

유방 고형종괴에 대한 출력 도플러와 색 도플러 초음파의 비교¹

진승범 · 국신호 · 이영래 · 박해원 · 박윤옥 · 김종옥 · 이영옥 · 배원길² · 박용래² · 김명숙³

목 적 : 유방 고형종괴의 출력 도플러와 색 도플러 초음파 소견을 비교하여 혈류검출 정도를 평가하고 출력 도플러 소견의 특징 및 진단적 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : 출력 및 색 도플러를 시행한 82예의 유방 고형종괴를 대상으로 병변내의 도플러 신호가 어느 검사에서 더 잘 보였는지 비교하였다. 병리적으로 확진된 58예(양성 37예, 악성 21예)에 대하여는 출력 도플러상 혈류신호의 양과, 혈류가 있는 경우 혈류분포의 양상과 혈관의 모양을 분석하였고, 양성과 악성의 감별을 위한 출력 도플러 초음파와 색 도플러 초음파의 진단적 정확도를 평가하였다.

결 과 : 총 82예중 출력 도플러상 45예에서 색 도플러보다 혈류 신호를 보다 길게, 또는 많은 수를 보여 혈류 신호의 검출이 많았고 37예에서 동일하였으며 색 도플러가 많았던 경우는 없었다. 출력 도플러상 혈류 신호가 많았던 예가 양성에 비하여 악성에서 3배 이상으로 많았고 색 도플러에 비해 출력 도플러 검사에서 혈류 신호가 더 잘 관찰되었다. 혈류의 분포는 악성의 경우 중심성이 85.5%, 변연성이 71.4%, 침투성이 61.9% 였으며, 양성의 경우는 각각 48.6%, 51.4%, 18.9% 로 관찰되었다. 혈관모양은 악성의 경우는 선형이 100%, 분지형이 57.1%, 불규칙한형이 33.3 % 였으며 양성의 경우는 각각 54.1%, 10.8%, 2.7% 의 빈도로 관찰되었다. 양성 및 악성병변의 감별진단에 있어서 출력 도플러의 민감도는 65%, 특이도는 79%, 정확도는 74.1% 였고, 색 도플러 검사의 경우 민감도가 76.2%, 특이도 74.8%, 정확도 75.1% 였다.

결 론 : 출력 도플러는 색 도플러에 비해 혈류검출에 있어서 민감하였다. 출력 도플러 소견에서 악성과 양성 병변의 진단에 있어서 악성일수록 혈류가 분지 및 불규칙한 모양을 보이고 병변부위에 침투성과 중심성으로 분포하여 혈관의 분포와 모양이 감별진단에 도움이 되었다.

그동안 도플러 초음파를 이용한 고형 유방 종괴의 혈류분석은 다양한 방법이 제기되었으나 모두 신뢰도가 미흡하고 같은 결과를 반복하여 얻기가 어려운 것이 단점이었다. 최근들어 기존의 색 도플러의 단점을 극복한 보다 혈류에 민감한 출력 도플러 초음파(power Doppler sonography)가 기존의 색 도플러 초음파(color Doppler sonography)에 비해 여러 장기와 질환에서 혈류를 영상화하는데 민감하다는 연구들이 많이 보고되고 있다(1-11). 이에 저자들은 유방의 고형성 종괴에서도 혈류검출에 출력 도플러 초음파가 색 도플러 초음파에 비해 우월한지 평가하고자 하였으며, 또한 양성과 악성병변의 감별에 있어서 출력 도플러 초음파가 색 도플러 초음파에 비하여 유용한지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

유방의 고형성 종괴병변중 색 도플러 초음파 및 출력 도플러 초음파를 병행하여 실시한 82예를 대상으로 두 검사간의 도플러 신호의 검출정도를 비교하였고, 이중 병리적으로 확진된 58예(양성 37예, 악성 21예)를 대상으로 악성 병변의 진단에 특징적 소견과 진단의 정확도를 알아보았다. 사용한 초음파 기기는 Logiq 700(GE Medical systems, Milwaukee)으로 5-10 MHz 또는 6-13 MHz 트랜스듀서를 이용하였고 전례를 한 검사자가 시행하였다. 색 도플러 초음파와 출력 도플러 초음파의 비교를 위하여 모든 병변은 Depth 40mm, Scale 6cm/sec로 하였고, 개인은 잡음이 나타나기 직전까지 잡음이 영상의 해석을 방해하지 않는 범위내의 최대로 조정하여 검사하였으며 정적 영상을 얻어 프린터로 출력하였다. 출력 및 색 도플러 초음

¹성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 방사선과

²성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 외과

³성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 병리과

이 논문은 1998년 2월 6일 접수하여 1998년 8월 14일에 채택되었음.

파 소견의 분석은 도플러에 경험이 있는 두명의 방사선과 전문의의 합의하에 결정하였다. 두 검사에 나타난 혈류 신호의 검출 정도는 총 82예에서 색 또는 출력 도플러 초음파중 어느쪽이 혈류 신호가 많은지 또는 같은지를 평가하였다. 병리학적으로 확진된 58예의 경우 혈관의 수를 세어 혈류신호의 양이 많음(보이는 혈관수가 3 이상, ++), 적음(보이는 혈관수가 3 이하, +), 전혀 없는 경우로 분류하였다. 혈류가 있는 경우 혈류 분포의 양상을 병소 내부에 혈류가 있으면 중심성, 병변의 가장자리에서 보이면 변연성, 병변내로 들어가는 양상이면 침투성으로 분류하였으며(12), 혈관의 모양에 따라 선형(linear), 가지형(branching), 불규칙한형(disordered)으로 분류하여 병리소견과 비교하여 악성과 양성병변에서 특징적 차이가 있는지 알아 보았다. 혈류 분포의 양상 및 혈관의 모양은 한 병변에서 한가지 이상의 소견을 보이는 경우 각각의 소견을 따로 고려하여 분석하였다. 또한 병리 소견을 모르는 상태에서 병변의 고해상 초음파 소견을 고려하지 않고 출력 도플러 초음파 소견상 병소 내부에 혈류가 많이 증가하였거나(++), 침투성 혈류의 분포를 보이거나, 혈관 모양이 가지형 또는 불규칙한 경우를 악성병변으로 하였고, 색 도플러 초음파에서는 위의 소견과 함께 저항지수 0.75 이상, 최대혈류속 12mm/sec 이상일때를 악성의 진단 기준으로 하여(13) 양성과 악성의 감별에 있어서 출력 및 색 도플러 초음파의 진단적 정확도를 평가하였다. 이를 위하여 얻어진 결과는 SAS PC+ 프로그램을 사용하여 Chi-square test로 통계학적 유의성을 검증하였다.

결 과

총 82예중 출력 도플러 검사가 45예에서 색 도플러보다 혈류 신호를 보다 길게, 또는 많은 수를 보여 혈류량의 검출이 더 많았으며(54.8%), 37예에서 양측이 동일하게 관찰되었고 색 도플러에서 혈류량의 검출이 더 많았던 경우는 없어 출력 도플러가 기존의 색 도플러에 비해 혈류 검출에 있어서 확실히 민감하

Table 1. Depiction of Doppler Signals (n=82)

Power Color	No of cases (%)
P > C	45 (54.8)
P = C	37 (45.2)
P < C	none (0)

였다(Table 1) (Fig. 1).

병리적으로 확진된 58예에서 출력 도플러 검사상 혈류 신호의 양이 많았던 경우(++)가 악성병변(71.4%)에서 양성병변(24.3%) 보다 약 3배 많았으며, 색 도플러에 비해 출력 도플러 초음파가 혈류 증가(high vascularity)를 더 잘 검출하는 경향을 나타냈다(Table 2).

출력 초음파 검사에서 혈류신호의 분포는 악성의 경우 중심성이 85.5%, 변연성이 71.4%, 침투성이 61.9% 였으며, 양성의 경우 각각 48.6%, 51.4%, 18.9%가 관찰되어 양성병변에 비해 악성병변에서 보다 중심성 및 침투성 혈관 분포를 많이 보였으며 이러한 소견은 통계적으로 매우 유의하였다(Table 3) (Fig. 2).

혈관의 모양은 악성병변의 경우 선형이 100%, 분지형이 57.1%, 불규칙한형이 33.3% 였으며 양성의 경우 각각 54.1%, 10.8%, 2.7%의 빈도를 보여 악성병변에서 양성에서 보다 분지형의 경우 5배 이상, 불규칙한 모양의 경우 10배 이상 많았고, 이러한 소견은 통계적으로도 매우 유의하였다(Table 4) (Fig. 2).

출력 도플러 초음파검사를 이용한 고형성 유방병소에 대한 양성 및 악성병변의 감별진단에 있어서 출력 도플러의 민감도는 65%, 특이도는 79%, 정확도는 74.1% 였으며 위양성이 7예, 위음성이 7예였다. 색 도플러의 경우는 각각 76.2%, 74.8%, 75.1%의 민감도, 특이도, 정확도를 나타냈으며 위양성이 3예, 위음성이 11예로 민감도는 색 도플러가 약간 높은 듯이 보이나, 특이도, 정확도에 유의한 차이가 없었다. 출력 도플러 초음파 소견에서 악성병변으로 분류하였던 예중 위음성을 보인 경우는 혈류 신호의 증가를 관찰할 수 없었거나(유관암 4예, 관상암 1예), 양성과 유사하게 변연성 혈류 분포를 보였던 경우(소엽암

Table 2. Amount of Doppler Signals (n=58)

	Power (%)	Color (%)
Malignant (n = 21)		
++	71.4	42.9
+	23.8	42.9
none	4.8	14.3
Benign (n = 37)		
++	24.3	13.5
+	45.9	51.4
none	29.7	35.1

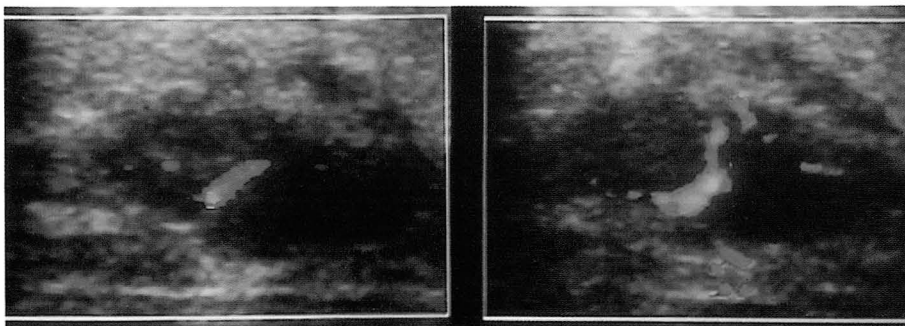


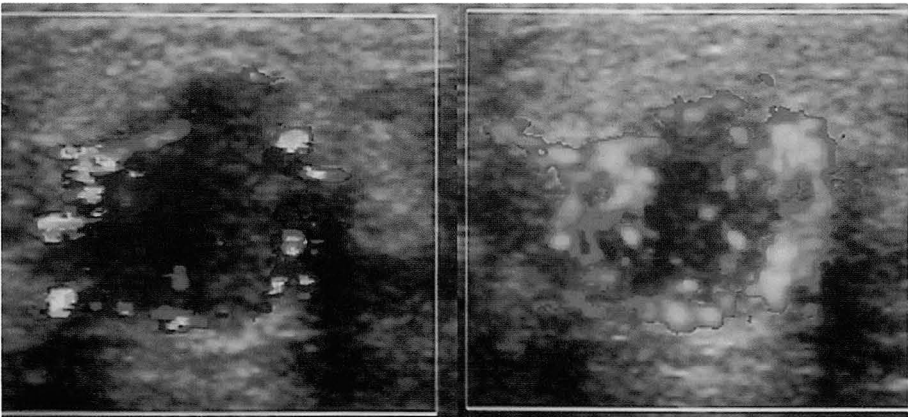
Fig. 1. Power Doppler sonography (left) was more sensitive than color Doppler sonography (right) in the detection of flow, showing longer vessels and more number of Doppler signals in solid breast lesions, proved as fibroadenoma.

Table 3. Patterns of Doppler Signals (n=58)

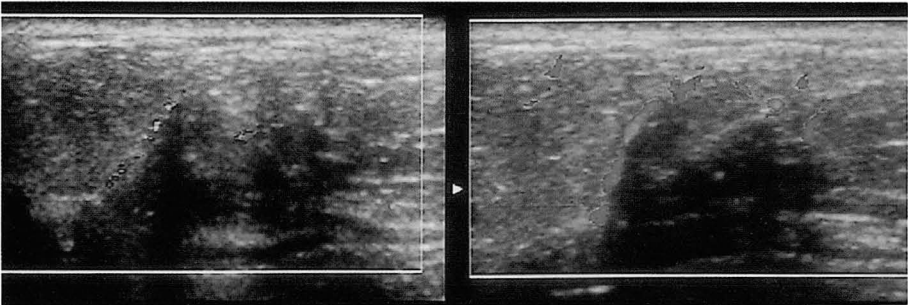
	Malignant (%)	Benign (%)	P value
Peripheral	71.4	51.4	< 0.0036
Central	85.5	48.6	< 0.001
Penetrating	61.9	18.9	< 0.001

Table 4. Morphology of Vessels (n = 58)

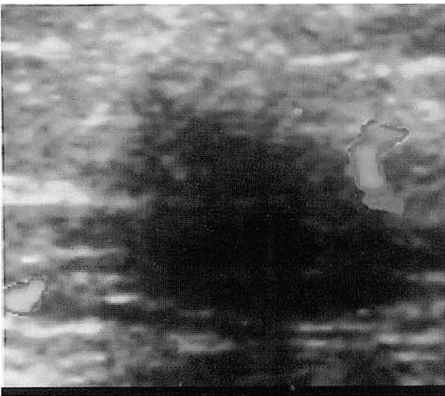
	Malignant (%)	Benign (%)	P value
Linear	100	54.1	< 0.025
Branching	57.1	10.8	< 0.001
Disordered	33.3	2.7	< 0.001



A



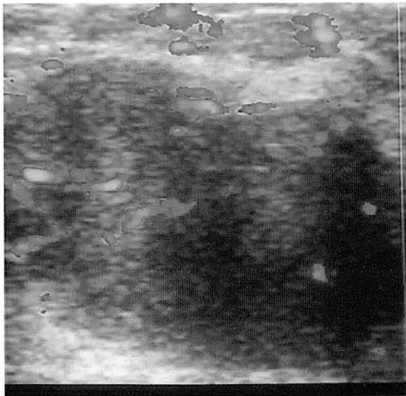
B



A



B



C

Fig. 3. False negative and false positive cases on power Doppler sonography. Benign looking small amount peripheral pattern of Doppler signals in (A) and (B) were proved as lobular carcinoma (A) and ductal carcinoma (B). A mass with moderate amount of central pattern of Doppler signal suggesting malignancy (C), was proved as benign phyllodes tumor.

1예, 수질암 1예)였고, 위양성을 보였던 양성병변들은 모두 양성에서와 유사한 중심성 혈류 신호를 나타낸 예들(섬유선종 3예, 양성 엽상종양 2예, 관상선종 1예, 섬유낭성변화 1예)이었다 (Fig. 3).

고 찰

원발성 유방암의 예후에 영향을 주는 인자중 종양내의 혈관 신생(angiogenesis or neovascularization)의 정도는 매우 중요하다(14). 유방의 고형종괴에 있어서 혈류에 대한 정보는 조영증강후의 자기공명영상소견등으로도 얻을 수 있지만 보다 적은 비용으로 간편하고 용이한 검사법으로서 색 도플러와 스펙트럼 도플러 초음파가 주로 이용되어 왔다. 이제까지 널리 사용된 색 도플러 초음파는 주어진 표본 용적(sample volume)을 통과하는 혈액의 방향, 속도, 진폭에 관한 정보를 통해 병변의 혈류분포 및 양상, 최대혈류속도, 저항지수등 다양한 정보를 얻을 수 있어 종괴 내부와 주위의 혈관 분포를 평가하여 진단의 정확도를 높이는데 유용한 보조적 검사이다(13, 15). 그러나 기존의 색 도플러 초음파는 평균 도플러 주파수 변위에 의하여 신호를 받아들여 혈관 분포를 영상화하며, 혈류속의 방향에 따른 표본용적의 각도에 많이 의존하고, 입사음파(incident sound beam)에 수직인 색 도플러 신호를 나타내는데 한계가 있다. 또한 저속혈류에서는 이를 찾아내기 위하여 도플러 게인을 올리거나 도플러 역치를 너무 낮출 때 생기는 불규칙한 영상 잡음에 의하여, 매우 빠른 혈류에서는 aliasing 현상에 의하여 민감도 및 특이도가 떨어진다(1, 2, 13). 그러나 출력 도플러 초음파의 색 지도는 도플러 신호의 전체 통합 출력(total integrated Doppler power spectrum)에 근거하여 영상화되며 이는 색 신호의 색조와 밝기가 도플러 신호의 통합 에너지를 나타내는 것으로 이는 주파수 변이를 일으키는 적혈구의 숫자와 관계가 있다. 즉, hematocrit level, 혈류속, 혈관내 Rouleaux formation 정도등 혈액내의 산란물들의 크기나 숫자를 결정하는 복합적인 성향과 관계된다(16). 이러한 출력 도플러의 장점은 색 도플러에 비해 신호-대-잡음 비를 증가시킬 수 있어 같은 게인에서 생기는 영상 잡음이 적으므로 보다 높은 색 게인에서 영상을 얻을 수 있으며 도플러 신호도 도플러 각에 관계없이 거의 일정할 뿐아니라 aliasing 현상이 없어 이러한 장점들이 혈류에 대한 민감성을 높일 수 있는 요인이 된다(2, 3, 16, 17).

실제 같은병변에서 색 도플러에 대한 출력 도플러의 혈류 검출에 대한 민감도에 대하여는 간 병변(1, 2), 소아의 여러기관(9-11), 신장(4), 연부조직(6), 안구(8) 등의 여러 분야에서 그 우월함이 보고된 바 있다. 혈류의 검출이 우월하다는 것은 색 도플러에서 보이지 않던 미세혈류의 도플러 신호를 검출하거나 각각의 혈관들이 더 긴 분지들을 보이게 되는 것으로(3), 본 연구의 유방 병소에 있어서도 다른 장기에서와 같이 혈류 검출에 있어서는 출력 도플러가 색 도플러에 비하여 확실히 우월하였다. 이러한 소견은 김등(18)이 60예의 유방 병소를 비교한 결과 27예에서 출력 도플러 초음파가 혈류를 더 잘 나타내었고 동일한 경우가 33예로 색 도플러에서 우월한 경우는 없었다고

보고한 결과와 일치한다.

혈류 검출에 있어서 출력 도플러의 단점으로는 혈류 방향을 알 수 없다는 것과 조직의 움직임에도 마찬가지로 매우 민감하여 인공음영(flash artifact) 형성을 들 수 있으며 심장 가까이에서 심할 수 있다(3). 또한 유방은 그 자체가 가동적이고 종괴 주변이 고형성보다 연부조직이라 경계면에서 트랜스듀서가 미끄러지기 쉽다. 이에 저자들은 영상을 얻을 때 잠시 환자와 호흡을 중지한채 검사를 시행하여 영화영상(cine image)에서 가장 적절한 영상을 선택하는 방법을 사용하였다.

출력 도플러 초음파를 사용한 악성과 양성 병변의 감별에 있어서 김등(2)은 간 병변에서의 연구를 통하여 혈류량과 혈류 분포에 따라 혈관종의 경우 미만성 혈류 분포를 보이고 간세포암의 경우 소량의 혈류가 중심성으로 분포한다고 하였으며 담관세포암과 전이성 선암은 혈류가 없는 것으로 구분된다고 하였다. 유방종괴에 있어서는 Raza등(12)의 연구에 의하면 출력 도플러에 나타난 혈관분포의 유형과 조직병리 소견을 비교한 결과 양성병변의 경우 혈류가 없거나 변연부의 혈류를 보였다고 하였으며 침투성 혈관을 나타낸 경우를 악성으로 하였을 때 출력 도플러 초음파의 진단적 민감도가 68%, 특이도가 95%로 출력 도플러상의 혈관 모양과 분포의 소견이 악성 진단에 도움이 된다고 하였다. 이에 반해 Birdwell등(19)은 33예의 악성과 36예의 양성 유방 고형종괴를 출력 도플러 초음파로 혈류량의 정도에 따라 분류한 결과 52예에서 악성과 양성 모두 유사한 정도의 혈류량을 나타내 악성과 양성의 감별에 있어 혈류량의 측정은 비특이적 소견으로 그 의미가 제한된다고 하였다. 또한 김등(18)은 양성 26예, 악성 34예의 유방병소에서 혈류의 형태를 중심형, 말초형, 혼합형, 변연형으로 구분하여 양성과 악성종괴에서의 차이가 있는지를 알아보았으나 출력 도플러 초음파상에 나타난 혈류 형태로 종괴의 양성, 악성은 감별할 수 없었다고 하였다. 저자들의 연구에서도 악성 병변의 진단에 있어서 출력 도플러 초음파의 혈관 모양 및 혈류 분포에 의한 진단의 정확도가 민감도 65%, 특이도 79%라는 것은 단일 진단 방법(diagnostic tool)으로서의 유용성이 그다지 높지 않음을 의미한다고 하겠으나 초음파상의 다른 소견들과 보완적으로 사용할 때 진단의 정확도를 높일 수 있을 것이며, 중심성 및 침투성 혈관이나 분지형 및 불규칙한 혈관은 악성 병변에서 유의성 있게 관찰되어 이는 악성과 양성의 감별에 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Choi BI, Kim TK, Han JK, Chung JW, Park JH, Han MC. Power versus conventional color Doppler sonography: Comparison in the depiction of vasculature in liver tumors. *Radiology* 1996; 200: 55-58
2. 김태경, 최병인, 한준구, 김영모. 국소적 간 병변에 대한 출력 도플러와 색 도플러 초음파의 비교. *대한초음파학회지* 1997; 16: 11-18
3. Hamper UM, DeJong MR, Caskey CI, Sheth S. Power Doppler imaging: Clinical experience and correlation with color Doppler US and other imaging modalities. *RadioGraphics* 1997; 17:

499-513

4. Bude RO, Rubin JM, Adler RS. Power versus conventional color Doppler sonography: comparison in the depiction of normal intrarenal vasculature. *Radiology* 1994; 190: 853-856
5. Coleman BG, Arger PH, Langer JE, Nissenbaum HL, Rowling SE, Horii SC. Power color Doppler US versus conventional color Doppler US of the ovary (abstr). *Radiology* 1994; 193: 145
6. Newman JS, Adler RS, Bunde RO, Rubin JM. Detection of soft-tissue hyperemia: value of power Doppler sonography. *AJR* 1994; 163: 385-389
7. Albrecht T, Lotzof K, Hussain HK, Shedden D, Cosgrove DO, Bruyn R. Power Doppler US of the normal prepubertal testis; does it live up to its promises? *Radiology* 1997; 203: 227-231
8. Giovagnorio F, Quaranta L. Power Doppler sonography enhances visualization of orbital vessels. *J Ultrasound Med* 1995; 14: 837-842
9. Bearcroft PW, Berman LH, Robinson AHN, Butler GJ. Vascularity of the neonatal femoral head: in vivo demonstration with power Doppler US. *Radiology* 1996; 200: 209-211
10. Barth RA, Shortliffe LD. Normal pediatric testis: comparison of power Doppler and color Doppler US in the detection of blood flow. *Radiology* 1997; 204: 389-393.
11. Babcock DS, Patruquin H, LaFortune M, Dauzat M. Power Doppler sonography: basic principles and clinical applications in children. *Pediatr Radiol* 1996; 26: 109-115
12. Raza S, Baum JK. Solid breast lesions: evaluation with power Doppler US. *Radiology* 1997; 203: 164-168
13. 오기근. 유방영상학. 고려의학 1996: 181-218
14. Gasparini G, Harris AL. Clinical importance of the determination or tumor angiogenesis in breast carcinoma: much more than a new prognostic tool. *J Clin Oncol* 1995; 13: 765-782
15. 안은주, 최혜영, 백승연, 김아영, 최두환. 유방종괴에서 저항지수: 양성과 악성 감별에서의 유용성. 대한방사선의학회지 1996; 34: 127-131
16. Bude RO, Rubin JM. Power Doppler sonography. *Radiology* 1996; 200: 21-23
17. Rubin JM, Bude RO, Carson PL, Bree R, Adler RS. Power Doppler US: a potentially useful alternative to mean frequency-based color Doppler US. *Radiology* 1994; 190: 853-856
18. 김은경, 오기근. Depiction of vasculature in breast masses with power Doppler sonography: comparison with conventional color Doppler sonography. 대한방사선의학회 제 53차 학술대회 초록집. 1997; 209
19. Birdwell RL, Ikeda DM, Jeffrey SS, Jeffrey RB. Preliminary experience with power Doppler imaging of solid breast masses. *AJR* 1997; 169: 703-707

Solid Breast Lesions : Evaluation with Power versus Conventional Color Doppler Sonography¹

Seung-Bum Chin M.D., Shin-Ho Kook M.D., Young-Rae Lee M.D.,
Hae-Won Park, M.D., Yoon-Ok Park M.D., Jong-Wook Kim M.D., Young-Uk Lee M.D.,
Won-Kil Pae M.D.², Yong-Lai Park M.D.², Myung-Sook Kim M.D.³.

¹Department of Radiology, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University

²Department of Surgery, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University

³Department of Pathology, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University

Purpose: To compare power and conventional color Doppler sonography for depiction of the vasculature of solid breast lesions, and to evaluate the usefulness of power Doppler sonography for differential diagnosis of malignant breast lesions.

Materials and Methods: In order to detect vascularity, 82 cases of solid breast lesions were evaluated by power and color Doppler sonography. Fifty-eight pathologically proven cases (37 benign and 21 malignant lesions) were analyzed for the amount and patterns of Doppler signals, morphology of vessels, and the diagnostic accuracy.

Results: In 45 of 82 cases, power Doppler sonography depicted flow better than did color Doppler sonography, while in 37 cases, depiction was equal. On power Doppler sonography, the incidence of marked blood flow in malignant lesions was three times higher than in benign lesions. The pattern of vasculature was more predominantly central (85.5%) and penetrating (61.9%) in malignant lesions than in benign lesions. Branching (57.1%) and disordered vessels (33.3%) were more frequent in malignant lesions than in benign. For the diagnosis of malignancy, sensitivity for power Doppler sonography was 65%, specificity was 79% and diagnostic accuracy was 74.1%; for color Doppler sonography, the corresponding figures were 76.2%, 74.8% and 75.1%.

Conclusion: Power Doppler sonography was more sensitive than color Doppler sonography for the detection of flow in solid breast lesions. For the differentiation of benign from malignant lesions, however, there was no difference in diagnostic accuracy between the two modalities. Findings of central and penetrating distribution patterns of Doppler signals, and branching and disordered shapes of vessels, along with other sonographic criteria, are helpful for predicting malignancy.

Index words: Breast neoplasms, diagnosis
Breast neoplasms, US
Ultrasound(US), Doppler studies

Address reprint requests to: Seung-Bum Chin M.D., Department of Radiology, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University # 108, Pyung-dong, Chongno-gu, Korea 110-102, Korea
Tel. 82-2-739-3211, Fax. 82-2-738-1369