

Echo time에 따른 MR spectrum의 SNR: 1.5T와 3.0T비교

김성길****, 이규수*, 임채평**

한려대학교 방사선학과*, 광양보건대학 방사선과**, 조선대학교대학원 보건학과***

Signal to Noise Ratio of MR Spectrum by variation echo time ; comparison of 1.5T and 3.0T

Sunggil Kim****, Kyusu Lee*, ChePyeong Rim**

Dept. of Radiology, Hanylo University*, Dept. of, Gwangyang Health collage**,
Dept. of Health science, Chosun University graduate school***

요약

TE를 변화시킨 정상인 대뇌의 MR spectrum에서 주요 대사물질의 면적과 SNR을 측정하여 PRESS 펄스파형과 STEAM 펄스파형 그리고 1.5T와 3.0T간의 자장세기에 따른 spectrum 간의 차이를 알아보려고 하였다.

Phantom 실험을 통하여 적절한 TR을 정한 후, 정상인 지원자 10명(3.0T 5명, 1.5T 5명 ; 남 22~30세 : 평균 26세)을 대상으로 단일용적기법의 STEAM과 PRESS 기법을 시행하였다. 사용된 장비는 3.0T MR scanner(Magnetom Trio, SIEMENS, Germany)와 1.5T MR scanner(Signa Twinspeed GE, USA)이었다. 영상변수는 TR은 2000ms, TE는 30ms, 40ms, 50ms, 60ms, 90ms, 144ms, 288ms, NA는 96, 용적 크기는 20×20×20mm³로 하였으며, spectrum 획득시간은 3분 20초였다. 획득한 데이터는 후처리과정을 통하여 PRESS와 STEAM, 그리고 1.5T와 3.0T system 간의 NAA, Cho, Cr 등의 단순면적값과 SNR을 비교하였다. 또한 육안적 관찰을 통하여 각 대사물질들의 관찰정도를 비교하였다..

1.5T와 3.0T MR spectrum을 분석한 결과, STEAM과 PRESS의 주요 대사물질의 단순 면적값과 SNR은 TE가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으며, PRESS는 STEAM보다 1.5T에서 1.4배, 3.0T에서 1.3배 높은 SNR을 보였다. 자장의 세기에 따른 SNR 비교에서는 TE가 30ms에서 3.0T가 1.5T보다 약 2배 정도 높은 SNR을 보였으나 TE값이 증가함에 따라 3.0T에서의 SNR 감소율이 1.5T에서의 SNR 감소율보다 커서 TE가 90ms 이상부터는 큰 차이가 없었다. 반면 3.0T의 spectrum에서는 1.5T에서 구분할 수 없었던 α-Glx, β·γ-Glx, NAA complex등 작은 대사물질들을 보다 정확히 감별 할 수 있었고 short TE의 PRESS일 때 short TE의 STEAM보다 작은 대사물질들이 잘 관찰 되었다.

3.0T spectrum의 해상도와 SNR이 1.5T spectrum에 비하여 우수함을 알 수 있었다. 그러나 90ms이상의 long TE에서는 3.0T와 1.5T spectrum간의 SNR은 차이가 없었다. 따라서 고자장하에서의 자기공명분광법은 30ms 이하의 짧은 TE를 이용한 PRESS 펄스 파형을 사용하는 것이 임상적으로 유용하게 사용될 수 있을 것이라 사료된다.

중심 단어 : 자기공명분광법, 에코 타임, 신호대잡음비

Abstract

The purpose of this study is to know the differences of MR spectra, obtained from normal volunteers by variable TE value, through the quantitative analysis of brain metabolites by peak integral and SNR between 1.5T and 3.0T, together with PRESS and STEAM pulse sequence.

Single-voxel MR proton spectra of the human brain obtained from normal volunteers at both 3.0T MR system (Magnetom Trio, SIEMENS, Germany) and 1.5T MR system (Signa Twinspeed, GE, USA) using the STEAM and PRESS pulse sequence. 10 healthy volunteers (3.0T:3 males, 2 females; 1.5T : 3 males, 2 females) with the range from 22 to 30 years old (mean 26 years) participated in our study. They had no personal or familial history of neurological diseases and had a normal neurological examination. Data acquisition parameters were closely matched between the two field strengths. Spectra were recorded in the white matter of the occipital lobe. Spectra were compared in terms of resolution and signal-to-noise ratio(SNR), and echo time(TE) were estimated at both field strengths. Imaging parameters was used for acquisition of the proton spectrum were as follow : TR 2000msec, TE 30ms, 40ms, 50ms, 60ms, 90ms, 144ms, 288ms, NA=96, VOI=20×20×20mm³ .

As the echo times were increased, the spectra obtained from 3.0T and 1.5T show decreased peak integral and SNR at both pulse sequence. PRESS pulse sequence shows higher SNR and signal intensity than those of STEAM. Especially, Spectra in normal volunteers at 3.0T demonstrated significantly improved overall SNR and spectral resolution compared to 1.5T(Fig1). The spectra acquired at short echo time, 3T MR system shows a twice improvement in SNR compared to 1.5T MR system(Table. 1). But, there was no significant difference between 3.0T and 1.5T at long TE

It is concluded that PRESS and short TE is useful for quantification of the brain metabolites at 3.0T MRS, our standardized protocol for quantification of the brain metabolites at 3.0T MRS is useful to evaluate the brain diseases by monitoring the systematic changes of biochemical metabolites concentration in vivo.

Key Words : Magnetic Resonance Spectroscopy, Echo Time, Signal to Noise Ratio

I. 서론

자기공명영상(Magnetic Resonance Image : MRI)은 전산화단층촬영법(Computed Tomography : CT), 핵의학 검사법(Nuclear medicine)과 같은 타 영상기법에 비하여 대조도 분해능(Contrast resolution)이 매우 우수하여 밀도(density)가 비슷한 인체의 연부 조직들까지도 영상을 통해서 쉽게 식별할 수 있으며, 또한 인체의 형태·해부학적인 단면을 원하는 방향에서 비침습적으로 볼 수 있다는 장점 때문에 의료진단 영상장치로서 널리 이용되고 있다. 특히 생체 외에서 시행하는 검사가 추출된 물질을 처리하는 과정에서 파괴 또는 변질 되어 세포내 물질의 화학적 환경을 그대로 반영하지 못하는 반면, 자기공명분광법은 조직의 생검을 시행하지 않고 비침습적으로 인체 내의 여러 가지 대사산물들

을 식별하고 정량분석을 할 수 있는 방법이다. 또한 세포내 신진대사에 관여하는 물질들의 생리적 변화를 생화학적 변화와 연관시켜 연구할 수 있으며 세포 단위의 대사물질의 정량적인 변화를 토대로 조직내 세포들의 형태 및 해부학적인 변화가 오기 전에 세포기능의 변화를 미리 발견함으로써 병변의 조기 진단을 할 수 있다는 장점이 있다^[1].

자기공명분광이 인체의 질병상태 파악에 이용되기 시작한 것은 1971년 Damadian 등이 암조직에서 양자의 종이완이 길어진다는 것을 발표한 이후로써^[2] 90년대에 들어서면서부터 수분억제(Water-suppression)기술의 개발 및 3차원적 정위선정 방법(3-dimensional localization)과 생체용 경사보정(Gradient shimming) 코일의 개발, 컴퓨터 등의 발달로 인하여 인체조직을 비침습적으로 검색하는데 보다 이상적인 방법으로 각광받

기 시작하였다^[3]. 현재 임상분야에서 이용되고 있는 생체내 MRS는 인체내 수분속의 수소신호를 억제시켜, 저농도(~10mM)의 대사물질들을 검출 할 수 있도록 고안된 STEAM(Stimulated Echo Acquisition Mode)과

PRESS(Point Resolved Spectroscopy)와 같은 펄스파형을 이용하여 임상분야에서 이용되고 있다. 그러나 생체내 MRS에서 관찰되는 대사물질들의 농도가 대단히 낮기 때문에 신호 대 잡음비(Signal-to-Noise Ratio : SNR)가 낮아서 생화학적인 측면에서의 정확한 인체 대사산물의 정성과 정량분석에 한계점을 안고 있다. 더욱이 STEAM의 경우 짧은 에코시간(20~30ms)이 가능하여 NAA, Cr, Cho 등과 같은 주요대사물질 뿐만 아니라 glutamine, glutamate, ml 등과 같은 저농도 대사물질들도 관찰이 용이하여 널리 사용되고 있지만 상대적으로 신호 대 잡음비가 PRESS에 비해 낮다는 단점이 있으며, PRESS의 경우에는 NAA, Cr, Cho 등의 주요 대사물질의 관찰이 용이하나 상대적으로 TE를 짧게 할 수 없기 때문에 짧은 TE에서 잘 나타나는 저농도 대사물질 들을 잘 관찰할 수 없다는 단점 때문에 STEAM에 비해서 널리 사용되지 않고 있다. 이러한 제반 문제점을 해결하기 위해 최근에는 고자장 3.0T 자기공명 영상장치가 임상분야에 도입되어 사용되었고 더욱이 PRESS 펄스 파형에서도 기존에는 어려웠던 짧은 에코시간(echo time)이 가능해짐에 따라 PRESS에서도 주요 대사물질외의 다양한 MRS의 정보를 얻을 수 있게 되었다. 그러나 3.0T MRS로부터 얻을 수 있는 인체 대사물질에 대한 최상의 정보를 획득하기 위한 프로토콜의 체계적인 연구는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 이 연구에서는 3.0T MR system에서 정상인의 후대뇌 백질에서 TE의 변화에 따른 spectrum의 변화양상을 관찰함으로써 STEAM과 PRESS간의 차이점을 알아보고 나아가 3.0T와 1.5T의 결과를 정성적, 정량적으로 분석함으로써 상호간의 차이점을 알아보고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험대상

Phantom을 이용하여 TE를 30ms으로 고정하고 TR

을 1500ms, 2000ms, 2500ms, 3000ms로 변화시킨 spectrum에서 NAA, Cr, Cho의 단순면적과 NAA를 기준으로 한 SNR을 구하여 적절한 TR을 결정한 후, 정상인 지원자 10명(3.0T : 5명, 1.5T : 5명)을 대상으로 spectrum을 획득하였다. 이 때 지원자의 선정은 성별, 연령, 과거 질병의 유무 등을 고려하여 병리학적으로 이상이 없는 동질적 피험자로 남자 6명(26-28세 : 평균 26세)과 여자 4명(22-30세 : 평균 25세)으로 하였다.

2. 양성자 자기공명분광법(1H MRS)

MR spectrum을 얻기 위해 사용된 장비는 3.0T MR scanner(Magnetom Trio, SIEMENS, Germany)와 1.5T MR scanner(Signa Twinspeed GE, USA)를 사용하였으며, 형태 · 해부학적인 위치정보를 얻기 위한 참고자료로, Sagittal T1WI과 Axial T2WI를 획득한 후, STEAM 펄스 파형과 PRESS 펄스 파형을 이용하여 spectrum을 획득하였다.

1) MR spectrum의 획득

MRI에서 얻어진 T1WI와 T2WI를 이용하여 후대뇌 백질 부위에 20× 20× 20mm³ 크기의 MRS 관심구역 (Volume of interest)을 설정하여 1H MRS를 시행하였다. 이때 사용된 영상변수로는 STEAM 펄스파형과 PRESS 펄스파형 모두 TR은 2000ms였으며, TE는 각각 30ms, 40ms, 50ms, 60ms, 90ms, 144ms, 288ms로 하였고, 데이터 수집횟수(number of averaging)는 96번으로, spectrum의 획득시간은 3분 20초였다.

2) MR spectrum의 후처리

MRS의 정량적 분석을 위하여 3.0T MR spectrum은 MRUI (Magnetic Resonance User Interface)를, 1.5T MR spectrum은 SAGE(GE Medical Systems, U.S.A) 프로그램을 사용하여 zero-filling, apodization, phase correction, baseline correction 등의 후처리과정을 통해 얻은 분광 정보에서 NAA, Cr, Cho등의 주요 관심대사물질의 피크면적을 수치화하여 정량분석하였다. SNR의 측정은 filtering 하지 않은 상태에서 NAA의 신호강도를 측정하고 잡음의 신호강도를 각각 5회 이상 측정하여 이를 평균한 값을 기준으로 삼았으며 최종적으로 "대사물

질의 신호강도/잡음의 신호강도"로 표시하였다. 또한 육안적 관찰을 통하여 glutamine, glutamate, mI 등의 저농도 대사물질들을 관찰하여 1.5T와 3.0T MR spectrum 간의 차이를 분석하였다.

III. 결 과

1. Phantom 실험

Phantom을 이용한 MR spectrum에서, 주요 대사물질의 면적과 SNR을 측정된 결과를 기준으로 하여 획득 시간을 최소화 하면서 양질의 spectrum을 얻기 위한 적절한 TR은 2000ms로 나타났다(Table 1).

Table 1) TR값의 변화에 따른 MR spectrum의 신호강도와 SNR의 비교

	Parameter	Signal intensity					SNR	
		TR (ms)	TE (ms)	Voxel (mm3)	NAA	Cr		Cho
3.0T	PRESS	1500	30	20	61.54	46.72	51.83	45.00
		2000	30	20	68.02	49.48	50.28	51.05
		2500	30	20	67.67	47.20	49.72	46.50
	STEAM	3000	30	20	68.40	47.75	49.71	54.57
		1500	30	20	36.88	29.43	31.18	32.33
		2000	30	20	42.47	31.71	30.70	52.50
1.5T	PRESS	2500	30	20	40.97	30.78	31.50	53.70
		3000	30	20	42.53	30.23	31.05	47.50
		1500	30	20	76.40	56.77	56.02	33.53
	STEAM	2000	30	20	80.79	61.98	65.85	37.46
		2500	30	20	83.53	57.86	60.67	38.60
		3000	30	20	79.55	56.38	57.37	39.04
STEAM	1500	30	20	40.58	31.29	31.06	21.45	
	2000	30	20	43.96	31.90	31.15	27.15	
	2500	30	20	44.18	32.09	32.36	26.38	
	3000	30	20	46.02	31.44	31.73	25.74	

2. 정상인을 대상으로 한 MR spectrum

1) 1.5T에서 획득한 MR spectrum 분석

1.5T에서 획득한 MR spectrum 분석 결과 주요 대사물질의 단순면적비교에서 STEAM과 PRESS 모두 TE

가 증가함에 따라 면적의 크기도 감소하는 경향을 보였다. 반면 PRESS는 STEAM보다 약 1.4배 정도 높은 SNR을 보였으며, 두 기법 모두 TE가 증가되면 SNR이 감소하는 경향을 보였으나 30~60ms까지는 상대적으로 SNR의 감소가 적었다(Table 2, Fig 1).

Table 2) 1.5T에서 획득한 STEAM과 PRESS의 spectrum 비교

		PRESS				STEAM			
		Signal intensity			SNR	Signal intensity			SNR
		NAA	Cr	Cho		NAA	Cr	Cho	
TE 30	Mean	51.10	30.40	27.20	14.83	27.96	18.64	14.74	11.47
	Std.	11.24	6.38	9.88	3.55	5.63	6.92	8.46	2.70
TE 40	Mean	42.60	23.62	21.82	15.61	22.63	15.35	11.88	10.38
	Std.	5.51	5.00	6.49	3.46	4.60	6.74	6.07	4.25
TE 50	Mean	38.96	22.12	18.90	14.47	19.40	12.86	12.98	9.44
	Std.	4.58	7.38	9.93	1.20	3.28	3.61	2.06	2.25
TE 60	Mean	34.98	21.22	19.78	13.54	18.74	12.94	10.54	7.80
	Std.	8.13	1.85	5.69	2.35	1.46	4.59	4.50	1.37
TE 90	Mean	28.48	17.08	16.70	12.75	16.54	8.18	8.46	6.21
	Std.	5.06	3.54	4.32	1.13	1.65	1.03	3.13	0.75
TE 144	Mean	26.16	11.50	14.90	11.41	14.08	6.82	8.64	4.70
	Std.	4.57	2.02	1.80	2.43	1.65	1.08	2.30	1.84
TE 288	Mean	19.16	6.70	8.50	7.04	11.28	3.54	4.70	3.51
	Std.	2.72	1.96	1.60	3.04	2.29	1.48	0.85	1.39

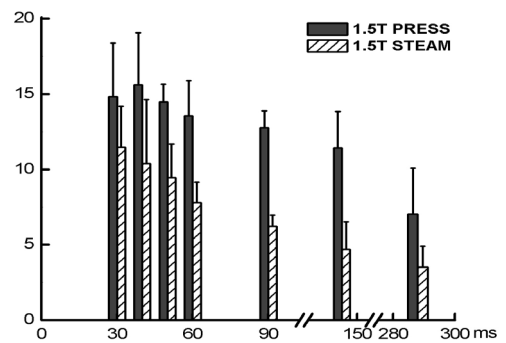


Fig. 1) 1.5T에서 획득한 Spectrum에서 NAA peak를 기준으로 측정된 SNR의 비교

2) 3.0T에서 획득한 spectrum 분석

3.0T MR spectrum 분석 결과 주요대사물질의 단순면적비교에서는 STEAM과 PRESS 모두 TE가 증가함

에 따라 면적의 크기도 감소하는 경향을 보였다. 그러나 3.0T PRESS의 경우에서는 Cr과 Cho의 경우에 TE 30~60ms까지 면적감소의 차이가 거의 없었다.

Table 3) 3.0T에서 획득한 STEAM과 PRESS의 spectrum 분석

	PRESS				STEAM			
	Signal intensity			SNR	Signal intensity			SNR
	NAA	Cr	Cho		NAA	Cr	Cho	
TE 30	Mean 90.6	31.93	29.49	28.38	45.18	25.36	18.99	25.31
	std. 5.85	2.34	7.97	1.55	3.92	5.32	2.68	4.81
TE 40	Mean 73.67	33.69	30.36	25.01	39.23	21.06	15.26	18.57
	std. 3.36	3.72	3.80	1.62	3.37	2.57	2.89	5.63
TE 50	Mean 62.0	34.99	29.20	23.00	35.05	19.93	15.77	17.11
	std. 2.00	5.92	4.04	1.89	3.48	3.05	3.32	6.41
TE 60	Mean 60.1	33.51	27.55	18.72	31.46	17.25	14.64	15.05
	std. 3.76	4.57	2.80	3.32	1.58	1.45	1.52	6.34
TE 90	Mean 52.9	24.78	22.21	13.91	29.94	14.50	11.09	8.15
	std. 2.82	3.41	1.46	2.56	3.20	1.97	2.14	1.42
TE 144	Mean 44.4	19.50	17.91	11.70	24.59	10.96	9.81	6.25
	std. 2.75	3.44	2.18	1.72	1.54	2.49	2.20	1.45
TE 288	Mean 28.9	7.47	7.70	7.01	15.00	4.18	5.01	3.68
	std. 3.20	1.11	1.74	1.83	1.79	1.31	1.10	0.28

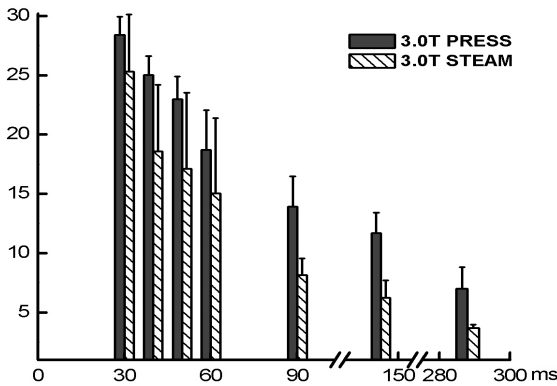


Fig. 2) 3.0T에서 획득한 Spectrum에서 NAA peak를 기준으로 측정된 SNR의 비교

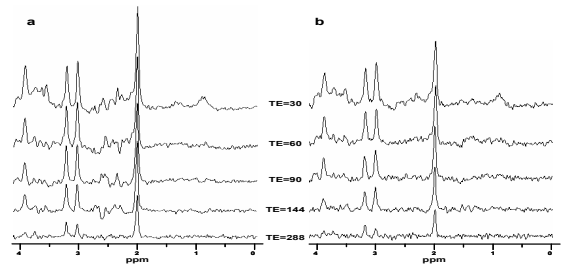


Fig. 3) 3.0T에서 획득한 TE의 변화에 따른 PRESS(a)와 STEAM(b) 펄스 파형에서 MR 스펙트럼

또한 SNR의 경우에도 TE가 증가함에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 나타냈고, PRESS는 STEAM보다 약 1.3배 높은 SNR을 보였으며(Table 3, Fig 2), 육안적 관찰에서도 STEAM에 비해 저농도 대사물질들을 명확하게 구별 할 수 있었다(Fig. 3).

3) 1.5T와 3.0T MR spectrum의 비교

NAA peak를 기준으로 측정된 SNR의 평가에서 PRESS와 STEAM 모두 TE가 30ms일때 3.0T에서 1.5T보다 약 2배 정도 높았으나 TE가 90ms일때부터 급격히 감소하여 1.5T와의 큰 차이가 없었다. 이는 3.0T의 경우 TE가 증가되면 잡음의 급격한 증가에 의한 것으로 보인다(Fig 4,5). 그러나 3.0T의 경우 1.5T에서 구분할 수 없었던 α -Glx, β · γ -Glx, NAA complex 등 저농도 대사물질들을 보다 정확히 감별 할 수 있었다. 특히 1.5T spectrum에서는 관찰 할 수 없었던 2.5~2.8ppm 사이의 NAA의 다중 공명 신호들과 3.75ppm의 Gln의 -CH의 관능기를 나타내는 신호까지 관찰 할 수 있었다(Fig 6).

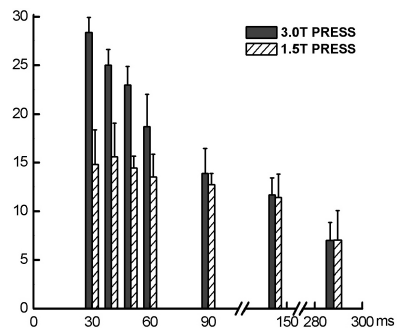


Fig. 4) PRESS Spectrum의 SNR 비교

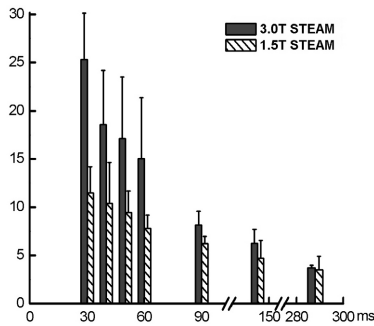


Fig. 5) STEAM Spectrum의 SNR 비교

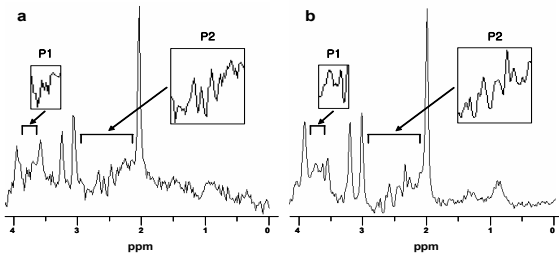


Fig. 6) 1.5T와 3.0T의 MR spectrum 비교 (a) 1.5T에서의 MR spectrum(PRESS : TR/TE=2000/30) b) 3.0T에서의 MR spectrum (PRESS : TR/TE=2000/30)

IV. 고찰

생체내 MRS는 STEAM(Stimulated Echo Acquisition Mode)과 PRESS(Point Resolved Spectroscopy)와 같은 펄스파형을 이용하여 각각의 대사물질에 대한 정성 및 정량적인 정보 즉 대사물질의 신호강도, 면적, 상대적인 농도비 등에 대한 정보를 제공한다. 그러나 생체내 MRS에서 관찰되는 대사물질들의 농도는 매우 낮기 때문에 신호 대 잡음비(Signal-to-Noise Ratio : SNR)가 낮아서 정확한 인체 대사산물의 정성과 정량분석에 한계점을 안고 있다. 특히, 화학적 이동폭(chemical shift)이 작고 해상도가 낮아서 스펙트럼이 서로 중첩되어 공명신호의 정성 및 정량 분석이 더욱 어렵게 된다 [4],[5].

한편 지금까지 사용되었던 STEAM 펄스 파형은 어떠한 삭감(subtraction)도 요구하지 않기 때문에 정확한 3차원 정위선정 자료를 제공하고, 임의의 수분 억제방식과 쉽게 혼용되어 사용할 수 있는 장점이 있으나 SNR이 낮고, 짧은 T2 이완시간을 갖는 대사물질들의

자기공명 신호를 포착하기 어려우며, 또한 후처리과정에서 불규칙한 기저선(base line)의 변화에 따른 정확한 정량분석의 한계점을 안고 있다. 반면 긴 TE를 갖는 PRESS 기법은 기저선의 교정이 거의 필요 없고, 후처리 과정을 거치지 않더라도 주요 대사물질의 농도를 비교적 정확하게 정량화 할 수 있다는 장점이 있다. 반면에 TE를 짧게 할 수 없기 때문에 STEAM에 비해서 보다 많은 종류의 대사물질을 확인 할 수 없다. 이런 이유로 지금까지 보고된 연구들은 STEAM에 의한 결과들이 대부분이다. 최근 보급된 자기공명영상 장치에서는 PRESS에서도 STEAM과 같은 짧은 TE의 적용이 가능해짐으로써^[6] 기존의 STEAM보다 SNR이 높고 비교적 규칙적인 기저선을 갖는 PRESS 기법을 임상에 적용하고자 하는 필요성이 대두되고 있다. 따라서 이 연구에서는 STEAM과 PRESS 펄스파형에 의한 MR spectrum의 비교와 함께 1.5T와 3.0T에서 획득한 MR spectrum의 차이점을 알아보하고자 하였다. 먼저 적절한 TR을 적용하기 위한 기초 실험으로 TE를 고정하고 TR을 변화시킨 phantom 실험에서 NAA, Cr, Cho의 면적과 SNR을 측정하였으나 TR의 증가에 따라 스펙트럼의 해상도와 SNR의 변화는 거의 없었다. 한편 NAA를 기준으로 할 경우 TR이 1500ms에서는 신호강도(Signal Intensity)가 가장 낮은 값을 나타냈으나 TR 2000ms, 2500ms, 3000ms에서는 대등한 신호강도를 보였다. 따라서 spectrum 획득시간을 최소화하면서 양질의 spectrum을 얻기 위해서 TR을 2000ms로 고정하였다.

정상인을 대상으로 뇌의 대사물질을 PRESS와 STEAM 펄스 파형을 이용하여 TE를 변화시켜 3.0T와 1.5T에서 획득한 spectrum으로 SNR과 신호강도를 측정하여 비교한 결과 3.0T와 1.5T 모두 TE가 증가함에 따라 spectrum의 신호강도와 SNR이 서서히 감소하는 경향을 보였고 long TE로 갈수록 더 큰 감소율을 보였다. 특히 3.0T에서의 감소율이 1.5T에서의 감소율보다 커서 short TE에서는 1.5T 보다 훨씬 높은 SNR과 신호강도를 보이다가 급격히 감소하여 TE 90ms부터는 1.5T와 큰 차이가 없었다. 이러한 결과는 Peter 등^[7]의 결과와도 유사하였고 long TE에서의 SNR과 신호강도의 감소의 원인은 Kries 등^[8]과 Hetherington 등^[9]의 실험결과처럼 자장의 비균일성과 1.5T 보다 두배 정도

빨리 감소하는 T2 이완시간 때문인 것으로 생각된다. 또한 동일 조건하에 PRESS와 STEAM의 SNR을 비교해 본 결과에서 PRESS가 STEAM에 비해 높은 SNR을 보였으며, 이는 기존에 보고된 연구 결과와 유사하게 나타났다^{[6],[10]}.

본 연구의 제한점으로는 MR 장비의 기종이 달라 데이터 처리 기준, 자장의 비균일성 등이 다를 수 있다는 점이며, 또한 움직임에 의한 인공물에 대한 보정을 하지 못했다는 점이다.

V. 결론

3.0T와 1.5T MR scanner를 이용하여 PRESS 펄스 파형과 STEAM 펄스 파형에서 TE의 변화에 따른 spectrum의 정량 및 정성분석을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 1.5T와 3T MR spectrum 분석의 결과 STEAM과 PRESS 모두 대사물질의 단순 면적비교에서 TE가 증가함에 따라 면적의 크기도 감소하는 경향을 보였다. 둘째, 1.5T와 3.0T MR spectrum 비교분석의 결과 TE가 증가함에 따라 SNR이 감소하는 경향을 보이지만 3.0T에서의 SNR 감소율이 1.5T에서의 SNR 감소율 보다 크고 TE가 90ms 이상이 되면 급격히 감소하여 1.5T와의 큰 차이가 없었다. 셋째, 3.0T의 경우 1.5T에서 구분할 수 없었던 α -Glx, β · γ -Glx, NAA complex 등 저농도 대사물질들을 보다 정확히 감별할 수 있었다. 특히 1.5T spectrum에서는 관찰할 수 없었던 다중 공명 신호들을 나타내는 신호까지 관찰할 수 있었고 short TE의 PRESS인 경우 STEAM 보다 저농도 대사물질들의 관찰이 용이하였다.

이상의 결과를 토대로 3.0T spectrum의 SNR이 1.5T spectrum에 비하여 우수함을 알 수 있었고 PRESS 펄스 파형은 STEAM보다 SNR과 신호강도가 우수함을 알 수 있었다. 따라서, 고자장의 MRS에서 주요 대사물질 뿐만 아니라 저농도 대사물질들까지 관찰이 필요한 질환의 경우에는 짧은 TE를 이용한 PRESS 펄스 파형에 사용하는 것이 유용할 것으로 사료된다.

참고문헌

[1] Bottomley DA. Human in vivo NMR spectroscopy in diagnostic medicine: clinical tool or research probe. Radiology Vol. 170,

pp.1-15, 1989.

- [2] Damadian R. Tumor detection by NMR. Science. Vol. 171, p.1151, 1971.
- [3] 최보영. 자기공명분광법. 대한자기공명의과학회지; Vol. 1, pp.1-13, 1997
- [4] Frahm J, Merboldt KD. Localized proton spectroscopy using stimulated echoes. Magnetic Resonance in Medicine, Vol. 72, pp.502-508, 1987.
- [5] Joseph PH. The Basic of MRI. Rochester Institute of Technology, 1987.
- [6] Kai Z, Ernst T . Localized in vivo human 1H MRS at very short echo times. Magnetic Resonance in Medicine, Vol. 52, pp.898-901, 2004.
- [7] Peter BB. Single-voxel proton MRS of the human brain at 1.5T and 3.0T Magnetic Resonance in Medicine, Vol. 45, pp.765-769, 2001.
- [8] Kreis R, Ernst T, Ross BD. Absolute quantitation of water and metabolites in the human brain. 2. Metabolite concentrations. J Magn Reson B, Vol. 102, pp.9-19, 1993.
- [9] Hetherington HP, Mason GF, Pan JW, et al. Evaluation of cerebral gray and white matter metabolite differences by spectroscopic imaging at 4.1T. Magn Reson Med., Vol. 32, pp.565-571, 1994.
- [10] GE Medical Systems. MR Advanced Applications Guide PROVE/SV, Vol. 5, pp.19, 1993.