

소뇌와 뇌교의 정상 자기공명분광 소견: 같은 장비내 및 다른 장비간의 결과 비교

최준일¹ · 장기현^{1,2} · 송인찬^{1,2} · 도경현¹ · 이준우¹ · 이상현¹ · 유인규¹ · 한문희^{1,2}

목적 : 정상 성인에서 소뇌와 뇌교의 MRS의 정상 소견과 대사물질비의 정상값을 구하고, 같은 장비에서 반복 시행한 결과의 차이와 다른 장비간의 결과의 차이가 어느 정도인지를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법 : 건강한 9명의 정상 자원자(평균연령 23세)를 대상으로 두 개의 서로 다른 1.5 T MR 장비(A, B 장비)에서 각각 두 번씩 총 4회의 MRS를 양측 소뇌 반구와 뇌교에서 시행하였다. 스핀에코 단일화적소기법을 이용하였고, 소뇌에서는 $2 \times 2 \times 1.5$ cm의 voxel 크기를, 뇌교에서는 $1.5 \times 1.5 \times 1.5$ cm의 voxel을 적용하였다. TR/TE는 2000/288 msec, Averaging은 128회로 하였다. 소뇌와 뇌교의 NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho+Cr), Cr/Cho 비를 peak height와 peak area로 각각 구하여, 같은 장비 내 (intra-unit), 그리고 다른 장비간 (inter-unit)의 정상값에 유의한 차이가 있는지를 알아보았다.

결과 : A 장비에서 첫번째로 시행한 peak height NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho+Cr), Cr/Cho 비의 평균값(표준편차는 소뇌에서 각각 1.08 ± 0.16 , 1.44 ± 0.286 , 0.61 ± 0.09 , 0.76 ± 0.13 였고, 두번째 시행한 결과와 비교할 때 장비내 차이는 3-7% 였다. B장비에서 시행한 2회의 검사 사이에서는 22%의 차이를 보인 Cr/Cho를 제외하면 1-9%의 장비내 차이를 보였다. A, B 두 장비 간 차이는 1-26%였다. 뇌교에서는 A장비 첫번째 peak height 측정치는 1.51 ± 0.35 , 3.35 ± 0.78 , 1.02 ± 0.16 , 0.47 ± 0.14 로서, 소뇌보다 NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho+Cr) 비가 유의하게 높았다. 장비내 차이는 A 장비에서 2-21%였고, B 장비에서 4-18%였다. A, B 두 장비간 차이는 1-18% 였다. peak area로 구한 대사산물비의 평균값은 peak height 의 그것에 비해 전반적으로 두 장비에서 높거나 광범위한 변이를 보였다.

결론 : 소뇌의 NAA/Cho과 NAA/Cr의 평균값이 뇌교의 그것보다 유의하게 낮았다. 같은 장비 내에서 반복 시행한 평균값의 차이는 대체적으로 유의한 차이가 없었으나, 다른 장비에서 반복 시행한 장비간의 사이에는 유의한 차이가 있는 경우가 더 많았다. 따라서, MRS 검사를 소뇌나 뇌교의 어떤 질환에 적용하기 전에 각 장비 마다 정상 기준치를 반드시 얻은 후에 이상여부를 판정하는 것이 필수적이라고 생각된다.

대한자기공명의과학회지 5:123-129(2001)

¹서울대학교 의과대학 방사선과학교실

²의학연구원 방사선의학연구소

이 연구는 보건복지부 보건의료선도기술연구개발사업(HMP-98-G-1-028)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

이 연구는 교육부 BK21(2000년)의 일부 지원에 의하여 이루어진 것임.

접수 : 2001년 5월 28일, 채택 : 2001년 9월 6일

통신저자 : 장기현, 서울특별시 중로구 연건동 28번지 서울대학교 병원 진단방사선과

Tel. 82-2-760-2584 Fax. 82-2-743-6385 E-mail: changkh@radcom.snu.ac.kr

서 론

자기공명분광법(Magnetic resonance spectroscopy, MRS)은 아직까지 기술적인 한계로 인해 보편적으로 널리 이용되고 있지 않지만, N-acetylaspartate (NAA), choline (Cho), creatine-phosphocreatine (Cr) 등의 여러 대사산물을 측정할 수 있는 기능적인 검사법으로, 인체의 여러 질환에 유용하게 이용될 수 있는 최신 검사 기법이다. MRS는 비침습적인 검사이므로 부작용 없이 반복적인 검사가 가능하다는 점에서 특히 유용한 검사 방법이며, 현재까지는 뇌의 H-1 MRS가 간질, 탈수초성 질환, 대사성질환, 종양 등과 같은 다양한 뇌질환의 임상연구와 진료에 가장 많이 이용되고 있다 (1).

여러 가지 뇌질환의 MRS결과를 평가하는데 기준이 되는 정상 뇌에서의 MRS의 양상과, 뇌 각 부위의 MRS의 정상값을 확인하는 것은 필수적이다. 지금까지의 연구에 의하면 뇌 MRS의 정상값은 뇌의 부위마다 차이가 있으며, 대뇌의 전두엽, 두정엽, 측두엽, 기저핵 등에서 정상조건과 정상 대사산물비가 보고되었으나 (2-5), 소뇌와 뇌교의 MRS 정상값에 대한 연구는 거의 찾을 수 없었고 우리나라에서는 보고된 바 없다.

MRS 기법의 안정성과 재현성은 다른 모든 임상검사와 마찬가지로, 결과의 신뢰성을 높이는데 있어서 매우 중요하다. 또한 재현성은 서로 다른 연구 기관의 연구 결과를 비교하기 위해서도 필수적으로 확보되어 있어야 한다. 최근의 MRS기술 발달에 따라, 임상에서 이용되는 1.5 T 자기공명 장비는 재현성이 높은 것으로 알려져 있지만 (1, 6-7), 각 장비마다 약간의 자장의 균질

성에 차이가 있고 측정기법 등이 다르기 때문에 MRS가 임상적으로 이용되기 전에 각 장비의 MRS 상 나타난 대사 물질의 변화가 진정한 병변 내 대사 물질의 변화를 반영하는 것인지, 정상변이를 의미 하는지를 분명히 하기 위하여 각 장비마다의 정상값과 그 재현성이 확인되어야 한다.

본 연구의 목적은 우리나라 정상성인에서 소뇌와 뇌교의 MRS 소견을 제시하고, 같은 대상을 같은 장비에서 시간 차이를 두고 반복적으로 MRS를 시행했을 때 얻는 결과의 재현성인 "장비내 (intra-unit)" 재현성과, 같은 대상을 두가지 다른 장비에서 얻은 결과를 비교하는 "장비간 (inter-unit)" 재현성을 알아 보는 것이다.

대상 및 방법

과거에 중추신경계 질환이나 두부 외상을 당한 병력이 없는 9명의 정상인 자원자 (남자 7명, 여자 2명, 평균연령 23세) 를 대상으로 하였다. 자원자들은 모두 연구에 대한 자세한 설명을 들었으며, 연구에 대해 동의하였다.

모든 자원자는 두 대의 1.5 Tesla 자기공명 장비 (A 및 B 장비) 에서 시간 간격을 두고 각각 2 회 씩 총 4 회 (A-1, A-2, B-1, B-2) 에 걸쳐 MRS 검사를 하였다. A, B 장비 중 하나는 Magnetom SP (Siemens, Erlayer Germany) 이었고, 다른 하나는 Signa Horizon (General Electric, Milwaukee USA) 이었다. 한 장비에서 시행한 2 회의 검사 사이의 시간 간격은 1-56일이었으며, 두 장비간의 검사 시간 간격은 1-60일 이었다.

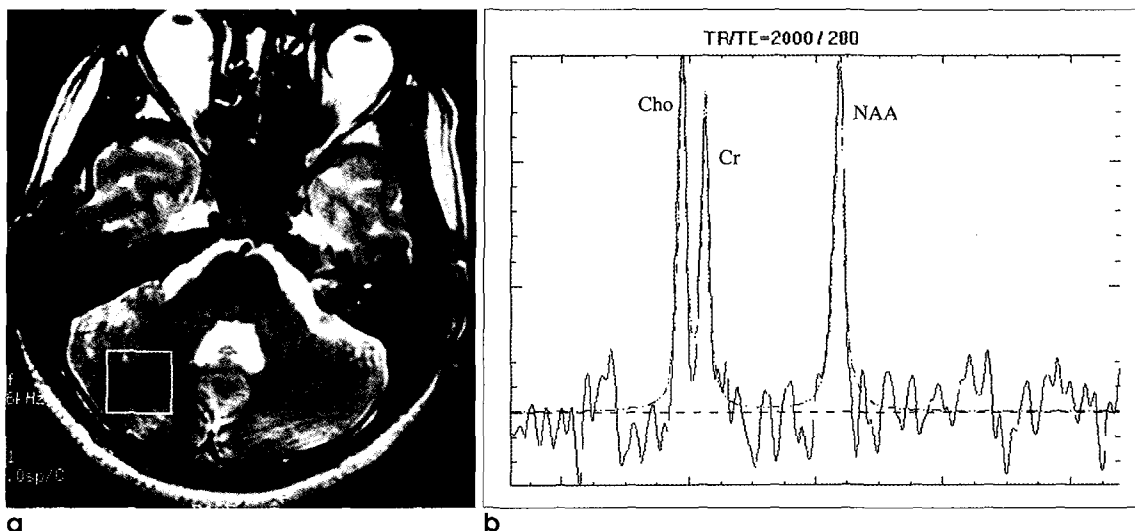


Fig. 1. An example of MR spectroscopic examination in the cerebellum. **a.** Axial T2-weighted MR image shows normal imaging findings with voxel of $2 \times 2 \times 1.5$ cm placed in the right cerebellum. **b.** Normal MRS spectrum obtained from the right cerebellum using single voxel technique with TR/TE = 2000/288 ms. Three signals, N-acetylaspartate (NAA), creatine-containing compound (Cr) and choline-containing compound (Cho), are well seen. Note that NAA/Cho and NAA/Cr ratios are lower than those of the pons (Fig. 2b).

MRS는 모두 circular polarized head coil을 사용하여, T2 횡단면 영상을 얻은 후, 단일화적소기법(single voxel technique)으로 양측 소뇌 반구와 뇌교에서 데이터를 얻었다. 스핀 에코 기법으로 반복시간은 2000 ms, 에코시간은 288ms, 화적 소의 크기는 소뇌에서는 2cm×2cm×1.5cm (Fig. 1), 뇌교에서는 1.5cm×1.5cm×1.5cm로 하였다 (Fig. 2). 물분자 신호는 chemical shift selective (CHESS) pulse 로 억제하였다. 모든 MRS 에서 1000 Hz의 표본주파수로 1024개의 데이터를 얻었으며, 평균화는 128회, 한 장비에서 자원자 당 1회의 MRS 데이터 획득시간 (양측 소뇌와 뇌교의 세 부위 데이터 획득시간)은 평균 20분, FWHM는 4-8 Hz 이었고, Zero-order 위상 교정과 기저선 수정을 하였다. 두 장비간의 Software의 차이 때문에 A 장비에서는 기저선 수정을 위한 second order polynomial of baseline을 자동으로 구했으며, B 장비에서는 수동으로 구했다.

데이터 분석은 매 회의 MRS에서 NAA, Cho, Cr 의 peak height 값과 peak area 값을 구한 후, NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho+Cr), Cr/Cho 비를 구하였다. 각각의 분광상에서 NAA (2.0 ppm), Cho (3.2 ppm), Cr (3.0 ppm)의 peak를 확인하는 것은 이전의 문헌을 따랐다 (8). Peak height 와 peak area는 측정오차를 줄이기 위해 세 차례 시행하여 그 평균 값을 이용하였다. Cr/Cho의 경우, Cho/Cr의 비를 구해 결과를 발표한 연구도 있었는데 (9), 본 연구에서는 이전에 저자들이 전 두엽과 측두엽에서 시행했던 연구에서와 같이 (5) Cr/Cho의 비를 구하였다.

자원자 당 총 4 회 (A-1, A-2, B-1, B-2) 씩 얻은 MRS에서 모두 NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho+Cr), Cr/Cho

비의 평균값을 구한 후, 이들 결과를 서로 비교하여 장비내 및 장비간 변이를 알아보았다. 장비내 및 장비간 변이의 유의성 검정은 Wilcoxon signed rank test를 이용하였다 (p<0.05).

결 과

소뇌에서 A장비를 이용한 첫번째 검사의 peak height 대사산물 비의 평균 값은 NAA/Cho 1.08, NAA/Cr 1.44, NAA/(Cho+Cr) 0.61, Cr/Cho 0.76 이었으며, 같은 A장비를 이용한 두번째 검사의 peak height 평균값과 비교할 때 대사산물비는 3 (NAA/Cr, Cr/Cho)-7% (NAA/Cho, NAA/(Cho+Cr))의 차이를 보였다 (p>0.05). B장비에서 시행한 2회의 검사 사이에서는 1-22%의 평균값의 차이를 보였다.

22%의 차이를 보인 Cr/Cho 비만이 통계적으로 유의한 차이였다 (p<0.05). A, B 두 장비 사이에는 같은 대사산물비가 최저 1% (NAA/Cr), 최고 26% (NAA/Cho, Cr/Cho)의 차이를 보였다.

소뇌에서 peak area로 구한 대사산물비의 평균값은 peak height 평균값에 비해 전반적으로 두 장비에서 각각 0-16%, 5-28% 만큼 높게 측정되었으며, A 장비내 검사 사이에서는 네가지 대사산물비가 1-13% ((p)0.05)의 차이를 보인 반면, B 장비내 검사 사이에서는 32%의 차이 (p<0.05)를 보인 Cr/Cho를 제외하고는 4%-16%의 유의하지 않은 차이를 보였다.

총 4회에 걸쳐 얻은 소뇌의 대사산물비는 좌우측 간에 유의한 차이가 없었으며 (p<0.05), 양측을 합쳐서 구한 각 대사산물비의 평균값과 표준편차는 table 1에 정리하였다.

뇌교에서 A장비를 이용한 첫번째 검사의 peak height 대사산

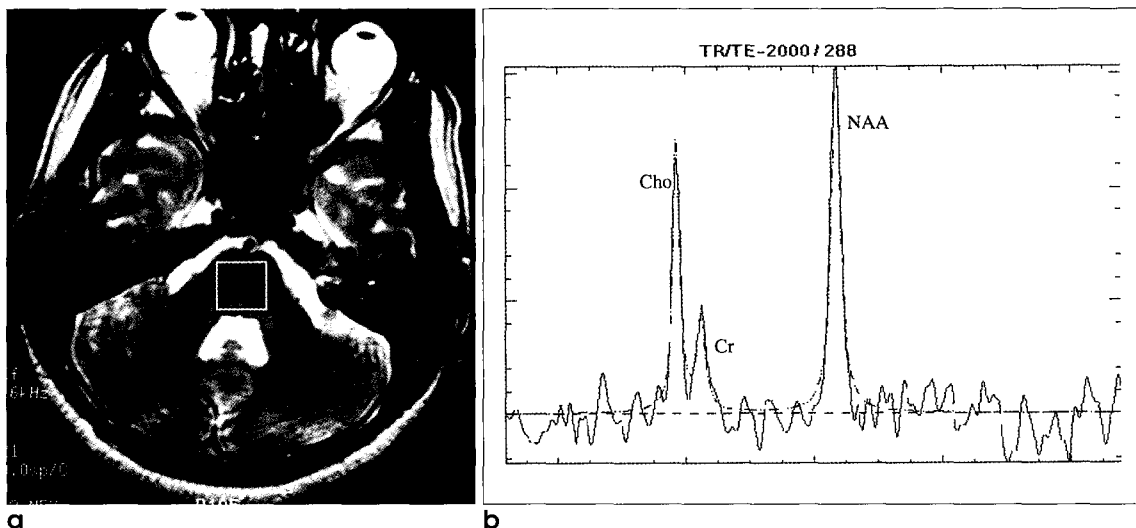


Fig. 2. An example of MR spectroscopic examination in the pons.
a. Axial T2-weighted MR image shows normal imaging findings with voxel of 1.5×1.5×1.5 cm placed in the pons.
b. Normal MRS spectrum obtained from the pons using single voxel technique with TR/TE=2000/288 ms. Three signals, N-acetylaspartate (NAA), creatine-containing compound (Cr) and choline-containing compound (Cho), are well seen.

Table 1. Normal Metabolite Ratios of the Cerebellum (Mean ± SD)

	A - 1		A - 2		B - 1		B - 2	
	Peak height	Peak area	Peak height	Peak area	Peak height	Peak area	Peak height	Peak area
NAA/Cho	1.08±0.16	1.27±0.17	1.16±0.35	1.30±0.38	1.32±0.35	1.71±0.72	1.21±0.25	1.48±0.28
NAA/Cr	1.44±0.28	1.45±0.32	1.49±0.43	1.64±0.87	1.44±0.51	1.55±0.95	1.57±0.50	1.67±0.36
NAA/(Cho + Cr)	0.61±0.09	0.67±0.09	0.65±0.18	0.68±0.12	0.67±0.16	0.75±0.25	0.68±0.16	0.78±0.13
Cr/Cho	0.76±0.13	0.91±0.23	0.78±0.15	0.92±0.43	0.96±0.30	1.34±0.99	0.79±0.10	0.91±0.18

A-1: First session of A unit
 A-2: Second session of A unit
 B-1: First session of B unit
 B-2: Second session of B unit

Table 2. Normal Metabolite Ratios of the Pons (Mean ± SD)

	A - 1		A - 2		B - 1		B - 2	
	Peak height	Peak area	Peak height	Peak area	Peak height	Peak area	Peak height	Peak area
NAA/Cho	1.51±0.35	1.43±0.36	1.73±0.62	2.34±1.83	1.73±0.79	1.98±0.82	1.47±0.33	1.61±0.42
NAA/Cr	3.35±0.78	6.28±4.42	3.30±1.05	5.61±7.67	3.40±1.30	4.14±2.54	3.54±1.58	4.25±2.01
NAA/(Cho + Cr)	1.02±0.16	0.82±0.08	1.09±0.26	1.32±0.95	1.09±0.30	1.19±0.46	1.02±0.32	1.11±0.31
Cr/Cho	0.47±0.14	0.33±0.17	0.57±0.34	0.82±1.02	0.55±0.28	0.69±0.48	0.50±0.23	0.47±0.27

A-1: First session of A unit
 A-2: Second session of A unit
 B-1: First session of B unit
 B-2: Second session of B unit

물비의 평균값은 NAA/Cho 1.51, NAA/Cr 3.35, NAA/(Cho+Cr) 1.02, Cr/Cho 0.47 이었으며, 같은 A장비를 이용한 두번째 검사의 peak height 평균값과 비교할 때 대사산물비는 2 (NAA/Cr, p>0.05)-21% (Cr/Cho, p<0.05)의 차이를 보였다. B장비에서 시행한 2회의 검사 사이에서는 4-18%의 평균값의 차이를 보였다 (p>0.05). A, B 두 장비 사이에는 같은 대사산물비가 최저 1% (NAA/Cr, NAA/Cho), 최고 18% (NAA/Cho, Cr/Cho)의 차이를 보였다.

뇌교에서 peak area로 구한 대사산물비의 평균값은 peak height 평균값과 달리 두 장비 검사 사이에서 11-109% 만큼 넓은 범위의 변이를 보였다. A 장비내 검사 사이에서도 NAA/Cr (6%)을 제외하고는 61%-148%의 차이 (p<0.05)를 보였고, B 장비내 검사 사이에서도 NAA/Cr (3%), NAA/(Cho+Cr) (7%)를 제외하고는 23 (NAA/Cho)-47% (Cr/Cho)의 유의한 차이 (p<0.05)를 보였다.

총 4회에 걸쳐 얻은 뇌교의 대사산물비의 평균값과 표준편차는 table 2에 정리하였다.

고찰

MRS를 이용한 대사물질의 측정에서 대사 물질들의 상대적 신호비 (metabolite signal ratios)가 가장 널리 쓰이는 측정 방

법이다. 그 이유는 대사물질의 절대량을 측정하는 것은 기술적으로 매우 어렵고 측정값의 신뢰도가 높지 않은 반면, 대사물질 신호비가 검사 대상의 MR 장비내의 위치 설정이나 coil loading, 적정 calibration 등의 영향을 거의 받지 않고 비교적 일정한 결과를 보이기 때문이다 (10, 11). 본 연구에서도 대사물질 신호비를 이용하여 MRS의 결과를 얻었다.

본 연구에서 소녀의 NAA/Cho과 NAA/Cr의 값이 뇌교의 그것보다 유의하게 낮았는데 (p<0.05), 이는 뇌의 영역에 따라 대사산물의 비가 다르다는 이전의 연구 결과 (5)를 뒷받침한다. 대사물질의 비가 아닌 대사물질의 절대량을 측정한 Pouwels 등 (12)은 소녀에서 Cho과 Cr의 양이 대뇌 보다 더 많다는 결과를 보고하였는데, 이는 소녀의 NAA/Cho, NAA/Cr값이 전두엽이나 두정엽 등의 대뇌보다 상대적으로 적은 저자들의 이전 연구 결과와 일치한다 (5). 뇌교의 경우 NAA/Cr은 전두엽 및 두정엽 보다 높았으며, NAA/Cho과 Cr/Cho은 낮았다. 뇌교는 측두엽과 비교해도 NAA/Cho과 NAA/Cr의 값이 낮았다. 뇌교의 경우, 대사물질의 비의 평균에 비해 표준 편차가 상당히 큰 편이었다. Eluri 등 (9)은 정신분열증 환자에 대한 대조군으로 8명의 정상인의 소녀와 뇌교의 NAA/Cr값을 보고하였는데, peak area를 이용한 이 연구에서 소녀의 NAA/Cr은 1.33, 뇌교의 NAA/Cr은 1.99로, 본 연구에서 peak area를 이용해 구한 결과의 평균값인 소녀의 NAA/Cr 1.58, 뇌교의 NAA/Cr 5.07 보

다 낮았다. 특히 뇌교에서 유의하게 큰 차이를 보였다. 본 연구에서, 뇌교의 Cho과 Cr peak의 크기가 상대적으로 NAA보다 많이 낮아 이런 차이를 낸 것으로 추정되는데, 이런 결과의 불일치는 Eluri 등 (9)의 연구에서는 기저선 수정을 하지 않은 점 등의 측정 방법상의 차이와 측정오차, 그리고 대사산물비의 개인 및 인종간의 차이 등 여러 가지가 원인일 수 있겠지만, 정확한 이유는 분명치 않다. 실제로 본 연구에서 대사물질의 비는 자원자에 따라 개체별 차이가 큰 경우도 있었는데, 특히 뇌교의 경우, 평균보다 표준 편차가 큰 경우도 있어서 매우 큰 개체별 차이를 나타냈다. 최근에 측두엽을 대상으로 시행한 연구에 의하면, 부분용적효과가 이런 큰 표준편차를 설명하는 이유로 제시되기도 하였는데, 화석소 내에 뇌실이나 수조 등이 포함되는 경우에 대사물질의 비가 크게 달라질 수 있기 때문이다 (13). 그러나 본 연구에서는 뇌교의 화석소 크기를 소뇌보다 작게 1.5 cm × 1.5 cm × 1.5 cm으로 하였기 때문에 부분용적효과는 거의 영향이 없었다고 생각한다.

본 연구에서 정상MRS값의 안정성과 재현성을 알아 보기 위해 같은 자원자를 대상으로 같은 장비내 검사결과와 다른 두 장비내 검사결과와의 차이를 분석한 결과, 소뇌에서 장비내 검사 간의 평균값은 대부분 유의한 차이가 없었으나, B 장비에서 Cr/Cho 평균값이 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 두 장비 사이에서는 NAA/Cr은 1%의 차이를 보인 반면, NAA/Cho 과 Cr/Cho은 최고 26%의 차이를 보였다. peak area 평균값은 peak height 평균값에 비해 전반적으로 두 장비에서 높게 측정되었는데, 이것은 Cho과 Cr이 서로 너무 가깝게 위치하고 있어 (0.3 ppm 과 0.32 ppm) 면적을 구하기 위한 기저선의 설정과 측정과정에서 정확한 측정범위를 판단하기 어려워 과도하게 높게 잡은 측정오차로 추정된다. 따라서 본 연구에서는 peak height 평균값이 더 신뢰도가 높다고 판단된다. 뇌교의 peak height 평균값에서는 A장비에서 시행한 Cr/Cho 만이 21%의 유의한 차이를 보였으나, peak area 평균값은 장비내 검사와 장비내 검사 모두에서 NAA/Cr을 제외한 모든 평균값이 23-148%의 큰 차이를 보였다.

장비내 재현성에 대한 이전 연구들은 서로 다른 결과를 보고하고 있다. 10명의 환자를 대상으로 후두-두정엽 부위에서 한 시간, 한 달의 시간 차이를 두고 세 번의 반복검사를 시행하여 MRS의 재현성 여부를 알아본 Brooks 등 (1)의 연구에서는, NAA, Cho, Cr, myoinositol 등 대사물질의 농도가 통계적으로 유의한 변화를 보이지 않았다. 13명의 정상인을 대상으로 두 달 동안 세 번 검사를 시행하여 NAA/Cr, Cho/Cr, myo-inositol/Cr, NAA/(NAA+Cr+Cho), NAA/Cho 등 다섯 가지 대사물질의 비를 구한 Hoshino 등 (14)의 연구에서도 대사물질비가 통계적으로 유의하게 변화하지는 않았다. 그러나, 3일간에 걸쳐 peak area를 이용하여 NAA, Cho, Cr의 신호를 측정 한 Marshall 등 (10)의 연구에서는 4.4%에서 25.8%에 달하는 "between days" variation을 보고하였다. Marshall 등 (10)은 이 연구에서 측정값 차이의 원인을 크게 네 가지로 설명하고

있는데, 첫째, 낮은 신호대 잡음비, 둘째, 검사 시간이 길어 질수록 심해지는 환자의 움직임, 셋째, 기저선의 왜곡, 넷째, 부정확한 관심화적소의 위치 선정을 들었으며, 이런 재현성 부족과 MRS의 질병에 대해 특이적이지 않은 소견을 들어, 비교적 적은 대사물질 농도 차이를 일으키는 질환에의 MRS 적용은 제한적일 수 밖에 없다고 주장하였다. 여섯명의 자원자에 대해 네 번씩의 검사를 시행한 다른 연구에서도 역시 재현성은 확인되지 않는다는 보고도 있었다 (15). 본 연구의 장비내 검사는 대체로 재현성이 있다고 판단되나 peak area평균값은 앞서 언급한 대로 측정오차의 범위가 너무 커서 재현성이 거의 없다고 판단된다.

서로 다른 장비에서 시행한 장비내 재현성의 경우, 이전에 보고된 연구를 문헌상 찾을 수 없었다. 본 연구에서는 장비내 재현성과 달리, 장비간에는 peak height평균값이 최고 22%의 차이를 보여 장비내 재현성보다 떨어졌다. 이는 장비 성능의 차이, 조작자의 차이, software의 차이 등의 여러 가지 요인이 관여할 것으로 생각되며, 다른 장비에서 얻은 검사 결과를 비교하거나, 다른 연구 기관의 연구 결과를 비교 할 때 큰 장애가 될 것으로 사료된다. 따라서, 기술과 검사 기법의 발달이 필요할 것으로 생각하며, 각 장비마다 정상값이 다를 수 있으므로, MRS를 임상적으로 이용하기 전에, 모든 장비의 MRS 정상값을 반드시 구해야 할 것으로 생각된다.

이 실험의 단점은 크게 두 가지를 들 수 있는데, 먼저 검사 결과를 얻는 과정에서 기저선 교정 등의 조작자에 따른 오차가 생길 수 있는 소지가 있는 점을 생각할 수 있다. 이의 교정을 위해 조작자에 의한 오차를 줄일 수 있는 software의 개발이 요구된다. 또, 재현성에 대한 연구의 경우, 자기공명 장비 자체의 정확한 재현성을 연구하려면, in vivo 보다는 모형을 이용한 연구가 더 유용할 것으로 생각되며, 모형을 이용한 추가 실험을 시행한다면, 더 정확한 재현성 평가에 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

결론적으로 소뇌와 뇌교의 MRS에서 대사물질비의 정상값을 얻었으며, 소뇌의 NAA/Cho과 NAA/Cr의 평균값이 뇌교의 그것보다 유의하게 낮았다. 같은 장비 내에서 반복 시행한 평균값의 차이는 대체적으로 유의한 차이가 없었으나, 다른 장비에서 반복시행한 장비간의 사이에는 유의한 차이가 있는 경우가 더 많았다. 따라서, MRS 검사를 소뇌나 뇌교의 어떤 질환에 적용하기 전에 각 장비 마다 정상 기준치를 반드시 얻은 후에 이상여부를 판정하는 것이 필수적이라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Brooks WM, Friedman SD, Stidley CA. Reproducibility of 1H-MRS I vivo. Magn Reson Med 1999;41:193-197
2. Xhu G, Allen PS, Koopmans R, Li DK, Paty DW. A marked elevation of inositol in M.S. lesions. In: Work in progress: Society of Magnetic Resonance in Medicine 1992;1948
3. Heerschap A, Zijlmans JCM, de Koster A, van de Boogert HJ, Thijssen HOM, Horstink HWIM. Proton MR spectroscopy of the striatum in patients with Parkinson's disease. In: Work

최준일 외

- in progress: Society of Magnetic Resonance in Medicine 1992;1949
4. McConnell JR, Ong CS, Chu WK, Sorrell MF, Shaw BW, Zetterman RK. H-1 MR spectroscopy of the brain in patients with liver failure. In: Work in progress: Society of Magnetic Resonance in Medicine 1992;1957
 5. Song IC, Chang KH, Min KH et al. 1-H MR spectroscopic patterns of normal adult brain. J Korean Radiol Society 1996;35: 435-440
 6. Webb PG, Sailasuta N, Kohler SJ, Raidy T, Moats RA, Hurd RE. Automated single-voxel proton MRS: technical development and multisite verification. Magn Reson Med 1994;31: 365-373
 7. Soher BJ, Hurd RE, Sailasuta N, Barker PB. Quantitization of automated single-voxel proton MRS using cerebral water as an internal reference. Magn Reson Med 1996;36:335-339
 8. Toft PB, Christiansen P, Pryds O, Lou HC, Henriksen O. T1, T2, and concentrations of brain metabolites in neonates and adolescents estimated with H-1 MR spectroscopy. J Magn Reson Imaging 1994;4:1-5
 9. Eluri R, Paul C, Roemer R, Bokyo O. Single-voxel proton magnetic resonance spectroscopy of the pons and cerebellum in patients with schizophrenia: a preliminary study. Psychiatry Res 1998;84:17-26
 10. Marshall I, Wardlaw J, Cannon J, Slattery J, Sellar RJ. Reproducibility of metabolite peak areas in 1-H MRS of brain. Magn Reson Imag 1991;9:303-308
 11. Michaelis T, Merboldt KD, Bruhn H, Hanicke W, Frahm J. Absolute concentrations of metabolites in the adult human brain in vivo: Quantification of localized proton MRS spectra. Radiology 1993;187:219-227
 12. Pouwels PJW, Frahm J. Regional metabolite concentrations in human brain as determined by quantitative localized proton MRS. Magn Reson Med 1998;39:53-60
 13. Strauss WL, Tsuruda JS, Richards. Partial volume effects in human temporal lobe proton magnetic resonance spectroscopy. Proc Soc Mag Resonance 1994;1:402
 14. Hoshino Y, Yoshikawa K, Inoue Y, et al. Reproducibility of sort echo time proton magnetic resonance spectroscopy using point-resolved spatially localized spectroscopy sequence in normal human brains. Radiat Med 1999;17:115-120
 15. Narayana PA, Johnston D, Flamig DP. In vivo proton magnetic resonance studies of human brain. Magn Reson Imag 1991;9:303-308

Normal MR Spectroscopic Findings of the Cerebellum and Pons: Comparison of the Results between Intra-Unit and Inter-Unit Studies

Joon-Il Choi¹, Kee-Hyun Chang^{1,2}, In Chan Song^{1,2}, Kyung-Hyun Do¹,
Joon Woo Lee¹, Sang Hyun Lee¹, In Kyu Yoo¹, Moon Hee Han^{1,2}

¹Department of Radiology, Seoul National University College of Medicine

²Institute of Radiation Medicine1, SNUMRC

Purpose : The purposes of this study are to evaluate normal MR spectroscopy (MRS) data of the cerebellum and pons, and to evaluate intra-unit and inter-unit differences of the results.

Materials and methods : Nine normal volunteers (mean age 23 years) were studied with two 1.5 Tesla MR units (A and B units). A total of four sessions of MRS study were performed with two sessions in each MR unit in each volunteer. In each session, MRS data were obtained from bilateral cerebellar hemisphere and pons. MRS was performed using spin-echo single voxel technique with repetition time of 2000 ms, echo time of 288ms and 128 averagings. Voxel size was $2 \times 2 \times 1.5$ cm in the cerebellum and $1.5 \times 1.5 \times 1.5$ cm in the pons. Metabolite ratios of NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho + Cr) and Cr/Cho (both peak heights and the peak areas) were compared among the results of four sessions of MRS for evaluation of intra-unit and inter-unit differences.

Results : In the cerebellum, mean (SD values of peak height NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho + Cr) and Cr/Cho ratios obtained in the first session of A unit were 1.08 ± 0.16 , 1.44 ± 0.286 , 0.61 ± 0.09 and 0.76 ± 0.13 , respectively. Comparing with the results of the second session, intra-unit differences were 3-7%. In B unit intra-unit differences were 1-9%, except for 22% of Cr/Cho ratio. Inter-unit differences between A and B units were 1-26%. In the pons, mean (SD values of peak height NAA/Cho, NAA/Cr, NAA/(Cho + Cr) and Cr/Cho ratios obtained in the first session of A unit were 1.51 ± 0.35 , 3.35 ± 0.78 , 1.02 ± 0.16 and 0.47 ± 0.14 , respectively. Mean NAA/Cho, NAA/Cr and NAA/(Cho + Cr) ratios of the pons were significantly higher than those of the cerebellum. Intra-unit differences were 2-21% in A unit and 4-18% in B unit. Inter-unit differences between A and B units were 1-18%. The mean values obtained by using peak area were generally higher and wider in range than those of peak height in both units.

Conclusion : Mean NAA/Cho, NAA/Cr and NAA/(Cho + Cr) ratios of the cerebellum were significantly lower than those of the pons. Intra-unit differences of most metabolites ratios were generally not significant, whereas inter-unit differences were greater than intra-unit differences in more metabolite ratios. Therefore, normal MRS data of the cerebellum and the pons should be obtained in every MR unit, before MRS applications in the diseases of the cerebellum and the pons .

Index words : Magnetic resonance (MR), spectroscopy

Address reprint requests to : Kee Hyun Chang, M.D., Department of Radiology, Seoul National University Hospital,
28 Yongon-dong, Chongno-gu, Seoul 110-744, Korea.
Tel. 82-2-760-2584 Fax. 82-2-743-6385 E-mail: changkh@radcom.snu.ac.kr