대한방사선의학회지 2000;43:125-130

복합부분발작 환자에서 해마 및 신피질의 대사산물 차이의 비교: 단일체적 양성자 자기공명분광법을 이용한 짧은 에코시간과 긴 에코시간 기법[1]

정진일 · 김동익 · 이병인[2] · 이승익 · 윤평호

목적: 복합부분발작 환자에서 단일체적 양성자 자기공명 분광법을 사용해서 해마와 신피질에서 얻은 대사물질 비율이 짧은 에코시간과 긴 에코시간 기법간에 따라 차이가 있는지 알아 보고자 하였다.

대상과 방법: 모두 9명의 복합부분발작 환자를 대상으로 하였다. 5명은 내측두엽 경화증환자 였고 나머지 환자는 지속성 간질, 측두엽 종양, 피질 이형성, 후두엽 간질이 각각 1명씩 이었다. 1.5T의 자기공명영상기 (GE Signa Hispeed, U.S.A.) 로 단일체적 양성자 자기공명 분광 법을 시행하였고, 동일한 영역에서 PRESS (long TE, 272 ms)와 STEAM (short TE, 30 ms) 기법으로 각각 검사를 하였다. 17개의 해마와 2개의 측두엽, 그리고 1개의 후두정엽등 총 20개 부위에서 자기공명 분광법을 시행하였고, 체적의 크기는 5.2-17.4 cm^3 이었다. 자기공명영상기에 내장된 PROBE/SV (GE Medical Systems)측정 도구를 사용해서 NAA, Cho의 비를 계산했고 Cr치를 기준으로 했다. 각각 PRESS (long TE, 272 ms)와 STEAM (short TE, 30 ms) 기법에서 NAA/Cho비를 구하여서 그 차이를 통계적 방법 (paired student t-test)으로 비교하였다.

결과: 20차례의 PRESS검사에서 16/20 (80%)개의 NAA/Cho비를 계산할 수 있었고, 4개의 체적 중 3개는 Cr치의 잡음 그리고 1개는 Cho치의 잡음으로 측정할 수 없었다. 20차례의 STEAM 검사에서 19/20 (95%)개의 NAA/Cho비를 계산할 수 있었고, 체적 중 1개는 Cho치의 잡음으로 측정할 수 없었다. NAA/Cho값의 평균과 표준편차는, PRESS검사는 1.22±0.50이었고 STEAM검사는 1.16±0.36이었다. PRESS기법과 STEAM기법으로 단일체적 자기공명 분광법을 동시에 시행했을 때 NAA/Cho값은 통계적으로 차이가 없었다. ($p < 0.01$)

결론: 복합부분발작 환자에서 단일체적 양성자 자기공명 분광법을 사용해서 얻은 NAA/Cho값은 PRESS기법과 STEAM기법간에 차이가 없었다. PROBE/SV측정법을 사용해서 비교적 손쉽게 대사물의 비를 알 수 있었다.

난치성 간질 또는 복합부분발작 환자에서 양성자 자기공명 분광법의 역할은 간질초점의 편측화에 도움을 줄 수 있으며, 수술후의 재발 가능성 여부나 예후에 관한 정보를 제공할 수 있다(1-4). 최근에는 짧은 에코시간을 사용하는 STEAM(stimulated echo acquisition method)기법이 자기공명영상에서 보이지 않는 해마경화증(hippocampal sclerosis)의 진단에 도움이 된다는 보고도 있다 (5).

그러나 아직까지도 자기공명 분광법은 여러 가지 제한점들이 있으며 특히 STEAM기법은 주요대사물의 스펙트럼을 일률적인 그리고 정성화 된 방법으로 분석하기가 쉽지 않으며 (6, 7) 후처리 과정에서 기저선(baseline)을 교정하기도 쉽지 않다. 반면에 긴 에코시간의 PRESS(point resolved spatially localized spectroscopy)기법은 기저선의 교정이 거의 필요 없으므로, 후처리 과정을 거치지 않더라도 주요대사물의 비율을 결정할 수 있는 장점이 있다 (8). 이러한 사실에 의하면, 즉 동일한 체적에서 긴 에코시간과 짧은 에코시간 기법으로 자기공명 분광법을 동시에 시행하고, 여기서 나온 주요 대사물의 비율을 후처리 과정없이 비교해서, 그 차이가 있는지 알아 보고자 하였다. 그리고 이러한 결과를 바탕으로 짧은 에코시간을 사용하여 얻은 여러 대사물들의 분석, 즉 후처리 과정(post-processing)에서 나타날 수 있는 편차를 줄일 수 있는 방법에 도움이 되는 지 알고자 하였다.

[1]연세대학교 의과대학 진단방사선과학교실, 방사선과학연구소
[2]연세대학교 의과대학 신경과학교실
이 논문은 2000년 1월 6일 접수하여 2000년 6월 7일에 채택되었음.

대상과 방법

간질의 양상과 뇌파검사의 결과를 토대로 하여 복합부분발작으로 진단하였던 9명의 환자를 대상으로 하였다. 평균나이는 33세였고 (17세 - 60세) 남자 2명, 여자 7명이었다. 5명의 환자는 내측두엽 경화증환자 였고, 나머지는 지속성 간질, 내측두엽 종양, 측두엽 피질 이형성, 후두엽 간질로 진단한 환자가 각각 1명씩 이었다. 4명의 내측두엽 경화증환자와 측두엽 피질 이형성 환자는 수술로 확진 하였다.

1.5T의 자기공명영상기(GE Signa Hispeed, Milwaukee, WI, U.S.A.) 로 단일체적 양성자 자기공명 분광법을 시행하였고, 동일한 영역에서 PRESS(TE 272 ms)와 STEAM(TE 30 ms) 기법으로 각각의 검사를 하였다. 17개의 해마와 2개의 측두엽, 그리고 1개의 후두정엽등 총 20개부위에서 자기공명 분광법을 시행하였고, 체적의 크기는 약 5.2 - 17.4 cm^3 이었다. 해마부위의 검사는 환자의 머리를 신전 시켜 해마 체의 장 축이 검사면과 평행이 되도록 하여서 해마의 전장을 모두 포함하도록 하였다 (Fig. 1). TR은 1500 ms 이었고 192번 반복하여 얻었으며, 체적 한 개당 검사시간은 5분 18초였다. 모든 체적의 검사는 자동화 전스캔법(automated prescan method)을 사용하였고, 동시에 수동 방법(manual method)으로도 전스캔을 하였으며 그리고 수동으로 CHESS(chemical shift selective)기법을 사용하여 물 억제를 하였으며 약 2 - 3분이 더 소요되었다.

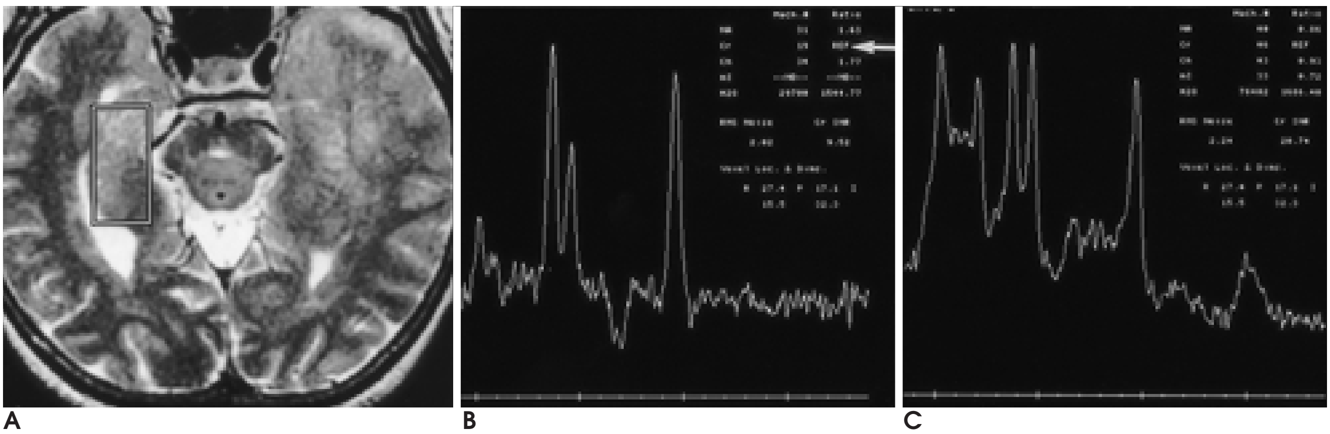
자기공명영상기 자체에 내장된 PROBE/SV (proton brain examination/single voxel, GE Medical Systems)정량화 측정도구를 사용해서 N - acetylaspartate (NAA)와 choline (Cho)의 비를 계산했고, creatine (Cr)치를 내적기준으로 했다. 각각의 PRESS와 STEAM기법에서 측정한 NAA/Cho비의 차이를 통계적 방법(paired student t - test)으로 비교하였다.

결 과

단일체적 양성자 자기공명 분광법을 시행한 결과 20차례의 PRESS검사 중 16/20 (80%)개의 체적에서 NAA/Cho비를 계산할 수 있었으며, NAA/Cho비를 계산할 수 없었던 4개의 체적 중 3개는 Cr치의 잡음 그리고 1개는 Cho치의 잡음으로 측정할 수 없었다. 같은 위치에서 시행한 20차례의 STEAM검사에서 19/20 (95%)개의 체적에서 NAA/Cho비를 계산할 수 있었고, 체적 중 1개는 Cho치의 잡음으로 인하여 측정할 수 없었다(Fig. 2). NAA/Cho값의 평균값과 표준편차는, PRESS검사는 1.22 ±0.50이었고 STEAM검사는 1.16 ±0.36이었다 (Fig. 3). PRESS기법과 STEAM기법으로 단일체적 자기공명 분광법을 동시에 시행했을 때, Cr을 기준으로 정한 NAA/Cho 비율은 통계적으로 차이가 없었다 ($p < 0.01$).

고 찰

측두엽 간질환자에서 양성자 자기공명 분광법의 역할은 크게 세가지로 요약할 수 있으며 첫째, 뇌파 검사에서 증명한 간질초점을 편측화 할 수 있는지 둘째, 고식적 자기공명영상에서 보이지 않아 진단할 수 없는 해마 경화증 또는 양측성으로 나타나는 해마의 비정상 소견을 증명할 수 있는지 셋째, 이러한 간질초점의 편측화와 해마의 양측성 이상의 소견들이 수술적 치료 후에 측두엽 간질환자의 예후와 관련이 있는지 하는 것이



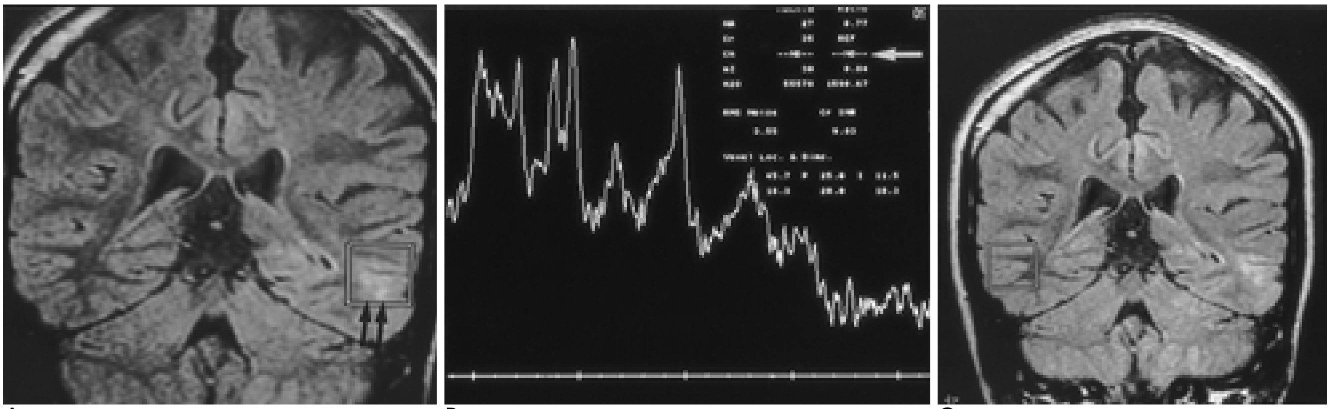
A B C

Fig. 1. Localized single voxel proton MR spectroscopy was performed along the long axis of right hippocampus after extension of patient's head to obtain entire dimension of the hippocampal body. At this same area, PRESS and STEAM exams were done to compare the metabolite ratios of the hippocampus.

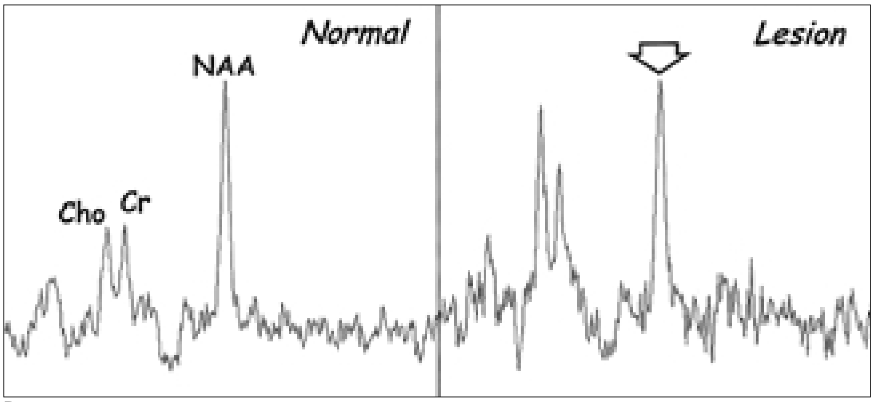
A. Position of localized single voxel is seen in entire dimension of right side hippocampus (white rectangular box).

B. Acquired spectrum of PRESS examination and results of each metabolites, N-acetylaspartate (NAA), choline (Cho) and creatine (Cr) following automated calculation with PROBE/SV package. NAA/Cho ratio was 0.92 (1.63/1.77) as an internal reference of Cr peak (white arrow).

C. Another acquisition of STEAM examination in the same voxel of right hippocampus shows baseline inhomogeneity of acquired spectrum. Automatically calculated each spectral peak is seen left upper corner after application of PROBE/SV quantitation. NAA/Cho ratio was 0.92 (0.86/0.93) as an internal reference of Cr peak.



A B C



D

Fig. 2. 17 years old female patient with complex partial seizure had been confirmed as cortical dysplasia with microdysgenesis in left temporal lobe.
A. Coronal FLAIR image shows increased signal intensity (black arrows) in left temporal lobe, cortical and subcortical region. Localized single voxel (rectangular white box) is positioned in this area.
B. Single voxel MR spectroscopy of STEAM method at this lesion shows non-measurable choline peak (white arrow) after application of PROBE/SV quantitation (ND; non-detected amount of metabolite).
C. Localized single voxel was positioned in right temporal lobe of contralateral normal side (white rectangular box).
D. PRESS MR spectroscopy at the lesion side shows significantly decreased NAA peak (open black arrow) comparing to contralateral normal side, suggesting the results of neuronal loss or replaced by abnormal neurons due to cortical dysplasia and microdysgenesis of subcortical white matter. (NAA: N-acetylaspartate, Cr: Creatine, Cho: Choline)

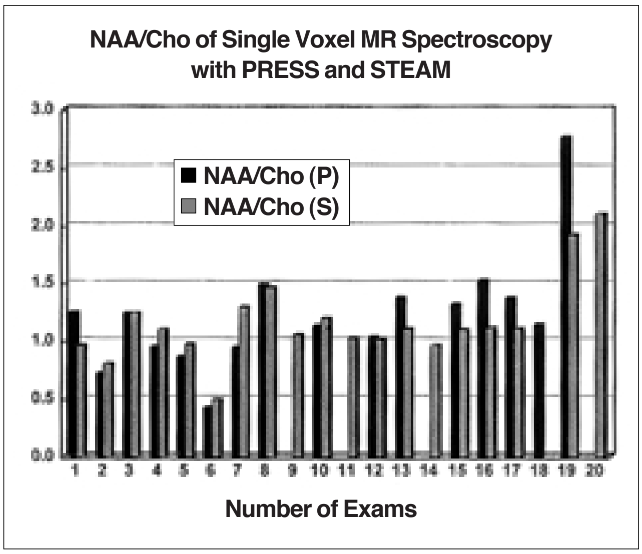


Fig. 3. Results of NAA/Cho ratio between long TE (PRESS) and short TE (STEAM) method using single voxel proton MR spectroscopy is compared.
[NAA/ Cho (P), N-acetylaspartate/ Choline (PRESS, long TE method), NAA/ Cho(S), N-acetylaspartate/ Choline (STEAM, short TE method)]

다 (1 - 4, 9).

그러나, 측두엽 간질환자에서 양성자 자기공명 분광법의 임상적 유용성 및 신뢰성은 자기공명 분광법이 어느 정도로 정확하게 그리고 일률적으로 결과를 나타내는 표준화 정도와 아주 밀접한 관계가 있다. 현재 사용하고 있는 자기공명 분광법은 각 병원 또는 연구기관에 따라 검사방법이 다르고, 검사를 할 때 자기공명 영상기계의 자장 균일성에 의해서도 결과가 달라질 수 있으며, 그리고 검사하고자 하는 체적의 해부학적 부위에 따른 대사물질 비율의 차이도 있다 (7, 10). 또한 검사를 시행하는 자기공명 기사의 숙련여부도 결과에 영향을 줄 수 있으며, 특히 자기공명 분광법 검사 후에 여기서 얻은 스펙트럼을 분석하는 방법에 따라서도 서로 다른 결과가 나타날 수 있다 (6). 그러므로 위와 같이 자기공명 분광법의 결과에 영향을 미치는 요소들을 최대한 줄여서 비교적 간단한 방법으로 빠르게 그리고 자동화 가능한 결과가 나오도록 할 때, 임상적으로 유용하고 신뢰할 수 있는 결과를 기대할 수 있다.

측두엽 간질환자에서 일반적으로 지금까지 사용한 양성자 자기공명 분광법은 긴 에코시간의 PRESS기법을 사용하는 경우가 더 많았고, 자기공명 분광법의 결과도 NAA, Cr, Cho의 상대적 비율을 계산하여 평가하거나 또는 반대쪽 반구의 정상부

위를 동시에 검사해서 비교하는 것이었다 (1 - 4, 8, 9). 이와 같이 대사물질의 상대적 비율을 측정하는 것은 검사부위의 조직학적 특성에 따라서 그 값이 다를 수 있다. 특징적으로, 해마는 대뇌 반구의 신피질과 달리 발생학적으로 가장 오래된 피질 부위로서, 정상 여섯층으로 구성된 대뇌의 신피질보다 신경세포의 밀도가 적고 신경 교세포(glial cell)의 밀도는 높은 것으로 알려져 있다 (11). Choi CG 등의 보고에 의하면 해마의 세포조직학적 구조가 대뇌 반구의 뇌조직과 다르고, 짧은 에코시간의 STEAM기법으로 대사물을 정량화 한 결과 NAA치는 감소하고, Cho과 Ins(myo - inositol)의 함량은 상대적으로 증가 한다고 하였다 (7). 해마에서, Cho과 Ins의 함량이 상대적으로 많은 이유는 대뇌 반구의 신피질과 비교해서 교세포의 밀도가 높기 때문이라고 생각하고 있다. 또한 짧은 에코시간의 STEAM기법으로 일정한 후처리 방법을 적용시켜서 대사물질 각각을 정량화 할 수 있었다. 그리고 나이에 따라서 대사물질의 비율과 양이 변할 수 있으나, 위와 같이 대사물질의 양을 정량화 할 수 있었기 때문에, 나이에 따른 정상 대조군의 결과와 비교할 필요가 없었고, 또한 반대쪽 정상부위를 검사 할 이유도 없다고 하였다 (7). 반면에 Saunders DE 등의 연구 결과에서는, 30명의 (24 - 89세) 정상 성인 뇌를 대상으로 짧은 에코시간의 STEAM기법으로 대사물질의 절대적 함량을 조사했다. 이들의 결과에 의하면 나이에 따라서 NAA와 Cr, 그리고 Cho과 Ins 각각의 농도, 즉 절대적 함량은 차이가 없다고 보고하였다 (12). 이러한 결과들은 대사물질의 절대량을 구하는 방법이 상대적 비율을 측정하는 것보다 더욱 정확하며, 그리고 병변이 없는 반대쪽을 검사하거나 나이에 따른 정상 대조군의 결과를 비교할 필요가 없으므로 더욱 효율적으로 병변과 또는 주위의 정상조직에 대해 정확하게 조직학적 평가를 할 수 있다. 그러나 각각의 대사산물의 절대량을 측정하기 위해서는 특별한 방법으로 후처리 하였고 (13), 그 방법은 우선 검사하려는 부위의 체적을 선택한 후, 체적 내 뇌조직의 물 구성 성분 (세포 내 물, 세포 외 물, 뇌척수액)을 계산하기 위해서 여러 개의 에코시간에 따라 변하는 물 구성 성분 각각의 T2 이완시간을 측정하였다. 그리고 water phantom에서 얻은 물의 신호를 대조로 하여 그 차이를 구하고, 남아있는 소량의 물 피크를 제거하여 기저선을 편평하게 만들어서, 이 결과를 워크스테이션에서 후처리 프로그램을 사용하여 대사 산물의 값을 계산하였다. 이러한 방법은 대사산물을 정량화 할 수 있으면서 재현성이 높지만, 모든 병원에서 쉽게 사용할 수 없는 제약이 있고, 그리고 처리과정이 다소 복잡한 단점이 있다.

짧은 에코시간의 STEAM기법은 긴 에코시간의 PRESS기법에 비해서 다양한 대사물질의 스펙트럼을 볼 수 있으며, 즉 2.0 - 2.6 ppm사이에 넓은 영역의 glutamate와 glutamine이 보이고, 2.6 ppm에는 작은 영역의 NAA피크가 관찰되며, 3.6 ppm정도의 영역에서는 Ins피크가 있다. 특히 최근의 연구결과에 의하면 측두엽 간질환자에서 짧은 에코시간의 STEAM기법으로 자기공명 분광 검사를 했을 때, 병변 쪽의 NAA/Ins 값이 현저하게 감소하였고 (5, 14), 기존의 긴 에코시간의 PRESS기법에서 NAA/Cho+Cr이 감소하는 결과보다 통계적으로 더욱 유의하였다. 이것은 해마 경화증의 진단에서 Ins의 역할이 중요하다는 것을 입증한 것이며, 실험적 연구 결과에서도 Ins은 뇌의 신경세포에는 존재하지 않고 신경 교세포에만 존재한다는 사실이 알려져 있어 (15) 위의 결과를 더욱 명확하게 나타낸다. 내측두엽 경화증의 조직병리 소견인 신경세포 수의 감소, 교세포 수의 증가는 자기공명 분광 검사에서는 신경세포의 표지 산물인 NAA가 감소하고 교세포의 표지 산물인 Ins가 증가하므로 결국 NAA/Ins 값이 상대적으로 더욱 감소하는 결과를 정확하게 반영한다고 설명할 수 있다. 저자들의 결과에서도 5명의 내측두엽 경화증 환자를 대상으로 짧은 에코시간의 STEAM기법으로 계산한 NAA/Ins 값과 NAA/Cho 값을 비교해 보았다. 대상 환자수가 작아서 의미 있게 해석하기는 힘들지만 병변쪽 NAA/Ins 값의 평균과 표준편차는 1.33 ±0.29이었고 병변 반대쪽 NAA/Ins 값의 평균과 표준편차는 1.66±0.27이었으며, 병변쪽 NAA/Cho 값의 평균과 표준편차는 1.04±0.15이었고 병변 반대쪽 NAA/Cho 값의 평균과 표준편차는 1.18±0.16이었다. 통계적으로 크게 유의하지는 않았지만 병변쪽의 해마에서 측정한 NAA/Cho 값 차이에 비하여 NAA/Ins 값 차이가 좀 더 뚜렷한 경향이 있었다.

이처럼 짧은 에코시간의 STEAM기법은 긴 에코시간의 PRESS 기법에 비해서 교세포의 표지 산물인 Ins 피크가 나타나므로, 측두엽 간질환자의 진단에 더욱 도움이 될 것이라고 생각하나, 반면에 에코 시간이 짧기 때문에 조직을 형성하는 거대분자 구성요소의 영향으로 스펙트럼의 기저선이 일정하지 않은 단점이 있다 (Fig. 1C). 실제로 PRESS기법은 후처리 과정을 거치지 않아도 비교적 일정한 기저선을 보이지만 STEAM 기법에서는 후처리 과정에서 기저선을 교정하는 것도 쉽지 않으며, 후처리를 하는 사람에 따라서도 대사 산물의 값이 차이가 있을 수 있어서 검사 결과에 대한 신뢰성이 떨어질 수 있다. 그러나 자기공명영상기 자체에 내장된 PROBE/SV 정량화 측정 도구를 사용해서 대사산물의 값을 측정하는 방법은 기저선을 교정하는 과정에서 생기는 측정 오차를 줄일 수 있다고 생각한다. 또한 저자들의 결과에서 PROBE/SV 정량화 측정 도구를 사용했을 때 NAA/Cho 값이 긴 에코 시간과 짧은 에코 시간에서 통계적으로 차이가 없었고, 이러한 이유에서 짧은 에코시간의 STEAM 기법으로 측정한NAA/Ins 값의 결과를 해마 경화증 환자에서도 적용할 수 있다고 생각한다. 그러나 정상 대조군의 결과와 비교를 하지 않았고, 자기공명 검사에서 보이지 않는 측두엽 간질환자의 결과와도 비교를 하지 않았으나 장차 이들에서도 유용한 결과가 나오리라고 예측 할 수 있다.

PROBE/SV 정량화 측정 도구의 단점은 이 방법으로 대사산물의 값을 측정할 수 없는 경우가 있으며 (Fig. 2), 이 때는 대사산물의 값을 비교한 결과를 얻을 수 없으므로 병변의 조직학적 평가에 도움이 되지 않을 수 있다. PROBE/SV 방법은 Cr 값을 기준으로 나머지 대사산물의 상대적 값을 계산하는 것으로 (Fig. 1), 검사하려는 체적에 자장의 비균질성이 있거나 환자의 움직임 등으로 인하여 Cr의 신호대잡음비 (SNR, signal to noise ratio)가 감소하면 대사산물의 상대적 값을 측정할 수 없다. PROBE/SV 검사를 할 때 자동법과 수동법으로 전스캔

을 할 수 있으며, 두 방법간의 차이는 자동법은 환자의 움직임 또는 자장의 비균일성에 좀 더 영향을 받아 좋은 스펙트럼이 나오지 않는 경우가 더 많다 (16). 반대로 수동법은 자동법에 비해 좀 더 나은 스펙트럼이 나오지만 전스캔에 시간이 2-3분 정도 더 걸리는 단점이 있다. 저자들의 방법은 모든 검사에서 자동법으로 전스캔을 하였고, 비교적 좋은 스펙트럼을 얻을 수 있었다. 해마 부위에서 자기공명 분광법 검사를 할 때 어려운 점의 하나는 측두엽의 정상 해부학적 위치에 있는 뼈, 공기 등에 의해서 스펙트럼이 자장에 민감해져 영향을 받을 수 있는 것이다. 그리고 해마 경화증이 심해지면 해마의 체적이 많이 감소하여 자기공명 분광법 검사를 할 때, 검사 체적에 주위 정상 뇌조직이 포함되어 위 음성(false negative) 결과를 나타낼 수 있어서 주의가 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 적정 체적 용적, 스캔 수, 에코 시간 등 검사의 재연성을 높이기 위한 방법도 모색해야 한다 (17).

결론적으로, 측두엽 간질환자에서 자기공명 분광법을 시행하여 진단과 치료, 그리고 치료 후 예후등에 대한 유용한 방법이 되기 위해서는 일률적이고 재연성이 높은 검사 도구가 되도록 해야 한다. 저자들은 자동 및 수동 전스캔법을 사용하여 비교적 일률적인 스펙트럼을 얻을 수 있었다. 그리고 같은 체적에 대하여 짧은 에코시간의 STEAM기법과 긴 에코시간의 PRESS기법으로 자기공명 분광법을 시행하여 비교적 일률적인 NAA/Cho 값을 구할 수 있었다. 동시에 짧은 에코시간의 STEAM기법을 기저선을 교정하지 않고서도 Cr을 기준으로 한 NAA/Ins 값을 구할 수 있으므로 향후 측두엽 간질환자의 진단에 도움이 되리라 생각한다. 그러나 궁극적으로 측두엽 간질환자에서 자기공명 분광법이 일률적으로 재연성이 높은 방법이 되기 위해서는 스펙트럼의 절대량을 측정할 수 있어야 한다고 생각하며, 또한 짧은 에코시간의 STEAM기법에서 각각의 대사산물의 정확한 상대적 값을 측정하기 위해 후처리 과정이 필요하다고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Achten E, Boon P, Van De Kerckhove T, et al. Value of single voxel proton MR spectroscopy in temporal lobe epilepsy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997;18:1131-1139
2. Ng TC, Comair YG, Xue M, et al. Temporal lobe epilepsy: presurgical localization with proton chemical shift imaging. *Radiology* 1994;193:465-472
3. Ende GR, Laxer KD, Knowlton RC, et al. Temporal lobe epilepsy: bilateral hippocampal metabolite changes revealed at proton MR spectroscopic imaging. *Radiology* 1997;202:809-817
4. Cendes F, Andermann F, Dubeau F, Matthews PM, Arnold DL. Normalization of neuronal metabolic dysfunction after surgery for temporal lobe epilepsy. Evidence from proton MR spectroscopic imaging. *Neurology* 1997;49:1525-1533
5. Woermann FG, McLean MA, Bartlett PA, Parker GJ, Barker GJ, Duncan JS. Short echo time single-voxel 1H magnetic resonance spectroscopy in magnetic resonance imaging-negative temporal lobe epilepsy: different biochemical profile compared with hippocampal sclerosis. *Ann Neurol* 1999;45:369-376
6. Brooks WM, Friedman SD, Stidley CA. Reproducibility of 1H-MRS in vivo. *Magn Reson Med* 1999;41:193-197
7. Choi CG, Frahm J. Localized proton MRS of the human hippocampus: metabolite concentrations and relaxation times. *Magn Reson Med* 1999;41:204-207
8. Soher BJ, Hurd RE, Sailasuta N, Barker PB. Quantitation of automated single-voxel proton MRS using cerebral water as an internal reference. *Magn Reson Med* 1996;36:335-339
9. Knowlton RC, Laxer KD, Ende G, et al. Presurgical multimodality neuroimaging in electroencephalographic lateralized temporal lobe epilepsy. *Ann Neurol* 1997;42:829-837
10. Pouwels PJW, Frahm J. Regional metabolite concentrations in human brain as determined by quantitative localized proton MRS. *Magn Reson Med* 1998;39:53-60
11. Arnold SE, Trojanowski JQ. Human fetal hippocampal development: I. Cytoarchitecture, myeloarchitecture, and neuronal morphologic features. *J Comp Neurol* 1996;376:274-292
12. Saunders DE, Howe FA, van den Boogaart A, Griffiths JR, Brown MM. Aging of the adult brain: in vivo quantitation of metabolite content with proton magnetic resonance spectroscopy. *J Magn Reson Imaging* 1999;9:711-716
13. Kreis R, Ernst T, Ross BD. Absolute quantitation of water metabolites in the human brain, II: metabolite concentrations. *J Magn Reson Imaging* 1993;102:9-19
14. Wieser HG, Duc C, Meier D, Boesiger P. 1H MR spectroscopy in the human hippocampus: its role in the surgical treatment of temporal lobe epilepsy. *Epilepsia* 1995;36:S144
15. Brand A, Richter-Landsberg C, Leibfritz D. Multinuclear NMR studies on the energy metabolism of glial and neuronal cells. *Dev Neurosci* 1993;15:289-298
16. 임명관, 서창해, 조영국, 김진희, 이정희, 임태환. 정상 뇌의 수소 자기공명분광 소견: 자동적 방법과 수동적 방법의 비교 연구. *대한방사선의학회지* 1998;38:385-390
17. 최충곤, 김성태, 최상일, 이호규, 서대철, 임태환, 오용호. 정상 해마 부위의 단일 화적소 스핀에코 양성자 자기공명분광법: 적정 체적 용적 및 대사물질 비율의 재연성. *대한방사선의학회지* 1997;37:775-782

J Korean Radiol Soc 2000;43:125 - 130

Hippocampal and Neocortical Metabolite Ratio in Patients with Complex Partial Seizure: Short TE and Long TE Techniques Using Single Voxel Proton MR Spectroscopy[1]

Jin-Il Chung, M.D., Dong Ik Kim, M.D., Byung In Lee, M.D.[2],
Seung Ik Lee, M.D., Pyeong Ho Yoon, M.D.

[1]*Department of Diagnostic Radiology, Research Institute of Radiological Science, Yonsei University Medical College*
[2]*Department of Neurology, Yonsei University Medical College*

Purpose: To compare hippocampal and neocortical metabolite ratios using single-voxel proton MR spectroscopy with different echo times in patients with complex partial seizure.

Materials and Methods: Using a GE Signa 1.5 T scanner with STEAM and PRESS sequences, automated single voxel proton MRS was used to determine metabolite ratio differences in the hippocampus and neocortex of nine complex partial seizure patients [mesial temporal sclerosis (n = 5), status epilepticus (n = 1), tumor (n = 1), cortical dysplasia (n = 1), occipital lobe epilepsy (n = 1)]. A total of 20 examinations were performed in the region of the hippocampus (n = 17), temporal neocortex (n = 1), and parieto-occipital gray matter (n = 1). Voxel size range was 5.2 - 17.4 cm^3. The calculated creatine (Cr) peak was employed as an internal reference and the relative ratio of N-acetylaspartate (NAA) and choline (Cho) was calculated for both short and long echo times using an automated PROBE/SV (GE Medical Systems) package. Each NAA/Cho ratio obtained using both PRESS and STEAM techniques was compared by means of statistical analysis (paired Student *t*-test).

Results: Using PRESS (long TE, 272 ms), NAA/Cho ratios were successfully calculated in 16 of 20 examinations; in four this was not possible due to noise levels of the Cr and Cho peaks. Using STEAM (short TE, 30 ms) NAA/Cho ratios were successfully calculated in 19 of 20 examinations; in one, the Cho peak could not be measured. Using PRESS and STEAM, mean and standard deviations for the NAA/Cho ratio were 1.22±0.50 and 1.16±0.36, respectively. There were no statistically significant differences in this ratio between the short and long TE method ($p < 0.01$).

Conclusion: In complex partial seizure patients, no significant metabolite differences were found between short and long echo times of single voxel proton MR spectroscopy. The metabolite ratio at different echo times can be reliably obtained using this simplified and automated PROBE/SV quantitation method.

Index words : Magnetic resonance (MR), spectroscopy,
Epilepsy
Hippocampus

Address reprint requests to : Jin-Il Chung, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Pundang Jesaeng General Hospital, Daejin Medical Center.
255-2, Seohyun-dong, Pundang-gu, Sungnam-si, Kyungki-do 463-050, Korea.
Tel. 82-31-779-0098 Fax. 82-31-779-0062 E-mail: cji@dmc.or.kr