대한방사선의학회지 2000;42:403-409

뇌교종의 악성도 예측에 있어 짧은 에코시간을 이용한 수소자기공명분광법의 유용성[1]

고은혜 · 정광우 · 서정진 · 강형근 · 정 신[2] · 강삼석[2] · 이민철[3]

목적 : 뇌교종 환자에서 뇌교종의 악성도를 판정하는데 있어서 짧은 에코 타임(short TE)을 이용한 수소자기공명분광법의 유용성에 대해서 알아보고자 하였다.

대상과 방법 : 조직병리학적으로 확진된 32명의 뇌교종환자를 대상으로 하였다. 뇌교종 환자는 Grade I이 3명, Grade II가 12명, Grade III가 11명, Grade IV가 6명이었다. 모든 환자들에서 28cm 직경의 두부 코일을 사용한 1.5T 초전도체 자기공명영상기로 자기공명영상과 수소자기공명분광 데이터를 얻었다. 수소자기공명분광법은 양측 대뇌반구에서 single-voxel($2\times2\times2cm^3$)로부터 stimulated-echo acquisition mode(STEAM: TR/TE/MT = 3000/30/13.7ms)를 이용하여 64 영상을 얻었다. 남은 물 공명은 CHESS 펄스 파형을 이용하여 제거하였다. 뇌대사물질은 Creatine(Cr)을 기준으로 하여 N-acetyl acetate(NAA), total choline(Cho), myo-inositol(mI), glutamate(Glx) 그리고 lactate(Lac)의 신호강도를 자기공명분광 peak내의 data point를 구하여 총합을 측정하여 정성, 정량적으로 분석하였다.

결과 : 뇌교종에서 NAA는 악성도가 증가할수록 감소하였으나($p = 0.007$), Cho, mI, αGlx, Lac는 증가하였다. 모든 뇌교종에서 Cho/Cr 그리고 mI/Cr은 증가하였는데 특히 Grade III과 IV에서 Grade II에 비하여 Cho은 78%와 228%($p<0.001$), mI은 106%와 61%를($p<0.001$), αGlx는 32%와 5%를 그리고 Lac는 각각 727% 와 450%($p<0.001$)의 가장 큰 변화를 나타내었다. 또한 Lactate는 Grade III와 IV에서만 볼 수 있었고 Grade I과 II에서는 관찰할 수 없었다.

결론 : 짧은 에코 타임을 이용한 수소자기공명분광법은 뇌대사물질의 변화에 대한 유용한 정보를 제공하여 뇌교종의 악성도 정도를 구별하는데 유용하리라고 생각된다.

1980년대 초부터 의학분야에서 사용되기 시작한 수소자기공명분광법(proton magnetic resonance spectroscopy, MRS)은 비침습적으로 인체 조직내의 여러 가지 대사물질들을 식별하고 정량 분석할 수 있는 방법으로 질병부위의 물질대사 변화를 토대로 진단에 도움을 주고 질병의 치료효과를 평가하는데 유용성이 보고되고 있다 (1). 뇌종양의 진단에 있어서 MRS는 정상 조직과 병변에서의 대사에 관한 정보를 얻을 수 있어 종양의 기원과 종류를 예측하고 종양의 악성도를 평가하고자 하는 연구가 진행되고 있다 (1-3). 국내에서도 뇌교종의 수술전 악성도 판정에서 MRS의 유용성을 보고한 연구가 있으나 이는 긴 에코 시간(TE = 270 msec와 135 msec)을 이용한 것이다(4). MRS는 긴 TE(135msec 와 270 msec)를 이용하는 기법과 짧은 TE (20msec 와 30 msec)을 이용하는 기법 등 두 가지가 있는데, 긴 TE를 이용하는 기법은 주로 N-acetyl-aspartate (NAA), choline (Cho), lactate (Lac), creatine (Cr)등 네 가지 대사물질을 주로 파악하고, 짧은 TE를 이용한 기법을 사용하게 되면 추가적으로 myo-inositol (mI), glycine, glutamine/glutamate (Glx), 거대분자, 그리고 지방 등 많은 다른 대사물질을 확인할 수 있다. 따라서 이러한 많은 대사물질을 분석할 수 있는 짧은 TE를 이용한 기법의 임상적용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 (5, 6).

이 연구에서는 뇌교종의 악성도 판정에 있어서 짧은 TE (30 msec)를 이용한 STEAM(stimulated-echo acquisition mode) 기법의 MRS가 어느 정도 유용한가를 알아보고자 하였다.

대상과 방법

병리조직학적으로 확진되고, 낭성부분이 너무 많거나 전체 크기가 작은 경우를 제외한 32명의 뇌교종 환자를 대상으로

[1]전남대학교 의과대학 방사선과학교실, 영상의학연구소, 의과학연구소
[2]전남대학교 의과대학 신경외과학교실
[3]전남대학교 의과대학 해부병리학교실
이 논문은 1996년도 전남대학교 학술연구비의 일부 보조로 이루어졌음.
이 논문은 1999년 7월 26일 접수하여 1999년 12월 20일에 채택되었음.

하였으며 이들은 Grade I 이 3명, Grade II가 12명, Grade III가 11명, 그리고 Grade IV가 6명이었다. 이들의 평균 연령은 47세이었다.

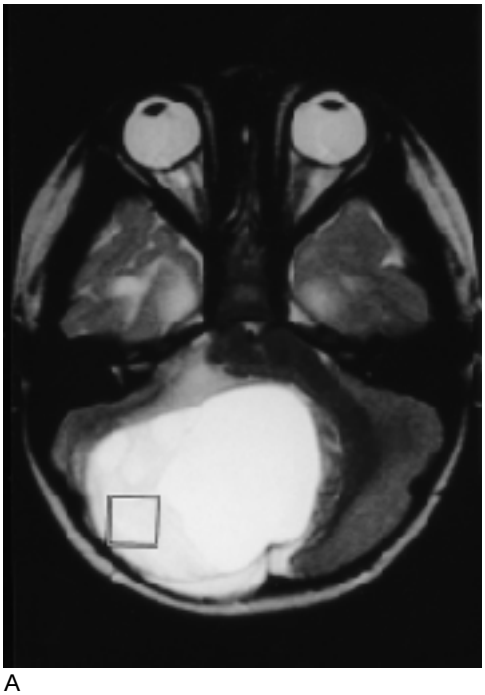
모든 환자들에서 자기공명영상(MRI)와 MRS 영상을 얻기 위해 28cm 직경의 두부 코일을 사용한 1.5T Signa Horizon MR scanner(GE Medical Systems, Milwaukee, Wiscon-sin, U. S. A.)를 이용하였다.

MRI는 급속스핀에코 T2 강조영상(TR/TE = 3200/102 msec, 8-ETL)과 스핀 에코 T1 강조영상(TR/TE = 500/8 msec)을 2번의 평균여기(NEX)와 256×192 matrix로 축상면 영상을 획득하였고, 필요에 따라 축상면 FLAIR 영상(TR/TE = 10000/100 ms)을 얻었으며, 그리고 조영증강후 축상면, 관상면, 시상면 T1 강조영상을 얻었다.

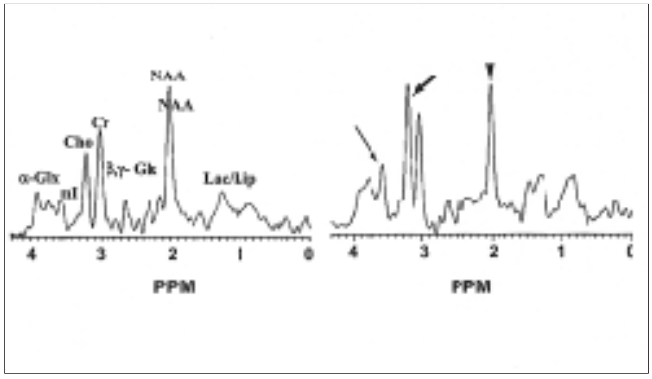
MRI 영상을 토대로 MRS의 관심구역(volume of interest, VOI)을 설정하였으며, 종양내 낭성부분이 포함되지 않도록 고형성분이 많은 부분을 선택하였다. MRS를 시행하기 전에 국소 자기장의 균일도를 보정하였으며, STEAM(TR/TE/MT = 3000/30/13.7ms) 펄스 기법을 사용하여 MR 분광(spectrum)을 얻었다. 이때 64영상을 얻었고 사용한 voxel의 크기는 8cc (2cm×2cm×2cm)였다. 이후 CHESS 펄스 파형을 사용하여 남아 있는 물 (H_2O) 피크를 제거하였다. MR 분광의 후처리는 SAGE 프로그램(G. E. Medical Systems, Milwau-kee, Wisconsin, U. S. A.)을 사용하였다. MR 분광의 분해능(resolution)과 신호대 잡음 비율(signal-to-noise ratio, SNR)을 증가시키기 위하여 한차례 Zero-filling하고 8Hz line으로 Gaussian apodization을 한 다음 Fourier transformation을 통하여 질적으로 향상된 MR 분광을 얻었다. MR 분광의 면적은 resonance peak 내의 data point의 총합을 구하여 사용하였다. MRS는 6개의 뇌대사물질, 즉 NAA, Cho, mI, Glx, Lac, Cr을 확인하고 대사물질의 공명 피크의 면적으로부터 해당 대사물질의 양을 측정하였다. 또한 Lac의 특징적인 이중 peak부위가 1.3 ppm에서 지방 peak 의 CH_2기와 중복되기 때문에 TE = 135 ms로 위상 역전기법(phase reversal technique)으로 Lac peak 유무를 확실히 하였다. 이때, Cr peak의 면적을 기준으로 각 대사화합물의 상대적인 농도 비를 구한 다음, 뇌교종의 등급에 따른 대사물질의 농도 변화를 측정하였다. 각 등급간의 농도 비의 차이를 Kruskal-Wallis 방법으로 통계처리를 하였다.

결 과

뇌교종의 각 등급별 MRS소견은 Grade I에서는 정상과 비교하여 NAA는 감소하고 Cho이 증가하였고 (Fig. 1), Grade II에서는 NAA는 감소하고 Cho과 mI이 증가되었다 (Fig. 2). Grade III에서는 Grade I과 II와는 달리 Lac가 나타났으며 NAA는 감소하였고 Cho과 mI이 현저히 증가되어 있었다 (Fig. 3). Grade IV 에서는 Lac가 현저히 증가되어 나타났으며 NAA 감소와 Cho, mI의 증가는 Grade II와 비교하여 현저한 차이를 나타내었다 (Fig. 4)(Table 1). 각 대사물질로 비교해 보면, NAA는 악성도가 증가할수록 감소하였으나 Cho, mI, α Glx, Lac는 증가하였다 (Figs. 5, 6). NAA/Cr는 Grade I 부터 IV 까지 각각 1.25±0.33, 0.61±0.18, 0.72±0.26, 0.40±0.25 로 감소하였다(p = 0.007). Cho은 점차 증가하였는데 Grade III과 IV에서 Grade II에 비하여 78% (2.10±0.09)와 228% (6.89±1.61) 증가하였다(p<0.001). mI도 점차 증가하였는데 Grade III과 IV에서 Grade II에 비하여 106% (0.97±0.30)와 61% (1.56



A



B

Fig. 1. MR spectra of a patient with Grade I pilocytic astrocytoma.
A. Axial T2-weighted image shows a well defined cystic mass with eccentric solid portion in the right cerebellum. The single-voxel was localized to solid portion of the tumor.
B. MR spectrum obtained from the tumor(right) shows decrease in NAA (arrowhead) and increase in choline (thick arrow) and myo-inositol (long arrow) as compared with MR spectrum obtained from the contralateral normal side(left).

±0.54)로 증가하였다(p<0.001). αGlx도 점차 증가하였는데 Grade III과 IV에서 Grade II에 비하여 32%와 5%를 증가하였다(p<0.001). 그리고 Lac는 Grade III와 IV에서 각각 727%(1.24±0.10) 와 450% (6.82±1.35)의 가장 큰 증가폭을 나타내었다(p<0.001).

고 찰

일반적으로 MRS에는 PRESS(point resolved spectroscopy)와 STEAM의 두 가지 기법이 사용된다. 긴 TE를 사용하는 PRESS 기법은 한번의 90도 펄스 뒤에 2번의 180도 펄스를 사용하는 반면 짧은 TE를 쓰는 STEAM 기법은 90도 펄스만 사용하게 된다. 긴 TE를 이용하면 획득한 분광구조의 기저선이 평탄하고 NAA, Cho, Cr의 peaks를 쉽게 찾을 수 있으며, 신호 대 잡음비가 좋고, 기계 소프트웨어가 임상적으로 쉽게 적용될 수 있다는 장점이 있다 (7, 8). 그러나 STEAM기법은 PRESS기법으로 얻을 수 있는 대사 물질 외에 mI, glucose, Glx, ketones, scyllo-inositol 그리고 다른 여러 뇌대사물질들을 측정할 수 있어 진단적 가치가 무한한 잠재력을 갖고 있다 하겠다 (6-8). 그렇지만 STEAM기법은 PRESS기법보다 기저선이 불규칙하여 추가적인 후처리기법이 요구되고 Lac와 지방 peak가 겹쳐 나오기 때문에 긴 TE의 기법이 필요로 하는 경우도 있다. 이 연구에서도 자체 제작한 후처리 기법과 Lac와 지방 peak를 구별하기 위해 긴 TE(135 msec)를 사용하였다.

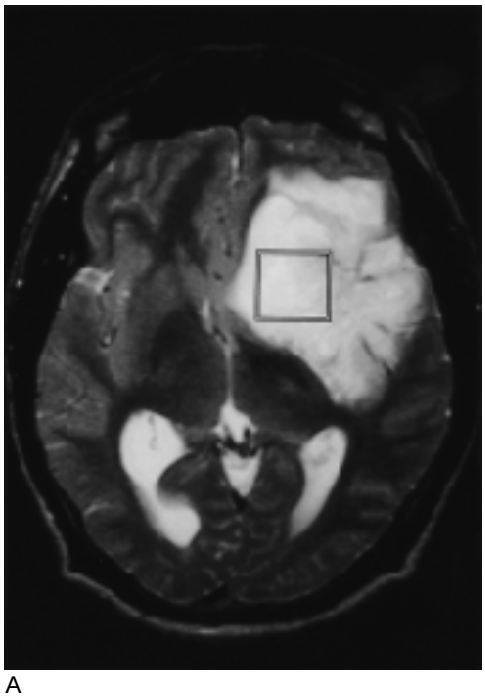
뇌교종의 악성도의 평가는 치료방침의 결정에 대단히 중요하다. 뇌종양에서 MRI만으로 악성도를 판정하는 것은 한계가 있기 때문에 이를 보완하기 위하여 생체내 대사물질의 변화를 알 수 있는 MRS의 임상적용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다 (1-3). 지금까지 알려진 바에 의하면 전형적인 뇌교종의 MR분광의 특징적 소견은 NAA의 신호감소, Cho신호 증가와 Lac의 신호발견이며 낮은 NAA/Cho비와 높은 Lac신호가 뇌교종의 악성도 정도와 일치한다고 한다 (10-13). 이 연구에서도 Grade I에서 정상과 비교하여 NAA는 감소하고 Cr과 Cho은 증가하였다. Grade II, III, IV에서는 NAA는 점차적으로 더욱 감소하고 Cho과 mI은 점차적으로 증가되었다. 또한 Grade III 에서는 Grade I과 Grade II와는 달리 Lac가 나타났으며 Grade IV 에서는 Lac가 현저히 증가되어 나타났다.

지금까지의 연구 결과들이 뇌조직 내에 비교적 안정적인

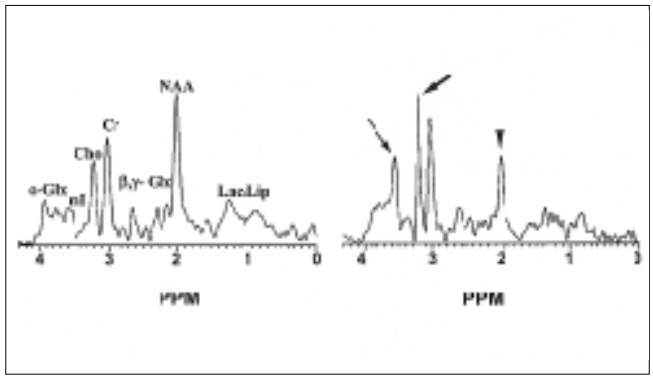
Table 1. Grade-dependent Concentration Variation of Cerebral Metabolites in Patients with Glial Tumors

Grade	Metabolites*					
	NAA	Cho	mI	αGlx	βγGlx	Lac
Normal	1.44 ± 0.12	0.78 ± 0.14	0.35 ± 0.22	0.63 ± 0.22	0.91 ± 0.26	0.00
I	1.25 ± 0.33	1.25 ± 0.11	0.49 ± 0.20	0.75 ± 0.17	1.40 ± 0.38	0.22 ± 0.13
II	0.61 ± 0.18	1.18 ± 0.19	0.47 ± 0.31	0.70 ± 0.25	0.88 ± 0.16	0.15 ± 0.12
III	0.72 ± 0.26	2.10 ± 0.09	0.97 ± 0.30	1.10 ± 0.33	1.03 ± 0.51	1.24 ± 0.10
IV	0.40 ± 0.25	6.89 ± 1.61	1.56 ± 0.54	2.82 ± 1.01	1.59 ± 1.04	6.82 ± 1.35

*Note that the Cr peak was used as an internal standard to normalize the intensities of metabolites of interest.

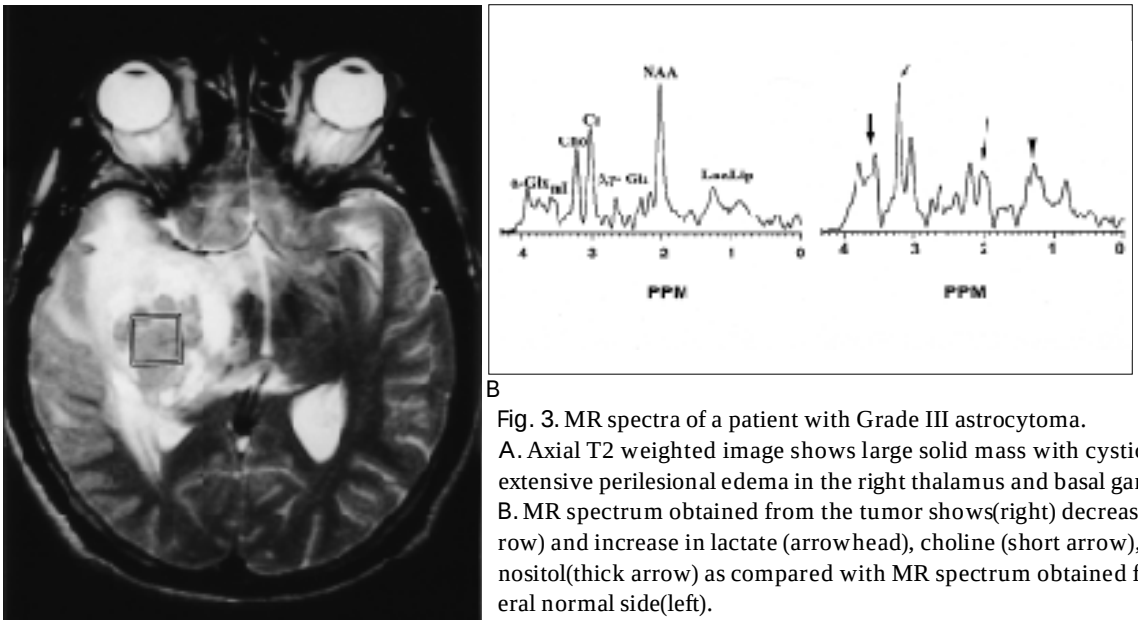


A



B

Fig. 2. MR spectra of a patient with Grade II astrocytoma.
A. Axial T2-weighted image shows relatively well defined hyperintense mass in the left frontotemporal lobe.
B. MR spectrum obtained from the tumor(right) shows decrease in NAA (arrowhead) and increase in choline (thick arrow) and myo-inositol(long arrow) as compared with MR spectrum obtained from the contralateral normal side(left).



A

B

Fig. 3. MR spectra of a patient with Grade III astrocytoma.
A. Axial T2 weighted image shows large solid mass with cystic components and extensive perilesional edema in the right thalamus and basal ganglia.
B. MR spectrum obtained from the tumor shows(right) decrease in NAA (long arrow) and increase in lactate (arrowhead), choline (short arrow), αGlx, and myo-inositol(thick arrow) as compared with MR spectrum obtained from the contralateral normal side(left).

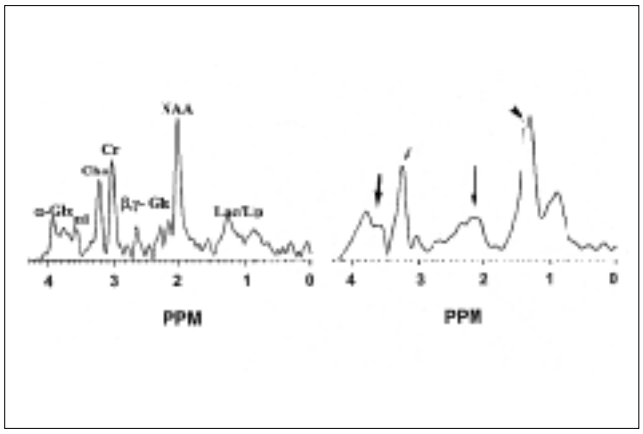


Fig. 4. MR spectra of a patient with Grade IV glioblastoma.
MR spectrum obtained from the tumor(right) shows marked decrease in NAA(long arrow) and increase in lactate(arrowhead), choline(short arrow), αGlx, and myo-inositol(thick arrow) as compared with MR spectrum obtained from the contralateral normal side(left).

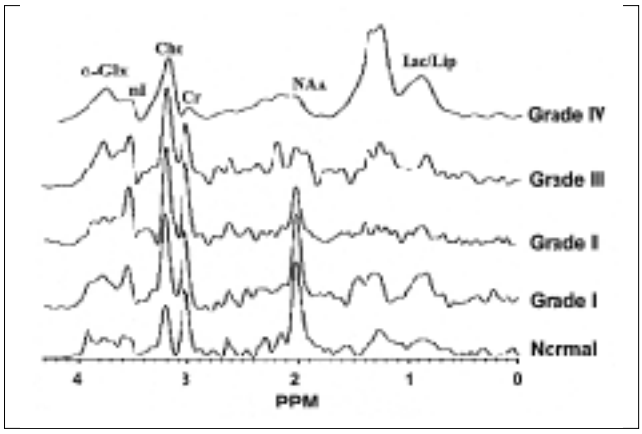


Fig. 5. Graphs show median concentration ratios of cerebral metabolites from patients with glial tumors according to pathological grade.

Cr을 기준으로 하여 각각의 대사물질들의 신호강도의 비를 나타내게 된다 (2-4). NAA는 기능을 하는 신경(functioning neuron)의 구성요소로 알려져 있으며 종양뿐만 아니라 신경의 파괴나 퇴행성 혹은 염증성과정에서도 나타난다. 대부분의 건강한 뇌세포에서의 신호강도는 NAA의 CH3 공명이다 (9-11). 이는 정상신경의 표식자로 작용하며 그것의 농도는 장기의 퇴화정도에 따라 달라지며 성숙정도를 반영한다. 두개내 종양에서의 NAA의 감소는 종양에 의한 신경의 감소와 변형을 의미한다. 최근 NAA의 존재가 전구교세포에서도 발견되기도 했지만 여전히 NAA의 감소는 신경손상을 의미한다. 교종의 모든 등급에서 NAA는 감소되어 나타났으며 고등급 교종일수록 NAA는 낮은 신호를 나타냈다. 아주 낮은 NAA는 교아세포종이나 고등급교종의 괴사부분에서도 보인다 (8-10). 일반적으로 교아세포종은 저등급 교종에 비해 낮은 NAA값을 가지는데 아마 신경소실이나 종양내의 괴사부분이 많아지기 때문인 것으로 생각하고 있다. 이 연구에서도 NAA는 모두 감소되어 종양이 생길 때 신경세포의 손상을 의미하는 것으로 생각할 수 있다. 또한 Ott등 (8)은 긴 TE를 이용하여 MRS에서 정확한 진단적인 종양 성향(tumor pattern)을 정할 수는 없었다고 하나 NAA가 저등급 교종에서보다 교아세포종에서 더 감소하는 경향을 보였다고 한다. 이 연구에서도 악성도가 높은 고등급 교종에서 더욱 더 NAA가 감소하였다.

Cho은 phosphochoiline이나 glycerophosphorylcholine같은 phospholipid 대사의 중간산물로 나오는 것으로 증가된 Cho은 증식되는 종양이나 성장하는 뇌조직에서와 같이 세포막변형 형성과정에서 볼 수 있다. 증가된 Cho은 세포막의 합성이나

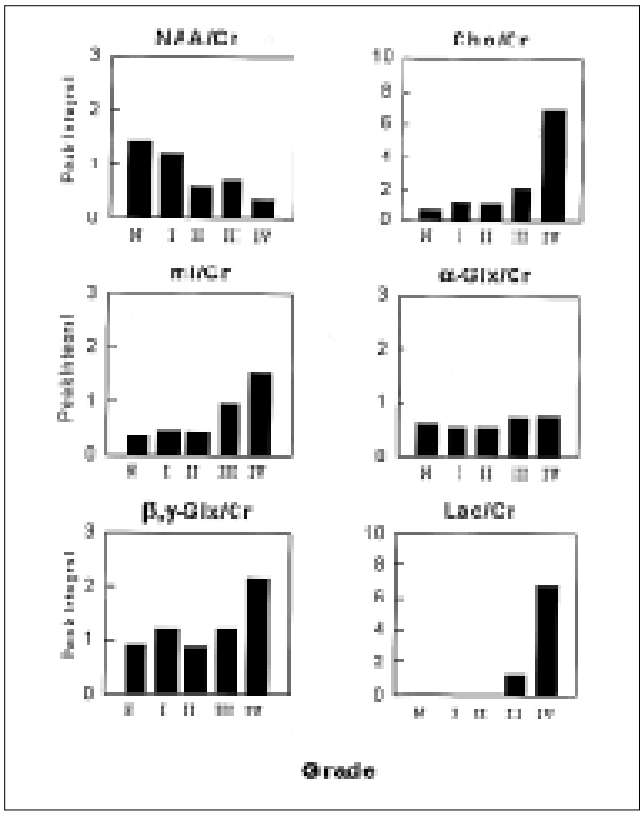


Fig. 6. Bar graphs show median concentration ratios of cerebral metabolites from patients with glial tumors according to pathological grade.

교환 또는 세포증식을 의미한다. Cho은 대부분 고형성 종양에서 증가하는데 괴사부분에서는 오히려 감소한다고 하였다 (10-13). Cho 자체로는 종양 등급 판정의 표식자로 사용되지 않거나 도움이 되지 않더라도 전체자기공명분광 구조는 종양 등급 판정에 도움이 된다고 하였다 (9-13). 이 연구에서도 대부분의 고형성 종괴에서 Cho이 증가되어 나타났다. 특히 Grade III과 IV에서 Grade II에 비하여 Cho은 78% (2.10±0.09)와 228% (6.89±1.61) 로 증가되어 나타났다. 그러나 NAA/Cr 과 Cho/ Cr비에 의한 뇌종양의 악성도 정도를 명확히 구별해내기는 어렵다.

Arnold등 (14)은 고등급의 교종 7예 중 5예는 중정도의 NAA/Cho 비와 2예는 낮은 NAA/Cho 비를 나타냈다고 하고 고등급의 교종은 혐기성대사물질인 Lac가 모두 높게 나타났다고 보고하고 있다. 그러나, Lac 신호가 고등급의 교종에서 나타나지 않을 수도 있다. Arnold등 (14)의 연구는 악성도가 높을 수록 높은 Lac 신호를 보이기는 하지만 어떤 경우는 전혀 Lac 신호가 나타나지지 않는 경우도 있었다. 또 다른 결과에서는 고등급의 교종에서 높은 Lac 신호를 보이기는 했지만 고등급의 교종의 반 이상에서 Lac 신호가 발견되지 않았다 (10). 그러나 Kuesel등 (15)은 고등급의 교종에서 악성도가 증가할수록 괴사조직이 많아지며 따라서 Lac가 증가한다고 보고하고 있다. 따라서 낮은 NAA/Cr 비와 높은 Cho/Cr 비가 교종에 특이적이며 높은 Lac 신호가 더해지면 특히 악성 교종이라고 할 수 있겠다. 이 연구에서도 악성도가 높을 수록 Lac가 증가하였으며, Grade III와 IV에서 각각 727% (1.24±0.10) 와 450% (6.82±1.35)의 가장 큰 변화를 나타내었다. .

mI는 호르몬에 민감한 신경수용체에 포함되며, glucuronic acid의 전구물질로 생각되고 있다 (16-18). mI이 감소되는 경우는 조증에서 리튬의 방어작용이나 당뇨성 신경질환 때인 것으로 알려져 있다 (18-20). 또한 mI은 세포내 칼슘이동 호르몬 (intracellular calcium-mobilizing hormones)의 이차 전령(messenger)으로 작용한다고 알려져 있다 (1). Alzheimer 병때 mI의 상승과 함께 NAA의 감소가 보고되고 있다 (18). 이는 mI가 phosphatidyl inositol로 conversion 되는데 기여하는 효소를 억제하는 기전에서 증가가 이뤄지는 것으로 설명하고 있다. Frahm등 (6)은 교아세포종에서 mI의 증가를 보고하였다. 이 연구에서도 특히 Grade III과 IV에서 Grade II에 비하여 mI은 106%(0.97±0.30)와 61%(1.56±0.54)로 증가하였다. 따라서 mI의 증가의 의미는 더 많은 연구가 뒤따라야하겠지만 교종의 악성도를 평가하는데 중요하다고 여겨진다.

자기공명분광법에서 분광구조가 어느 정도 범위까지 대사상태를 반영할 수 있는지가 문제로 남아있다 (10,11). 예를 들어 교아세포종에서 보이는 이질성이 다양한 종양내부의 생화학적 차이를 어느 정도까지 나타낼 수 있는지, 분광구조의 이질성이 검사하고자 하는 종양내부의 관심구역 설정에 따라 분광차이를 나타낼 수 있는지 등의 문제점과 혹은 주위정상조직에 의한 신호오염이 문제가 된다. 이 연구에서도 그러한 문제점을 해결하기 위해 종양의 괴사조직이나 낭성 부위 등은 관심구역설정에서 최소가 되도록 하였다. 특히 크기가 작은 종양은 배제하였다. 그러나 영상에 비록 나타나지는 않았지만 괴사조직을 포함한 낭성 부위의 포함을 배제할 수는 없다. 이런 난점을 극복하기 위해 multi-voxel 기법이 필요하리라 생각된다.

비록 많은 증례 수가 아니어 통계처리에 어려움이 있었으나, 뇌교종에서 NAA는 악성도가 증가할수록 감소하였으나 Cho, mI, αGlx, Lac는 증가하였다. 모든 뇌교종에서 Cho/Cr 그리고 mI/Cr은 증가하였는데 특히 Grade III과 IV에서 Grade II에 비하여 Cho은 78%와 228%, mI은 106%와 61%를, αGlx는 32%와 5%를 그리고 Lac는 각각 727% 와 450%의 가장 큰 변화를 나타내었다. Lac는 Grade III와 IV에서만 볼 수 있었고 Grade I에서는 관찰할 수 없었다.

결론적으로 짧은 TE를 이용한 STEAM 기법의 MRS는 뇌대사물질의 변화에 대한 유용한 정보를 제공하여 뇌교종의 악성도를 파악하는 데 있어서 Grade I, II의 저등급 교종과 Grade III, IV의 고등급 종양을 구별하는데 유용하리라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Castillo M, Kwock L, Mukherji SK. Clinical applications of proton MR spectroscopy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996;17:1-15
2. Burtscher IM, Stahlberg F, Holtas S. Proton(1H)MR spectroscopy for routine diagnostic evaluation of brain lesions. *Acta Radiologica* 1997;38:953-960
3. Poptani H, Gupta RK, Roy R, Pomdey R, et al. Characterization of

intracranial mass lesions with in vivo proton MR spectroscopy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995;16:1593-1603
4. Song IC, Chang KH, Han MH, Jung HW, et al. In vivo single voxel 1H MR Spectroscopy in cerebral glioma. *대한방사선의학회지* 1996;35:307-314
5. Posse S, Schuknecht B, Smith ME, van Ziji PCM, Herschkowitz N, Moonen CTW. Short echo time proton MR spectroscopic imaging. *J Comput Assist Tomogr* 1993;17:1-14
6. Frahm J, Bruhn H, Hanicke W, Merboldt KD, Mursch K, Markakis E. Localized proton NMR spectroscopy of brain tumors using short-echo time STEAM sequences. *J Comput Assist Tomogr* 1991;15:915-922
7. Kugel H, Heindel W, Ernestus RI, Bunke J, du Mesnil R, Friedman G. Human brain tumors: spectral patterns detected with localized H-1 MR spectroscopy. *Radiology* 1992;183:701-709
8. Ott D, Henning J, Ernst T. Human brain tumors: assessment with in vivo proton MR spectroscopy. *Radiology* 1993;186:745-752
9. Tien Rd, Lai PH, Smith JS, Lazeyras F. Single-voxel proton brain spectroscopy exam(probe/sv) in patients with primary brain tumors. *AJR* 1996;167:201-209
10. Negendank WG, Sauter R, Brown TR, Evelhoch JC, et al. Proton magnetic resonance spectroscopy in patients with glial tumors: a multicenter study. *J Neurosurg* 1996;84:449-458
11. Ross B, Michaelis T. Clinical applications of magnetic resonance spectroscopy. *Magn Reson Q* 1994;10:191-247
12. Bruhn H, Frahm J, Gyngel M, Merboldt KD, et al. Noninvasive differentiation of tumors with use of localized H-1 MR spectroscopy in vivo: initial experience in patients with cerebral tumors. *Radiology* 1989;172:541-548
13. 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* 1995;13:1019-1029
14. Arnold DL, Emrich JF, Shoubridge EA, Villemure JG, Feindel W. Characterization of astrocytomas, meningiomas, and pituitary adenomas by phosphorous magnetic resonance spectroscopy. *J Neurosurg* 1991;74:447-453
15. Kuesel AC, Sutherland GR, Halliday W, Smith IC. 1H MRS of high grade astrocytoma: mobile lipid accumulation in necrotic tissue. *NMR Biomed* 1994;7:149-155
16. Madison MT, Hall WA, Latchaw RE, Loes DJ. Radiologic diagnosis, staging and fallow-up of adult central nervous system primary malignant glioma. *Radiol Clin North Am* 1994;32:183-196
17. Hagberg G, Burlina AP, Mader I, Roser W, Radue EW, Seelig J. In vivo proton MR spectroscopy of human gliomas: definition of metabolic coordinates for multidimensional classification. *Magn Reson Med* 1995;34:242-252
18. Miller BL, Moats RA, Shonk T, et al. Alzheimer disease: depiction of increased cerebral myo-inositol with proton MR spectroscopy. *Radiology* 1993;187:433-437
19. Maxwell RJ, Martinez-Perez I, Cerdan S, Cabanas ME, et al. Pattern recognition analysis of 1H NMR spectra from perchloric acid extracts of human brain tumor biopsies. *Magn Reson Med* 1998;39:869-877
20. Kinoshita Y, Yokota A. Absolute concentrations of metabolites in human brain tumors using in vitro proton magnetic resonance spectroscopy. *NMR Biomed* 1997;10:2-12

대한방사선의학회지 2000;42:403-409

J Korean Radiol Soc 2000;42:403-409

Usefulness of Short TE Proton MR Spectroscopy in Grading Brain Glial Tumors[1]

Eun-Hye Ko, M.D., Gwang-Woo Jeong, Ph.D., Jeong-Jin Seo, M.D., Heoung-Keun Kang, M.D., Shin Jung, M.D.[2], Sam-Suk Kang, M.D.[2], Min-Cheol Lee, M.D.[3]

[1]Department of Radiology, Chonnam Institute of Radiological Imaging, Chonnam Institute of Medical Science, Chonnam University Medical School
[2]Department of Neurosurgery, Chonnam Institute of Medical Science, Chonnam University Medical School
[3]Department of Pathology, Chonnam Institute of Medical Science, Chonnam University Medical School

Purpose : To determine the usefulness of in-vivo proton MR spectroscopy (MRS) with short TE for grading glial brain tumors.

Materials and Methods : For the purpose of tumor grading, 32 patients with pathologically confirmed glial tumors were examined by proton MRS. This and MRI were performed on a 1.5 T superconductive MR scanner. T2-weighted FSE images (TR/TE = 4,000/100msec) were used to obtain anatomical reference images. The stimulated-echo acquisition mode (STEAM: TR/TE/MT = 3000/30/13.7msec) was used to acquire MRS data from the localized single-voxel ($2\times2\times2cm^3$) in both hemispheres. Residual water resonance in the spectra was removed using a CHESS pulse sequence. Prior to baseline correction, MRS raw-data, free induction decay signals were zero-filled, apodized by an exponential function with 8Hz line-broadening, and fourier transformed. To normalize signal intensities of metabolites such as N-acetyl aspartate (NAA), total choline (Cho), myo-inositol (mI), and lactate (Lac), the creatine(Cr) peak was used as a standard.

Results : The concentration ratios of Cho/Cr, mI/Cr, αGlx, Lac, and NAA/Cr changed linearly according to tumor grade. Increased Cho, mI, αGlx, and Lac levels were clearly seen in all grades. The most dramatic increases, observed in either Grade III or IV, were 78 % and 228 % for Cho($p < 0.001$), 106 % and 61 % for mI ($p < 0.001$), 32 % and 5 % for αGlx, and 727 % and 450 % for Lac ($p < 0.001$), respectively. Increase of concentration ratio of Lac/Cr observed only in Grade III and Grade IV. The concentration ratios of NAA/Cr decreased gradually as tumor grade increased($p < 0.001$).

Conclusion : The metabolic changes seen on proton MR spectroscopy using short TE might be useful for grading glial brain tumors.

Index words : Brain neoplasms, diagnosis
Magnetic resonance (MR), spectroscopy

Address reprint requests to : Jeong-Jin Seo, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Chonnam University Medical School
8, Hak-dong, Dong-ku, Kwangju 501-757, Korea.
Tel. 82-62-220-5745 Fax. 82-62-226-4380

2000년도 대한방사선의학회 중요행사 일정 (II)

대 회 명	일 정		장 소
	내 용	일 정	
전공의 평가고사	2000년도 전공의 평가고사	00. 5. 27(토) 14:00-예정	전국 7개 지역
	사전등록마감	00. 4. 29(토)	학회 사무국
한일학회 및 전문의 연수교육	제11차 한일학회 및 제22차 전문의연수교육	00. 6. 9(금)-10(토)	제주KAL호텔
	초록마감 사전등록마감 의료기기 전시 신청마감	00. 3. 31(금) 00. 4. 29(토) 00. 4. 29(토)	학회 사무국
장학생 선발 공모	2001년도 Scholarship 신청 마감	00. 7. 31(월)	국제협력위원회
	2001년도 Fellowship 신청 마감	00. 7. 31(월)	국제협력위원회
2001년도 학술일정 제출 마감	지회, 연구회 2001년도 학술일정 제출 마감	00. 9. 30(토)	학회 사무국
제56차 학술대회 및 총회	제56차 학술대회 및 총회	00. 10. 26(목)-10. 28(토)	호텔롯데월드
	초록마감 의료기기 전시참가 신청마감 사전등록마감	00. 7. 31(월) 00. 7. 31(월) 00. 9. 15(금)	학회 사무국
대한자기공명의과학회 추계학술대회	대한자기공명의과학회 추계학술대회	00. 11. 4(토)	미정
86th RSNA	86th RSNA(북미방사선의학회)	00. 11. 26(일)-12. 1(금)	Chicago, USA
Imaging Conference	흉부 방사선과학	00. 1. 19(수) 18:00-	삼성의료원 대강당(예정)
	소화기 방사선과학	00. 2. 16(수) 〃	〃
	신경 방사선과학	00. 3. 15(수) 〃	〃
	근, 골격 방사선과학	00. 4. 19(수) 〃	〃
	중재적 방사선과학	00. 5. 17(수) 〃	〃
	소아 방사선과학	00. 6. 21(수) 〃	〃
	비뇨생식기 방사선과학	00. 7. 19(수) 〃	〃
	심장 방사선과학	00. 8. 16(수) 〃	〃
	유방 방사선과학	00. 9. 20(수) 〃	〃
	흉부 방사선과학	00. 10. 18(수) 〃	〃
	소화기 방사선과학	00. 11. 15(수) 〃	〃
	신경 방사선과학	00. 12. 20(수) 〃	〃