

낭성 종양의 체액에 대한 생체내, 생체외 3T 양성자 자기공명분광법과 양성자 핵자기공명기법의 비교: Preliminary Study

이 희 중 · 김 종 열 · 장 용 민

목적 : 3T MR 기기를 이용하여, 췌장 주위에 발생한 낭성 종양에 대하여, 생체내, 그리고 생체외 생체내 자기공명분광법(magnetic resonance spectroscopy: MRS)를 획득한 후, 생체외 핵자기공명 (nuclear magnetic resonance, NMR) 스펙트럼을 기준으로 비교함으로써, 낭성 종양의 감별 진단에 있어 MRS의 적용 가능성을 알아보려고 하였다.

대상 및 방법 : 췌장 주위에 발생한 12예의 낭성 종양(점액성 낭성 종양=5, 췌담관내 유두종=5, 가성 낭종 =1, 및 림프관종 n=1)을 대상으로 3.0T 생체내, 생체외 양성자 MRS 및 9T NMR 스펙트럼을 획득하였다. NMR의 피크와 상응하는 생체내, 생체외 양성자 MRS에서 관찰되는 피크의 존재유무를 알아보았으며, 특정 질환을 예측하는 피크에 대하여 알아보았다.

결과 : 생체내 MRS는 NMR과 민감도 29.6%, 특이도 82.6% 그리고, 67.7%의 정확도를 보였으며 ($p = 0.096$, McNemar test), 생체외 MRS는 생체내 MRS는 민감도 57.1%, 특이도 92.6%, 그리고, 82.3%의 정확도를 보였다 ($p = 0.362$, McNemar test). 질병간의 스펙트럼의 차이는 NMR에서 췌담관내 유두종의 경우에서 점액성 낭성 종양에 비해 3.5-4.0 ppm에서 유의하게 많은 피크를 보였다 ($p = 0.026$).

결론 : 결론적으로, NMR 이용한 화학물질 분석은 낭성 종양의 감별 진단에 도움이 될 가능성이 있는 기법으로 생각되지만, 생체내 및 생체외 MRS는 임상에 적용되기 위해서는 많은 기술적 발전을 필요로 하는 것으로 생각된다.

서 론

생체내(in vivo) 양성자(^1H) 자기공명분광법(magnetic resonance spectroscopy: MRS)은 대상 조직의 화학적인 특징, 즉 대사산물의 생화학적인 정보를 제공한다(1). 그러나 생체내 MRS는 움직임과, 그로 인한 주위 조직으로부터 오염에 매우 민감한 검사 방법으로, 인체 내에서의 연구는 움직임이 적은 두개내 병변을 대상으로 이루어져 왔으며, 복강과 같은 움직임이 많은 조직에서는 한계를 가지고 있다(2-5). 따라서 MRS의 복강에 적용의 경우는 주로 복강내에 발생한 복수에 국한되

어 있다. 그러나, 복강내 체액 감별은, 진단 목적의 체액 흡인술을 이용해 쉽게 이루어지므로, 임상 적용에는 제한적일 수 밖에 없다. 결국 MRS의 임상적용 확대를 위해서는 양성 종양과 악성종양의 감별과 같은 기존의 임상적 혹은 영상적 진단에서 해결할 수 없는 부분에 대하여 도움을 주어야 할 것으로 생각된다(2).

종양에서 발생하는 물질에대한 MRS의 분석에 관한 충분하지 않으며, 단지 난소종에서 핵자기공명 (nuclear magnetic resonance, NMR)을 이용하여 악성 종양과 양성 종양을 감별하는 연구가 제시되어 있다(6, 7). NMR은 MRS의 모체가 되는 기법으로서 유기 화학 물질의 정성 분석에 유용하게 사용되

대한자기공명의과학회지 12:107-114(2008)

¹경북대학교 의학전문대학원 영상의학과

*이 연구는 2006년도 경북대학교병원 생명의학연구소 연구비의 지원으로 이루어졌음

접 수 : 2008년 9월 10일, 채 택 : 2008년 11월 1일

통신저자 : 이희중, (700-721) 대구 중구 삼덕동 2가 50, 경북대학교병원 영상의학과

Tel. (053)420-5390 Fax. (053)422-2677 E-mail: knuhrad@yahoo.co.kr

이희중 외

고 있으며, MRS에 비해 고자장을 이용하며, 시료를 생체외에서 측정하기 때문에, 주위 조직으로부터의 오염이 없는 상태의 물질의 화학적 정보를 얻을 수 있다(8). 따라서 생체내 MRS의 기법이 발전한다면 궁극적으로는 NMR의 스펙트럼에 근접할 것으로 생각된다. 최근 3T MR 기기의 보급이 확대되었으며, MRS의 위치 해상도와 스펙트럼 해상도는 자장에 선형적으로 비례하기 때문에, 3T 기기를 이용할 경우, 과거 1.5T에 비해, 신호 대 잡음비의 증가와 같은 개선점을 기대할 수 있으며, 촬영 기법의 발전이 동반된다면, 복부와 같은 움직임이 많은 부위와 구조적으로 복잡한 부위에서 MRS의 적용의 확대를 기대할 수 있을 것이다(9). 이 연구에서는 3T MR 기기를 이용하여, 췌장 주위에 발생한 낭성 종양에 대하여, 생체내, 그리고 생체외 MRS를 획득한 후, NMR 스펙트럼을 기준으로 비교함으로써, 낭성 종양의 감별 진단에 있어 MRS의 적용 가능성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

췌장 주위에 발생한 12예의 낭성 종양을 대상으로 하였고, 대상환자의 나이는 41-63세 (평균 54 ± 16 세; M:F=7:5) 였으며, 병리적으로 점액성 낭성 종양 (n=5), 췌담관내 유두종 (n=5), 가성 낭종 (n=1), 및 림프관종 (n=1)으로 진단되었다. 실험 과정에 대하여 경북대학교병원 생명과학연구소에서 생명윤리심의과정을 거쳤으며, 모든 환자에서 시료 처치에 대한 사전 동의를 얻었다.

^1H MRS 데이터를 얻기 위해서 3.0T Signa Excite Twinspeed MR Scanner (GE Medical Systems, Milwaukee, U.S.A.)를 사용하였으며, 먼저 복부 코일을 이용하여, 생체내 MRS를 획득하였다. 전례에서 종양 내의 낭성 종괴에서 수술을 통해 생체내 MRS에 해당하는 체액을 얻었으며, 얻어진 체액들은 각각 30 mL를 살균된 플라스틱 용기에 밀봉하여 3-4 도의 냉장고에 보관하였다. 보관된 체액들은 24시간 이내에 자기공명분광법을 시행하였다. 검사를 시행할 때는 검체를 실온 상태로 유지하였다. 생체외 MRS 데이터를 얻기 위해서 3.0T Signa Excite Twinspeed MR Scanner (GE Medical Systems, Milwaukee, USA)를 사용하였으며, 새장 (birdcage)형의 두부코일을 이용하였다. MRI에서 얻어진 측면, 축상면 영상에서 ^1H MRS의 관심구역 (volume of interest: VOI)을 설정하였으며, 이때 플라스틱 용기의 중심부에 관심구역을 설정하여 용기의 표면이 포함되지 않도록 하였다. VOI는 4.5cm^3 ($1.5\text{cm} \times 1.5\text{cm} \times 2\text{cm}$) 크기의 복셀 (voxel)을 선정하여 ^1H MRS를 시행하였다. 양성자 자기공명분광법에서 정량분석 목적으로 가장 많이 사용하고 있는 PRESS(Point Resolved Spectroscopy) 펄스파형을 사용하여 검체를 64차례 반복 스캔하여 MR 스펙트럼을 얻었다. 이때 잔존한 물 (H_2O) 피크를 제거하기 위해서 화학적 이동 선택포화 (Chemical Shift Selective Saturation: CHESS) 펄스 파

형을 사용하였다. ^1H MRS를 얻을 때 사용한 matrix 크기는 256×256 , NEX는 8, TR은 2000 msec, TE는 30 msec, 분광폭 (spectral width)는 2500Hz, 자료획득수 (number of data point)는 2048로 하였다. 동일 시료를 NMR Spectrometer (Unity Plus 300NMR Spectrometer, Varian Co.)로 분석하였다.

한 명의 방사선과 전문의와 한 명의 물리학자가 합의하여 MR 스펙트럼의 파형을 분석하였다. 각 스펙트럼을 0-0.5, 0.5-1.0, 1.0-1.5, 1.5-2.0, 2.0-2.5, 2.5-3.0, 3.0-3.5, 및 3.5-4.0 ppm으로 나누어 SNR 값이 5이상으로 관찰되는 경우를 의미 있는 피크로 해석하였고, 각 피크의 빈도를 알아보았으며, NMR 피크와 일치되는 생체내 및 생체외 MRS의 피크를 알아보았다. 점액성 낭성 종양 (Mucinous cystic neoplasm, MCN)을 담관내 유두상 점액 분비성 종양 (intraductal papillary mucin producing tumor, IPMT)으로부터 감별하는데 도움이 되는 피크가 있는지 알아보았다. 스펙트럼의 양상이 검체 군을 구분하는데 있어서의 통계학적인 유의성 판별은 Fisher's exact test를 이용하여 검증하였다.

NMR에 이용된 체액의 일부는 동결건조기에 의해 수분이 완전히 제거된 다음 유기물의 원소 분석 (기초과학지원연구원, Elemental Analyzer, Flash EA 1112 serie)을 통해 그 성분을 알아보았다.

결 과

총 11예의 검체들로부터 생체내 MRS와 생체외 MRS 및 생체외 NMR 스펙트럼을 얻었으며, 0.5 ppm 단위로 4.0-3.5, 3.5-3.0, 3.0-2.5, 2.5-2.0, 2.0-1.5, 1.5-1.0, 1.0-0.5, 및 0.5-0 ppm의 위치로 분류한 결과는 Table 1에 정리하였다.

NMR의 경우 1.5 - 1.0 ppm 구간에서 10예, 4.0-3.5 ppm 구간에서 6예, 3.5-3.0 ppm에서 4예, 1.0-0.5 ppm 구간에서 3예, 3.0-2.5 ppm 구간에서 1예, 그리고, 2.5 -2.0 ppm에서

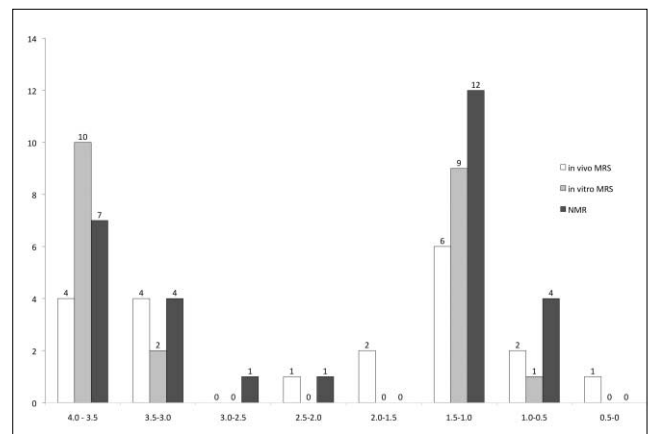


Fig. 1. Bar graph shows the number of peak of in vivo, in vitro MRS and NMR.

낭성 종양의 체액에 대한 생체내, 생체의 3T 양성자 자기공명분광법과 양성자 핵자기공명기법의 비교

1예를 보였다. 생체의 MRS의 경우 4.0-3.5 ppm 구간에서 10예, 3.5-3.0 ppm에서 2예, 1.5 - 1.0 ppm 구간에서 7예, 1.0-0.5 ppm 구간에서 1예를 보였다. 생체내 MRS의 경우 4.0-3.5 ppm 구간에서 4예, 3.5-3.0 ppm에서 5예, 1.5-1.0 ppm 구간에서 5예, 2.0-1.5 ppm 구간에서 1예, 그리고, 1.0-0.5 ppm에서 1예를 보였다 (Figure 2).

총 96개의 0.5 ppm 단위로 나누어진 구간 중, NMR을 기준으로 할 때 생체내 MRS는 민감도 29.6%, 특이도 82.6%, 양성 예측율 40.0%, 음성예측율 75.0%, 그리고, 66.7%의 정확도를 보였으며(p =0.096, McNemar test), 생체의 MRS는 생

체내 MRS는 민감도 57.1%, 특이도 92.6%, 양성 예측율 76.2%, 음성예측율 84.0%, 그리고 82.3%의 정확도를 보였다 (p = 0.362, McNemar test), (Table 2).

질병간의 스펙트럼의 차이는 NMR에서 IPMT의 경우에서 점액성 낭성 종양에 비해 3.5-4.0 ppm에서 유의하게 많은 피크를 보였다 (p=0.026), (Figure 2 and 3).

유기물의 원소분석 결과 탄소 42.80±0.66%, 수소 6.75±0.15%, 산소 30.17±1.18% 및 질소 11.55±0.25%로 나타났다. 12개의 시료를 동결건조한 다음 단당류 조성을 분석(기초 과학 지원연구원)한 결과 glucose (C₆H₁₂O₆)와 fucose

Table 1. Summary of Spectra of in Vivo, in Vitro MRS and NMR

No.	Age	Sex	Diagnosis	Mode	ppm*							
					4.0 ~ 3.5	~3.0	~2.5	~2.0	~1.5	~1.0	~0.5	~0
1	41	F	MCN	in vivo MRS	x	x	x	x	x	o	x	x
				in vitro MRS	x	x	x	x	x	o	x	x
				NMR	x	x	x	x	x	o	x	x
2	65	M	MCN	in vivo MRS	o	x	x	x	x	x	x	x
				in vitro MRS	o	x	x	x	x	o	x	x
				NMR	x	x	x	x	x	o	x	x
3	48	M	MCN	in vivo MRS	x	x	x	x	x	x	x	x
				in vitro MRS	o	x	x	x	x	o	x	x
				NMR	x	x	x	x	x	o	x	x
4	59	M	MCN	in vivo MRS	o	o	x	x	x	o	o	x
				in vitro MRS	o	x	x	x	x	o	x	x
				NMR	x	o	x	x	x	o	x	x
5	52	M	MCN	in vivo MRS	o	o	x	x	x	o	o	x
				in vitro MRS	o	x	x	x	x	o	x	x
				NMR	x	x	x	x	x	o	x	x
6	62	F	IPMT	in vivo MRS	x	o	x	x	x	x	x	x
				in vitro MRS	o	o	x	x	x	o	o	x
				NMR	o	o	x	x	x	o	o	x
7	69	M	IPMT	in vivo MRS	o	x	x	x	o	x	x	o
				in vitro MRS	o	x	x	x	x	o	x	x
				NMR	o	o	x	x	x	o	x	x
8	66	M	IPMT	in vivo MRS	x	o	x	x	x	o	x	x
				in vitro MRS	o	o	x	x	x	o	x	x
				NMR	o	o	x	x	x	o	x	x
9	60	F	IPMT	in vivo MRS	x	o	x	x	x	o	x	x
				in vitro MRS	o	x	x	x	x	o	x	x
				NMR	o	o	x	x	x	o	x	x
10	62	M	IPMT	in vivo MRS	x	x	x	x	o	x	x	x
				in vitro MRS	o	x	x	x	x	x	x	x
				NMR	o	o	x	x	x	o	o	x
11	42	F	Lymphangioma	in vivo MRS	x	x	x	x	x	o	x	x
				in vitro MRS	o	o	x	x	x	x	x	x
				NMR	o	o	o	x	x	o	o	x
12	40	F	pseudocyst	in vivo MRS	x	x	x	x	x	x	x	x
				in vitro MRS	x	x	x	x	x	x	x	x
				NMR	o	o	x	x	x	o	o	x

* O presence of significant spectral peak of more than 5 signal to noise ratio, X no significant spectral peak. MRS: magnetic resonance spectroscopy; NMR: nuclear magnetic resonance; IPMT:intraductal papillary mucin producing tumor

이희중 외

(C₆H₁₂O₆)를 각각 평균 0.16%와 0.09% 함유하고 있는 것으로 나타났으며, galactose와 mannose는 검출되지 않았다.

고 찰

췌장의 양성 병변에는 염증성 가성 낭종, 양성 혹은 악성의 장액성 및 점액성 종양 등이 포함되며, 수술 전 임상적 영상의학적 소견으로 악성 병변과 양성 병변을 구분하는 데는 제한점이 많다(10, 11). 자기공명영상(magnetic resonance imaging: MRI)은 양성 종양의 우수한 조직 대조도로 체액 성분을 발견하는데 유용하지만, 병리변화 과정에서 수반되는 세포조직내의 생리, 생화학적 변화를 측정할 수 없기 때문에 병변유발의 기전이나 병인 등을 해석할 수 없다(12-14).

이에 반해 생체내 MRS는 비침습적인 진단방법으로서 세포단위의 대사과정을 정성, 정량적으로 측정할 수 있으므로, 조직

에 산재해 있는 대사화학물질의 종류를 밝혀낼 수 있을뿐만 아니라 각 대사물질의 변화량도 동시에 측정할 수 있는 장점을 가지고 있어 질병의 조기 진단과, 질병의 치료 효과를 평가하는데 유용한 검사법으로 간주된다(1, 15-23). 그러나, MRS는 움직임에 매우 민감한 검사 방법으로 인체 내에서는 주로 움직임이 적은 두부를 대상으로 종양과 농양을 포함한 다양한 질환에 적용되어 왔다(2-5).

Grand 등(2)은 인체 내의 다양한 장소에서 발생한 농양들을 대상으로 MR 스펙트럼을 얻었으며, 복강 내의 농양에서 얻은 스펙트럼은 뇌 농양과 비교하여 의미 있는 차이가 없었다고 보고하였으며, Burn 등(24)은 복강 내 액체에 대한 in vivo MRS의 경우, 화농성 액체형, 유미액형 복수, 담즙, 및 악성 복수 등의 형태로 구분할 수 있으며, 화농성 체액의 경우, 0.2-2.5 ppm 사이의 범위에서 1.5 ppm 이상의 넓은 폭을 갖는 연속적인 피크를 관찰할 수 있어 다른 형태의 액체와 감별하는데

Table 2. Comparison of in Vivo MRS and in Vitro MRS for Correlation with NMR Result

	TP	TN	FP	FN	SN	SP	PPV	NPV	Accuracy
in vivo MRS	8	57	12	19	0.296	0.826	0.400	0.750	0.677
in vitro MRS	16	63	5	12	0.571	0.926	0.762	0.840	0.823

MRS: magnetic resonance spectroscopy; NMR:nuclear magnetic resonance; TP: true positive; TN: true negative; FP: false positive; FN: false negative; SN:sensitivity; SP: specificity; PPV: positive predictive value; NPV: negative predictive value

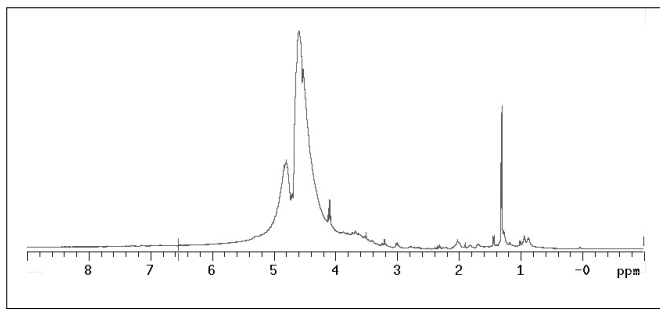
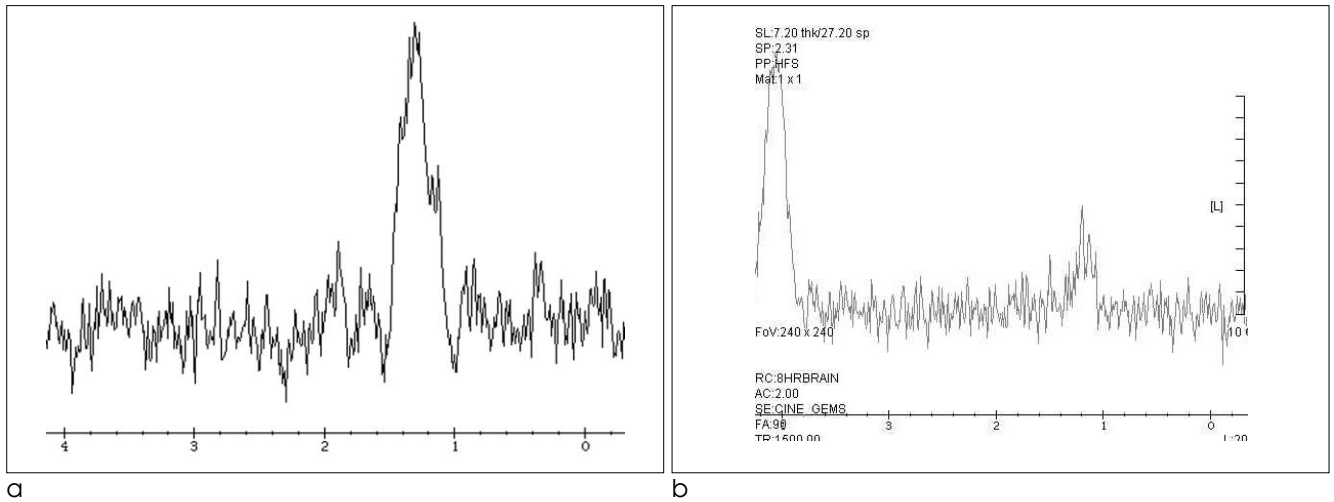


Fig. 2. In vivo (a), in vitro (b) MRS and NMR of mucinous cystic neoplasm (patient No. 1). Two dominant peaks are seen between 1.0 and 1.5 ppm and between 4.0 and 5.0 ppm.

도움을 준다고 하였으며, 이러한 피크들은 세균과 백혈구에 의한 다양한 대사물질들에 기인한 것으로 추정하였다. 그러나 복강내 체액 감별의 경우, 진단 목적의 체액 흡인술이나 배액술을 이용해 쉽게 이루어지므로, 궁극적으로 MRS 복강내 질환의 적용이 확대되기 위해서는, 양성 종양과 악성종양의 감별과 같은 기존의 임상적 혹은 영상적 진단에서 해결할 수 없는 부분에 대하여 도움을 주어야 할 것으로 생각된다.

NMR을 이용하여 악성 종양과 양성 종양을 감별하는데 이용한 경우는 저자들이 아는 한에서는 많지 않으며, 그 조차 주로 난소암에 국한 되어 있다(6, 7). Boss 등(7)은 난소에 발생한 양성 종양에서 악성과 양성을 감별하는데 유용하다고 하였다. 그러나 이 연구는 일차적으로는 복강내에 발생한 양성 종양에 대해 3 Tesla의 고자장을 이용하여, 생체내 혹은 생체의 MRS의 적용이 가능한가를 알아보는 것이었고, 또한 NMR을 이용하여 종양에 따른 감별의 가능성에 대하여 알아보는 사전조사의 성격이 있으며, 이번 연구의 잠정적인 결과는 다음과 같다.

첫째, 3 Tesla의 고자장을 이용한 생체의 MRS는 Burn 등(24)의 분류에 의하면 유미형에 해당되지만, 3.5-4.0 ppm에 피크를 보인점은 전형적인 유미형과는 차이를 보인다. 일치도 분석에서 생체내 및 생체의 MRS 모두 통계적으로 NMR과 차이가 없음을 보였으며 ($p > 0.05$, McNemar test), 생체의 MRS의 경우 82.3%의 일치도를 보였다. 이에 반해 생체 내 MRS는 NMR과는 67.7%의 비교적 낮은 피크의 일치도를 보

였으며, 특히 40%의 낮은 양성 예측율은 검사 기법으로서 중요한 한계점이 될 것으로 생각되며, 그 원인으로, 동일한 기기를 이용한 생체 외 MRS가 이보다 높은 일치도를 보인것을 감안한다면, 움직임에 의한 인공물과 주위 조직으로부터의 오염이 복부의 양성 종양에 대한 생체내 MRS를 적용하는데는 극복해야 할 우선적인 문제점으로 생각된다.

둘째, NMR 스펙트럼에서 얻은 종양의 스펙트럼은 주로 1.5-1.0 ppm, 4.0-3.5 ppm, 그리고, 3.5-3.0 ppm에서 의미 있는 피크를 보였으며, 1.5-1.0 ppm은 lactate, valine, butyrate를 부터 기인하는 것으로 생각되며, 4.0-3.0에서 발생하는 피크는 포도당과 creatine/creatinine에서 나오는 것으로 생각된다(7). 이러한 추측은 체액성분의 원소 분석 결과에 의해 강하게 뒷받침되는데, 전체적으로 질소가 $11.55 \pm 0.25\%$ 를 보여, 많은 양의 아미노산이 포함되어 있음을 알 수 있다. 특히 포도당 중 단당류가 2% 미만을 보였으며, 대다수는 이당류 이상의 다당류이어서 뮤코폴리사카라이드와 같은 성분이 NMR의 3-4 ppm에서 나오는 피크의 중요한 성분이 되는 것으로 추정되며, 일부 ^1H NMR의 5.2 ppm 부근의 신호는 이를 뒷받침하고 있다.

셋째, 증례수가 작아서 향후 연구가 필요하겠지만, IPMT의 경우, 점액성 양성 종양에 비해 NMR에서 4.0-3.5 ppm에서 피크의 빈도가 높았고, 이는 체액성분 분석 결과 뮤코폴리사카라이드에 붙어 있는 단당류의 농도에 기인하는 것으로 생각된

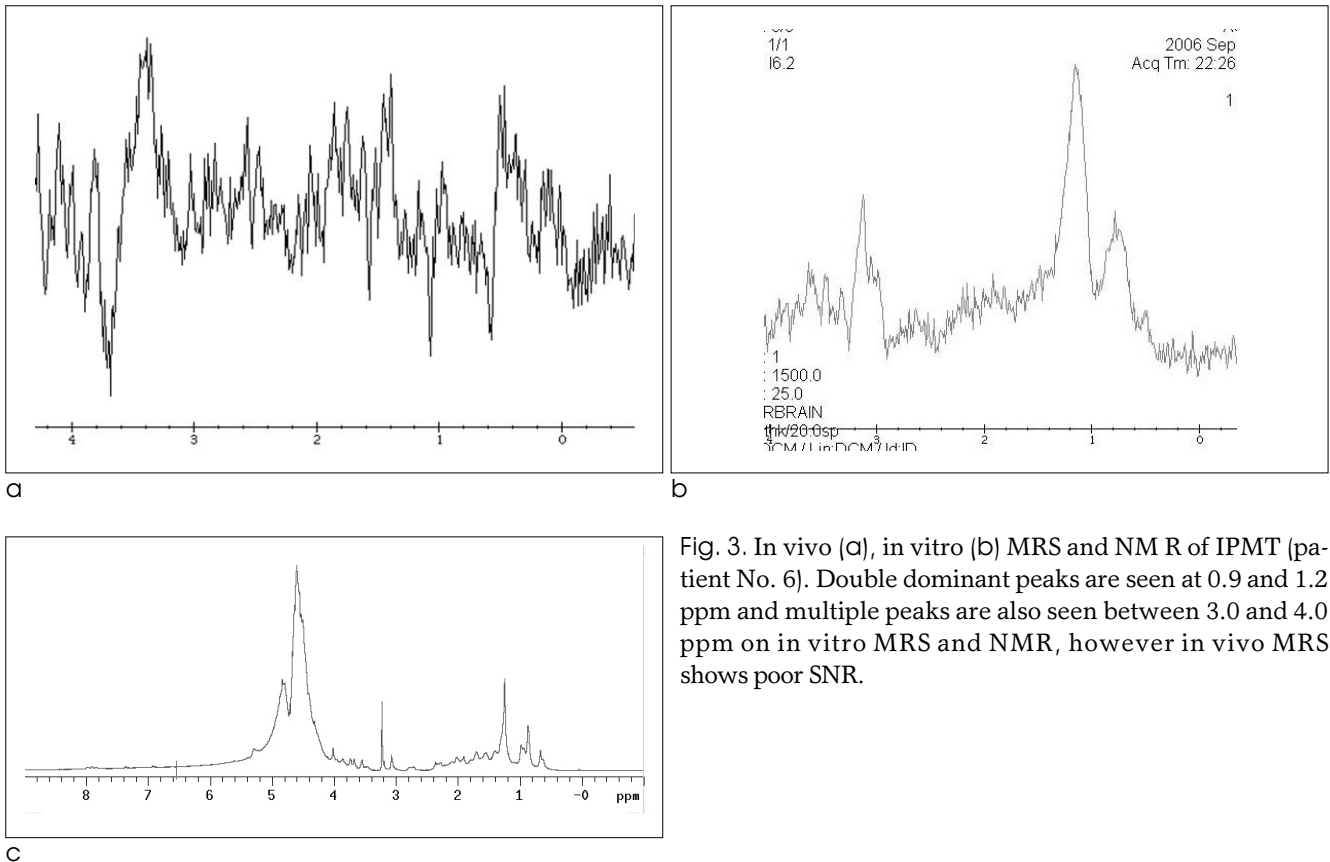


Fig. 3. In vivo (a), in vitro (b) MRS and NMR of IPMT (patient No. 6). Double dominant peaks are seen at 0.9 and 1.2 ppm and multiple peaks are also seen between 3.0 and 4.0 ppm on in vitro MRS and NMR, however in vivo MRS shows poor SNR.

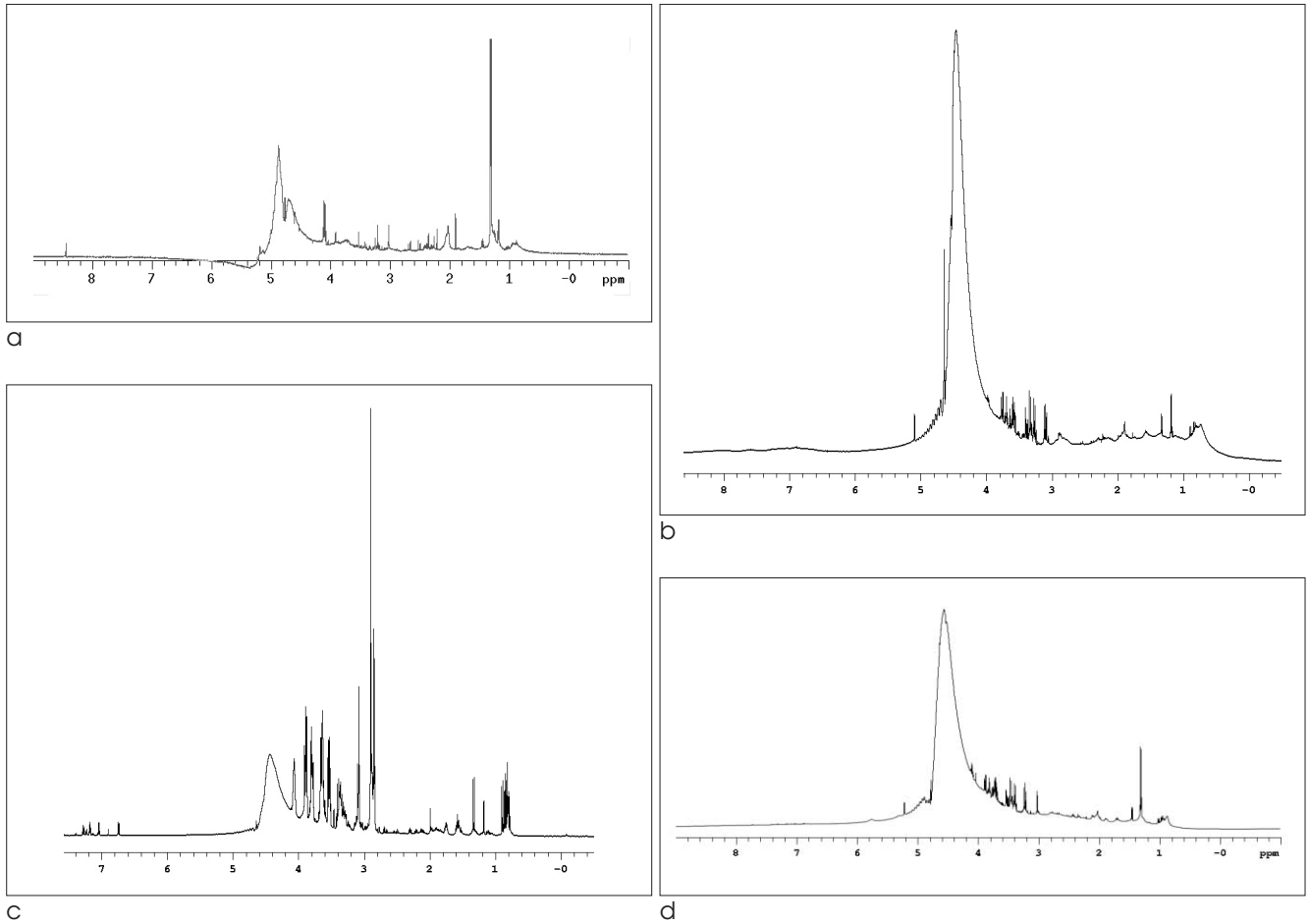


Fig. 4. NMR spectra of mucinous cystic neoplasm (a), IPMT (b), lymphangioma (c) and pseudocyst (d). Dominant peaks between 1.2-1.4 and 4-5 ppm are seen commonly. There are some differences between 2.5 and 4.0 ppm, which suggest the possibility of differential diagnosis by NMR.

다. 이는 종양에 따른 분비 액체의 조성이 다를 가능성이 있음을 시사한다. 동시에 MRS의 복부내 종양에 대한 적용에 가능성을 보여주는 소견이라고 생각한다 (Figure 3). 그러나, 종양의 생체의 및 생체내 MRS에서는 유의한 차이를 보이지 못하여서 아직까지는 잠정적인 결론이라고 생각하며, 더 많은 증거를 가지고 보다 개선된 기법을 이용한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

이 연구에는 많은 제한점이 있다. 첫째, 검체의 수가 적다는 점이다. 췌장에 발생하는 낭성 종양의 빈도가 작기도 하지만, 대상군에 포함된 환자가 모두 12예에 불과해 종양들 간의 차이점을 찾아내기에 대상 환자군의 작은 수는 분석에 제한점이 되었다. 둘째, 스펙트럼상에서 모든 공명신호들에 대하여 해당 대사 물질들을 확인(assignment)할 수 없었다는 점이다. 통상적으로 복강내의 체액에서 주로 관찰되는 lipid, lactate, acetate, succinate 피크들의 조합에 의한 양상과는 다른 양상을 보였기 때문에 그 의미를 충분히 고려하지 못하였다.

결론적으로, NMR 이용한 화학물질 분석은 낭성 종양의 감

별 진단에 도움이 될 가능성이 있는 기법으로 생각되지만, 생체내 및 생체의 MRS는 임상에 적용되기 위해서는 많은 기술적 발전을 필요로 하는 것으로 생각된다.

References

1. Ross BD. The biochemistry of living tissues: Examination by mrs. NMR in biomedicine 1992;5:215-219
2. 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
3. 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; discussion 42-33
4. 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 intracra-

- nial mass lesions. *Neuroradiology* 2002;44:371-381
5. 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
 6. Smith IC, Blandford DE. Diagnosis of cancer in humans by 1h nmr of tissue biopsies. *Biochem Cell Biol* 1998;76:472-476
 7. Boss EA, Moolenaar SH, Massuger LF, Boonstra H, Engelke UF, de Jong JG, et al. High-resolution proton nuclear magnetic resonance spectroscopy of ovarian cyst fluid. *NMR in biomedicine* 2000;13:297-305
 8. Cousins JP. Clinical mr spectroscopy: Fundamentals, current applications, and future potential. *AJR Am J Roentgenol* 1995;164:1337-1347
 9. Kim JH, Chang KH, Na DG, Song IC, Kim SJ, Kwon BJ, et al. Comparison of 1.5t and 3t 1h mr spectroscopy for human brain tumors. *Korean journal of radiology : official journal of the Korean Radiological Society* 2006;7:156-161
 10. Tada M, Kawabe T, Arizumi M, Togawa O, Matsubara S, Yamamoto N, et al. Pancreatic cancer in patients with pancreatic cystic lesions: A prospective study in 197 patients. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2006;4:1265-1270
 11. Visser BC, Muthusamay VR, Mulvihill SJ, Coakley F. Diagnostic imaging of cystic pancreatic neoplasms. *Surg Oncol* 2004;13:27-39
 12. Cohen JM, Weinreb JC, Maravilla KR. Fluid collections in the intraperitoneal and extraperitoneal spaces: Comparison of mr and ct. *Radiology* 1985;155:705-708
 13. 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
 14. 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
 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. Howe FA, Maxwell RJ, Saunders DE, Brown MM, Griffiths JR. Proton spectroscopy in vivo. *Magn Reson Q* 1993;9:31-59
 17. Luyten PR, den Hollander JA. 1h mr spatially resolved spectroscopy of human tissues in situ. *Magn Reson Imaging* 1986;4:237-239
 18. Radda GK, Rajagopalan B, Taylor DJ. Biochemistry in vivo: An appraisal of clinical magnetic resonance spectroscopy. *Magn Reson Q* 1989;5:122-151
 19. Ross B, Michaelis T. Clinical applications of magnetic resonance spectroscopy. *Magn Reson Q* 1994;10:191-247
 20. 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
 21. Weiner MW. The promise of magnetic resonance spectroscopy for medical diagnosis. *Invest Radiol* 1988;23:253-261
 22. Henriksen O. Mr spectroscopy in clinical research. *Acta Radiol* 1994;35:96-116
 23. Ross B, Kreis R, Ernst T. Clinical tools for the 90s: Magnetic resonance spectroscopy and metabolite imaging. *Eur J Radiol* 1992;14:128-140
 24. 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

Comparison of in Vivo, in Vitro 3T MR Spectroscopy and Proton NMR Spectroscopy for the Fluid from Cystic Tumor: Preliminary Study

Hui Joong Lee, Jong Yeol Kim, Yongmin Chang

Department of Radiology, Kyungpook National University, School of Medicine

Purpose : The aim of this study is to determine possibility of application of in vivo proton (^1H) magnetic resonance spectroscopy (MRS) in distinguishing cystic mass arising around pancreas by comparison of in vivo MRS, in vitro MRS using 3T MR machine, based on nuclear magnetic resonance (NMR).

Materials and Methods : We obtained spectra of in vivo MRS, in vitro MRS and NMR from abdominal mass arising around pancreas (mucinous cystic neoplasm = 5, intraductal papillary mucin producing tumor = 5, pseudocyst = 1, and lymphangioma = 1). We estimated existence of peak of in vivo MRS, and in vitro MRS concordant to that of NMR. We also evaluated differential peak for predicting specific disease.

Results : Correlation of presence of peak with NMR showed sensitivity of 29.6%, specificity of 82.6% and accuracy of 67.7% on in vivo MRS ($p = 0.096$, McNemar test), sensitivity of 57.1% and specificity of 92.6% and accuracy of 82.3% on in vitro MRS ($p = 0.362$, McNemar test). The spectra of NMR for IPMT showed more frequent peaks at 3.5-4.0 ppm ($p = 0.026$).

Conclusion : Although chemical analysis, using NMR could be regarded as possible tool to differentiate cystic masses, in vivo and in vitro MRS need further technical evolution for clinical application.

Index words : Magnetic resonance (MR)
Spectroscopy
Cystic tumor
Nuclear magnetic resonance

Corresponding author : Hui Joong Lee, M.D., Department of Radiology, Kyungpook National University Hospital
50, Samduk-dong, 2 ga Jung-gu, Daegu 700-721, South Korea.
Tel. 82-53-420-5390 Fax. 82-53-422-2677 E-mail: knuhrad@yahoo.co.kr