

# 공명현상을 이용한 유방조직 팬텀의 석회화 관찰 — Observation with Calcifications of Breast Tissue Phantoms Using Acoustic Resonance —

해성산부인과 · 한서대학교 방사선학과<sup>1)</sup>

하명진 · 김정구<sup>1)</sup>

## — 국문초록 —

유방초음파 검사는 유방암 검사에 있어 유방촬영술에 비하여 많은 장점이 있으나, 미세석회화 발견에는 적합하지 않은 단점이 있다. 이에 유방초음파 검사에서 기존의 7.5 MHz 선형 탐촉자를 사용하여 매질의 공명현상을 이용한 유방조직 석회화 병변을 관측할 수 있는 방법을 연구하였다. 먼저 gelatin과 돼지 젓가슴살을 이용하여 유방조직 팬텀을 제작하였으며, 외부 진동을 변화시켜 가며 석회화 병변을 관측하였다. 유방조직 팬텀 안에 주입된 석회화는 주변 조직과 다른 공명을 일으키면서 외부진동에 따라 음향공명의 정도가 파워도플러의 ROI 영역 내의 색상의 밝기와 영역의 차이로 나타내었다. 낮은 주파수 영역에는 음향공명이 거의 나타나지 않았으며, 약 300~400 Hz 사이에서 일정한 플래투우 영역을 나타내었으며, 이후 주파수가 증가함에 따라 색상이 사라짐을 확인하였다.

중심 단어 : 음향공명, 파워도플러, 석회화, 유방조직 팬텀

## I. 서 론

현대인의 식생활이 점점 서구적으로 변화하고 사회적 형태의 변화가 과거와는 많이 달라져 질병에 대한 관심이 높아짐에 따라 암에 대한 염려 또한 증가하는 추세이다. 그 중 우리나라 여성에게 발병하는 전체 여성 암의 1위를 차지하는 유방암도 점점 서구 형으로 변해가고 있어 젊은 여성에서도 발병률이 높아지고 있는 실정이다<sup>1)</sup>. 특히 나이든 여성, 이른 초경과 늦은 폐경, 초산이 늦어지거나, 임신과 출산의 경험이 없는 사람 등이 유방암에 걸리게 되는 여러 요인이라 할 수 있다. 또한 식생활의 변화는

여성들의 조기성숙을 야기 시키고 폐경이 늦추어져 에스테로겐 호르몬에 노출되는 시간이 많아져 유방암에 걸리게 되는 위험이 증가하게 되며, 사회적 여건의 변화로 인하여 출산을 미루거나 출산을 하지 않는 여성들이 증가로 인해 유방암 발병률이 증가하고 있다<sup>2,3)</sup>. 우리나라 여성들의 대부분은 외국여성과는 달리 작고 치밀한 유방을 가진 사람이 많기 때문에 유방촬영술(mammography)만으로는 유방암 진단이 힘들며, 조기발견 또한 더욱 어렵다.

일반적으로 선별검사는 환자가 유방암에 대한 증상이 없는 정상적인 여성을 대상으로 검사하는 것으로 잠재 유방암을 발견하는 검사이다. 그 중 유방촬영술은 선별검사의 조건을 쉽게 만족시키며, 안전하고 비침습적이며 비용이 적당하며 미세석회화(microcalcification)의 발견이 용이하다. 하지만 유방암의 전형적인 변화가 없을 경우와 유방촬영술 소견이 비교적 특이하지 않고 치밀유방인 경우에는 더욱 민감도가 떨어지는 것과 위양성(false-positive)를

\* 이 논문은 2008년 1월 30일 접수되어 2008년 3월 4일 채택 됨.  
책임저자: 김정구, (356-706) 충남 서산시 해미면 대곡리 360  
한서대학교 방사선학과  
TEL : 041-660-1055, FAX : 041-660-1058  
E-mail : jkkim@hanseo.ac.kr

이 높아 진단에 있어서 큰 역할을 기대하기 힘든 점이 단점이다. 이러한 유방촬영술의 단점을 보완하는 진단방법이 유방 초음파(breast ultrasound) 검사이며, 유방촬영술에 이어 가장 많이 사용되는 검사이다. 초음파는 비전리 방사선이므로 방사선 조사의 위험이 없어 젊은 여성, 임신 또는 수유 중인 여성이 유방검사가 필요한 경우 일차적으로 사용되는 검사방법으로 매우 유용하다<sup>4-7)</sup>.

유방초음파 검사는 유방촬영술과 완전히 다른 정보를 구분할 수 있게 해줄 뿐만 아니라, 몇몇 양성 또는 악성 종괴를 감별하는 데에도 도움을 주며, 단층 촬영상이므로 유방촬영술에서처럼 유방조직이 겹쳐서 나타나는 치밀유방 검사에 문제가 없으며, 유방 인공 삽입물에 의해서도 유방촬영술만큼 방해받지 않는다. 이런 점들은 유방 질환의 감별에 있어서 유방촬영술에 비하여 유방 초음파 검사의 장점이 된다. 그러나 유방초음파 검사는 지방성 유방의 영상화가 힘들고, 미세석회화를 발견하기 어렵다는 단점이 있다<sup>8)</sup>. 그러나 최근 초음파의 기술적 발전으로 인하여 10 MHz 이상의 고주파 탐촉자를 사용함으로써 유방 초음파 검사의 단점인 석회화 병변의 관찰이 용이하게 되었다<sup>9)</sup>. 그러나 이러한 고주파 탐촉자를 이용한 유방초음파 검사에서도 석회화를 발견하지 못할 가능성도 많으며, 또한 현 의료계의 사정으로 볼 때, 대형 종합병원 정도가 아닌 그 이하의 병원이나 의원에서는 일반적으로 복부 초음파용 2.5 MHz 저주파 탐촉자와 7.5 MHz 고주파 탐촉자를 구비하여 진단하며, 유방초음파 검사만을 위하여 10 MHz 이상의 고주파 탐촉자를 사용한다는 것은 경제적 효율성의 문제를 가진다.

따라서 본 연구에서는 유방조직의 미세석회화를 영상화하기 위하여 gelatin과 돼지 젓기슴살을 사용하여 유방조직 팬텀을 자체 제작하였으며, 병원에서 일반적으로 사용하는 7.5 MHz 고주파 탐촉자를 사용하여 매질과 음향의 공명현상을 이용하여 석회화 병변을 관측할 수 있는 방법에 관하여 연구하였다.

## II. 이론적 배경

### 1. 유방초음파 검사

유방 초음파 검사는 최소한 7.5 MHz 이상의 선형 탐촉자를 사용하여야 검사 시야를 넓힐 수 있으며, 영상 유도 기술이 가능하다. 유방초음파 검사 시 환자의 자세는

누운 자세 또는 검사하는 쪽 등 뒤에 베개 등을 받친 상태에서 양팔은 머리위로 올린다. 이러한 자세는 검사하는 유방조직의 두께를 가능한 한 얇게 하여 고정시킬 수 있으며, 탐촉자 표면과 유방조직이 평행을 이룰 수 있게 하는 장점이 있다. 개인과 TGC(Time Gain Compensation)를 적절히 조절하여야 낭종과 고형 종괴의 혼동을 방지할 수 있으며, 깊숙한 위치의 병변을 보거나 쿠파씨 인대 등에 의한 인공물 음영을 없애기 위해서는 탐촉자를 유방에 다양한 강도의 압박을 가하거나 입사 각도를 바꿔가며 스캔해야 한다. 특히 유두와 유륜은 초음파의 투과를 방해하며 유두 아래 유관의 주행이 초음파 빔과 평행하기 때문에 유두와 유륜 아래의 유관을 검사할 때에는 탐촉자를 유두와 유륜 복합체에 대해 비스듬히 놓고 보아야 한다. 모든 검사는 적어도 두면 이상의 방향으로 시행하여야 하며 종단/횡단 스캔과 방사형/비방사형 스캔 두 가지 방법이 있으며, 병변을 기술할 때에는 좌-우, 시계방향, 유두로부터의 거리, 깊이 등을 기록해야 한다<sup>10)</sup>. 정상적인 유방을 초음파 검사하였을 때, 초음파 영상은 Fig. 1과 같이 피부 피하지방, mammary zone, 유선 후 지방, 흉근, 늑골 및 늑간근, 흉막의 순으로 보이며, 대부분의 유방병리는 mammary zone에서 생긴다. mammary zone은 고에코의 섬유조직과 동일 에코의 지방 및 유선조직의 상대적인 양과 분포에 따라 매우 다양한 소견을 보이며, 환자의 좌우 유방 또는 한 유방 내에서도 부위별로 차이를 보이는 경우도 많다. 유선 후 지방층은 초음파시 압박되기 때문에 유방촬영술에서 보다 훨씬 얇게 보이며, 바로 뒤에는 대흉근이 있다<sup>11,12)</sup>.

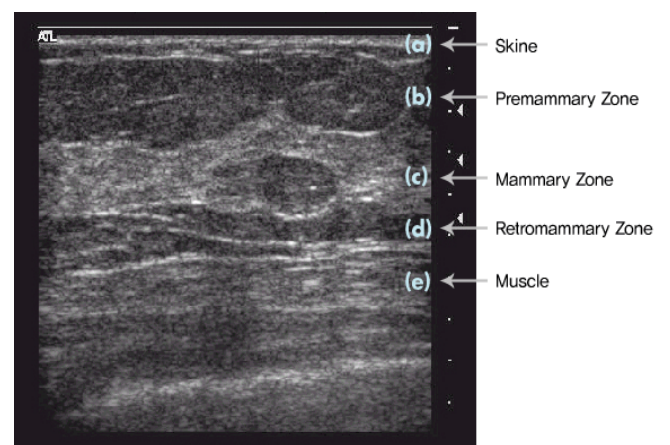


Fig. 1. Image of normal breast using ultrasound

## 2. 파워 도플러

파워도플러는 속도 표시법에 비하여 방향 정보는 없지만 저 유속 혈류에 대한 감도가 높고 각도 의존성이 적다. 그러므로 혈관의 연속성을 파악하기 쉽고 종양 내의 혈류 분포 등을 평가하는데 유용하다<sup>13)</sup>.

도플러 신호의 강도는 적혈구의 수에 비례하며, 이 강도에 해당하는 색을 표시하는 것으로 혈류가 꺾임에 의해 다른 방향을 나타내는 칼라 표시가 되지 않는다. 또한 PRF(pulse repetition frequency)를 낮게 설정할 수 있어 유속이 빠른 혈류도 표시할 수 있다.

인체에서의 도플러 신호는 반드시 랜덤 노이즈를 포함하지만, 속도 표시법에 비하여 노이즈 출력값이 낮기 때문에 판별하기 쉽다. 또 높은 게인으로 검사를 시행하여도, 혈관에서 나온 신호와 노이즈를 분별하기 쉬우며, 노이즈에 묻히는 약한 신호를 잘 나타낼 수 있다. 초음파 음속에 대하여 90° 전후의 각도가 작은 스펙트럼의 면적을 표시할 수 있기 때문에 각도 의존성의 영향을 최소화하여 혈관에서의 신호를 표시할 수 있다.

도플러 검사에서 혈류변화 표시는 혈관 내의 혈류 속도가 어느 정도 분포하고 있는지를 색깔로 표시한 것이다. 예를 들면 혈관의 협착이나 굴곡에 의해 혈류가 난류 상태가 되면, 그 부분의 유속 성분은 빠른 성분에서 느린 성분까지 폭 넓게 포함되게 된다. 이와 같이 유속 성분이 폭넓게 분포하는 부분을 칼라 표시한 것으로 혈류상태의 변화 정도를 칼라 표시하는 것이 아니라 속도 표시법과 동시에 표시하는 방법도 있다.

## III. 실험

### 1. phantom 제작

#### 1) gelatine phantom

본 연구에서는 인체의 유방조직을 대신할 수 있는 동물성 단백질 100%로 이루어진 gelatine을 이용하여 phantom을 제작하였다. Fig. 2와 같이 gelatine phantom은 powder형(Knox Original Gelatine) gelatine에 증류수와 생체조직의 지방질과 유사하게 만들기 위하여 글리세롤(Unichemy glycerin 99%)을 일정 비율로 혼합하여 각각 다른 구성비로 제작하였다. 본 실험에서 사용된 phantom은 Table 1과 같이 5가지 샘플로 제작하였으며, 샘플 1, 2는 물의 양을 50 ml로 섞어 제작한 것으로 두께

가 2 cm로 얇아 영상의 석회화를 초음파 영상으로 확인하는 것이 부적절하여 사용하지 않았다. 이것은 gelatine phantom 제작 시 gelatine의 양에 대하여 물의 양이 적절하여야 정상적인 초음파 영상을 얻을 수 있음을 알 수 있었으며, 글리세롤의 함유 양은 영상의 관측에 크게 영향을 미치지 않았다.

인체에 발생하는 석회화는 칼슘의 침착으로 생기는 경우가 가장 많으며, 유방의 경우에는 지방의 괴사 등으로 생기는 경우도 많다. 이러한 유방 조직의 석회화를 만들기 위하여 Fig. 2와 같이 gelatine phantom에 입자 크기가 400  $\mu\text{m}$ ~800  $\mu\text{m}$  정도인 탄산칼슘을 글리세롤과 증류수를 함께 혼합하였으며, gelatine phantom에 주입하기 위해서 18 G의 주사바늘과 10 cc 주사기를 이용하여 주입하였다.

Table 1. Construction ratio of gelatin phantom

	gelatin (g)	water (ml)	glycerol (ml)
sample 1	32	50	5
sample 2	32	50	10
sample 3	40	125	5
sample 4	40	125	10
sample 5	40	250	10

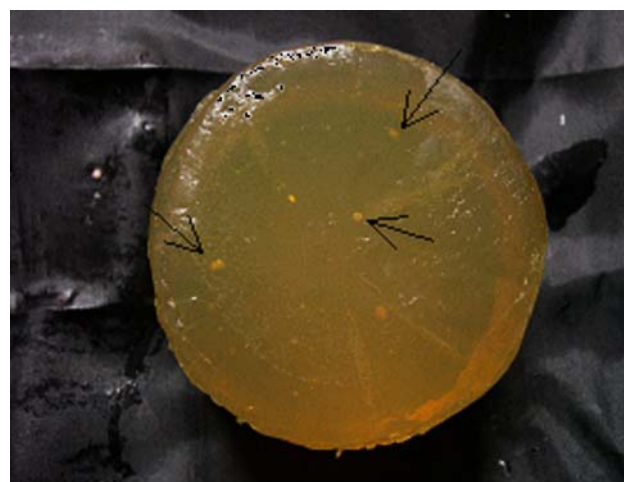


Fig. 2. Gelatin phantom to which calcium carbonate was injected

2) sow breast phantom

gelatin phantom이 실제 인체조직과는 차이가 있다는 전제 하에 실제 인체조직과 유사한 조직에서 석회화를 확인하기 위하여 유방조직 등가팬텀을 제작하고자 하였다. 이를 위하여 먼저 체표면 부위를 제거한 뼈가 없는 부드러운 돼지 젓가슴 부위를 이용하여 sow breast phantom을 제작하였다. 먼저 돼지 젓가슴 부위에 gelatine phantom과 같이 입자 크기가 400  $\mu\text{m}$ ~800  $\mu\text{m}$  정도의 탄산칼슘을 글리세롤과 증류수를 함께 혼합하여 18G의 주사바늘과 10 cc 주사기를 이용하여 주입하였다. 또한 초음파 진단장치를 이용하여 석회화가 sow breast phantom 내로 주입되는 것을 실시간으로 확인하였으며, Fig. 3과 같이 유방촬영장치로 탄산칼슘의 위치를 재확인 하였다.

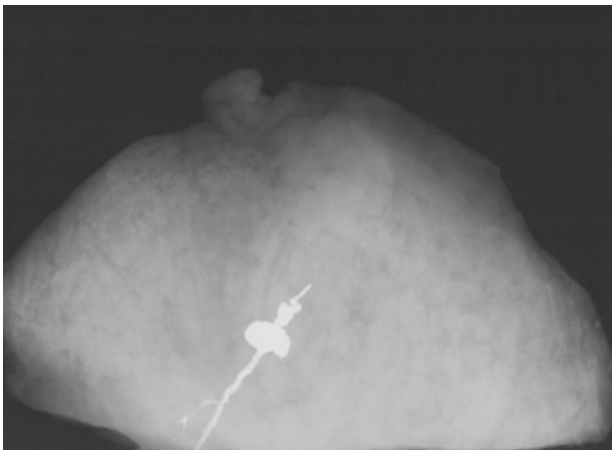


Fig. 3. Mammography image of sow breast phantom to which calcium carbonate was injected

2. 실험방법

Fig. 4는 본 실험에서 사용한 실험장치의 개략도이다. 먼저 주파수 발생기(Agilent 33250A)를 이용하여 저주파 신호를 마이크로스피커로 인가하여 제작된 gelatine phantom에 음향공진을 발생시키며, 초음파 진단장비(sonoace 9900)의 7.5 MHz 선형 탐촉자를 사용하여 phantom을 스캔 하였으며, 초음파 진단장비의 파워도플러 모드를 이용하여 영상을 획득하였다. 이때 음향공진을 발생시키는 마이크로스피커를 phantom의 적당한 부위에 고정시킨 후, 저주파발생기의 인가전압을 300 mV로 조정하고 주파수를 증가시켰으며, 고주파 탐촉자를 석회화 부분이 잘 보이게 고정시킨 후 파워도플러의 ROI를 조정한다. 본 실험에서는 초음파진단장비의 wall filter는 0으

로, PRF는 2,500 Hz로 조정하였으며, 게인은 영상이 잘 보이도록 파워도플러의 변화인자를 조정하였다. 이때 주파수 발생기의 주파수를 높여감에 따라 파워도플러의 ROI 영역에서 나타나는 칼라 영상의 변화를 관찰하였으며, 밝기의 정도와 칼라 영상 부위의 pixel의 수를 주파수별로 저장하였다.

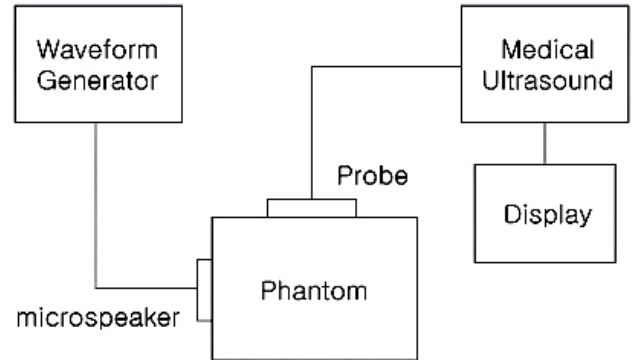
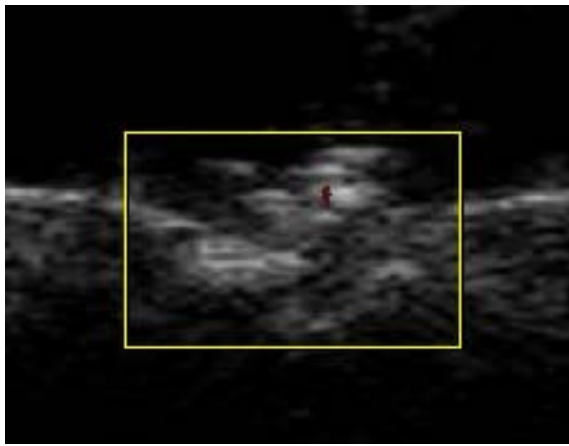


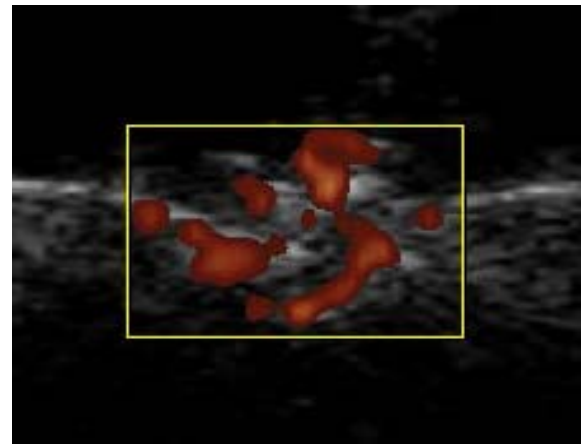
Fig. 4. Schematic diagram of acoustic resonance coupled with power doppler

IV. 결과 및 토의

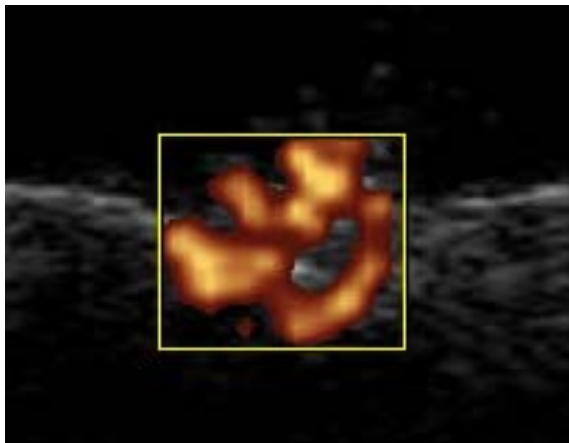
초음파진단장치의 파워도플러와 외부에서 인가되는 매질의 음향공명을 이용하여 본 실험에서 제작한 gelatin phantom의 석회화를 관찰하기 위하여 먼저 7.5 MHz 선형 탐촉자를 calcification의 영상이 중앙에 위치할 수 있도록 고정을 시킨 후, 파워도플러의 ROI box를 calcification이 전체가 포함될 수 있도록 하였으며, ROI 영역은 석회화보다 약간 큰 정도로 지정하였다. Fig. 5는 gelatin phantom의 샘플 5는 외부 진동으로 인한 매질의 음향공명에 의해 phantom 내 calcification의 음향공명 상태를 파워도플러의 색상 변화를 나타낸 것이다. (a)는 마이크로 스피커에서 발생하는 외부진동을 220 Hz, (b) 260 Hz, (c) 380 Hz, (d) 540 Hz, (e) 820 Hz를 각각 인가한 영상이다. 외부진동의 변화에 따른 음향공명의 정도에 의해 파워도플러의 ROI 영역에서 색상의 밝기 정도와 영역의 변화를 확인할 수 있었다. 주파수가 약 200 Hz 이하의 영역에서는 파워도플러의 색상이 확인되지 않았으며, 약 260 Hz 부근에서 칼라영역이 현저하게 나타나기 시작하여, 약 300 Hz에서 400 Hz까지 플래토우 영역을 나타내었다. 이후 주파수가 증가함에 따라 파워도플러의 칼라영



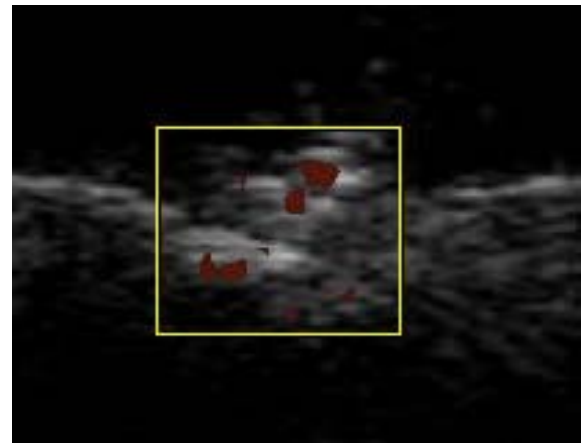
(a) 220 Hz



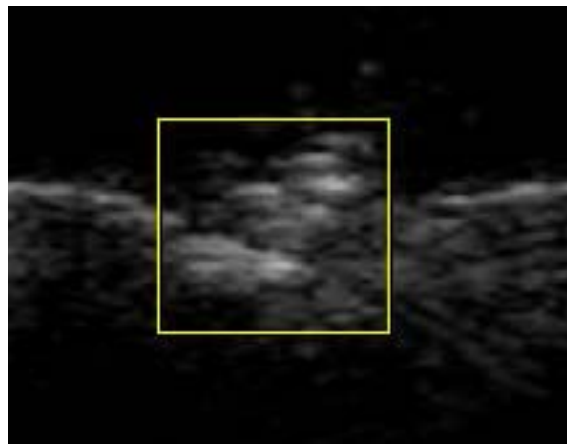
(b) 260 Hz



(c) 380 Hz



(d) 540 Hz



(e) 820 Hz

**Fig. 5.** Images of calcification for sample 5 in gelatin phantom



역이 점차 사라지기 시작하여 약 820 Hz 이상의 주파수에서 완전히 사라짐을 알 수 있었다. 따라서 이러한 음향공명을 이용한 방법으로 미세석회화의 크기와 주변 조직과의 결합력을 확인할 수 있었다.

음향공명에 대한 파워도플러 영상의 색상 해석은 파워도플러의 palette bar에 대한 색상을 0에서 255의 등급을 RGB 값으로 구분하였으며, 영상의 색상을 구분한 mean color level과 ROI 영역 내에서 색상이 나타난 영역의 비를 나타내는 fractional area과 mean color level에 대한 영상의 색상, 순도, 밝기 중에서 밝기에 대한 기준 등급을 100등급으로 나누어 brightness를 나타내었다. Fig. 6은 mean color level을 나타내는 그래프이며, 220 Hz 부근에서 음향공명이 나타나기 시작해서 230 Hz 부근에서 음향공명이 눈에 띄게 증가함을 알 수 있으며, 약 400 Hz 까지 mean color level의 값이 플래토우 영역을 나타내었다. 약 420 Hz 이상의 주파수 영역에서 mean color level의 값이 급격히 줄어들어 약 820 Hz 이상의 외부진동에서는 음향공명이 나타나지 않는다. Fig. 7은 percentage of fractional area를 나타낸 그래프이며, 약 220 Hz에서 음향공명이 나타나기 시작해서 약 230 Hz에서 음향공명이 눈에 띄게 높아지며 약 280 Hz에서 약 400 Hz 영역에서 플래토우를 나타나게 된다. 이후 음향공명상태가 급격히 줄어들면서 약 820 Hz 이상의 주파수에서 더 이상 음향공명이 나타나지 않는다. Fig. 8은 brightness를 나타내었으며, 220 Hz에서 400 Hz 영역에서 플래토우를 나타내었다. 실제 사람들도 개인마다 지방의 특징이 있듯이 tissue breast phantom마다 특징이 차이가 있을 것이라 생각을 하고 Table 1과 같이 성분을 달리한 몇 개의 gelatin phantom을 이용하여 실험을 하였다. 그 결과 각

phantom마다의 특징에 따라 약간의 음향공명 주파수가 조금씩 달라지는 것을 확인할 수 있었으며, 색상이 입혀져 있는 픽셀의 수, 색상이 입혀져 있는 픽셀이 차지하는 면적의 정도, 공명이 일어났을 때 나타나는 밝은 픽셀의 밝기의 차이도 나타났었다. 이는 phantom의 구성성분이 phantom에 인가되는 외부 음향공진과 밀접한 관계가 있음을 나타낸다.

Fig. 9는 석회화를 지닌 sow breast phantom에 외부진동을 0 Hz에서 800 Hz까지 노출시켜 음향공명과 결합된 파워도플러의 색상변화를 나타낸 것이다. 약 200 Hz에서 560 Hz까지 음향공명이 일어났으며, 색상이 입혀지는 픽셀의 수도 점차 많아지면서 파워도플러의 색상 변화도 점차 밝게 변화하였다. 그리고 280~340 Hz 근처에서

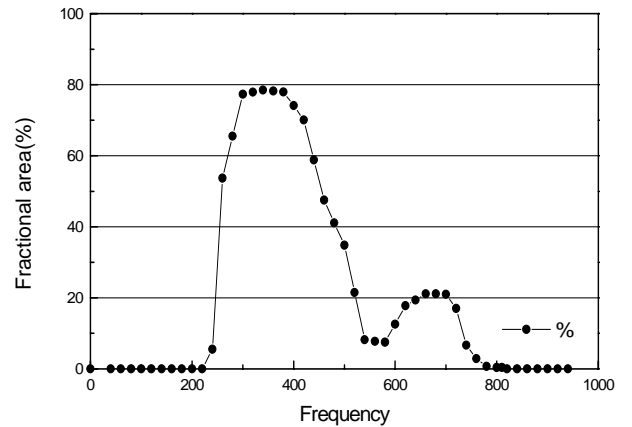


Fig. 7. Percentage of fractional area for sample 5 in gelatin phantom

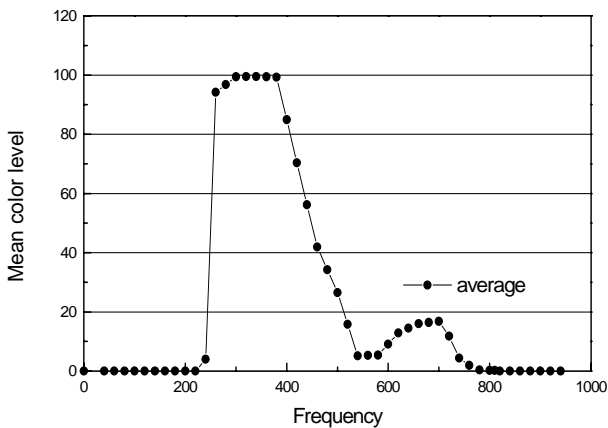


Fig. 6. Mean color level for sample 5 in gelatin phantom

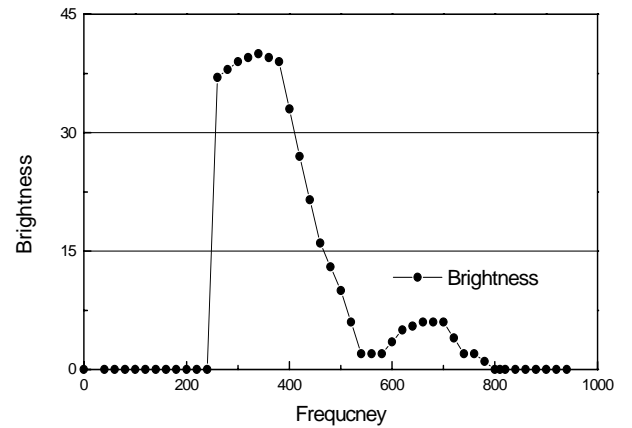


Fig. 8. Brightness for sample 5 in gelatin phantom

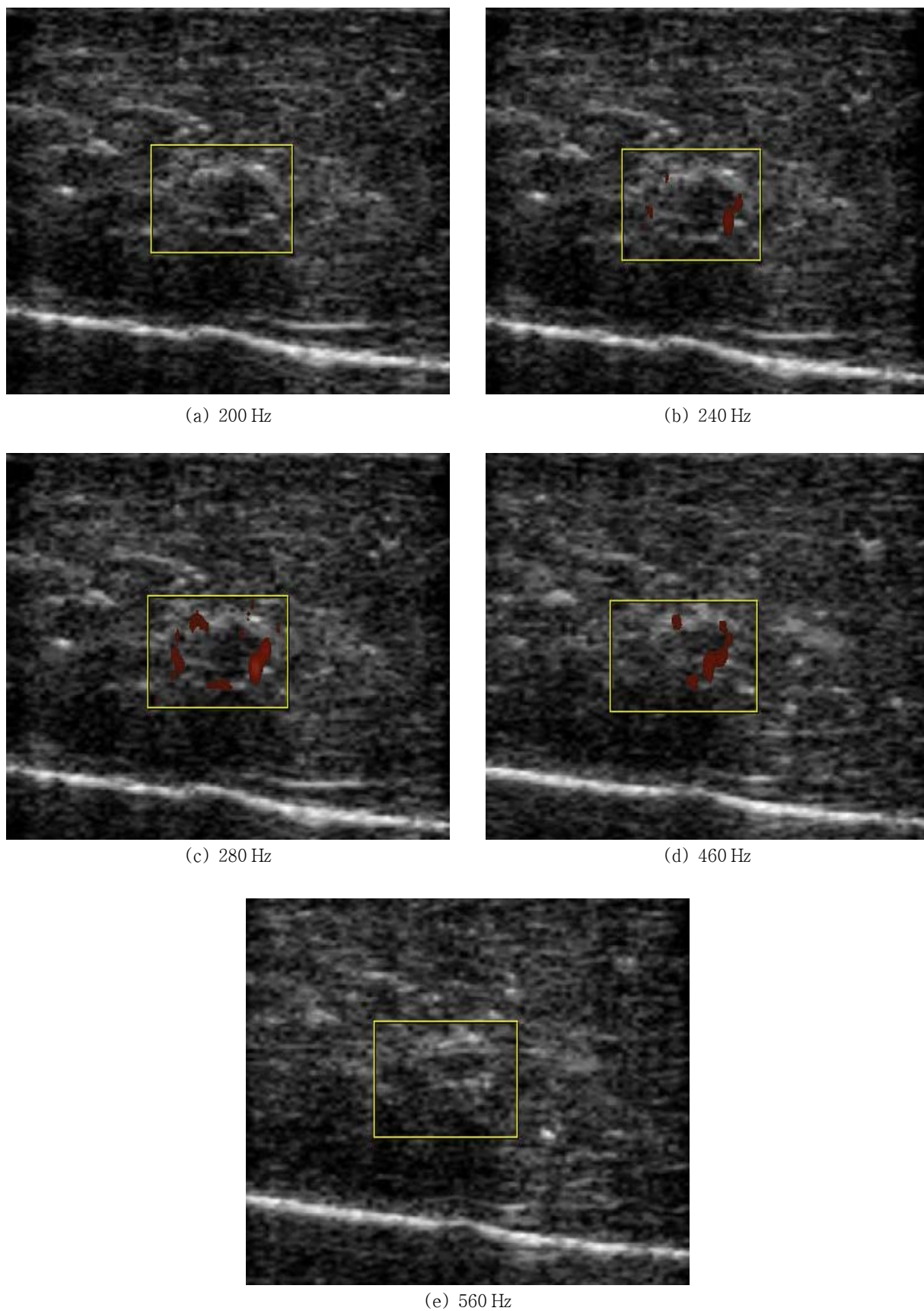


Fig. 9. Images of calcification in sow breast phantom

색상이 입혀져 있는 픽셀의 면적이 가장 많았으며, 밝기가 밝은 부분이 가장 많았다. 외부 음향공명을 이용하여 파워도플러의 ROI에 존재하는 석회화에 파워도플러 색상이 mapping 되는 것을 확인할 수 있었으며, 이는 실제 유방조직에서도 미세석회화를 명확히 구분할 수 있음을 확인하였다.

7.5 MHz 선형 탐촉자를 이용하는 유방초음파 검사는 종괴와 함께 있는 석회화는 관찰이 가능하지만, 석회화가 종괴와 상관없이 존재할 때와 균집화 된 미세석회화에서는 관찰이 힘들다. 하지만 외부 음향공진과 파워도플러를 이용한 방법으로 주변조직과 다른 음향공명을 가진 석회화를 관찰할 수 있었으며, 그 특성과 병리적 소견까지 진단을 내릴 수 있게 가능하게 해주며 추후에 시행하게 될 검사 방향을 결정해줄 수 있다. 또한 위양성률을 줄여 생검(biopsy)이 필요한 환자의 경우에 적당한 검사 방법과 빠른 시술을 할 수 있게 하며 시술 후에 target의 잔유여부도 즉시 확인이 가능하다고 여겨진다.

이러한 외부 공명현상과 파워도플러를 이용한 미세석회화 관찰은 생검을 시행해야 할 때 시간의 지체 없이 바로 가능하며, 시술 후 target의 잔유여부를 확인할 수 있어 모든 시술과정을 빠른 시간 내에 행할 수 있어 환자와 시술자에게 있어서 많은 이득을 제공할 수 있다고 여겨진다.

## V. 결 론

유방촬영술에 비하여 미세석회화 관찰이 어려운 유방초음파 검사에서 파워도플러와 음향공명 현상을 이용하여 미세석회화를 관측하기 위하여 유방조직 phantom을 제작하였다. Gelatin phantom은 물의 양과 글리세롤의 양을 각각 달리하여 제작하였으며, 물의 양이 적게 포함될 경우 석회화를 관측하는데 어려움이 있었다. 또한 gelatin phantom의 석회화는 파워도플러와 결합된 외부진동에 의해 공명을 일으키며 주파수를 변화시킴에 따라 석회화의 주변 조직과 다른 음향공명 상태를 띄게 되며, 외부공명주파수가 증가함에 따라 석회화가 존재하는 영역에서 파워도플러의 색상을 나타내었다. gelatin phantom의 구성 성분비에 따라 플래투우 영역이 다소 차이가 났지만, 비슷한 패턴의 플래투우를 나타내었다. 또한 실제 유방에 가깝게 하기 위하여 saw breast phantom을 제작하였으며, gelatin phantom과 같이 외부 음향공명에 따라 석회화가 존재하는 영역에서 파워도플러의 색상을 확인하였

다. 일반적으로 미세석회화 병변에 대한 조직검사를 시행할 경우 유방촬영술은 실시간으로 확인이 되지 않는다. 그러나 초음파의 파워도플러와 공명현상을 이용한 조직검사는 실시간으로 미세석회화의 확인이 가능하며 시술 후 잔유여부도 확인 가능할 것으로 사료된다. 또한 유방초음파 검사에서 10 MHz 이상의 고주파 탐촉자를 사용하지 않아도 파워도플러와 외부진동을 결합하여 사용할 경우 미세석회화 관측이 가능하다. 따라서 본 연구를 임상의 유방초음파 검사에 적절히 접목시켜 발전시킨다면 환자와 검사자에게 많은 도움을 주게 될 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 안세현, 박건춘, 윤용이 외: 한국인 유방암의 발병위험 요인에 관한 환자-대조군 연구, 대한외과학회지, 50(1), 26-35, 1996
2. Pike M., Spicer D., Dah moush L., Press M.: estrogens, progesterones, normal breast proliferation and breast cancer risks, Epidemiol. Rev., 15(1), 17-35, 1993
3. Murphy L., Cherlet T., et al.: New insights into estrogen receptor function in human breast cancer, Ann. Med., 35(8), 614-631, 2003
4. Jackson V. P., Hendrick R. E. et al.: Imaging of the radiographically dense breast, Radiology, 188(2), 297-301, 1993
5. 오기근: 유방영상학, 고려의학, 469-475, 1996
6. Stavros A.T.: Breast Ultrasound, Lippincott Williams & Wilkins, 16-18, 2004
7. Moon W.K., Im J.G., Noh D.Y., Yeon K.M., Han M.C.: US of Mammographically Detected Clustered Microcalcification, Radiology, 217(3), 849-854, 2000
8. Anderson M.E., Bentley R.C., Soo Ms: The detection of breast microcalcification with medical ultrasound, J. Acoust. Soc. Am., 101(1), 29-39, 1997
9. 박노혁, 김성미, 송순영: 유방촬영술에서 악성이 의심되는 미세석회화의 초음파 발견율과 특징적인 소견, 관동의대학술지, 7(2), 47-52, 2003
10. 문우경: 유방암 screening 유방영상진단, 서울대학교병원 진단방사선과 연수강좌, 1-8, 2005



11. Ahuja A., Suen M., Yang W.T.: In vivo demonstration of microcalcification in breast cancer using high resolution ultrasound, *Br. J. Radiol.*, 70(835), 685-690, 1997
12. 김정구, 강세식, 심현선 외: 일반 초음파 영상학, 정문각, 519~520, 2004
13. James A. Zagzebski: *Essentials of ultrasound physics*, Mosby, 116-117, 1996

---

• Abstract

---

## Observation with Calcifications of Breast Tissue Phantoms Using Acoustic Resonance

Myeong-Jin Ha · Jeong-Koo Kim<sup>1)</sup>

*Haesung OB & GY Clinic*

<sup>1)</sup>*Department of Radiological Science, Hanseo University*

Diagnosis of breast ultrasound is better than mammography in the early detection of breast cancer, but, it is difficult to detect microcalcification. We studied on detection for calcification of breast tissue using acoustic resonance and power doppler with 7.5 MHz linear probe in breast ultrasound. We first constructed breast tissue phantom made of gelatin and saw breast, and then observed calcification by the change of external vibration. Calcification injected breast tissue phantom visualized the difference for brightness and region of color in ROI regions of power doppler. Acoustic resonance almost never visualized in low frequency regions, plateau constituted in about 300-400 Hz and colors vanished according to the increase of frequency.

---

Key Words: acoustic resonance, power doppler, calcification, breast tissue phantom