분류 결과인 양성 40명, 악성 29명으로 분류된 결과가 유사하므로 Color overlay pattern에서 Dark Blue에 분류될 경우에는 양성, Light blue와 Red사이 분류될 경우에는 악성으로 의심할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 유방 탄성 초음파는 임상에서 유방 조직검사 전에 Color overlay pattern을 이용하여 유방종괴의 양성과 악성을 예측해 볼 수 있는 검사법이며 이는 유방조직검사 줄이는데 획기적인 역할을 할 것으로 판단된다.

## Reference

- [1] H. G. Kim, "FEM Breast Modeling for X-ray Elastomammography", Department of Biomedical Engineering, Kyung Hee University, 2011.
- [2] E. H. Yang, "Conventional Sonography and Sonoelastographic diagnostic performances in the patients of breast biopsy", Graduate School of Public Health Ajou University, 2017.
- [3] J. H. Lee, S. H. Kim, B. J. Kang, et al. "Role and clinical usefulness of elastography in small breast masses" *Academic Radiology*, Vol. 18, No. 1, pp. 74-80, 2011.
- [4] T. Hall, W. Svensson, P. Von Behren, et al. "Lesion size ratio for differentiating breast masses". *IEEE Ultrasonics Symposium*, Vol. 2, pp. 1247-50, 2003.
- [5] N. Cho, C. Y. Lyou, J. S. Park, et al. "Distinguishing benign from malignant masses at breast US: combined US elastography and color Doppler US-influence on radiologist accuracy". *Radiology*, Vol. 262, No. 1, pp. 80-90, 2012.
- [6] F. K. Schaefer, I. Heer, P. J. Schaefer, et al. "Breast ultrasound elastography-Results of 193 breast lesions in a prospective study with histopathologic correlation", *European Journal Radiology*, Vol. 77, No. 3, pp. 450-456, 2011.
- [7] I. S. Woo, "Feasibility study for the breast ultrasound elastography in the diagnosis of breast cancer and assessment of the influence of the image acquisition direction, Department of Medical Imaging Engineering", The Graduate school of Bio-Medical sciences, Korea university, 2012.
- [8] Y. S. Jung, H. Shim, M. G. Lee, Y. H. Kim, Y. S. Park, "Breast Cancer Diagnosis Using the Ultrasound Elastography", *The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol. 2014, No. 10, pp. 364-366. 2014.
- [9] H. J. Shin, E. S. Ko, "Breast Cancer Screening in Korean Woman with Dense Breast Tissue", *Journal of the Korean Radiological Society*, Vol. 73, No. 5, pp. 279-286, 2015.
- [10] J. Y. Park, "Analysis of diagnostic value and overlay color pattern of shear wave elastography in palpable breast mass", *Korea University Graduate School Department of Medicine Department of Radiology*, 2015.
- [11] S. H. Lee, H. R. Koo, W. K. Moon etc. "Guideline for the Combined Elastography and Color Doppler Ultrasonography Examinations: KSBI/KSFBS 2013-02 Multicenter Study", *Korean Journal of Breast Screening*, Vol. 2, No. 10, pp. 136-144, 2013.
- [12] J. Y. Park, W. O. Hee, S. H. Seon etc, "Diagnostic Performance and Color Overlay Pattern in Shear Wave Elastography for Palpable Breast mass", *European Journal Radiology*, Vol. 84, No. 10, pp. 1943-1948, 2015.
- [13] Y. J. Cha, J. H. Youk, B. G. Kim. "Lymphangiogenesis in Breast Cancer Correlates with Matrix Stiffness on Shear-Wave Elastography", *Yonsei Medical University Journal* Vol. 57, No. 3, pp. 4-7, 2016.

## 유방 탄성초음파의 Color overlay pattern에 대한 유용성

안 현,<sup>1</sup> 임인철<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>인제대학교 부산백병원 영상의학과

<sup>2</sup>동의대학교 방사선학과

### 요 약

유방암 발생률이 해마다 증가하여 그에 따라 유방 종양을 진단하는 검사인 조직검사의 횟수도 같이 증가하고 있다. 조직검사는 침습적 검사로써 환자들의 불안감과 감염, 출혈 등의 부작용이 발생하고 있다. 본 연구에서는 유방 병변 환자를 대상으로 회색조 초음파와 탄성초음파검사 모두 실시한 69명을 대상으로 회색조 초음파는 BI-RADS Category에 따라 분류하고, 탄성초음파검사는 횡파의 전파 속도를 환산하여 나타낸 kPa값을 Color overlay pattern으로 분류하였다. 민감도와 특이도의 합이 가장 높은 최적의 Cut-off value는 54.70 kPa로 나타났다. Color overlay pattern에서 Dark Blue 42명, Light blue ~ Red 27명으로 분류된 결과와 BI-RADS Category 분류 결과인 양성 40명, 악성 29명으로 분류된 결과가 유사하다. 따라서 Color overlay pattern에서 Dark Blue에 분류될 경우에는 양성, Light blue ~ Red에 분류될 경우에는 악성으로 의심할 수 있을 것으로 판단된다. 결론적으로 유방 탄성초음파는 무분별한 유방 조직검사의 횟수를 줄이고 양성종양과 악성종양을 구분하는데 획기적인 역할을 할 것으로 사료된다.

중심단어: 회색조초음파, 탄성초음파, 유방 조직검사, 유방영상 판독 및 데이터체계