대한방사선의학회지 1999;41:1167-1172

간암의 색채 도플러 초음파 소견 : 경동맥 화학색전술 후의 간암 재발 평가[1]

김종민 · 허진도 · 조영덕 · 이상욱[2]

목적 : 간암의 경동맥 화학적 색전술을 시행한 후 간암 재발에 대한 색채 도플러 초음파의 임상적 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법 : Lipiodol과 화학제를 이용한 경동맥 색전술(transcatheter arterial chemoembolization, 이하 TACE)을 시행한 87명의 환자에서 조직학적으로 증명된 104개의 간암(0.7-12.5cm, 평균 4.1cm)을 대상으로, 성공적인 색전술을 시행한지 1-3 개월 후 색채 도플러 초음파를 전향적으로 시행하였다. 색채 도플러 초음파에서 색전되었던 종양 내부에 혈류의 소견을 보이고 펄스 도플러 초음파 검사에서 박동성 혈류를 보이는 것을 간암 재발의 기준으로 하였다. 동시에 초음파를 시행한 지 1시간 이내에 모든 환자에서 디지털 감산 혈관 촬영술을 시행하여 초음파 소견과 비교하여 민감도, 특이도, 정확도, 양성 예측치, 음성 예측치를 측정하였다.

결과 : 색채 및 펄스 도플러 초음파에서 104개 간암 중 37개에서 종양내부에 동맥 혈류가 관찰되었고 혈류의 최고 수축기 속도는 4.2-220cm/sec (평균 59 cm/sec)이었고 나머지 67개에서는 혈류가 보이지 않았다. 혈관 촬영술에서는 초음파에서 혈류를 보인 37개를 포함한 38개(3.4-12.5cm, 평균 5.9cm)의 간암에서 신혈관 형성(neovascularization) 혹은 종양 염색(stain) 소견이 있었고 전체 104개의 간암 중 나머지 66개(0.7-6.3cm, 평균 3.2cm)에서는 이 같은 소견이 없었다. 도플러 초음파에서 한 개의 간암에서 위음성 소견을 보였다. TACE 시행 후 도플러 초음파의 간암 재발 진단의 민감도, 특이도, 정확도는 각각 97.4%, 100%, 99%이었다.

결론 : 색채 및 펄스 도플러 초음파는 TACE를 시행한 간암의 혈관 재생을 확인하여 재발을 평가함으로써 추가적인 치료 계획을 세우는 데에 유용한 방법으로 사료된다.

간암에 대한 여러 치료법 중 외과적인 절제술이 가장 우수하다. 하지만 진행된 간 경화증, 간에 넓게 침범된 간암, 혹은 원격 전이 등 동반되는 질환이 있는 경우 이 방법이 가능하지 않은 경우가 종종 있다 (1). Nakamura 등 (2,3)이 1979년에 처음으로 악성 간종양 환자에서 지방성 항암제를 간동맥으로 주입한 후에 경동맥 화학 색전술(transcatheter arterial chemoembolization, 이하 TACE)은 간암 환자 특히 외과적 절제가 불가능한 경우에 대체적인 방법으로 널리 이용되고 있다. TACE를 이용한 간암 치료의 이론적 근거는 대부분의 간암이 동맥만으로 영양을 공급받는다는 것이다 (4). 간암에서 성공적으로 TACE를 하고 나면 종양은 나선형 컴퓨터 단층촬영법(computed tomography, 이하 CT)과 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging, 이하 MRI)에서 조영 증강이 되지 않고 펄스 혹은 색채 초음파 검사에서 종양 혈관이 보이지 않게 되는데 이는 공급 혈관이 사라지는 것, 즉 종양 괴사를 의미하게 된다 (5-7). TACE 시술이 간암의 치료에 효과적이라고 하여도, 간암은 다시 커질 수 있고 다른 병변이 간 내에 발생될 수 있어서 한번이 아닌 여러 번의 시술이 필요하다 (5). 그러므로 TACE 시술 후 정기적인 영상 진단법이 추적 검사로 필수적이다. 하지만 일상적인(routine) 영상법으로는 종양의 괴사 혹은 재발을 판단하는 것이 힘들다. 간암은 대부분 혈관이 풍부한 종양이므로 재발에는 거의 항상 신혈관 형성(neovascularization)이 동반된다 (8). 그래서 재발이 의심될 때 공급(supplying) 동맥이 있는 것을 확인하는 것이 중요하다. 여러 추적 검사법 중 색채 도플러 초음파는 TACE를 시행한 간암 환자에서 혈류를 관찰하여 재발을 확인할 수 있는 안전하고 비침습적이며 비교적 적은 비용이 드는 효과적인 검사 방법이다. 저자들은 본 연구에서 TACE를 시행한 간암 환자에서 색채 및 스펙트럼 도플러 초음파를 전향적으로 시행하여 종양의 공급 혈관 특히 동맥을 찾아보고, 곧 이어 디지털 감산 혈관 촬영술(digital subtraction angiography, 이하 D-

[1]고신대학교 의과대학 진단방사선과학교실
[2]고신대학교 의과대학 내과학교실
이 논문은 1999년 7월 1일 접수하여 1999년 9월 20일에 채택되었음.

SA)을 실시하여 이를 확인함으로써 색채 도플러 초음파가 동맥혈을 공급받는 간암의 재발 진단에 유용한 지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본원에서 초음파 유도하의 생검으로 간세포암으로 진단 받은 환자들 중 TACE를 성공적으로 시행한 87명의 연속적인 환자의 104개 간암 종양을 대상으로 하였다. 이들 중 남자는 66명, 여자는 21명이었고 연령은 31-67세(평균 54세)이었다. 모든 종양은 TACE를 시행하기 전에 시행한 간동맥을 통한 D-SA에서 신혈관 생성 혹은 종양 염색을 보였다. 연구 기간 동안 87명 환자 이외 6명의 환자에서 9개의 간암은, 공급 동맥의 초선택(superselection) 실패, 동정맥루, 간정맥 혈전증 등으로 TACE를 성공적으로 시행하지 못하여 대상에서 제외하였다. 색채 도플러 초음파에서 사용된 기기는 Sequoia 512 (Acuson, Mountain View, CA, U.S.A.)이었고 2.5-5 MHz의 multi-Hertz 탐촉자를 이용하였다. 간혈관 촬영 및 TACE에 사용된 디지털 감산 혈관 촬영기기는 Integris V3000(Philips, Eindhoven, Netherlands)이었다. TACE를 시행하기 전에 시행한 간동맥을 통한 DSA에서 간종양의 신혈관 형성(neovascularization) 혹은 종양 염색을 확인한 후 5-F의 카테터를 이용하여 종양의 공급 동맥을 선택하여 Lipiodol-epirubicin 용액을 주입하였다. 이때 사용한 Epirubicin hydrochloride(Farmorubicine; 일동, 서울, 한국)의 용량은 60 mg/m2로 계산하였으며, 간 기능이 저하된 경우, 혈청 bilirubin이 2.0 mg/dl 이상이면 약물의 50%를 줄이고 3.0 mg/dl 이상이면 70%를 줄여 사용하였다. 종양 재발의 조기 발견을 위한 정기적인 도플러 초음파 추적 검사는 TACE 이후 1개월이 지난 후 그리고 이후는 3개월마다 시행하였으며, 도플러 초음파에 곧이어 1시간 이내에 DSA를 실시하였다. 환자들의 TACE 시술을 받은 횟수는 1 - 5회 (평균 1.96회)이었고 초음파 및 DSA 검사의 추적기간은 1 - 13개월 (평균 3.9개월)이었다. 초음파 검사로는 종양의 크기와 피부로부터 종양까지의 깊이를 측정하였다. 색채 도플러 초음파 검사는 시행 도중 능동적으로 도플러 조건을 조절하면서 종양내부에 있는 혈관을 관찰하였다. 이때 종양을 둘러싸거나 주위의 혈관은 우회 혈관일 가능성이 있기 때문에 대상에서 제외하였다. 가늘고 약한 혈류의 신호(signal)를 얻기 위해 색채 표시 면적(color encoding area)을 가능한 줄여 색채 민감도와 프레임 수를 최대화하였다. 색채 획득 조절(color gain setting)은 노이즈가 발생될 때까지 증가시켰다가 다시 천천히 감소시켜 영상에서 노이즈가 사라지는 순간으로 조정하여 혈류를 관찰하였다. 그럼에도 불구하고 종양에서 혈류 신호가 보이지 않을 때는 경우에 따라 약간의 노이즈를 허용하여 보다 민감도를 증가시키기도 하였다. 이러한 결과 얻어진 색채 도플러 획득(gain)은 50-55%의 수준이었다. 심장 가까이 있는 간 좌엽 혹은 간 우엽의 상단을 검사할 때 발생할 수 있는 섬광 인공물(flashing artifact)을 피하기 위해 신체의 다른 음향 창(acoustic window)을 이용하거나 색채 표시 면적을 줄이고 색채 지도화(mapping)의 지속성(persistence)을 감소시켰다. 그리고 이상의 방법을 이용하였어도 색채 도플러 초음파 검사에서 종양에 혈류 신호가 보이지 않을 때, 출력(power) 도플러 초음파를 추가적으로 시행하거나 색채 도플러를 이용하지 않은 상태에서 종양 내부에 무작위로 펄스(pulsed) 도플러 초음파를 이용하여 혈관을 찾아보았다. 양적인 도플러 측정을 위하여 종양내의 혈류 중 가장 현저하게 관찰되는 부분에서 도플러 스펙트럼을 구하였다. 이때 현저한 혈관이 정맥으로 확인되면 종양 내부에서 또 다른 현저한 혈관들 중 동맥이 발견될 때까지 도플러 스펙트럼을 구하였다. 스펙트럼 분석을 위해서 1-3 mm의 검체 부피를 사용하였고 60도 이하의 도플러 각을 유지하면서 최고 수축기 속도(peak systolic velocity), 말기 이완기 속도(end diastolic velocity), 저항 계수(resistive index), 박동 계수(pulsatile index) 등을 측정하였다. 도플러 초음파 후에 실시한 DSA는 시술자가 초음파의 결과를 알지 못한 상태에서 시행하였다. DSA에서 간암이 재발되었다는 기준은 이전에 TACE를 시행하였던 간암의 위치에 종양 염색 혹은 신혈관 형성이 관찰되는 것으로 하였다. 이때 재발성 간암이 확인되면 추가적인 TACE를 시행하였다.

초음파 검사에 뒤따른 DSA의 결과에 따라 동맥성 과혈관성(hypervascular) 간암 재발에 대한 색채 및 펄스 도플러 초음파의 민감도, 특이도, 정확도, 그리고 양성 예측치(positive predictive value)와 음성 예측치(negative predictive value)를 알아보았고, 통계 처리로서 95% 신뢰구간을 제시하였다.

결 과

104개의 간암 병변들은 크기가 0.7 - 12.5 cm(평균 4.14 cm)이었다. 피부 표면에서 병변까지의 거리는 2 - 10 cm(평균 4.9 cm)이었고, 종양의 위치는 간의 여러 부위에 산재해 있었다 (Table 1). 이들 104개의 간암 종양들은 모두 TACE를 시행한 직후 실시된 DSA에서 신혈관 형성이나 종양 염색이 남아 있지 않았다. 이들 환자에서 TACE를 시행하고 1-3개월이 지나고 난 후 초음파 검사를 시행하였다. 색채 도플러 및 펄스 초음파에서 종양 내부의 동맥성 혈관을 보인 경우는 87명 간암 환자의 104개 병변 중 37개(35.6%)였다 (Fig. 1)(Table 2). 37

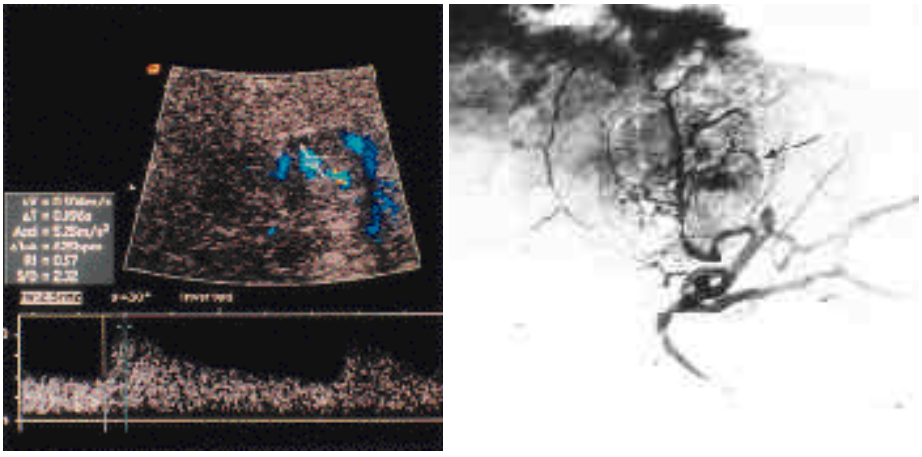
Table 1. Tumor Location of 104 HCCs

Segment*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
No	2	7	10	9	24	7	30	15	104

* Couinaud Classification

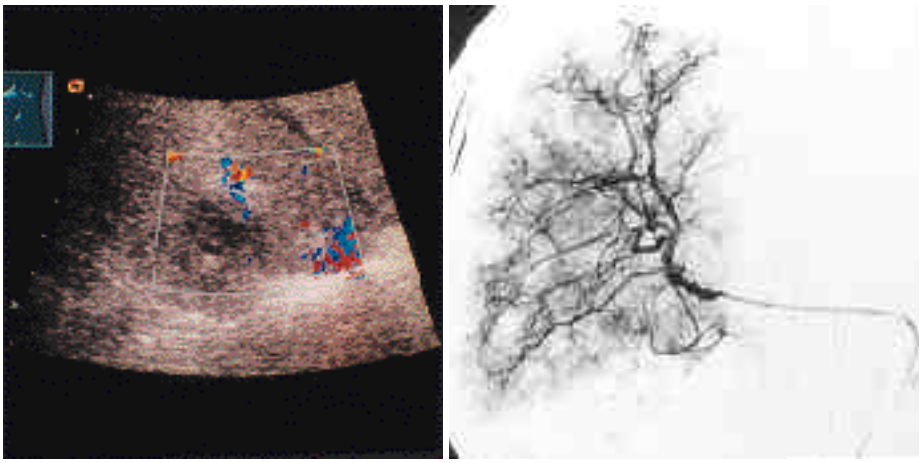
Table 2. Comparison of Findings of Color Doppler US and DSA after TACE of 104 HCCs

Pulsatile Arterial Flow at Color Doppler US	Tumor Staining at DSA		Total
	Presence	Absence	
Presence	37	-	37
Absence	1	66	67
Total	38	66	104



A B

Fig. 1. Hypervascular HCC after TACE
A. Color Doppler US with spectral analysis demonstrates a pulsatile arterial flow within the lesion.
B. DSA confirms the presence of tumor staining and supplying arteries (arrow).



A B

Fig. 2. Hypovascular HCC after TACE
A. Color Doppler US image reveals no intratumoral blood flow signals within the lesion located at right upper hepatic lobe.
B. DSA confirms the absence of tumor stain at the level of the lesion.

개 병변의 크기는 3.4 - 12.5 cm(평균 5.9 cm)이었다. 이들의 최고 수축기 속도는 4.2 - 220 cm(평균 59.0 cm/sec, 표준 편차 52.3)이었다. 말기 이완기 속도, 저항 계수, 박동 계수는 각각 0 - 108 cm/sec(평균 21.7 cm/sec, 표준 편차 23.9), 0.64 - 1.0(평균 0.64, 표준 편차 0.14), 0.55 - 2.78(평균 1.14, 표준 편차 0.52)이었다. 종양 내부에서 동맥이 없이 정맥만 보인 경우는 없었다. 그리고 종양 내부에 색채 도플러 초음파 검사에서 동맥과 정맥 등 어떠한 혈관도 보이지 않은 경우가 전체 104 간암 병변 중 67개(64.4%) 있었다 (Fig. 2)(Table 2). 이들 병변들은 추가적으로 실시한 펄스 도플러 혹은 출력 도플러 초음파에서도 종양 내부 혈관을 발견할 수 없었다. 이들 67개 병변의 크기는 0.7 - 6.3 cm(평균 3.2 cm)이었다. 87명 환자 모두에서 초음파 검사를 한 지 1시간 이내에 실시한 DSA를 실시하였다. DSA 검사에서 104개의 병변 중 38개(36.5%)는 종양 염색 혹은 신혈관 형성을 보였고 이들 중에는 색채 도플러 초음파에서 종양 내 동맥성 혈관을 보인 37개의 간암이 포함되어 있었다 (Table 2). 그 외 나머지 66개 병변(63.5%)에서는 DSA 검사상 이전에 TACE를 시행했던 부위에 아무런 재발의 소견이 보이지 않았고, 이들은 모두 DSA 검사 직전 시행하였던 도플러 초음파에서 종양 내부에 혈류가 없었다. 그리고 이들 66개 간암은 도플러 초음파 검사에서 종양 혈관을 보이지 않았던 67개 병변에 포함되었다. 따라서 DSA에서 간암의 종양 염색이 확인된 38개 병변 중 1예를 전향적으로 시행한 색채 및 펄스 도플러 초음파 검사에서 종양 내부의 혈관을 찾아내지 못하였다. 이 한 예는 DSA에서 색전되었던 간암의 일부에서 희미한 종양 염색을 보였다 (Fig. 3). 이 종양은 Couinaud 분류에 의한 Ⅷ번 간 분절에 위치하였으며, 크기는 4.6 cm이었고, 표면에서의 깊이는 5 cm이었다. 결과적으로, 종양의 크기, 병변까지의 깊이, 종양의 간 내 위치 등은 색채 및 펄스 도플러 초음파 검사의 종양 내부 혈관을 찾는 데에 영향을 미치지 않았다. 전체적으로 보면, 성공적으로 TACE 치료를 받은 간암의 추적 검사에서 종양 내부의 동맥성 혈관을 확인하여 재발을 진단하기 위한 색채 도플러 초음파의 민감도, 특이도, 정확도는 각각 97.4%(95% 신뢰 구간 92.2 - 100%, 이하 괄호는 95% 신뢰 구간), 100% (100%), 99.0%(99.0 - 99.1%)이었다. 그리고 추적 검사 도중 DSA에서 과혈관성 간암의 병변을 예측할 수 있는 색채 도플러 초음파의 양성 예측치와 음성 예측치는 각각 1 (1)과 0.99(0.97-1)였다.

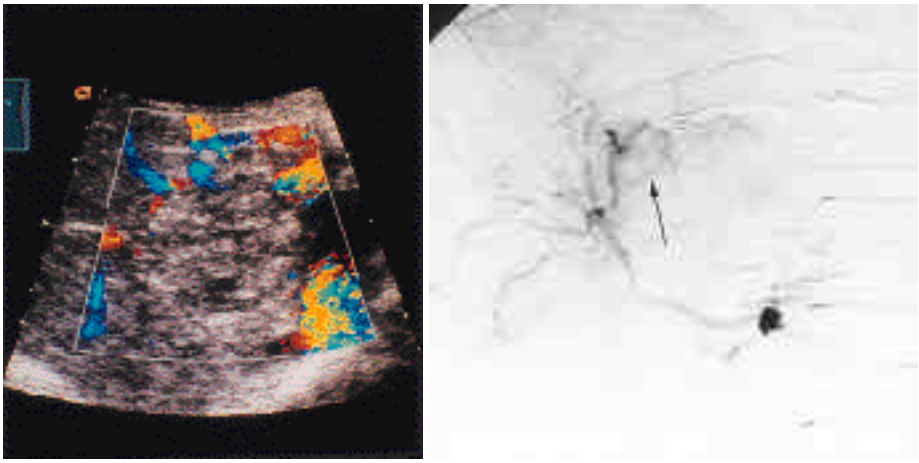


Fig. 3. Angiographically hypervascular HCC after TACE showing false negative result at color Doppler US
A. Color Doppler US image shows absence of intratumoral blood flow signals within the lesion.
B. At DSA, the lesion (arrow) is partially and faintly stained.

고 찰

간암은 최근 30년 동안 한국과 일본 등 극동 아시아에서 꾸준히 증가되어 왔었다 (9-11). 또한 간암은 여전히 치료하기 힘든 암들 중 하나로 남아 있다. 외과적 절제술이 가장 좋은 치료법이지만, 간암으로 진단되는 당시 이미 동반된 간 경화증이나 다발성 병변 등의 이유로 수술이 불가능한 경우가 상당히 많다 (12). 더구나 간암의 외과적 간 절제술 이후 5년 내 재발율은 매우 높아서 55 - 80%에 이른다 (13,14). 그러므로 비수술적인 치료가 중요한 위치에 서게 되었다. 여러 가지의 비수술적인 치료법들 중 TACE는 특히 외과적 수술이 불가능한 경우에 환자들의 생존 기간을 늘이는 데에 큰 잠재력을 보여 주었다. 간암 치료에 있어서 TACE의 이론적 배경은 간실질이 문맥과 간동맥의 두 가지 혈관으로부터 영양 공급을 받는 데에 반하여, 간암은 거의 대부분의 경우에서 동맥에 의해서만 공급되어 진다는 것이다 (15,16). 하지만 간동맥에 대한 화학색전술에 의해 간암의 완전한 괴사를 야기 시키는 것은 매우 어려워 TACE 치료 후에도 종양은 남아 있거나 종종 재발을 한다 (6). TACE 뿐 아니라 경피적 에탄올 주입, 방사선 치료 등 비수술적인 간암 치료 후의 재발율은 외과적인 절제술에 비하여 높다 (17). 그러므로 TACE 치료를 받은 간암 환자에서 정기적인 방사선과적 추적 검사는 중요하고 필수적이다. 추적 검사에서 간암의 재발이 의심되면, 혈관 촬영으로 종양 염색을 확인하고 종양을 공급하는 간동맥을 통하여 추가적인 TACE를 시행한다 (18). 때로 재발이 의심되어 추가적인 TACE를 시행하기 위한 혈관촬영을 하는 도중 종양 염색 혹은 신혈관 형성이 없으면 TACE를 하지 못하는 경우가 가끔 있기도 한다. 그러므로, TACE를 시행하기 전에 간암의 공급 동맥을 확인하는 것이 바람직하고 중요하다. 간암의 혈류학적인 검사를 하기 위한 방법들 중에는 색채 도플러 초음파 이외에 나선식 CT, 동적(dynamic) MRI, 혈관촬영술 등이 있다 (6,19,20). 간암의 TACE 치료 후 추적 검사법으로써 색채 도플러 초음파와 다른 검사법들을 비교하여 보면, 나선식 CT는 Lipiodol을 이용한 TACE후에는 조영 전 CT에서 방사선 불투과성의 Lipiodol이 간암 종양에 남아 있을 수 있고, 이는 동맥기의 나선식 CT에 종양이 조영되는 것을 관찰하는 데에 방해가 될 수 있고 조영제를 사용하여야 하고 비용이 더 비싸다. 동적 MRI는 촬영 시간이 길고 이 또한 비용이 비싸고 조영제가 사용되어야 한다 (21). 혈관 촬영술은 가장 정확한 혈류학적인 검사법이지만 침습적이어서 일상적인 추적 검사로는 부적절하다. 반면에 색채 도플러 초음파는 비용 면에서 타 검사법에 비하여 경제적이며 조영제를 이용하지 않고, 또한 Lipiodol이 침착된 종양이 고에코성으로 초음파에서 관찰되더라도 붉거나 푸른색으로 표현되는 혈관을 보여 줄 수 있다. 그리고 비침습적이며 간편하여 외래에서 간편하게 이용할 수 있다.

최근에 출력 도플러 초음파 검사법이 간종양의 혈류를 평가하는 데에 색채 도플러 초음파보다 더욱 예민하다고 보고하였다 (22,23). 하지만 본 연구에서 색채 도플러 초음파는 간암에서 동맥 혈관을 보여 주는 데에 비교적 충분하였다. 전체 104개의 간암에서 위음성 결과를 보인 경우는 한 예 뿐이었고 출력 도플러 초음파에서 또한 혈류를 보여주지 못 하였다. 그리고, 간의 깊은 위치에 있거나 크기가 작은 간암의 혈류에 대하여 색채 도플러 초음파가 단점이 있다는 최근의 보고가 있었지만 (24,25), 본 연구에서는 위치나 크기가 결과에 영향을 주지 못하였다. 병변 104개의 크기는 0.7 - 12.5 cm(평균 4.14 cm)이었고 깊이는 2 - 10 cm(평균 4.9 cm)이었다. 색채 도플러 초음파에서 위음성 결과를 보인 한 예는 4.3 cm의 크기였고 5 cm의 깊이에 위치하였다. 이 병변은 DSA에서 종양 전체의 크기에 비하여 부분적이고 희미한 종양 염색을 보였다. 저자들의 경우에서 색채 도플러 초음파가 이전의 보고들에 비하여 비교적 좋은 결과를 보인 것은 최근에 이루어진 초음파 기계의 급속한 발전에 기인한다고 사료된다. 그리고 본 연구에서 색채 도플러 초음파 검사를 하면서 종양 내부에 동맥 이외에 정맥 신호를 발견하였는데, 이들은 대부분 문맥이고 일부는 간정맥이었다. 하지만 저자들은 이 정맥들을 결과에 포함시키지 않았는데, 이러한 종양 내에 보여진 정맥을 DSA의 소견과 연관시키기 힘들었다. 보고에 의하면 도플러 초음파의 비박동성(nonpulsatile) 파형은 종양 염색을 반영하는 소견일 수 있다고 하였지만 (5,26), 본 연구에서 확인된 대부분의 정맥들은 수입성(afferent)이 아닌 수출성(efferent)이었다. 더구나 종양 내에서 정맥을 보

인 종양의 모든 예에서 동맥이 함께 발견되었다. TACE 이후 재발한 간암의 색채 및 펄스 도플러 초음파 검사에서 최고 수축기 속도를 살펴보면, 본 연구에서는 종양 내부 동맥 혈류의 평균 속도가 59 cm/sec이었다. 이는 다른 보고에서의 결과인 51 - 59 cm/sec와 비슷하였다 (6,27,28). 그리고 말기 최저 이완기 속도는 본 연구에서 평균 22 cm/sec이었지만, 여기에 대한 다른 연구 보고는 저자들이 아는 바로는 없었다. 하지만 치료받지 않았던 간암에서의 보고에서는 말기 최저 이완기 속도는 11 cm/sec로 저자들의 결과에서보다 낮은 수치를 보였다 (6). 이는 종양의 크기에 따라 다를 수 있고, 측정 부위가 종양의 중심부인지 혹은 주변부인지에 따라 측정 속도가 달라지기 때문에 직접적인 비교는 힘들다 (29). TACE를 시행한 간암 환자에서 정기적인 추적 검사법으로서의 색채 도플러 초음파 검사는 약간의 제한점을 가지기 때문에 항상 가능한 것은 아니다. 숨을 충분히 참을 수 없거나 검사대에 눕지 못하는 환자와 초음파가 미치지 못하는 우측 간 위쪽에 종양이 위치하는 경우 등이 그러하다. 또한, 간암이 저혈관성(hypovascular)인 경우 재발을 확인하는 데이 색채 도플러 초음파는 유용하지 못하다. 본 연구에서 TACE 이후 조직 생검없이 US와 DSA의 소견만으로 잔류 종양이나 재발로 진단하여 추가적인 TACE를 실시하였는 데, 간암은 혈관이 풍부한 종양이므로 재발에는 거의 대부분 신혈관 형성이 동반되고 또한 종양 혈관이 있으면 종양이 생존력이 있다는 것을 의미하기 때문이다 (6,8).

결론적으로, 색채 및 도플러 초음파 검사는 TACE 시행 이후 간암의 동맥성 혈관재생(revascularization) 유무를 관찰하고 재발을 확인하여 추가적인 TACE를 시행하는 데에 유용한 정기적인 추적 검사법이다.

참 고 문 헌

1. Taniguchi K, Nakata K, Kato Y, et al. Treatment of hepatocellular carcinoma with transcatheter arterial embolization. *Cancer* 1994; 73:1341-1345
2. Nakamura K, Tashiro S, Umemura K, Konno T, Tanaka M, Yokohama I. Studies on the anticancer treatment with oily anticancer drug injected into the ligated hepatic artery for liver cancer. *Nichidoku Iho* 1979; 24(4):675-682
3 Nakamura K, Tashiro S, Hiroka T, et al. Studies on the anticancer treatment with an oily anticancer drug injected into the ligated hepatic artery for liver cancer. *Cancer* 1983; 52:2193-2200
4. Charnsangavej C, Chuang VP, Wallace S, Soo CS, Bowers T. Work in progress: transcatheter management of primary carcinoma of the liver. *Radiology* 1983; 147:51-55
5. Mochida S, Hayashi S, Ogata I, et al. Usefulness of pulsed Doppler ultrasound in detection of angiographically evident recurrence of hepatocellular carcinoma after arterial embolization treatment. *Hepatology* 1991; 13:434-7
6. Tanaka K, Inoue S, Namata K, et al. Color Doppler sonography of hepatocellular carcinoma before and after treatment by transcatheter arterial embolization. *Am J Radiol* 1992; 158:541-546
7. Lencioni R, Caramella D, Bartolozzi C. Hepatocellular carcinoma: use of color Doppler US to evaluate response to treatment with percutaneous ethanol injection. *Radiology* 1995; 194:113-118
8. Okuda K, Obata H, Jinnouchi S, et al. Angiographic assessment of gross anatomy of hepatocellular carcinoma: comparison of celiac angiogram and liver pathology in 100 cases. *Radiology* 1977; 123: 21-29
9. Nelson RC, Chezmar JL. Pathology and imaging of hepatocellular neoplasms: are findings from Asian populations applicable to non-Asian groups? *Am J Radiol* 1993; 160:1188-1190
10. Rubin E, Farber JL. *The liver and biliary system*. In Rubin E, Farber JL. *Pathology*. 2nd ed. Philadelphia, Pa: J. B. Lippincott company, 1994; 705-784
11. Takano S, Yokosuka O, Imazeki F, Tagawa M, Omata M. Incidence of hepatocellular carcinoma in chronic hepatitis B and C: a prospective study of 251 patients. *Hepatology* 1995; 21:650-655
12. Okuda K, Ohtsuki T, Obata H, et al. Natural history of hepatocellular carcinoma and prognosis in relation to treatment. *Cancer* 1985; 56:918-928
13. Zhou XD, Tang ZY, Yu YQ, et al. Recurrence after resection of alpha-fetoprotein-positive hepatocellular carcinoma. *J Cancer Res Clin Oncol* 1994; 120:369-73
14. Chen MF, Hwang TL, Jeng LB, Wang CS, Jan YY, Chen SC. Postoperative recurrence of hepatocellular carcinoma. Two hundred five consecutive patients who underwent hepatic resection in 15 years. *Arch Surg* 1994; 129:738-42
15. Higuchi T, Kikuchi M, Okazaki M. Hepatocellular carcinoma after transcatheter hepatic arterial embolization. *Cancer* 1994; 73:2259-2267
16. Yamada R, Sato M, Kawabata M, Nakabuta K, Nakamura K, Takashima S. Hepatic artery embolization in 120 patients with unresectable hepatoma. *Radiology* 1983; 148:397-401
17. Yoshikawa M, Ebara M, Fukuda H, Sugiura N, Saisho H. Diagnosis and treatment for recurrent hepatocellular carcinoma. *Gan To Kagaku Ryoho* 1998; 25:327-332
18. Nakagawa N, Castaneda-Zuniga WR. *Transcatheter chemoembolization for hepatocellular carcinoma and other promising transarterial therapies*. In Cataneda-Zuniga WR, Tadavarthy SM, Qian Z, Ferral H, Maynar M. *Interventional radiology*. 3rd ed. Baltimore : Williams & Wilkins, 1997:138-158
19. Choi BI, Lee HJ, Han JK, Choi DS, Seo JB, Han MC. Detection of hypervascular nodular hepatocellular carcinomas: Value of triphasic helical CT compared with iodized-oil CT. *Am J Radiol* 1997; 168:219-224
20. Kuwata Y, Hirot S, Sugimoto K, et al. Clinical evaluation of dynamic MR imaging in the re-diagnosis of therapeutic effect and recurrence after transcatheter arterial embolization for hepatocellular carcinoma. *Gan To Kagaku Ryoho* 1994; 21:1235-1240
21. Murakami T, Nakamura H, Tsuda K, et al. Treatment of hepatocellular carcinoma by chemoembolization: Evaluation with 3DFT MR imaging. *Am J Radiol* 1993; 160:295-299
22. 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
23. Yong LK, Yang WT, Chan KW, Metreweli C. Hepatic hemangioma: quantitative color power US angiography - facts and fallacies. *Radiology* 1998; 207:51-57
24. Lencioni R, Pinto F, Armillota N, Bartolozzi C. Assessment of tumor vascularity in HCC: Comparison of power Doppler US and color Doppler US. *Radiology* 1996; 201:353-358
25. Lagalla R, Caruso G, Finazzo M. Monitoring treatment response with color and power Doppler. *Eur J Radiol* 1998; 27 (Suppl 2): S149-156
26. Yasuhara K, Kimura K, Ohto M, e al. Pulsed Doppler in the diagnosis of small liver tumors. *Br J Radiol* 1988; 61:898-902
27. Tanaka K, Okazaki H, Nakamura S, et al. Hepatocellular carcino-

ma: treatment with a combination therapy of transcatheter arterial embolization and percutaneous ethanol injection. *Radiology* 1991; 179:713-717
28. Numata K, Tanaka K, Mitsui K, Morimoto M, Inoue S, Yonezawa H. Flow characteristics of hepatic tumors at color Doppler sonography: Correlation with arteriographic findings. *Am J Radiol* 1993; 160:515-521
29. Shimamoto K, Sakuma S, Ishigaki T, Ishguchi T, Itoh S, Fukatsu H. Hepatocellular carcinoma: Evaluation with color Doppler US and MR imaging. *Radiology* 1992; 182:149-153

J Korean Radiol Soc 1999;41:1167-1172

Color Doppler Ultrasound of Hepatocellular Carcinoma : Evaluation of Recurrence after Transcatheter Arterial Chemoembolization[1]

Jong Min Kim, M.D, Jin Do Huh, M.D, Young Duk Cho, M.D, Sang Uk Lee, M.D[2]

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Medical college, Kosin University*
[2]*Department of Internal Medicine, Medical college, Kosin University*

Purpose : To evaluate the efficacy of color and pulsed Doppler ultrasound (US) for the detection of arterial revascularization of hepatocellular carcinoma (HCC) after transcatheter arterial chemoembolization (TACE).
Materials and Methods : One hundred and four histologically proven HCCs (0.7-12.5 cm, mean 4.14 cm) of 87 consecutive patients who had undergone TACE using a Lipiodol-chemoagent suspension were examined using color Doppler equipment. The criteria for diagnosing arterial revascularization of HCC were detection of inward blood vessels within HCC and demonstration by spectral Doppler US of pulsatile arterial flow within the vessel. Color Doppler US was prospectively performed using a multi-Hertz probe (2.5-5 Hz), and was followed by digital subtraction angiography (DSA).
Results : In 37 of 104 HCCs in 87 patients treated with TACE, color and spectral Doppler US demonstrated intratumoral arterial flows, with peak systolic velocity of 4.2-220 (mean, 59) cm/sec. DSA revealed neovascularity or tumor stains in 38 HCCs (3.4-12.5 cm, mean 5.9 cm in size) including 37 which on Doppler US showed arterial flow. The remaining 66 of 104 HCCs (0.7-6.3 cm, mean 3.2 cm) did not stain during DSA. Doppler US showed a false negative result in only one HCC (4.6 cm, located at segment Ⅷ of the Couinaud classification), which stained faintly during DSA. The sensitivity, specificity, and accuracy of color and spectral Doppler US used for the detection of recurrent HCC were 97.4%, 100%, and 99%, respectively.
Conclusions : Color and spectral Doppler US is an effective method for the evaluation of arterial revascularization of HCC after TACE.

Index words : Liver neoplasms, blood supply
Liver neoplasms, diagnosis
Liver neoplasms, therapy
Liver neoplasms, US
Ultrasound (US), Doppler studies

Address reprint requests to : Jong Min Kim, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Medical College, Kosin University
#34 Amnam-Dong, Seo-Ku, Pusan, 602-702, Korea.
Tel. 82-51-240-6341 Fax. 82-51-255-2764 E-mail. jmk@medikorea.net