

탄성-도플러 초음파 병합검사의 가이드라인: 대한유방영상의학회/대한유방검진의학회 2013-02 다기관연구

이수현¹ · 구혜령^{1,2} · 육지현³ · 손은주³ · 이 안⁴ · 김승자⁴ · 박정선⁵ · 최선형⁶
국신희⁶ · 정 진⁷ · 차은숙⁷ · 고경희⁸ · 최혜영⁹ · 류은비¹⁰ · 문우경¹

¹서울대학교병원 영상의학과, ²서울대학교병원 강남센터 영상의학과

³연세대학교 강남세브란스병원 영상의학과, ⁴서울대학교병원운영 서울특별시보라매병원 영상의학과

⁵한양대학교병원 영상의학과, ⁶성균관대학교 강북삼성병원 영상의학과

⁷이화여자대학교 목동병원 영상의학과, ⁸차의과대학 분당차병원 영상의학과

⁹경상대학교병원 영상의학과, ¹⁰동남권원자력의학원

목적: 선별 유방초음파검사에서 탄성-도플러 초음파 병합검사의 임상적 유용성 확인을 위한 대한유방영상의학회/대한유방검진의학회 다기관 전향연구(KSBI/KSFBS 2013-02)에 사용할 탄성-도플러 초음파 검사의 판독기준과 회색조 초음파 검사와의 병합판독 가이드라인을 정립하고자 하였다.

대상 및 방법: KSBI/KSFBS 2013-02 다기관 전향연구의 대상은 유방 검진을 시행하는 무증상의 30세 이상 여성으로 최근 유방촬영술에서 정상 소견을 보였으나 유방초음파에서 BI-RADS 범주 3 이상의 새로운 종괴가 발견된 경우이다. 탄성초음파와 도플러 초음파검사의 판독기준 및 회색조 초음파 검사와의 병합판독 가이드라인 정립은 2001년부터 2013년까지 국내외에서 발표된 선별 유방초음파, 탄성초음파, 도플러 초음파검사 관련 문헌고찰 및 다기관 연구에 참여하는 10개 병원 전문가 회의를 통해 이루어졌다.

결과: 변형방식 탄성초음파는 종괴의 내부가 균일하게 주변 정상조직과 비슷한 변형률을 나타내는 녹색으로 보이는 경우 음성, 종괴의 내부가 불균일한 변형률을 보이며 정상 조직보다 낮은 변형률을 나타내는 청색이 녹색과 혼합되어 보이는 경우를 애매함, 종괴의 내부 전체 또는 종괴의 주변까지 청색을 보이는 경우는 양성으로 판정한다. 횡파방식 탄성초음파의 경우 0-180 kPa의 색범위를 사용하여 영상을 획득하고 최대탄성도 색깔을 기준으로 종괴의 내부 및 경계부에서 어두운 청색 또는 밝은 청색을 나타내는 경우는 음성, 종괴 및 경계부에서 연두색 또는 노란색을 나타내는 경우는 애매함, 종괴 및 인접한 경계부에서 주황색 또는 적색을 나타내는 경우는 양성으로 판정한다. 도플러 초음파검사의 결과는 종괴의 내부 및 변연에 혈관이 없는 경우는 음성, 혈관이 하나 보이면 애매함, 종괴의 내부 및 변연에 두 개 이상의 혈관이 보이는 경우나 분지성 또는 관통혈관이 있으면 양성으로 구분한다. 병합판독의 가이드라인은 두가지 검사가 모두 음성인 경우 또는 둘 중 하나가 음성이면서 다른 한가지는 애매한 경우는 회색조 초음파의 BI-RADS 범주를 한 단계 낮출 수 있고 두 가지 검사가 모두 양성인 경우 또는 둘 중 하나가 양성이면서 다른 한가지는 애매한 경우 회색조 초음파의 범주를 한 단계 이상 올릴 수 있다. 두가지 검사가 모두 애매한 경우 또는 두가지 결과가 상반된 경우는 회색조 초음파의 범주를 그대로 따른다.

결론: 다기관 전향적 연구를 통해 임상적 유용성이 입증되면 선별 유방초음파 검사에 적용할 수 있는 실용적인 가이드라인이 될 것으로 기대한다.

Index words: Breast; Screening; Ultrasonography; Elastography; Color Doppler ultrasonography

본 연구는 2013년 대한유방영상의학회 및 대한유방검진의학회 다기관 연구지원사업의 지원을 받아 이루어진 것임(KSBI&KSFBS-2013-02)

통신저자 : 문우경

(110-744) 서울특별시 종로구 대학로 101, 서울대학교 의과대학 영상의학교실

Tel. (02) 2072-3928, Fax. (02) 743-6385, E-mail: moonwk@snu.ac.kr

서론

선별 유방촬영술을 통한 유방암 검진은 50-69세 여성에서 유방암으로 인한 사망률을 약 30% 낮추는 것으로 알려져 있다(1). 하지만 젊은 여성이나 치밀유방을 가진 여성에서는 유방촬영술의 민감도가 감소하며, 특히 석회화를 동반하지 않은 유방암은 주변실질에 가려져 진단이 늦어질 수 있다. 따라서 이러한 유방촬영술의 제한점을 보완하기 위해 추가 검사의 필요성이 제기되고 있으며 초음파검사와 자기공명영상검사가 이에 이용되고 있다. 이 중 초음파검사는 비용이 더 저렴하고 검사가 용이한 장점을 가지고 있다. 유방촬영술에서 이상 소견이 관찰되지 않은 치밀유방 여성에서 이차적 선별검사로써 초음파검사의 유용성을 알아보기 위한 연구들이 시행되어 왔으며(2-4), 0.3% 내외의 유방암이 초음파검사로만 발견되었다. 미국영상의학전문학회에서 진행한 American College of Radiology Imaging Network(ACRIN) 6666 임상 시험에 따르면 치밀유방을 가진 고위험군 여성을 대상으로 유방촬영술과 유방초음파를 병행한 경우 유방촬영술만 시행한 경우에 비해 1,000명 당 4.2건의 유방암을 추가로 발견할 수 있었다. 하지만 유방초음파의 양성예측도가 낮아 불필요한 조직검사나 단기추적검사를 상당수 증가시키는 문제점을 보였다(5). 따라서 유방초음파의 진단 특이도를 높일 수 있는 비침습적 방법이 있다면 검진에서 발견된 유방 종괴의 적절한 처치에 큰 도움이 될 것이다(6).

조직의 딱딱한 정도를 실시간으로 측정, 영상화할 수 있는 탄성 초음파 검사법은 2000년부터 상용화되어 임상에서 사용되고 있으며 유방 종괴의 감별진단에 높은 진단 정확도를 보고하고 있다(7). 또한 회색조 초음파와 함께 시행하였을 때 유방초음파검사의 진단 특이도를 높일 수 있는 것으로 알려져 있다(8-10). 혈류평가가 가능한 도플러 초음파검사도 종양 혈관의 존재와 형태 분석을 통해 양성과 악성 종괴의 감별진단에 이용되어 왔다(11). 유방 종양은 이질성이 심해 다양한 초음파 소견을 보일 수 있지만 탄성도와 혈관상은 반비례하는 경향이 있으며 고등급 유방암의 경우 부드러운 반면 고혈관상을 보이고 저등급 암의 경우 딱딱한 반면 저혈관상을 보인다(12). 따라서 탄성-도플러 초음파 병합검사는 상호 보완적인 검사이며 서울대병원에서 시행한 판독자 연구에 의하면 회색조 초음파에 탄성초음파와 도플러 초음파검사를 함께 시행하는 경우 한 검사만 추가하는 것보다 더 높은 진단 정확도를 보였다(13). 선별 유방초음파검사에서 탄성-도플러 초음파 병합검사의 임상적 유용성 확인

을 위해서는 다기관이 참여하는 전향적 연구가 필요하다. 본 연구에서는 이를 위한 탄성초음파와 도플러 초음파검사 각각의 판독기준과 구체적인 병합판독 가이드라인을 정립하고자 하였다.

대상 및 방법

총 10개의 병원이 참여하여 모집하는 다기관 전향연구의 대상군은 유방 검진을 시행하는 무증상의 30세 이상 여성으로 최근 2개월 이내 유방촬영술에서 정상 또는 양성 소견을 보였으며, 유방초음파에서 BI-RADS 범주 3 이상의 새로운 종괴가 발견된 경우이다. 탄성-도플러 초음파 병합검사는 변형방식(strain elastography)의 탄성초음파 장비(EUB-series/HV-ascendus, Hitachi, Japan)와 횡파방식(shear-wave elastography)의 탄성초음파 장비(Aixplorer, Supersonic Imagine, France)를 이용하는 두 가지 군으로 나누어 진행하며, 도플러 초음파는 각각의 장비로 시행한다.

탄성초음파와 도플러 초음파검사의 판독기준의 정립은 2001년부터 2013년까지 국내외에서 발표된 선별 유방초음파, 탄성초음파, 도플러 초음파검사 관련 문헌고찰 및 전문가 회의를 통해 이루어졌다.

변형방식 또는 횡파방식 탄성초음파의 경우, 가장 보편적으로 이용되고 있는 정성적 탄성점수를 사용하며(14, 15) 양성과 음성의 기준은 각 점수 별 유방 종괴에 대한 양성예측도를 우선적으로 고려하였다. 변형방식 탄성초음파의 경우 초음파 탐촉자 압박 정도 차이 등에 인한 검사자간 편차가 클 수 있으므로, 검사자간의 판정 일치도가 더 높은 기준을 채택하였다(8). 횡파방식 탄성초음파의 경우, 선별 유방초음파에서 발견되는 유방 종괴의 특성을 고려하였으며(9, 16, 17) 정량적 측정을 함께 시행하도록 하였다. 색 도플러 초음파검사의 경우, 종괴의 혈관상을 3차원적으로 정량적으로 평가하는 것이 가장 정확하겠으나(18) 선별 초음파검사의 특성 상 검사시간을 줄이기 위해 대표 단면에서 정성적으로 평가할 수 있는 기준을 마련하였다(13). 또한 각 기기별 혈관 검출의 민감도를 비슷하게 유지하기 위해 색 범위를 나타내는 속도 값을 통일하는 것이 필요하며, 민감도를 높이기 위해 속도는 가장 낮은 값으로 정하되 노이즈를 최소화할 수 있는 값을 디폴트로 정하였다.

탄성-도플러 초음파 검사와 회색조 초음파 검사의 병합판독 가이드라인 정립은 다기관 전문의간의 합의 모임을 통해 기존의 관련문헌과 증례를 분석하여 이루어졌다. 탄성초음파와 도플러 초음파검사결과의 조합에 따른 유방 종괴의 악성도 확률을 분석하고 이에 따라 회색조

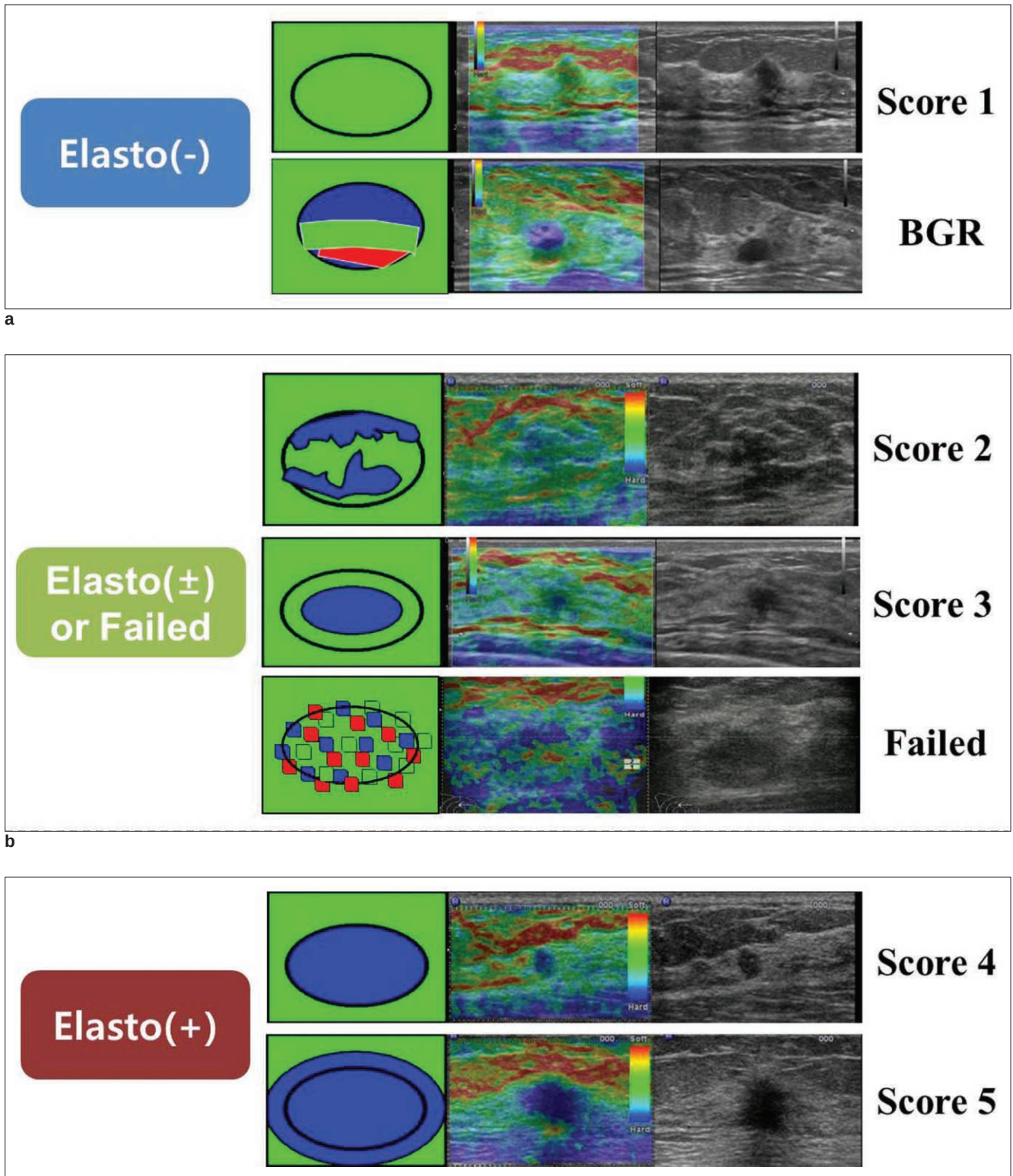


Fig. 1. Classification of strain elastographic results.
a. Negative result includes an elasticity score of 1 (even strain across the entire lesion) or a blue-green-red (BGR) pattern representing simple cysts.
b. Equivocal result includes an elasticity score of 2 or 3 (uneven strain in the lesion). Failed elastography means poor quality image (low signal-to-noise ratio) of less diagnostic value.
c. Positive result includes an elasticity score of 4 or 5 (no strain across the entire lesion).

초음파 BI-RADS 범주를 조정하여 이후 종괴의 임상적
처치 과정에 반영되도록 하였다.

결 과

탄성초음파검사의 결과는 음성(negative), 애매함

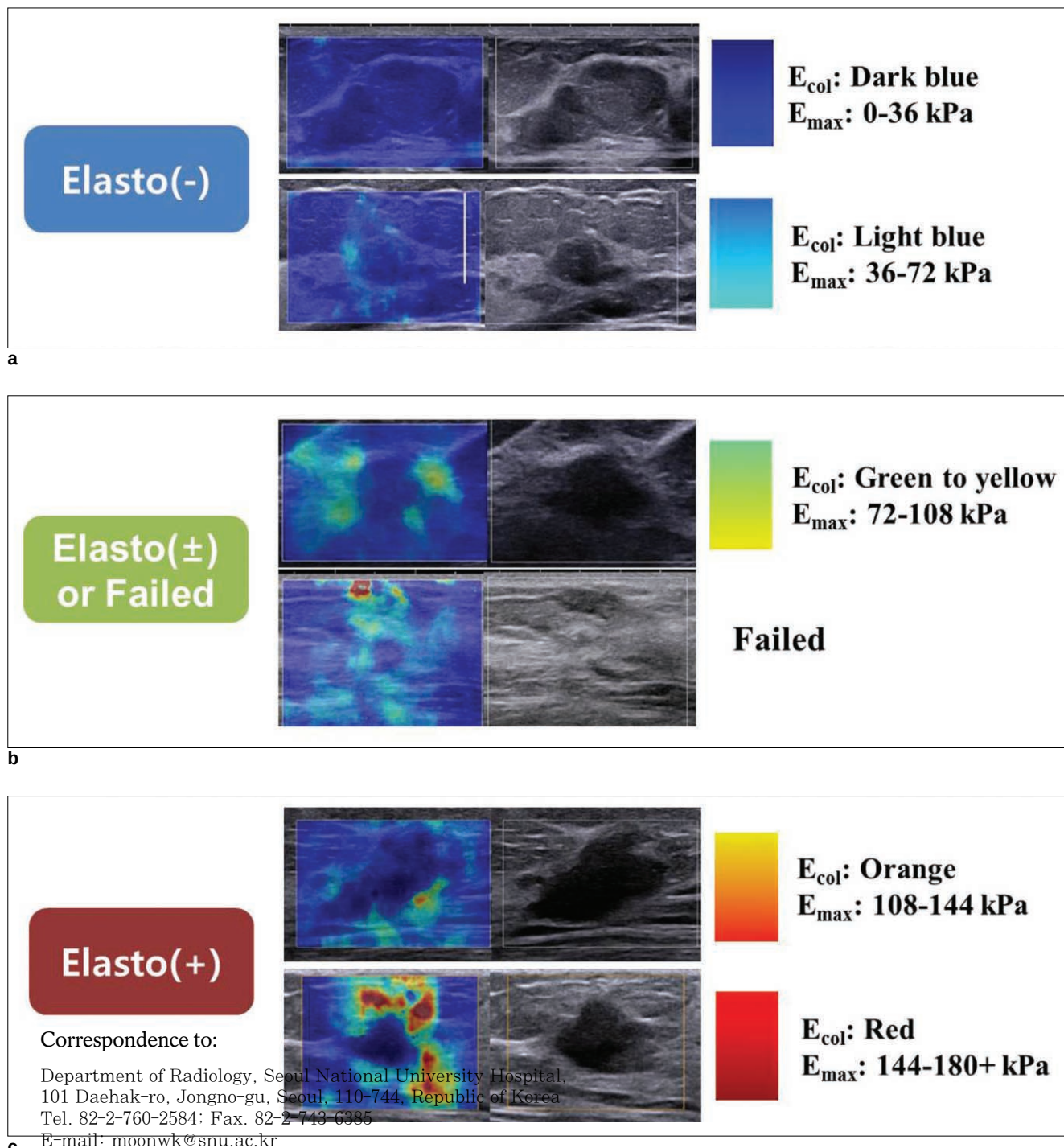


Fig. 2. Classification of shear-wave elastographic results.

a. Negative result includes an elasticity score of 1 or 2 (E_{col} of dark blue or light blue).

b. Equivocal result includes an elasticity score of 3 (E_{col} of green to yellow). Failed elastography means poor quality image (low signal-to-noise ratio) of less diagnostic value.

c. Positive result includes an elasticity score of 4 or 5 (E_{col} of orange or red). The ranges of E_{max} are shown for each category of E_{col} . E_{col} : the maximum elasticity color, E_{max} : the maximum elasticity value.

(equivocal) 또는 실패(failed), 그리고 양성(positive)으로 구분한다(Figs 1, 2). 변형방식 탄성초음파의 경우, Itoh 등에 의해 제시된 종괴와 주변 조직의 상대적 변형 정도를 5단계로 분류한 방법(Tsukuba score)을 사용하여 탄성점수를 정성적으로 평가한다(14). 1점(종괴의 내부가 균일하게 주변 정상조직과 비슷한 변형률을 나타내는 녹색으로 보이는 경우)은 음성, 2점과 3점(종괴의 내부가 불균일한 변형률을 보이며 정상 조직보다 낮은 변형률을 나타내는 청색이 녹색과 혼합되어 보이는

경우)은 애매함, 4점과 5점(종괴의 내부 전체 또는 종괴의 주변까지 청색을 보이는 경우)은 양성으로 판정한다. 종괴의 피부 쪽부터 청색, 녹색, 적색의 세가지 색깔이 차례로 나타나는 경우(BGR sign) 단순 낭종으로 간주하여 음성 결과로 구분한다. 종괴 내부의 신호가 불규칙하고 노이즈가 많아 정확한 탄성도를 평가하기 힘든 경우 진단적 가치가 떨어지므로 실패로 구분한다. 횡파방식 탄성초음파의 경우, 0-180 kPa의 색범위를 사용하여 영상을 획득하고 최대탄성도 색깔(E_{col})을 기준으로 한 5

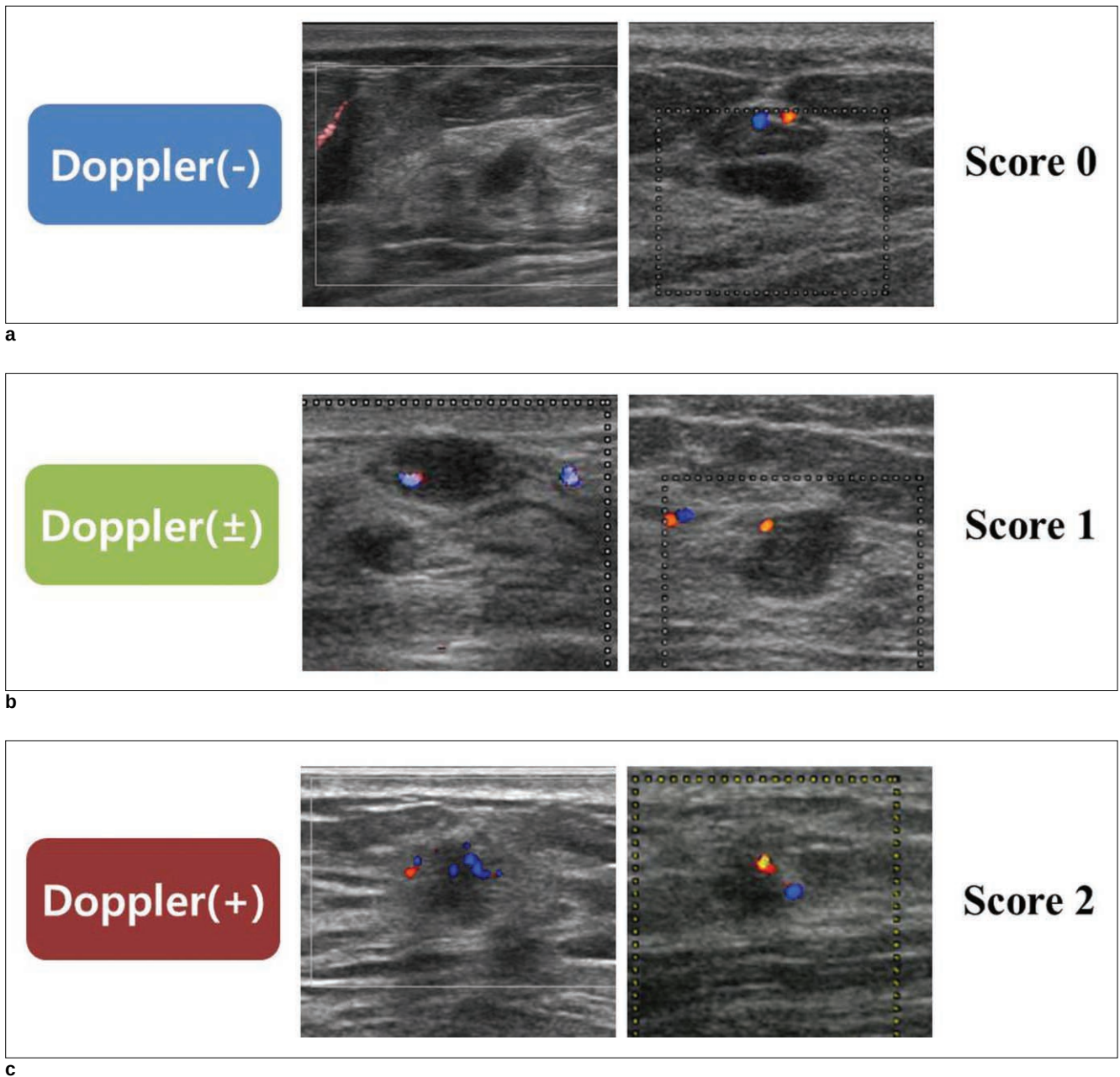


Fig. 3. Classification of color Doppler ultrasonographic results.

a. Negative result (score of 0) represents breast masses without vascularity.

b. Equivocal result (score of 1) represents breast masses with one circumferential or central vessel.

c. Positive result (score of 3) represents breast masses with two or more circumferential or central vessels, or a penetrating vessel.

단계 분류법을 사용하여 탄성점수를 정성적으로 평가한다(15). 1점(종괴의 내부가 어두운 청색을 나타내는 경우) 및 2점(종괴 및 인접한 경계부에서 밝은 청색을 나타내는 경우)은 음성, 3점(종괴 및 인접한 경계부에서 연두색 또는 노란색을 나타내는 경우)은 애매함, 4점과 5점(종괴 및 인접한 경계부에서 주황색 또는 적색을 나타내는 경우)은 양성으로 판정한다. 2 mm 지름의 원형 정량화 도구(Q-box)를 이용하여 가장 높은 탄성도를 보이는 부분에서 탄성도값(E_{max})을 정량적으로 측정한다. 횡과방식의 탄성초음파의 경우도 변형방식과 마찬가지로 종괴 및 인접한 경계부의 신호가 일정하지 않거나 주변 정상 조직에 인공물이 많아 정확한 탄성도를 평가하기 힘든 경우 실패로 구분한다.

색 도플러 초음파의 결과는 음성(negative), 애매함(equivocal), 그리고 양성(positive)으로 구분한다(Fig. 3). 최대 속도 범위는 3.8-4 cm/s 로 하며 가장 많은 혈관이 보이는 단면에서 평가한다. 종괴와 인접한 주변 혈관의 개수, 분포 등으로 3단계로 분류하며, 0점(종괴의 내부 및 변연에 혈관이 없는 경우)은 음성, 1점(종괴의 내부 또는 변연에 혈관이 하나 보이는 경우, 분지성 또는 관통혈관이 없음)은 애매함, 2점(종괴의 내부 및 변연에 두 개 이상의 혈관이 보이는 경우, 분지성 또는 관통혈관이 있음)은 양성으로 판정한다.

유방 종괴의 탄성-도플러 초음파 병합검사 결과에 따른 회색조 초음파 BI-RADS 범주 변동 원칙은 다음과 같다(Table 1). 탄성초음파와 색 도플러 초음파 결과가 모두 음성인 경우 또는 둘 중 하나가 음성이면서 다른 한 가지는 애매한 소견을 보이는 경우는 회색조 초음파 BI-RADS 범주를 한 단계 낮출 수 있다. 탄성초음파와 색 도플러 초음파 결과가 모두 애매한 경우 또는 두 가지 결과가 상반된 경우(하나는 양성, 다른 하나는 음성)는 회색조 초음파의 BI-RADS 범주를 그대로 따르도록 한다. 탄성초음파와 색 도플러 초음파 결과가 모두 양성인 경우 또는 둘 중 하나가 양성이면서 다른 한 가지는 애매한 소견을 보이는 경우는 회색조 초음파 BI-RADS 범주를 한 단계 이상 올릴 수 있다. 상기의 변동 원칙은 모든 회색조 초음파의 BI-RADS 범주에 적용될 수 있다. 유방 종괴의 악성도는 별도로 0-100%의 숫자로 주관적으로 평가하며 BI-RADS 범주 별 악성도 범위는 다음과 같다. 범주 2는 0%, 범주 3은 1-2%, 범주 4A는 3-10%, 범주 4B는 11-50%, 범주 4C는 51-95%, 그리고 범주 5는 96-100%로 한다. BI-RADS 범주에 변화가 없는 경우라도 탄성-도플러 초음파 소견에 따라 악성도는 범주 내에서 변할 수 있다. 이상의 결과를 기본으로 다기관 전향적 연구에 사용될 증례기록지를 제작했다(Fig. 4).

Table 1. Guideline for Combined Assessment According to B-mode US, US Elastographic, and Doppler US Findings

B-mode US (BI-RADS category)	US Elastography	Doppler US	B-mode US, US Elastography, and Doppler US
Downgrade*			
Category 3	Negative	Negative	Category 2
Category 4A			Category 3
Category 4B	Negative	Equivocal	Category 4A
Category 4C			Category 4B
Category 5	Equivocal / Failed	Negative	Category 4C
Same as B-mode BI-RADS category			
Category 3	Equivocal / Failed	Equivocal	Category 3
Category 4A			Category 4A
Category 4B	Negative	Positive	Category 4B
Category 4C			Category 4C
Category 5	Positive	Negative	Category 5
Upgrade†			
Category 3	Positive	Positive	≥ Category 4A
Category 4A			≥ Category 4B
Category 4B	Positive	Equivocal	≥ Category 4C
Category 4C			Category 5
Category 5	Equivocal / Failed	Positive	Category 5

Note.— US: Ultrasound, *B-mode US BI-RADS categories are downgraded one step on combined assessment. †B-mode US BI-RADS categories are upgraded one step or more on combined assessment.

I. Patient Information • ID: _____ • Name(initial): _____ • Age: _____ • FHx of breast cancer: ☐ No ☐ Yes (☐ Mother ☐ Sister ☐ Daughter ☐ Others: _____) • Personal Hx of breast cancer: ☐ No ☐ Yes • Mammography density: ☐ Gr 1 ☐ Gr 2 ☐ Gr 3 ☐ Gr 4 II. B-mode US Findings A. Background echotexture: ☐ Homogeneous ☐ Heterogeneous B. Masses • Size: _____ cm • Location: ☐ Rt _____ ☐ Lt _____ • Morphology: 1) Shape: ☐ Oval ☐ Round ☐ Irregular 2) Orientation: ☐ Parallel ☐ Not Parallel 3) Margin: ☐ Circumscribed ☐ Indistinct ☐ Angular ☐ Microlobulated ☐ Spiculated 4) Lesion boundary: ☐ Abrupt Interface ☐ Echogenic Halo 5) Echo pattern: ☐ Anechoic ☐ Hyperechoic ☐ Complex ☐ Hypoechoic ☐ Isoechoic 6) Posterior acoustic features: ☐ No ☐ Enhancement ☐ Shadowing ☐ Combined pattern C. Category Assessment: ☐ C3 (1-2%) ☐ C4A (3-10%) ☐ C4B (11-50%) ☐ C4C (51-95%) ☐ C5 (96-100%) D. Likelihood of Malignancy(%): _____ (0-100) III. Elastography(HITACHI) Findings ☐ Negative (☐ Score 1 ☐ BGR sign) ☐ Equivocal (☐ Score 2 ☐ Score 3) ☐ Positive (☐ Score 4 ☐ Score 5) ☐ Fail (Poor quality) IV. Color Doppler US Findings ☐ Negative (Score 0) ☐ Equivocal (Score 1) ☐ Positive (Score 2) V. Combined Assessment: II+III+IV A. Category Assessment: ☐ C2 (0%) ☐ C3 (1-2%) ☐ C4A (3-10%) ☐ C4B (11-50%) ☐ C4C (51-95%) ☐ C5 (>95%) B. Likelihood of Malignancy(%): _____ (0-100)
• Date of examination: _____ • Institution: ☐ 서울대병원 ☐ 서울대강남센터 ☐ 보라매병원 ☐ 한양대병원 ☐ 동남권원자력 • Examined by: _____ • Signature: _____ • Bx or Surgery: ☐ No ☐ Pending ☐ Yes (*Result: _____)

Fig. 4. Case report form designed for the multicenter prospective study (KSBI/KSFBS 2013-02). Descriptions for B-mode US, US elastographic, and color Doppler US findings of screening US-detected breast masses are listed. The BI-RADS category as well as percentage of likelihood of malignancy based on B-mode US findings alone or combined assessment are also recorded.

고 찰

변형방식의 탄성초음파는 여러 종류의 상용화된 기기들이 있으며 각각의 기종에 따라 다양한 평가 방법이 있다. 본 연구에서는 히타치 사의 장비를 이용하였으며 이에 대해 가장 보편적으로 사용되는 Tsukuba score를 채택하였다. 일본유방갑상선초음파학회(Japan Association of Breast and Thyroid Sonology, JABTS)에서는 4점 이상을 양성(positive), 2점 이하를

음성(negative)로 사용하고 있으나, 본 연구에서는 1점 이하를 음성 결과의 기준으로 사용하였다. 이는 육안으로 구분이 어려운 2점과 3점 사이를 기준으로 설정하는 것보다 더 높은 민감도와 음성예측도를 보이면서 검사자간의 판독 차이를 줄일 수 있기 때문이다(19). 횡파방식의 탄성초음파는 미국과 유럽의 다기관이 참여한 BE1 연구에서 제시한 최대탄성도 색깔(E_{col})과 최대탄성도 값(E_{max})을 사용하였다. 이 연구에서는 만져지는 종괴를 포함한 진단적 초음파에서 발견된 유방 종괴에 대해 횡파방식 탄성초음파를 시행하였으며 최대탄성도 색깔에

따른 악성 확률은 어두운 청색은 0.4% (1/255), 밝은 청색은 7.4% (16/217), 녹색은 22% (29/132), 주황색은 47% (41/88), 그리고 적색은 81.8% (202/247)였다. 본 연구에서 사용한 음성 결과의 기준인 밝은 청색의 경우 2% 이상의 비교적 높은 악성 확률을 보이거나 도플러 초음파검사를 함께 시행하므로 위음성률은 낮추면서 초음파 검사의 특이도를 높일 수 있을 것으로 사료된다 (13). 본 연구에서 양성 결과의 기준인 주황색의 경우 BE1 연구에서는 약 절반 정도의 악성 확률을 보였으나, 선별 유방초음파에서 발견된 종괴를 대상으로 하며 1 cm 이하의 조기 유방암을 발견하기 위해서는 양성 기준을 낮출 필요가 있다 (9, 16, 17).

탄성초음파 검사의 경우 검사에 기술적인 문제가 없더라도 두꺼운 유방이나 깊은 병변 등의 내재적 요인에 의해서 검사가 실패하는 경우(failed)가 있을 수 있으며, 이 경우 애매한(equivocal) 탄성초음파 검사 결과를 보인 유방 종괴와 이후 임상적인 처치 과정이 같으므로 가이드라인 상으로 함께 분류하였다.

추후 진행되는 다기관 전향적 연구를 통해 본 탄성-도플러 초음파 가이드라인의 임상적 유용성이 입증된다면, 선별 유방초음파 검사에 적용할 수 있는 실용적인 가이드라인이 될 것으로 기대한다. 또한 이후 어떤 소견을 보일 경우 BI-RADS 범주 4의 병변을 범주 2로 낮출 수 있는 지 및 탄성초음파 또는 도플러 초음파검사 한쪽이 음성인 것만으로 선별 유방초음파에서 발견된 종괴에서 암을 배제할 수 있는지 등에 대한 다각적인 추가 분석을 통해 유용한 자료를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Hendrick RE, Smith RA, Rutledge JH, 3rd, Smart CR. Benefit of screening mammography in women aged 40-49: a new meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the National Cancer Institute Monographs* 1997;87-92.
- Kaplan SS. Clinical utility of bilateral whole-breast US in the evaluation of women with dense breast tissue. *Radiology* 2001;221:641-649.
- 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.
- 신희정, 김학회, 박정미 등. 유방촬영술에서 치밀유방조직을 갖는 무증상 여성에서 시행한 선별 유방 초음파검사의 유용성. *대한유방검진학회지* 2005;2:9-14.
- Berg WA, Blume JD, Cormack JB, Mendelson EB, Lehrer D, Bohm-Velez M, et al. Combined screening with ultrasound and mammography vs mammography alone in women at elevated risk of breast cancer. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 2008;299:2151-2163.
- 문우경. 초음파검진에서 발견된 유방병변의 판정. *대한유방검진학회지* 2010;7:77-80.
- 조나리아, 문우경. 유방의 실시간 탄성초음파. *대한유방검진학회지* 2007;4:1-6.
- Cho N, Moon WK, Park JS, Cha JH, Jang M, Seong MH. Nonpalpable breast masses: evaluation by US elastography. *Korean J Radiol* 2008;9:111-118.
- Chang JM, Moon WK, Cho N, Yi A, Koo HR, Han W, et al. Clinical application of shear wave elastography (SWE) in the diagnosis of benign and malignant breast diseases. *Breast Cancer Res Treat* 2011;129:89-97.
- Yi A, Cho N, Chang JM, Koo HR, La Yun B, Moon WK. Sonoelastography for 1,786 non-palpable breast masses: diagnostic value in the decision to biopsy. *Eur Radiol* 2012;22:1033-1040.
- Kwon JW, Moon WK, Lee YJ, Moon MH, Yeo JS, Chung JK, et al. Differentiation of benign and malignant breast masses: comparison of ultrasonography with power Doppler imaging and 99mTc-scintimammography. *J Korean Radiol Soc* 2001;45:215-220.
- 문우경. 유방종괴의 감별진단을 위한 탄성-도플러 초음파 병합검사. *대한유방검진학회지* 2013;10:13-16.
- Cho N, Jang M, Lyoo CY, Park JS, Choi HY, Moon WK. Distinguishing benign from malignant masses at breast US: combined US elastography and color doppler US--influence on radiologist accuracy. *Radiology* 2012;262:80-90.
- Itoh A, Ueno E, Tohno E, Kamma H, Takahashi H, Shiina T, et al. Breast disease: clinical application of US elastography for diagnosis. *Radiology* 2006;239:341-350.
- Berg WA, Cosgrove DO, Dore CJ, Schafer FK, Svensson WE, Hooley RJ, et al. Shear-wave elastography improves the specificity of breast US: the BE1 multinational study of 939 masses. *Radiology* 2012;262:435-449.
- Kolb TM, Lichy J, Newhouse JH. Occult cancer in women with dense breasts: detection with screening US--diagnostic yield and tumor characteristics. *Radiology* 1998;207:191-199.
- Evans A, Whelehan P, Thomson K, McLean D, Brauer K, Purdie C, et al. Invasive breast cancer: relationship between shear-wave elastographic findings and histologic prognostic factors. *Radiology* 2012;263:673-677.
- Chang RF, Huang SF, Moon WK, Lee YH, Chen DR. Solid breast masses: neural network analysis of vascular features at three-dimensional power Doppler US for benign or malignant classification. *Radiology* 2007;243:56-62.
- Park JS, Cho N, Jang M, Seong MH, Moon WK. Inter and Intraobserver Agreement in the Interpretation of Ultrasound (US) Elastography of Breast Lesions. *Radiological Society of North America 93rd Scientific Assembly and Annual Meeting*.

Guideline for the Combined Elastography and Color Doppler Ultrasonography Examinations: KSBI/KSFBS 2013-02 Multicenter Study

Su Hyun Lee, MD¹, Hye Ryoung Koo, MD^{1,2}, Ji Hyun Youk, MD³, Eun Ju Son, MD³,
Ann Yi, MD⁴, Seung Ja Kim, MD⁴, Jeong Seon Park, MD⁵, Seon Hyeong Choi, MD⁶,
Shin Ho Kook, MD⁶, Jin Chung, MD⁷, Eun Suk Cha, MD⁷, Kyung Hee Ko, MD⁸,
Hye Young Choi, MD⁹, Eun Bi Ryu, MD¹⁰, Woo Kyung Moon, MD¹

¹Department of Radiology, Seoul National University Hospital, Seoul National University College of Medicine

²Department of Radiology, Seoul National University Hospital Healthcare System Gangnam Center

³Department of Radiology, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine

⁴Department of Radiology, Seoul Metropolitan Government-Seoul National University Boramae Medical Center

⁵Department of Radiology, Hanyang University Hospital, Hanyang University College of Medicine

⁶Department of Radiology, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University College of Medicine

⁷Department of Radiology, Mokdong Hospital, Ewha Womans University College of Medicine

⁸Department of Radiology, CHA Bundang Medical Center, CHA University College of Medicine

⁹Department of Radiology, Gyeongsang National University Hospital

¹⁰Department of Radiology, Dongnam Inst. of Radiological and Medical Science

Purpose: To establish interpretation criteria for ultrasound (US) elastography and color Doppler US findings of breast masses detected at screening US and to suggest a guideline for combined assessments with B-mode US findings which will be used in a multicenter prospective study (KSBI/KSFBS 2013-02).

Materials and Methods: In the KSBI/KSFBS 2013-02 study, US-detected breast masses with BI-RADS category 3 or more are recruited in asymptomatic women who are 30 years of age or older and who showed normal mammograms. Interpretation criteria for US elastography and color Doppler US as well as the guideline for combined assessments with B-mode US were set up by review of literature published between 2001 and 2013 and consensus meeting of radiologists from the 10 participating recruitment sites.

Results: Strain elastographic results are classified as negative when the mass shows even strain (green) across the entire lesion; equivocal when it shows uneven strain (blue and green); and positive when it shows no strain (blue) across the entire lesion. Shear-wave elastographic images are acquired with a default color scale range of 0 (dark blue) to 180 kPa (red) and the results are classified as negative when the mass shows a maximum elasticity color of dark blue or light blue; equivocal when it shows green or yellow colors; and positive when it shows orange or red colors. Color Doppler US results are defined as negative when the mass has no visible vascularity; equivocal when it has one circumferential or central vessel; and positive when it has two or more circumferential or central vessels, or a penetrating vessel. B-mode US BI-RADS categories can be downgraded when either of the two examinations shows negative result and the other shows negative or equivocal result and upgraded when either examination shows positive result and the other shows positive or equivocal result. It is recommended to follow the B-mode US BI-RADS categories when both examinations show equivocal results or opposite (one positive; the other negative) results.

Conclusion: Our guideline can be applied in daily practice of screening breast US when its clinical values are proven by the upcoming multicenter prospective study.

Index words: Breast; Screening; Ultrasonography; Elastography; Color Doppler ultrasonography