대한영상의학회지 2006;55:361 - 371

복강 내 체액의 감별에 있어서 생체 외 양성자 자기공명분광법의 유용성[1]

오정원 · 신상수 · 정용연[2] · 송상국 · 임효순[2] · 선현주 · 김재규 · 정광우 · 강형근[2]

목적: 생체 외 (*in vitro*) 양성자 (^1H) 자기공명분광법 (magnetic resonance spectroscopy: MRS)이 다양한 복강 내 체액을 감별하는데 있어 유용한 검사방법이 될 수 있는지를 평가하고자 하였다.

대상과 방법: 진단 또는 치료 목적으로 경피적 배액술을 시행한 환자들로부터 얻은 총 30개의 체액을 대상으로 하였다. 각각의 체액은 육안소견과 냄새에 따라 크게 화농성 체액 (*n*=12)과 비화농성 체액(*n*=18)으로 분류하였다. 비화농성 체액은 다시 출혈성 체액 (*n*=2), 조직파편이 있는 장액성 체액 (*n*=2), 조직파편이 없는 장액성 체액 (*n*=14)의 3가지 군으로 분류하였다. 또한, 각각의 체액은 세포학적 검사에서 악성 세포의 검출 유무에 따라 양성 체액 (*n*=23)과 악성 체액(*n*=7)으로 구분하였다. 모든 체액에 대하여 생화학적 검사와 배양 검사를 시행하여 알부민과 lactate의 농도를 측정하고 아울러 다양한 종류의 균주의 존재 유무를 조사하였다. 생체 외 ^1H MRS 데이터를 얻기 위해서 1.5T 자기공명영상 기기와 두부코일을 사용하였으며, PRESS (point resolved spectroscopy) 펄스파형 (TR/TE=2000/30 msec)과 물 (H_2O) 신호 억제 기법을 이용하여 MR스펙트럼을 얻었다. 한 명의 영상의학과 전문의와 한 명의 물리학자가 합의하에 MR스펙트럼의 파형을 분석하였다.

결과: 총 30예의 검체들로부터 얻은 스펙트럼은 lipid (0.9/1.3 ppm), lactate (1.3 ppm), acetate (1.9 ppm), 그리고 succinate (2.4 ppm) 피크의 검출 유무를 기준으로 하여 8가지 유형으로 분류하였다. 화농성 체액 (*n*=12)의 MR 스펙트럼의 유형은 pattern - 1이 7예 (58%), pattern - 2가 2예 (17%), pattern - 3이 1예 (8%), pattern - 6이 1예 (8%), pattern - 8이 1예 (8%)였다. 비화농성 체액 (*n*=18)의 MR 스펙트럼의 유형은 pattern - 4가 1예 (6%), pattern - 5가 5예 (28%), pattern - 6이 1예 (6%), pattern - 7이 3예 (17%), pattern - 8이 8예 (44%)였다. 화농성 체액과 비화농성 체액의 스펙트럼 유형은 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < .05$). 양성 체액 (*n*=23)의 MR스펙트럼의 유형은 pattern - 1이 7예 (30%), pattern - 2가 2예 (9%), pattern - 3이 1예 (4%), pattern - 4가 1예 (4%), pattern - 5가 3예 (13%), pattern - 6이 2예 (9%), pattern - 7이 1예 (4%), pattern - 8이 6예 (26%)였다. 악성 체액 (*n*=7)의 MR 스펙트럼의 유형은 pattern - 5가 2예 (29%), pattern - 7이 2예 (29%), pattern - 8이 3예 (43%)였다. 양성 체액과 악성 체액의 스펙트럼 유형은 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ($p= .300$).

결론: 생체 외 양성자 자기공명분광법은 화농성 체액과 비화농성 체액의 감별진단에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

전산화단층촬영술 (computed tomography: CT)은 우수한 공간 분해능과 연부조직의 음영도 차이를 비교적 자세하게 구분해 낼 수 있고, 체액의 위치와 파급범위를 결정해 줄 수 있기 때문에, 복수 (ascites)가 있는 환자에서 그 양상과 원인을 평가하기 위해 주로 사용되는 영상진단 방법이다 (1). 그러나 CT는 농양, 답즙액, 장액성 복수, 악성 복수, 유미액 등과 같은 다양한 성상의 복강 내 체액을 생화학적 측면에서 구분하고 특징 지우는 데에는 한계가 있다 (2 - 4). 초음파 검사에서는 체액 내부의 에코를 통해 체액의 성상이 균질한지 아니면 찌꺼

[1]전남대학교병원 진단방사선과
[2]화순전남대학교병원 진단방사선과
이 논문은 2006년 3월 2일 접수하여 2006년 5월 29일에 채택되었음.

기가 포함된 불균질한 내용물이 들어있는지를 알 수 있지만 체액 감별에 대한 특이도가 부족하다. 핵의학 검사는 비용과 검사시간이 많이 걸리는 단점 때문에 복강 내 체액을 평가하는데 잘 사용되지 않는다(5). 자기공명영상(magnetic resonace imaging: MRI)은 조직 대조도가 우수한 영상을 얻을 수 있으며 소량의 복수를 진단하는데 유용하다. 또한, 몇몇 연구들에서는 MRI를 이용하여 체액의 상대적인 자기이완시간을 측정하여 체액들을 감별하고자 하는 시도가 있었다(1, 6-8). Brown 등(6)은 자기이완시간을 이용하면 다양한 복강 내 체액들을 감별하는데 유용한 정보를 얻을 수 있으나, 각각의 체액에 대하여 감별할 수 있는 생화학적인 정보의 특이도가 부족하기 때문에 임상적으로 이용하기에는 한계가 있다고 하였다. 이와 같이 영상진단만으로는 다양한 성상의 복강 내 체액을 감별하는 것이 어렵기 때문에 진단목적의 체액 흡인술이나 배액술이 흔히 시행되고 있다.

1970년대 후반, 기초임상 의학 분야에 첫선을 보인 MRI는 1980년대 초반에 들어서면서 비약적인 발전을 거듭하여, 오늘날에는 의료진단 영상장비로서 매우 중요한 자리를 차지하게 되었다. 그러나 MRI는 병리변화 과정에서 수반되는 세포조직 내의 생리 · 생화학적 변화를 측정할 수 없기 때문에 병변유발의 기전이나 병인 등을 해석할 수 없다는 한계점을 안고 있으며, 이러한 점을 보완할 수 있는 새로운 기법이 바로 생체 내(*in vivo*) 양성자(^{1}H) 자기공명분광법(magnetic resonance spectroscopy: MRS)이다(9, 10). 즉, MRI가 인체조직에 함유되어 있는 수소원자(^{1}H)의 분포도를 영상 처리하여 조직의 물리학적인 특징, 즉 형태 · 해부학적인 측면을 보여주는 반면, 생체 내 MRS는 대상 조직의 화학적인 특징, 즉 대사산물의 생화학적인 정보를 제공한다고 말할 수 있다(11, 12). 생체 내 MRS는 비침습적인 진단방법으로서 세포단위의 대사과정을 정성 · 정량적으로 측정할 수 있으므로, 조직에 산재해 있는 대사화합 물질의 종류를 밝혀낼 수 있을 뿐만 아니라 각 대사물질의 변화량도 동시에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 MRS는 형태 · 해부학적인 변화가 오기 전에 세포의 대사과정의 변화가 먼저 일어난다는 병리학적인 사실에 근거하여 진단에 많은 도움을 주고 질병의 치료 효과를 평가하는데 성공적으로 사용되어 왔다(13-16). 더욱이 1990년대부터 3차원적 정위선정(localization)과 수분억제(water-suppression) 기법의 개발, 생체용 경사보정(gradient shimming) 코일의 개발과 함께 컴퓨터 공학의 발달로 인하여 MRS는 인체조직을 비침습적으로 검색할 수 있는 이상적인 방법으로 각광받기 시작했다(17).

그러나 생체 내 MRS는 움직임에 매우 민감한 검사 방법으로 생리적, 신체적 움직임에 의해 검사 결과가 크게 영향을 받기 때문에 인체 내에서의 연구는 주로 움직임이 적은 두개 내 병변을 대상으로 이루어져 왔으며, 농양과 다양한 원인의 낭성 병변들을 감별하려는 연구들도 주로 대뇌의 병변들을 대상으로 하고 있다(18-22). 따라서 복강 내의 다양한 체액을 추출하여 대사물질을 정성, 정량 분석할 수 있는 생체 외(*in vitro*) MRS를 현재 임상에서 사용하고 있는 MR scanner를 이용할 경우 복강 내의 체액들을 질병에 따라 감별할 수 있을 것으로 믿는다. 현재까지 복강 내 체액을 대상으로 한 생체 외 MRS의 연구는 드문 실정이다(23-25). 최근의 한 연구에 의하면 화농성 체액과 비화농성 체액을 감별하는데 MRS가 유용하게 사용될 수 있다는 가능성을 제시하였다(25).

이 연구에서는 생체 외 ^{1}H MRS를 이용하여 인체 복강 내의 다양한 종류의 체액을 생화학적인 측면에서 감별하고 나아가서는 생체 외 MRS의 임상적 유용성을 평가하고자 하였다.

대상과 방법

시료준비

복강 내 체액의 분류

진단 또는 치료 목적으로 경피적 배액술을 시행한 환자들에서 얻어진 30개의 체액을 대상으로 하였다. 각각의 체액은 육안소견과 냄새에 따라 화농성 체액(n=12)과 비화농성 체액(n=18)으로 분류하였다. 배액된 체액이 누르무레한 걸쭉한 액체로서 고약한 냄새가 나는 경우에는 화농성 체액으로, 그렇지 않았으면 비화농성 체액으로 구분하였다. 비화농성 체액은 다시 출혈성 체액(n=2), 조직파편이 있는 장액성 체액(n=2), 조직파편이 없는 장액성 체액(n=14)의 3가지 군으로 분류하였다. 화농성 체액은 수술 후 발생한 경우가 9예, 간 농양 2예, 그리고 결핵성 요근 농양이 1예였다. 출혈성 체액은 2예 모두 외상 후 발생한 혈복증의 경우였다. 조직파편이 있는 장액성 체액은 수술 후 발생한 경우가 1예, 자발성 세균성 복막염에 의한 경우가 1예였다. 조직파편이 없는 장액성 체액은 수술 후 발생한 경우가 8예, 간경변에 의한 경우가 5예, 간세포암을 동반한 간경변에 의한 경우가 1예였다. 또한, 각각의 체액은 세포학적 검사에서 악성 세포의 검출 유무에 따라 양성 체액(n=23)과 악성 체액(n=7)으로 구분하였다.

체액의 검사 및 분석

모든 체액에 대하여 생화학적 검사와 배양 검사를 시행하였다. 검사 소견을 기준으로 하여 알부민 농도, lactate 농도, 배양된 균주를 기록하였다. 혈청 알부민 농도와의 차이가 1.1 g/dL 이상인 경우를 누출액(transudate)으로, 이하인 경우를 삼출액(exudate)으로 구분하였다.

체액의 보관

얻어진 체액들은 각각 30 mL를 살균된 플라스틱 용기에 밀봉하여 3-4 ℃의 냉장고에 보관하였다. 보관된 체액들은 24시간 이내에 자기공명분광법을 시행하였다. 검사를 시행할 때는 검체를 실온 상태로 유지하였다. 체액의 냉장 보관이 검사 결과에 미치는 영향을 확인하기 위하여 화농성 체액 3예와 비화농성 체액 3예는 배액술 시술 후 2시간 이내와 24시간에 두 차례 검사를 시행하였다.

양성자 자기공명분광법(^{1}H MRS)

^{1}H MRS 데이터를 얻기 위해서 1.5T Signa Excite

Twinspeed MR Scanner (GE Healthcare, Milwaukee, U.S.A.)를 사용하였으며, 새장 (birdcage)형의 두부코일을 이용하여 다음의 절차에 따라서 [1]H MRS의 기초자료 (즉, FID)를 얻은 후, 후처리 과정을 통하여 정성분석에 이용할 MR 스펙트럼을 얻었다.

관심구역의 설정

산화에 의한 내용물의 변질과 소실을 최소화하기 위해 체액을 담은 플라스틱 용기를 젤(gel)로 채워진 박스 안에 넣은 후, 두부코일의 중심부에 박스를 위치시켰다. MRI에서 얻어진 측면, 축상면 영상에서 [1]H MRS의 관심구역 (volume of interest: VOI)을 설정하였으며, 이때 플라스틱 용기의 중심부에 관심구역을 설정하여 용기의 표면이 포함되지 않도록 하였다. VOI는 4.5 cm^3 (1.5 cm×1.5 cm×2 cm) 크기의 복셀(voxel)을 선정하여 [1]H MRS를 시행하였다.

국소 자기장 보정

체액이 MR 갠트리 (gantry)에 들어가면 자화율 (susceptibility) 차이 및 기타 전자기 관련 환경적인 요인에 의해서 자기장이 불균일하게 되기 때문에 3차원 공간상에서 서로 직각으로 배열해 있는 X, Y, Z축 쉬밍코일 (shimming coil)의 전류를 변화시켜 원하는 관심구역 부위 내 자기장의 균일성을 증가시켰다.

MR 스펙트럼의 획득

양성자 자기공명분광법에서 정량분석 목적으로 가장 많이 사용하고 있는 PRESS (Point Resolved Spectroscopy)라는 펄스 파형을 사용하여 검체를 64차례 반복 스캔하여 MR 스펙트럼을 얻었다. 이때 잔존한 물 (H_2O) 피크를 제거하기 위해서 화학적 이동 선택포화 (Chemical Shift Selective Saturation: CHESS) 펄스파형을 사용하였다. [1]H MRS를 얻을 때 사용한 matrix 크기는 256×256, 흥분수 (number of excitation: NEX)는 8, 반복 시간 (time to repetition: TR)은 2,000 msec, 에코 시간 (time to echo: TE)은 30 msec, 분광폭 (spectral width)은 2,500 Hz, 자료획득수 (number of data point)는 2,048로 하였으며, 스펙트럼의 총 획득시간은 2분 56초였다.

MR 스펙트럼의 후처리

PRESS 펄스를 이용하여 획득한 자유유도쇠퇴 (Free Induction Decay: FID) 신호를 SAGE™ data analysis package (GE Healthcare, Milwaukee, U.S.A.)를 통하여 다음과 같이 후처리 하였다. 먼저 가우스 (Gaussian) 여과 (filtering)를 사용하여 기초 자료의 잡음을 제거하고, 푸리어 (Fourier) 변환을 통하여 MR 스펙트럼을 얻었다. 이어서 스펙트럼의 위상 교정 (phasing)을 하고 기준선 교정 (baseline correction)을 통하여 질적으로 향상된 MR 스펙트럼을 얻었다. 스펙트럼의 위상을 교정하기 위하여 스펙트럼 상에 있는 모든 피크가 같은 비율로 교정되는 스칼라 곱의 0차 (zero order) 교정과 위상 교정의 비율이 선형적으로 증가하는 1차 (first order) 교정을 이용하였다. 특히, 스펙트럼의 분해능을 향상시키기 위하여 FID 자료를 한 차례 zero - filling한 뒤 신호대비 잡음비율 (Signal to Noise Ratio: SNR)을 증가시키기 위해서 6 Hz의 Gaussian line broadening filter를 적용시켰다.

결과 분석

한 명의 영상의학과 전문의와 한 명의 물리학자가 합의하에 MR 스펙트럼의 파형을 분석하였다. SNR 값이 5 이상으로 관찰되는 경우를 의미 있는 피크로 해석하였고 각 피크에 해당하는 공명주파수를 ppm으로 환산하여 기록하였다. 스펙트럼의 양상이 검체 군을 구분하는데 있어서의 통계학적인 유의성 판별은 Fisher's exact test를 이용하여 검증하였다. 또한, 생화학적 검사의 결과는 Mann - Whitney U test를 이용하여 통계처리하였다.

결 과

스펙트럼의 유형

총 30예의 검체들로부터 얻은 다양한 양상의 스펙트럼에서 관찰할 수 있는 공명신호들 가운데 지질 (lipid) (0.9/1.3 ppm), 젖산염 (lactate) (1.3 ppm), 아세트산염 (acetate) (1.9 ppm), 그리고 숙신산염 (succinate) (2.4 ppm) 피크가 가장 많은 빈도로 검출되었다. 각각의 검체들에서 얻은 스펙트럼은 이들 4가지 피크의 검출 유무를 기준으로 하여 8가지 유형으로 분류할 수 있었다 (Table 1).

체액의 냉장 보관이 MR 스펙트럼에 미치는 영향

화농성 체액은, 배액술 후 2시간 이내에 검사를 시행한 결과 체액 3 예 모두에서 lipid, lactate, acetate, succinate 피크를 관찰할 수 있었고, 24시간 후에 시행한 스펙트럼에서도 같은 대사물질의 공명 신호를 확인할 수 있었다. 한편, 비화농성 체액은, 조직파편이 없는 장액성 체액 3 예 모두에서는 배액술 후 2시간 이내와 24시간에 시행한 검사에서 lipid, lactate, acetate, succinate 피크는 관찰되지 않았다.

Lactate 피크의 정성, 정량분석

MR 스펙트럼에서 lactate 피크가 관찰된 검체는 17예 (57%)였고 관찰되지 않은 검체는 13예 (43%)였다 (Table 2). Lactate

Table 1. Classification of MR Spectral Patterns

MR Spectral Pattern	Resonance Detected			
	Succinate	Acetate	Lactate	Lipid
1	Yes	Yes	Yes	Yes
2	Yes	Yes	Yes	No
3	No	Yes	Yes	Yes
4	No	Yes	No	Yes
5	No	No	Yes	Yes
6	No	No	Yes	No
7	No	No	No	Yes
8	No	No	No	No

피크가 관찰된 검체군의 lactate 농도는 평균 9.11±9.42 mmol/L로서 lactate 피크가 관찰되지 않은 검체군의 평균 농도인 1.65±1.63 mmol/L에 비해 유의하게 높은 값을 보였다 ($p < .05$) (Table 3).

화농성 체액

화농성 체액 12예 가운데 삼출액이 8예(67%)였고 누출액이 4예(33%)였다. Lactate의 농도는 평균 12±9.9 mmol/L이었다. 악성 세포는 모든 예에서 검출되지 않았다. 균주는 모두 6예에서 검출되었는데 엔테로코쿠스 파이칼리스균(Enterococcus faecalis)이 1예, 엔테로박터 배설강균

Table 2. MR Spectral Patterns for Abdominal Fluid Samples

No.	Resonance Detected				MR Spectral Pattern
	Succinate	Acetate	Lactate	Lipid	
1	Yes	Yes	Yes	Yes	1
2	Yes	Yes	Yes	Yes	1
3	Yes	Yes	Yes	Yes	1
4	Yes	Yes	Yes	No	2
5	Yes	Yes	Yes	Yes	1
6	Yes	Yes	Yes	No	2
7	No	Yes	Yes	Yes	3
8	Yes	Yes	Yes	Yes	1
9	Yes	Yes	Yes	Yes	1
10	Yes	Yes	Yes	Yes	1
11	No	No	Yes	No	6
12	No	No	No	No	8
13	No	Yes	No	Yes	4
14	No	No	Yes	Yes	5
15	No	No	Yes	No	6
16	No	No	Yes	Yes	5
17	No	No	Yes	Yes	5
18	No	No	Yes	Yes	5
19	No	No	No	Yes	7
20	No	No	No	Yes	7
21	No	No	No	No	8
22	No	No	No	No	8
23	No	No	No	No	8
24	No	No	No	No	8
25	No	No	No	No	8
26	No	No	No	No	8
27	No	No	No	Yes	7
28	No	No	Yes	Yes	5
29	No	No	No	No	8
30	No	No	No	No	8

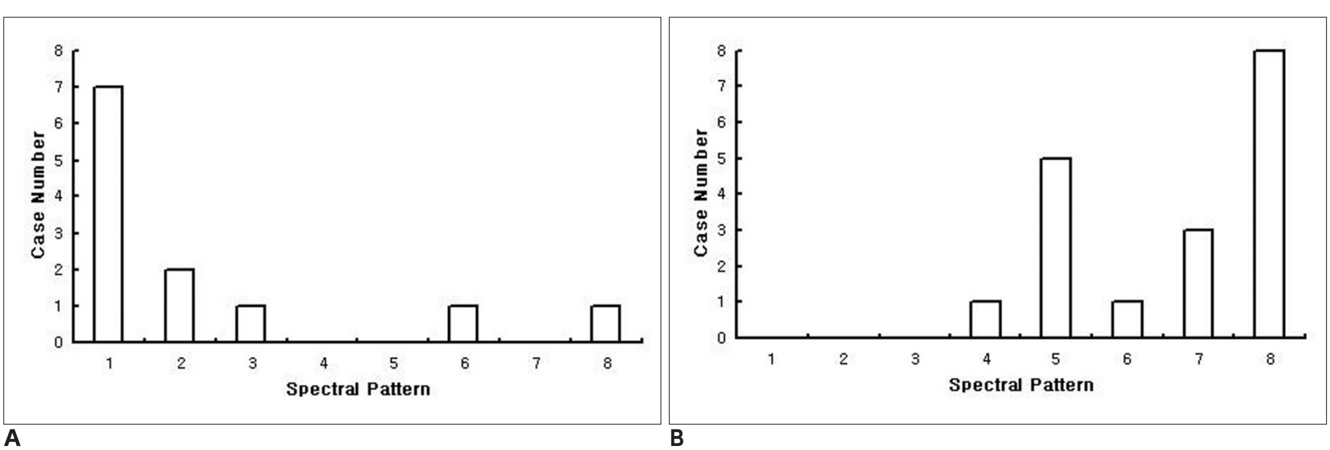


Fig. 1. Comparison of the MR spectral patterns between purulent abdominal fluid (**A**) and non-purulent abdominal fluid (**B**).

(Enterobacter cloacae)이 1예, 장내결핵균(Enterococcus avium)이 2예, 결핵균(Mycobacterium tuberculosis)이 1예, 박테로이데즈 프라질리스균(Bacteroides fragilis)이 1예였다 (Table 3).

MR 스펙트럼에서 lipid 피크는 8예(67%), lactate 피크는 11예(92%), acetate 피크는 10예(83%), succinate 피크는 9예(75%)에서 관찰되었다. MR 스펙트럼의 유형은 pattern-1이 7예(58%), pattern-2가 2예(17%), pattern-3이 1예(8%), pattern-6이 1예(8%), pattern-8이 1예(8%)였다(Figs. 1A, 3) (Table 2). 이러한 스펙트럼 유형의 분포는 비화농성 체액의 스펙트럼 분포와 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$).

Table 3. Data for Abdominal Fluid Samples

No.	Gross Finding	Cause	Transudate / Exudate	Benign / Malignant	Lactate (mmol/L)	Culture
1	Purulent	Post-operative	Exudate	Benign	7.8	E. faecalis
2	Purulent	Post-operative	Exudate	Benign	8.3	E. cloacae
3	Purulent	Post-operative	Exudate	Benign	6.5	
4	Purulent	Post-operative	Exudate	Benign	12.9	
5	Purulent	Post-operative	Transudate	Benign	13	
6	Purulent	Post-operative	Transudate	Benign	7.3	
7	Purulent	Liver Abscess	Exudate	Benign	12	
8	Purulent	Post-operative	Transudate	Benign	7	E. avium
9	Purulent	Liver Abscess	Exudate	Benign	42.5	B. fragilis
10	Purulent	Post-operative	Exudate	Benign	8.8	E. avium
11	Purulent	Psoas Abscess	Exudate	Benign	11.2	M. tuberculosis
12	Purulent	Post-operative	Transudate	Benign	6.8	
13	Bloody	Liver injury	Exudate	Benign	2.4	
14	Bloody	Kidney injury	Exudate	Benign	3.2	
15	Clear with debris	Post-operative	Transudate	Benign	4.4	
16	Clear with debris	SBP	Exudate	Benign	5.4	E. faecium
17	Clear	Post-operative	Transudate	Malignant	1.1	
18	Clear	Post-operative	Exudate	Malignant	1.2	
19	Clear	Post-operative	Transudate	Malignant	1.8	
20	Clear	Post-operative	Transudate	Malignant	1.1	
21	Clear	Liver Cirrhosis	Transudate	Benign	0.8	
22	Clear	Post-operative	Transudate	Benign	1.5	
23	Clear	Liver cirrhosis	Transudate	Benign	0.8	
24	Clear	Post-operative	Exudate	Malignant	0.6	
25	Clear	Post-operative	Exudate	Malignant	1.3	
26	Clear	Liver cirrhosis with HCC	Exudate	Malignant	1.5	
27	Clear	Liver Cirrhosis	Transudate	Benign	1.3	
28	Clear	Post-operative	Transudate	Benign	2.2	
29	Clear	Liver cirrhosis	Transudate	Benign	0.6	
30	Clear	Liver cirrhosis	Transudate	Benign	0.9	

Note.—SBP = spontaneous bacterial peritonitis. HCC = hepatocellular carcinoma.

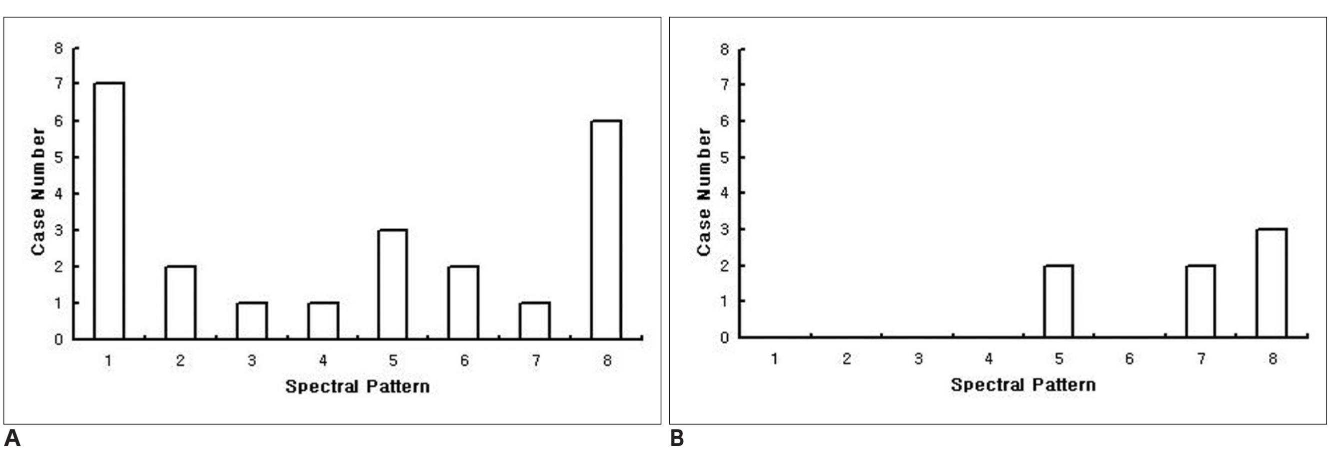


Fig. 2. Comparison of the MR spectral patterns between benign abdominal fluid (**A**) and malignant abdominal fluid (**B**).

비화농성 체액

비화농성 체액 18 예 가운데 삼출액이 7예(39%)였고 누출액이 11예(61%)였다. Lactate의 농도는 평균 1.8±1.33 mmol/L이었다. 악성 세포가 검출된 경우는 7예(39%)였고 검출되지 않은 경우는 11예(61%)였다. 균주는 1예에서 Enterococcus faecium이 검출되었다(Table 3).

MR 스펙트럼에서 lipid 피크는 9예(50%), lactate 피크는 6예(33%), acetate 피크는 1예(6%)에서 관찰되었고 succinate 피크는 모든 예에서 관찰되지 않았다. MR 스펙트럼의 유형은 pattern-4가 1예(6%), pattern-5가 5예(28%), pattern-6이 1예(6%), pattern-7이 3예(17%), pattern-8이 8예(44%)였다(Figs. 1B, 4-6) (Table 2). 이러한 스펙트럼 유형의 분포는 화농성 체액의 스펙트럼 분포와 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p < .05).

출혈성 체액

출혈성 체액 2예 모두 삼출액이었다. Lactate의 농도는 각각 2.4, 3.2 mmol/L이었다. 악성세포와 균주는 2예 모두에서 검출되지 않았다(Table 3).

MR 스펙트럼에서 lipid 피크는 2예(100%), lactate 피크는 1예(50%), acetate 피크는 1예(50%)에서 관찰되었고 succinate 피크는 2예 모두에서 관찰되지 않았다. MR 스펙트럼의 유형은 pattern-4가 1예(50%), pattern-5가 1예(50%)였다(Fig. 4) (Table 2).

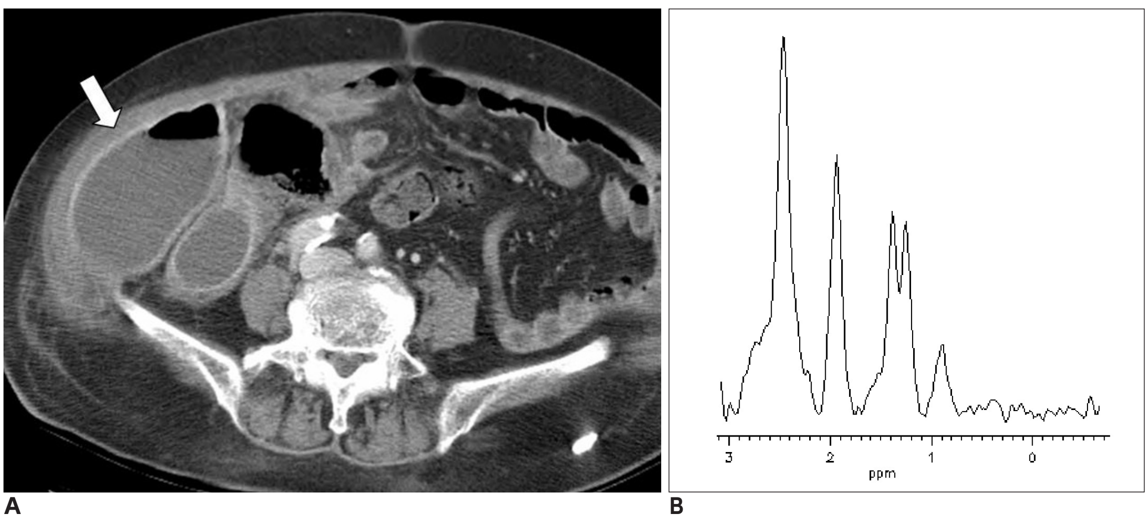


Fig. 3. Purulent and benign fluid in a 71-year-old man who underwent an operation for appendicitis. CT scan (**A**) shows an abscess (arrow) with internal air-fluid level and enhancing wall in RLQ of abdomen. MR spectrum (**B**) shows the metabolite peaks assigned to lipid (0.9/1.3 ppm), lactate (1.3 ppm), acetate (1.9 ppm), and succinate (2.4 ppm) (pattern-1).

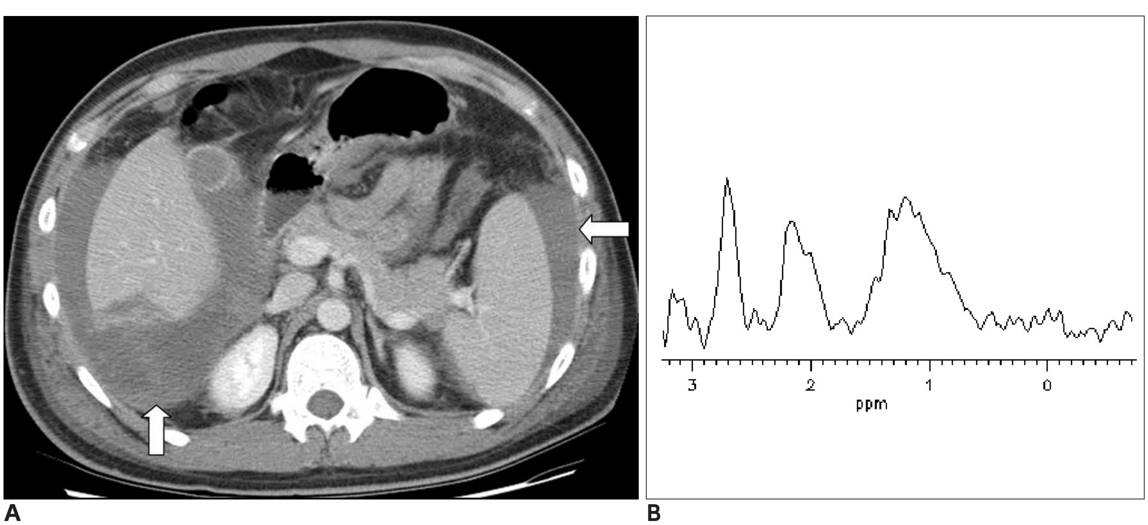


Fig. 4. Hemorrhagic and benign fluid in a 24-year-old man with blunt liver trauma. CT scan (**A**) shows hepatic laceration and ascites (arrows) in right subhepatic space and perisplenic space. MR spectrum (**B**) shows the metabolite peaks assigned to lipid (0.9/1.3 ppm) and lactate (1.3 ppm) (pattern-5).

조직파편이 있는 장액성 체액

조직파편이 있는 장액성 체액 2예 가운데 삼출액과 누출액이 각각 1예씩이었다. Lactate의 농도는 각각 4.4와 5.4 mmol/L이었다. 악성 세포는 2예 모두에서 검출되지 않았다. 균주는 1예에서 Enterococcus faecium이 검출되었다 (Table 3).

MR 스펙트럼에서 lipid 피크는 1예 (50%), lactate 피크는 2예 모두에서 관찰되었고 acetate 피크와 succinate 피크는 2예 모두에서 관찰되지 않았다. MR 스펙트럼의 유형은 pattern - 5가 1예 (50%), pattern - 6이 1예 (50%)였다 (Fig. 5) (Table 2).

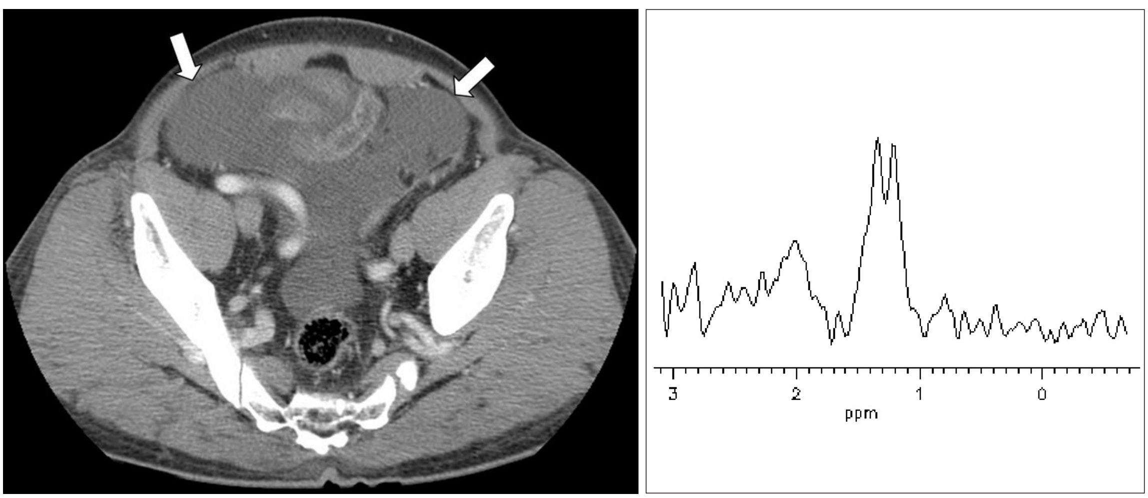
조직파편이 없는 장액성 체액

조직파편이 없는 장액성 체액 14예 가운데 삼출액이 4예 (29%)였고 누출액이 10예 (71%)였다. Lactate의 농도는 평균 1.2±0.46 mmol/L이었다. 악성 세포가 검출된 경우는 7예 (50%)였고 검출되지 않은 경우는 7예 (50%)였다. 균주는 모든 예에서 검출되지 않았다 (Table 3).

MR 스펙트럼에서 lipid 피크는 6예 (43%), lactate 피크는 3예 (21%)에서 관찰되었고 acetate 피크와 succinate 피크는 모든 예에서 관찰되지 않았다. MR 스펙트럼의 유형은 pattern - 5가 3예 (21%), pattern - 7이 3예 (21%), pattern - 8이 8예 (57%)였다 (Fig. 6) (Table 2).

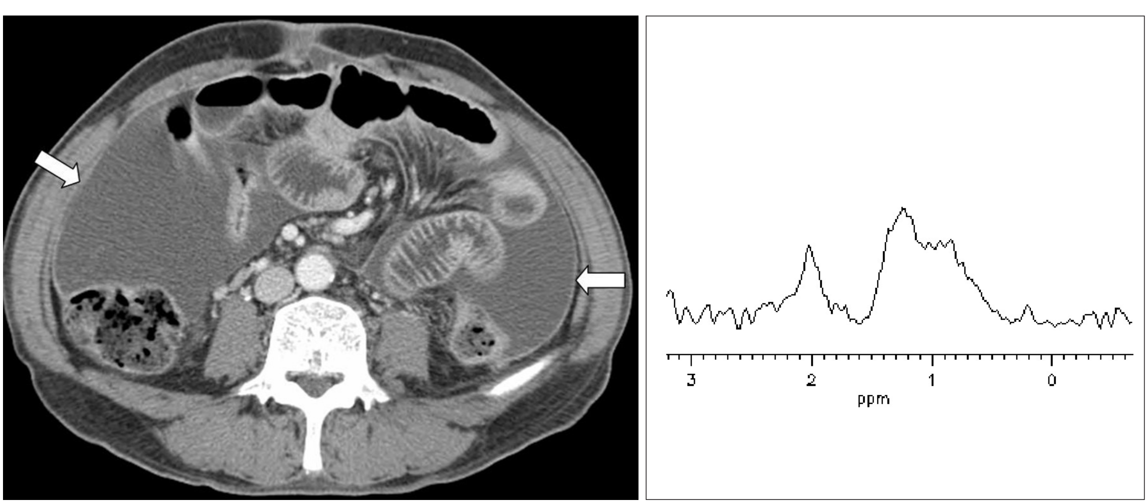
양성 체액

양성 체액 (n=23)은 삼출액이 11예 (48%)였고 누출액이 12예 (52%)였다. Lactate의 농도는 평균 7.29±8.69 mmol/L이



A B

Fig. 5. Serosanguinous fluid with debris and benign fluid in a 63-year-old man who underwent an operation for cholecystitis. CT scan (**A**) shows ascites (arrows) in pelvic cavity. MR spectrum (**B**) shows the metabolite peak assigned to lactate (1.3 ppm) (pattern-6).



A B

Fig. 6. Serosanguinous fluid without debris and malignant fluid in a 57-year-old man who underwent an operation for colon cancer. CT scan (**A**) shows ascites (arrows) in both paracolic gutters. MR spectrum (**B**) shows the metabolite peaks assigned to lipid (0.9/1.3 ppm) and lactate (1.3 ppm) (pattern-5).

었다. 균주는 모두 7예에서 검출되었는데 Enterococcus faecalis가 1예, Enterobacter cloacae가 1예, Enterococcus avium이 2예, Mycobacterium tuberculosis가 1예, Enterococcus faecium이 1예, Bacteroides fragilis가 1예였다 (Table 3).

MR 스펙트럼에서 lipid 피크는 13예(57%), lactate 피크는 15예(65%), acetate 피크는 11예(48%), succinate 피크는 9예(39%)에서 관찰되었다. MR 스펙트럼의 유형은 pattern-1이 7예(30%), pattern-2가 2예(9%), pattern-3이 1예(4%), pattern-4가 1예(4%), pattern-5가 3예(13%), pattern-6이 2예(9%), pattern-7이 1예(4%), pattern-8이 6예(26%)였다(Figs. 2A, 3-5) (Table 2). 이러한 스펙트럼 유형의 분포는 악성 체액의 스펙트럼 분포와 비교하여 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p= .300).

악성 체액

악성 체액(n=7)은 삼출액이 4예(57%)였고 누출액이 3예(43%)였다. Lactate의 농도는 평균 1.23±0.37 mmol/L이었다. 균주는 모든 예에서 검출되지 않았다(Table 3).

MR 스펙트럼에서 lipid 피크는 4예(57%), lactate 피크는 2예(29%)에서 관찰되었고 acetate 피크와 succinate 피크는 모든 예에서 관찰되지 않았다. MR 스펙트럼의 유형은 pattern-5가 2예(29%), pattern-7이 2예(29%), pattern-8이 3예(43%)였다(Figs. 2B, 6) (Table 2). 이러한 스펙트럼 유형의 분포는 양성 체액의 스펙트럼 분포와 비교하여 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p = .300).

고 찰

복강 내 체액의 생리, 생화학적 특성은 다양한 병적 상황에 따라 차별된다. MRI에서는 영상 매개 변수를 적절히 조정하면 대부분의 체액이 고 신호 강도로 보이기 때문에 소량의 복수를 쉽게 진단할 수 있다. MRI의 T1과 T2 강조기법을 사용하여 복수의 성상을 감별하려는 일련의 연구(1, 6-8)가 수행되었으나, 일반적으로 특이도가 낮은 것으로 알려져 왔다. Cohen 등(1)의 연구결과에 의하면 체액은 일반적으로 T2 이완시간이 길기 때문에 T2 강조 영상에서는 고 신호 강도로 보이지만, T1 강조 영상의 경우 T1 이완시간이 긴 누출액은 저 신호 강도로, T1 이완시간이 짧은 염증세포, 세포 찌꺼기, 또는 오래된 출혈을 동반한 체액은 고 신호 강도로 보인다고 하였다. 일반적으로 체액 내의 용질 농도가 체액의 T1 이완시간과 밀접한 관련이 있는 것으로 알려졌지만(26), 단백질과 세포 찌꺼기 등의 다양한 물질들이 각각 어떤 차이를 가지고 있는지는 명확하지 않다. 따라서 이러한 T1 이완시간의 차이만을 이용하여 복강 내 체액을 감별하는 것은 한계가 있다.

1980년대 초부터 의학 분야에서 사용되어 오기 시작한 생체내 MRS는 생검을 시행하지 않고 비침습적으로 인체 내의 여러 가지 대사산물들을 식별하고 정량분석을 할 수 있는 방법으로서, 질병 부위에서 세포단위의 대사물질의 정량적인 변화를 토대로 진단에 도움을 주고 질병의 치료 효과를 평가하는데 유용한 진단 도구로서 사용되어 왔다(10-13). 오늘날 의학 분야에서 MRS는 정상세포와 비정상세포의 화학물질 대사의 차이점을 바탕으로 하여 그에 따른 신생물(neoplasms)의 발생을 조기에 발견할 수 있는 방법으로서 스펙트럼의 면적으로부터 나타나는 유동적 대사물질의 함유량을 근거로 중요한 생화학적 기초 자료를 제공할 수 있다(27, 28).

MRS에서 사용되는 핵종으로는 ^{1}H, ^{31}P, ^{13}C, ^{15}N, ^{19}F, ^{23}Na 등이 있는데 의학영역에서는 ^{1}H와 ^{31}P가 가장 많이 사용되고 있다(10). 특히 ^{1}H MRS는 다른 핵종에 비해 인체 내에 가장 풍부하게 존재하므로, 예민도가 높아서 1.5T 자기장에서 8 cm^3 정도의 체적을 이용하여 검사에 필요한 ^{1}H MRS 데이터를 얻을 수 있으며, 또한 표면코일, 수신기와 증폭기 등을 일반 MRI와 같이 사용할 수 있다는 장점을 갖고 있기 때문에 이 연구에서도 ^{1}H MRS를 사용하였다(13). 그러나 ^{1}H MRS에서 관찰되는 대사물질들의 화학적 이동 폭(chemical shift)이 작으므로 MR 스펙트럼의 분석을 어렵게 하고, 또한 인체조직 내에는 대사물질의 양보다 수분과 지방의 양이 훨씬 많이 포함되어 있으므로 이러한 문제점은 더욱 심해지므로 수분과 지방을 억제하는 기법을 사용해야 한다(29, 30). 최근 인체내의 수분(110 M) 속의 수소 신호를 억제해, 대사물질 내에 함유된 저 농도(10 mM)의 수소원자핵, 즉 양성자(^{1}H)들을 검출할 수 있도록 고안된 자극에코획득방식(Stimulated Echo Acquisition Mode: STEAM)과 PRESS와 같은 새로운 펄스파형의 개발에 따라 ^{1}H MRS가 각 임상분야에서 활발하게 이용되고 있다(15, 17). 이 연구에서는 SNR 값을 높일 수 있고 또한 STEAM과 같은 짧은 TE값의 적용이 가능한 PRESS 펄스파형을 사용하여 대사물질에 대한 공명신호를 얻었다.

MRS는 움직임에 매우 민감한 검사 방법으로 인체 내에서의 연구는 주로 움직임이 적은 두부를 대상으로 이루어져 왔으며, 농양과 다양한 원인의 낭성 병변들을 감별하려는 연구들도 주로 대뇌의 병변들을 대상으로 하고 있다(18-22). 뇌 농양에서 얻은 스펙트럼은 뇌의 괴사성 종양이나 낭성 종양의 스펙트럼과 명확히 구분된다는 많은 연구 결과들이 있다(31-34). Poptani 등(33)은 뇌농양 7예에서 lactate(1.3 ppm), alanine(1.5 ppm), acetate(1.9 ppm), 그리고 아미노산(0.9 ppm)의 피크들을 관찰하였다고 보고하였다. Remy 등(34)은 뇌 농양이 있는 5명의 환자에서 lactate, acetate, alanine, 그리고 valine 또는 leucine같은 아미노산(0.9 ppm)과 succinate(2.4 ppm) 피크들을 확인하였다고 하였다. 크로마토그래피를 이용한 연구들에서도 농양 내에서 lactate, acetate, 그리고 succinate가 검출되었다는 보고들이 있다(35-38). 이러한 대사물질들은 항진된 해당작용(glycolysis)과 세균들의 발효(fermentation)과정으로부터 생성되는 물질들이다. Grand 등(19)은 농양에서의 스펙트럼을 분석하기 위하여 인체 내의 다양한 장소에서 발생한 농양들을 대상으로 MR 스펙트럼을 얻었는데, 복강 내의 농양에서 얻은 스펙트럼은 뇌 농양과 비교하여 의미 있는 차이가 없었다고 보고하였다. 소변내의 대사물질들을 평가하기 위하여 MRS를 사용한 연구들은 있었으나 복

강 내의 체액을 대상으로 한 MRS 연구는 드물다(23 - 25). Burn 등(25)은 화농성 체액의 양성자 스펙트럼이 비화농성 체액과 뚜렷이 구분되는 양상으로 관찰되었다고 주장하였다. 이들은 비화농성 체액에 비해 화농성 체액의 스펙트럼에서 특정 공명신호의 SNR 값이 의미 있게 높았으며, 0.2 - 2.5 ppm 사이의 범위에서 1.5 ppm 이상의 넓은 폭을 갖는 연속적인 피크를 관찰하였다고 하였다. 이러한 피크들은 세균과 백혈구에 의한 다양한 대사물질들에 기인한 것으로 추정하였다. 그러나 Burn 등(25)은 특정 피크에서의 대사물질들을 구분하여 스펙트럼의 양상을 세분화하지는 않았다. 이 연구에서는 특정 피크에서의 대사물질들을 구분하여 관찰되는 피크들의 조합에 의해 스펙트럼을 세분하여 분석하였다. 그 결과 화농성 체액 12예 가운데 lactate, acetate, 그리고 succinate 피크를 관찰할 수 있는 경우가 각각 11예(92%), 10예(83%), 9예(75%)로 비화농성 체액과 뚜렷이 구분되는 특징을 가지고 있었다. 이러한 결과는 기존에 발표된 농양에서의 스펙트럼 양상과 잘 일치하고 있다.

이 연구에서는 30예의 검체를 악성 세포의 검출 여부에 따라 양성 체액과 악성 체액의 두 군으로 구분한 후, MR 스펙트럼에서 관찰되는 피크나 스펙트럼의 유형을 이용하여 두 군을 감별할 수 있는지를 알아보았는데, 두 군을 구분 지울 수 있는 특이적인 피크나 스펙트럼 유형을 확인할 수 없었다. 따라서 ^{1}H MRS는 양성 체액과 악성 체액을 구분하는데 있어서는 유용한 정보를 제공하지 못하는 것으로 생각된다.

이 연구의 제한점으로는 첫째, 검체의 수가 충분하지 않았고, 복수가 발생할 수 있는 다양한 원인을 모두 포함하지 않았다. 따라서, 앞으로 담즙액이나 유미액(chylous fluid)과 같은 검체들을 포함한 더 많은 수의 검체를 대상으로 하는 추가적인 연구가 필요하다고 생각된다. 둘째, 이 연구에서는 체액을 후처리 하지 않고 복강 내에서 추출한 상태 그대로 사용하였기 때문에 생체와 유사한 상태에서 실험하였다는 장점을 가지고 있으나, 한편으로는 시료의 불균일성으로 인하여 스펙트럼의 해상도가 저하되고 또한 공명신호가 심하게 중첩하게 되어 대사물질에 대한 정확한 정성, 정량분석에는 한계점을 가지고 있다. 셋째, 이 연구에서는 가장 빈번하게 관찰되었던 lipid, lactate, acetate, succinate 피크들의 검출 유무에 따라 스펙트럼의 양상을 8가지로 구분하였기 때문에 이들 이외의 피크들에 대하여는 그 의미를 충분히 고려하지 못하였다. 넷째, 각 피크의 면적을 적분하여 농도를 수치화하는 정량적인 분석을 시행하지 않았다. 이 연구에서는 각 피크의 신호를 배경잡음의 신호강도에 대한 상대적인 비율로 계산하여 의미 있는 신호 여부를 결정하였다. 이러한 방법은 의미 있는 피크를 간편하게 육안으로 구분해 낼 수는 있지만, 좀 더 객관적인 대사물질의 농도에 대한 정보를 얻을 수 없다. 다섯째, 스펙트럼의 고 자장 영역의 0.9 ppm과 1.3 ppm에서 나타나는 피크의 대사물질을 확인하기 위한 추가적인 검사를 시행하지 않았다. Grand 등(19)은 0.9 ppm 부근에서의 valine, leucine, isoleucine과 같은 아미노산이 농양을 식별해 낼 수 있는 유용한 표지물질이 될 수 있다고 하였다. 이 연구의 스펙트럼 pattern - 5에서 보는 바와 같이, 1.0 ppm 전후의 피크 집단은 valine 또는 leucine, isoleucine의 메틸기의 공명신호일 가능성도 배제할 수 없다. 따라서 액체 크로마토그래피를 통하여 체액을 화학적 특성별로 분류한 다음 MRS를 시행한다면 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 1.3 ppm의 이중(doublet)공명신호는 TE = 144 msec로 설정하여 스펙트럼을 얻으면 lactate 신호는 - 180° 위상이 되기 때문에 피크가 기준선 아래로 반전되지만, lipid는 lactate와는 이완시간이 다르기 때문에 피크가 반전되지 않는다(34). 이 연구에서는 TE값을 30 msec로 설정한 스펙트럼만을 얻었고 0.9 ppm에서의 피크는 lipid로 해석하였다.

결론적으로 생체 외 양성자 자기공명분광법은 화농성 체액 내의 특이적인 대사 산물들을 검출해 낼 수 있고 비화농성 체액과 구분되는 스펙트럼 양상을 얻을 수 있으므로 화농성 체액과 비화농성 체액의 감별진단에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Cohen JM, Weinreb JC, Maravilla KR. Fluid collections in the intraperitoneal and extraperitoneal spaces: comparison of MR and CT. *Radiology* 1985;155:705-708
2. Bydder GM, Kreel L. Attenuation values of fluid collections within the abdomen. *J Comput Assist Tomogr* 1980;4:145-150
3. Jolles H, Coulam CM. CT of ascites: differential diagnosis. *AJR Am J Roentgenol* 1980;135:315-322
4. Callen PW. Computed tomographic evaluation of abdominal and pelvic abscesses. *Radiology* 1979;131:171-175
5. Thrall JH, Ziessman HA. *Infection and inflammation*. In Thrall JH, Ziessman HA. *Nuclear medicine: the requisites*. 2nd ed. St Louis: Mosby, 2001;167-192
6. Brown JJ, vanSonnenberg E, Gerber KH, Strich G, Wittich GR, Slutsky RA. Magnetic resonance relaxation times of percutaneously obtained normal and abnormal body fluids. *Radiology* 1985;154:727-731
7. Wall SD, Hricak H, Bailey GD, Kerlan RK Jr, Goldberg HI, Higgins CB. MR imaging of pathologic abdominal fluid collections. *J Comput Assist Tomogr* 1986;10:746-750
8. Loflin TG, Simeone JF, Mueller PR, Saini S, Stark DD, Butch RJ, et al. Gallbladder bile in cholecystitis: in vitro MR evaluation. *Radiology* 1985;157:457-459
9. Matson GB, Weiner MW. *Spectroscopy*. In Stark DD, Bradley WG Jr. *Magnetic Resonance Imaging*. 3rd ed. St. Louis: Mosby, 1999;181-214
10. Bolinger L, Insko EK. *Spectroscopy: basic principles and techniques.* In Edelman RR, Hesselink JR, Zlatkin MB. *Clinical Magnetic Resonance Imaging*. 2nd ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 1996;928-981
11. Ross BD. The biochemistry of living tissues: examination by MRS. *NMR Biomed* 1992;5:215-219
12. Cousins JP. Clinical MR spectroscopy: fundamentals, current applications, and future potential. *AJR Am J Roentgenol* 1995;164:1337-1347
13. Howe FA, Maxwell RJ, Saunders DE, Brown MM, Griffiths JR. Proton spectroscopy in vivo. *Magn Reson Q* 1993;9:31-59
14. Ross B, Michaelis T. Clinical applications of magnetic resonance spectroscopy. *Magn Reson Q* 1994;10:191-247

15. Christiansen P, Henriksen O, Stubgaard M, Gideon P, Larsson HB. In vivo quantification of brain metabolites by 1H MRS using water as an internal standard. *Magn Reson Imaging* 1993;11:107-118
16. Sonnewald U, Gribbestad IS, Westergaard N, Nilsen G, Unsgard G, Schousboe A, et al. Nuclear magnetic resonance spectroscopy: biochemical evaluation of brain function in vivo and in vitro. *Neurotoxicology* 1994;15:579-590
17. 최보영. 자기공명분광법 (Magnetic Resonance Spectroscopy). *대한자기공명의과학회지* 1997;1:1-31
18. Lai PH, Ho JT, Chen WL, Hsu SS, Wang JS, Pan HB, et al. Brain abscess and necrotic brain tumor: discrimination with proton MR spectroscopy and diffusion-weighted imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002;23:1369-1377
19. Grand S, Passaro G, Ziegler A, Esteve F, Boujet C, Hoffmann D, et al. Necrotic tumor versus brain abscess: importance of amino acids detected at 1H MR spectroscopy-initial results. *Radiology* 1999;213:785-793
20. Dev R, Gupta RK, Poptani H, Roy R, Sharma S, Husain M. Role of in vivo proton magnetic resonance spectroscopy in the diagnosis and management of brain abscesses. *Neurosurgery* 1998;42:37-42
21. Moller-Hartmann W, Herminghaus S, Krings T, Marquardt G, Lanfermann H, Pilatus U, et al. Clinical application of proton magnetic resonance spectroscopy in the diagnosis of intracranial mass lesions. *Neuroradiology* 2002;44:371-381
22. Shukla-Dave A, Gupta RK, Roy R, Husain N, Paul L, Venkatesh SK, et al. Prospective evaluation of in vivo proton MR spectroscopy in differentiation of similar appearing intracranial cystic lesions. *Magn Reson Imaging* 2001;19:103-110
23. Le Moyec L, Racine S, Le Toumelin P, Adnet F, Larue V, Cohen Y, et al. Aminoglycoside and glycopeptide renal toxicity in intensive care patients studied by proton magnetic resonance spectroscopy of urine. *Crit Care Med* 2002;30:1242-1245
24. Godet C, Hira M, Adoun M, Eugene M, Robert R. Rapid diagnosis of alcoholic ketoacidosis by proton NMR. *Intensive Care Med* 2001;27:785-786
25. Burn PR, Haider MA, Alfuhaid T, Brown MP, Roberts TP. Proton magnetic resonance spectroscopy as a potential tool for differentiating between abdominal fluid collections. *J Magn Reson Imaging* 2003;18: 740-744
26. Stark DD, Moss AA, Goldberg HI, Davis PL, Federle MP. Magnetic resonance and CT of the normal and diseased pancreas: a comparative study. *Radiology* 1984;150:153-162
27. Ross B, Kreis R, Ernst T. Clinical tools for the 90s: magnetic resonance spectroscopy and metabolite imaging. *Eur J Radiol* 1992;14:128-140
28. Henriksen O. MR spectroscopy in clinical research. *Acta Radiol* 1994;35:96-116
29. Westbrook C. *Handbook of MRI Technique*. Oxford: Blackwell Science, 1994;15-26
30. Bottomley PA. Human in vivo NMR spectroscopy in diagnostic medicine: clinical tool or research probe? *Radiology* 1989;170:1-15
31. Demaerel P, Van Hecke P, Van Oostende S, Baert AL, Jaeken J, Declercq PE, et al. Bacterial metabolism shown by magnetic resonance spectroscopy. *Lancet* 1994;344:1234-1235
32. Harada M, Tanouchi M, Miyoshi H, Nishitani H, Kannuki S. Brain abscess observed by localized proton magnetic resonance spectroscopy. *Magn Reson Imaging* 1994;12:1269-1274
33. Poptani H, Gupta RK, Jain VK, Roy R, Pandey R. Cystic intracranial mass lesions: possible role of in vivo MR spectroscopy in its differential diagnosis. *Magn Reson Imaging* 1993;11:443-449
34. Remy C, Grand S, Lai ES, Belle V, Hoffmann D, Berger F, et al. ^{1}H MRS of human brain abscesses in vivo and in vitro. *Magn Reson Med* 1995;34:508-514.
35. Phillips KD, Tearle PV, Willis AT. Rapid diagnosis of anaerobic infections by gas-liquid chromatography of clinical material. *J Clin Pathol* 1976;29:428-432
36. Deacon AG, Duerden BI, Holbrook WP. Gas-liquid chromatographic analysis of metabolic products in the identification of bacteroidaceae of clinical interest. *J Med Microbiol* 1977;11:81-99
37. Gorbach SL, Mayhew JW, Bartlett JG, Thadepalli H, Onderdonk AB. Rapid diagnosis of anaerobic infection by direct gas-liquid chromatography of clinical specimens. *J Clin Invest* 1976;57:478-484
38. Onderdonk AB, Sasser M. *Gas-liquid and high performance liquid chromatographic methods for the identification of microorganisms.* In Murray PR. *Manual of clinical microbiology*. 6th ed. Washington, DC: ASM Press, 1995;123-128

대한영상의학회지 2006;55:361 - 371

J Korean Radiol Soc 2006;55:361 - 371

The Usefulness of *In Vitro* Proton Magnetic Resonance Spectroscopy for Differentiating Between Abdominal Body Fluids[1]

Jeong Won Oh, M.D., Sang Soo Shin, M.D., Yong Yeon Jeong, M.D.[2], Sang Gook Song, M.D., Hyo Soon Lim, M.D.[2], Hyun Ju Seon, M.D., Jae Kyu Kim, M.D., Gwang Woo Jeong, M.D., Heoung Keun Kang, M.D.[2]

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Chonnam National University Hospital*
[2]*Department of Diagnostic Radiology, Chonnam National University Hwasun Hospital*

Purpose: The purpose of this study was to determine whether *in vitro* proton (^{1}H) magnetic resonance spectroscopy (MRS) is useful for distinguishing between abdominal types of fluids.

Materials and Methods: Thirty fluid samples that were obtained from patients who were undergoing diagnostic or therapeutic percutaneous drainage of abdominal fluids were examined in this study. According to their gross appearance and smell, each sample was classified as either purulent fluid ($n=12$) or non-purulent fluid ($n=18$). The non-purulent fluids were subdivided into hemorrhagic fluid ($n=2$), serosanguinous fluid with debris ($n=2$), and serosanguinous fluid without debris ($n=14$). In addition, according to the cytologic analysis, each sample was classified as either benign fluid ($n=23$) or malignant fluid ($n=7$). A set of humoral pathological examinations that included biochemical analysis and culture of the fluid were performed for all the fluid samples. *In vitro* ^{1}H MRS was performed by using a 1.5T MR system and a birdcage head coil. MR spectra were obtained by using point-resolved spectroscopy (PRESS) (TR/TE=2000/30 msec) with water suppression. The MR spectra were analyzed on the basis of agreement between a radiologist and a physicist who worked in consensus.

Results: The MR spectra obtained from 30 samples could be classified into 8 different patterns, according to the presence of lipid (0.9/1.3 ppm), lactate (1.3 ppm), acetate (1.9 ppm), and succinate (2.4 ppm) peaks. The MR spectral patterns of the purulent fluids ($n=12$) were classified as follows: pattern-1 ($n=7$, 58%), pattern-2 ($n=2$, 17%), pattern-3 ($n=1$, 8%), pattern-6 ($n=1$, 8%) and pattern-8 ($n=1$, 8%). The MR spectral patterns of the non-purulent fluids ($n=18$) were classified as follows: pattern-4 ($n=1$, 6%), pattern-5 ($n=5$, 28%), pattern-6 ($n=1$, 6%), pattern-7 ($n=3$, 17%) and pattern-8 ($n=8$, 44%). The MR spectral patterns of the purulent fluids were significantly different from those of the non-purulent fluids ($p < .05$). The MR spectral patterns of benign fluids ($n=23$) were classified as follows: pattern-1 ($n=7$, 30%), pattern-2 ($n=2$, 9%), pattern-3 ($n=1$, 4%), pattern-4 ($n=1$, 4%), pattern-5 ($n=3$, 13%), pattern-6 ($n=2$, 9%), pattern-7 ($n=1$, 4%) and pattern-8 ($n=6$, 26%). The MR spectral patterns of malignant fluids ($n=7$) were classified as follows: pattern-5 ($n=2$, 29%), pattern-7 ($n=2$, 29%) and pattern-8 ($n=3$, 43%). No significant difference was found between the spectral patterns of the benign and malignant fluids ($p= .300$).

Conclusion: *In vitro* ^{1}H MRS could be useful for differentiating between purulent fluid and non-purulent fluid.

Index words : Magnetic resonance(MR), spectroscopy
Abscess
Abdomen, abscess

Address reprint requests to : Sang Soo Shin, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Chonnam National University Hospital
8 Hack-dong, Dong-gu, Gwangju, 501-757, Korea
Tel. 82-62-220-5746 Fax. 82-62-226-4380 E-mail : kjradsss@dreamwiz.com