

# 수내 척수병증에서 자기운동유발전위 지표의 진단적 가치

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원, 강북삼성병원\*, 신경과학교실, 서울의료원 신경과†, 한마음병원 신경과‡

서상혁 · 김용범\* · 문희수\* · 정필욱\* · 안재영 · 배종석† · 김민기† · 신경진† · 김병준

## Diagnostic Value of Magnetic Motor Evoked Potential Parameters in Intramedullary Myelopathy

Sang Hyeok Seo, M.D., Yong Bum Kim, M.D.\*, Heui Soo Moon, M.D.\*, Pil Wook Chung, M.D.\*,  
Jae Young An, M.D., Jong Seok Bae, M.D.†, Minky Kim, M.D.†,  
Kyong Jin Shin, M.D.†, Byoung Joon Kim, M.D.

Department of Neurology, Sungkyunkwan University School of Medicine, Samsung Medical Center,  
Kangbuk Samsung Medical Center\*, Seoul Medical Center†, Hanmaeum General Hospital‡

**Background:** Transcranial magnetic stimulation (TMS) is a non-invasive diagnostic method particularly suited to investigation the long motor tracts. The clinical value of TMS in most spinal cord diseases has still to be made. Diagnostic value of magnetic motor evoked potential (MEP) parameters in intramedullary spinal cord lesions was investigated. **Methods:** MEP elicited by TMS was recorded in 57 patients with clinically and radiologically defined intramedullary myelopathy. Twenty five patients with cervical myelopathy (CM) and 32 thoracic myelopathy (TM) were included. Recordings were performed during resting and minimal voluntary contraction at both abductor pollicis brevis (APB) and tibialis anterior (TA) muscles. Stimulation threshold(ST), amplitude, and central motor conduction time (CCT) were measured at resting and facilitated conditions. CCT was calculated by two means; central motor latency (CML)-M using magnetic transcranial and root stimulation, and CML-F using electrical F-wave study. The results were compared between patient groups and 10 normal control group. **Results:** Facilitated mean ST recorded at TA was elevated in both CM and TM compared with control group. Resting mean CML-M at TA was significantly prolonged in both CM and TM, and CML-M was absent or delayed in 37.1% of CM and 8% of TM at APB with facilitation. Facilitated mean MEP amplitude at ABP was lower in CM than in TM, while MEP/M ratios were not different significantly between groups. **Conclusions:** Magnetic motor evoked potential has diagnostic value in intramedullary myelopathy and localizing value in differentiating between CM and TM by recording at APB and TA. It is a noninvasive way to investigate the functional status of motor tracts of spinal cord.

**Key Words:** Motor evoked potential, Myelopathy, Magnetic stimulation

### 서 론

척수질환에서 전기생리학적 기능평가는 주로 체성감각유발전위(Somatosensory evoked potential, SEP)에 의존해 왔지만 SEP는 척수의 구심성 감각신경 경로에 국한된 평가라는 제한이 있다. 1985년에 Barker 등이<sup>1</sup> 대뇌 운동피질에 자기자극을 가하여 운동유발전위(motor evoked potential, MEP) 검사를 시행한 이래 자기자극을 이용한 MEP는 중추신경계의 원심성 운동신경로를 평가할 수 있는 새로운 방법으로 주목을 받았다. 자기자극

Address for correspondence  
**Byoung Joon Kim, M.D.**  
Department of Neurology, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine,  
Irwon-Dong 50, Gangnam-gu, Seoul, Korea 135-710  
Phone: +82-2-3410-3594 FAX:+82-2-3410-0052  
E-Mail: bjkim@smc.samsung.co.kr

\* 본 연구는 (재)인성의과학연구재단 지원에 의한 것임(과제번호C-A4-801)

을 이용한 MEP는 비침습적이며 전기자극에 비해 통증이 적고 비교적 쉽게 심층부 신경자극을 시행할 수 있기 때문에 중추신경계의 전기생리학적 기능을 평가하는데 유용하다. 따라서 척수질환 뿐 아니라 뇌졸중, 파킨슨씨 병, 운동신경질환, 다발성 경화증 등 운동신경 경로를 침범하는 여러 질환에서 중추 신경전도시간(central motor conduction time, CCT)을 측정하여 기능과 예후를 평가하는 방법으로 이용하여 왔다.<sup>2-4</sup>

척수질환은 척수신경의 해부학적 특성상 길이가 길고 체적이 적은 반면 많은 운동 및 감각 신경로가 밀집되어 있기 때문에 영상검사와 임상소견을 연관시키기 어렵고 유발전위검사와 같은 기능적 검사가 도움이 된다.

지금까지 척수질환에서 MEP에 대한 보고는 많지 않다. 척수병은 해부학적으로 척수강 외부의 병변에 기인한 압박성 척수병증(extramedullary myelopathy, EM)과 척수 내 병변에 의한 척수병증(intramedullary myelopathy, IM)으로 크게 구분할 수 있다. 두 가지 척수병의 구분은 자세한 병력청취와 신경학적 검사를 통하여 어느 정도 가능하지만 정확한 감별은 자기공명영상검사가 필수적이다. 그러나 자기공명영상검사서 IM이 관찰될지라도 그 원인진단이 어렵기 때문에 환자의 치료방침과 예후의 결정에 곤란을 겪게 되는 경우가 많다.

MEP를 이용한 여러 신경계 질환의 연구가 있었으나 IM에 대해 아직까지 검사방법 상의 차이가 많고 임상적 유용성이 확실치 않다.<sup>4-6</sup> 저자들은 IM 환자에서 MEP의 진단적 및 정위적 가치를 알아보려고 하였다.

## 대상과 방법

### 1. 대상환자

임상적으로 척수병의 소견을 보이고 척수 자기공명영상 검사 상 EM이 배제된 57명의 환자를 대상으로 하였다. 척수병의 임상적 진단은 상위운동신경성 근력약화, 감각 이상의 경계선, 건반사 항진 혹은 족부 신전반사, 배뇨 및 배변 장애, 척추부위 통증의 5대 증상 중 4가지 이상을 만족하는 환자로 정하였고, 자기공명영상은 신경학적 검사 상 의심되는 부위를 중심으로 시행하였다. 총 대상환자 67명 중 뇌경색 혹은 뇌수술의 과거력이 있었던 2명, IM

의 인접부위에 퇴행성 척추분리증이 심하여 압박성 척수병증의 동반이 의심된 3명, 당뇨병이 있었던 1명과 신경전도 검사 상 말초신경병, 혹은 신경근병증이 동반된 4명은 대상에서 제외하였다. 척수병의 원인은 다발성경화증 8명, 급성 혹은 진행성 척수염 44명, 혈관성 척수병 3명, 종양성 척수병 1명 및 진행성 하지강직증 1명이었다. 다발성경화증으로 진단한 8명의 환자는 뇌병변없이 척수에서 재발을 보였던 환자들 이었다. 외상성 척수병 환자는 대상에서 제외하였다. 증상발생으로부터 MEP 검사 시기까지 평균 유병기간은 23.8(38.7개월)이었다. 병변의 위치는 자기공명영상에서 나타나는 병변의 상단 위치를 기준으로 경추부위 상부로 병변이 침범된 경우를 경추 척수병(cervical myelopathy, CM), 경추부위가 침범되지 않은 병변을 보인 경우를 흉요추 척수병(thoracolumbar myelopathy, TM)으로 구분하였고, 자기공명영상에서 병변의 경계가 뚜렷하지 않은 경우 감각이상의 경계위치 및 신경학적 검사를 기준으로 병변의 위치를 추론하였다.

정상 대조군으로 신경학적 증상이나 신경계 질환의 과거력이 없는 10명의 정상인에서 환자군과 동일한 방법의 MEP를 시행하여 정상치로 삼았다.

### 2. MEP

Magstim 200을 이용하여 근력저하가 더 심한 편측에서 통상적인 MEP 검사를 시행하였다<sup>7</sup>. 자극은 최대 자기장 2.0 tesla의 직경 90 mm 원형 자극기를 이용하여 머리, 목, 허리에서 자극하였다. 머리의 자극은 정수리 부위에 원형 자극기의 중심을 두고 자극하고 단무지외전근(abductor policis brevis)에서 기록하면서 근육수축과 전위형성을 관찰하면서 최대자극이 나타나는 곳을 찾아 기록하였고, 정수리 측방 2~3 cm, 전방 3~4 cm 되는 곳을 자극하고 전경골근에서 기록하면서 역시 같은 방법으로 최대자극이 유발되는 곳을 찾아 기록하였다. 또한 같은 기록부위에서 경추 7번, 요추 3번 부위를 각각 자극하여 유발되는 전위를 기록하였다. 기록의 민감도는 200 uV, 주파수 여과는 10 Hz~10 kHz 로 하였으며 4회의 자극을 가하여 2회 이상 전위형성이 관찰되는 자극의 세기를 역치(stimulation threshold, ST)로 정하고, 역치에서 25% 증가시킨 자극세기로 4회의 자극을 가하여 얻

**Table 1.** Characteristics of patients and controls.

Groups	Number of patients	Age(year)	M:F	Height(cm)	Duration(months)
CM	25	47.6±12.8	19 : 6	167.0±7.0	28.5±47.2
TM	32	48.4±12.1	29: 3	168.2±5.8	20.0± 30.7
CTL	10	30.0±3.5	8: 2	174.0±3.9	

CM; cervical myelopathy, TM; thoracic myelopathy, CTL; normal control

은 전위의 잠복기, 진폭을 구하였다. 이러한 기록은 근육을 완전히 이완시킨 상태(resting state)에서 기록하고, 약 10%의 최소 근육수축을 유도한 상태(facilitation)에서 같은 방법으로 검사를 반복하였다. 자기자극 후에 기록부위를 그대로 유지한 상태로 정중신경과 비골신경의 운동신경전도 검사와 F 파 검사를 시행하여 잠복기를 구하였다.

CCT는 다음과 같은 두 가지 방법으로 각각 계산하였다.

- 1) CML-M = central latency - peripheral latency
- 2) CML-F = central latency - (F latency + M latency - 1)/2

진폭 백분율(MEP/M ratio)은 다음과 같이 M 파의 진폭과 MEP의 진폭의 비로 하였다.

$$\text{MEP/M (\%)} = (\text{resting MEP amplitude/M amplitude}) \times 100$$

이와 같은 방법으로 시행한 운동유발 전위에서 이완 및 수축 시에 단무지외전근과 전경골근에서 기록한 각각의 자극 역치, CML-M, CML-F 및 MEP/M을 구하여 정상치의 2배 표준편차에서 벗어날 때 비정상적으로 판단하였다.

### 3. 자기공명영상 검사

자기공명영상 검사는 표준적인 시상과 축상의 T1 및 T2 영상을 얻었고 T1 조영증강 영상을 얻었으며 신경방사선과 전문의의 판독을 얻었다.

### 4. 통계

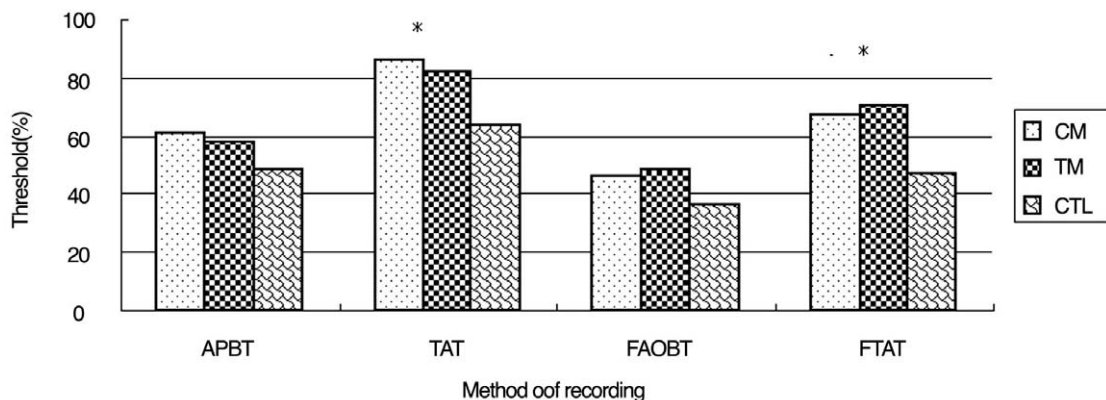
개인 단말기용 SPSS 12.0을 이용하여 CM, TM과 정상대조군 간에 ST, CCT, 및 진폭비의 평균은 ANOVA test로 비교하고 Tukey's post hoc test로 각 군 간의

평균에 유의한 차이가 있는지 보았다. 임상 증상에 대한 분석은 Mann-Whitney U test로 분석하였으며 p<0.05인 경우 유의한 차이가 있는 것으로 보았다.

## 결 과

### 1. 임상적 특징

57명의 대상환자의 남녀 비는 5.3:1로 남자가 많았고 CM에서 남자가 19, 여자가 6명이었고, TM에서 남자가 29, 여자가 3명이었다. 대상환자의 평균연령은 47.6±12.8, 48.4±12.1세였으며 평균 신장은 CM이 167.0±7.0 cm, TM이 168.2±5.9 cm로 두 군간에 유의한 차이가 없었다. 증상 발생으로부터 MEP 시점까지의 유병기간은 각각 28.5±47.3, 20.0±30.7개월로 차이를 보이지 않았다(Table 1). 임상적으로 상하지 근력, 건반사, 바빈스키 징후의 유무 등을 비교했을 때 CM과 TM 환자군 사이의 유의한 차이는 없었으나 CM 환자에서 상지의 삼각근 건반사 항진이 유의하게 증가되어 있었다. 척수병의 원인은 CM과 TM 두 군간에 뚜렷한 차이는 없었으나 척수경색 환자 3명은 모두 흉요추 병변을 보였다. CM 및 TM의 자기공명영상 소견 상 병변의 위치를 보면 CM의 경우 총 24명 중 13명에서 병변이 경추부에 국한되어 관찰되었으며, 이 중 2명은 음영변화없이 경추 척수의 위축소견만 관찰되었다. TM에서는 총 31명 중 3명에서 척수의 위축소견만 관찰되었고 전체 환자 중 5명은 척수내 다발성 병변을 보였다. 17명의 환자에서 뇌 자기공명영상 검사를 시행하였으며 이 중 2명에서 대뇌 회백질의 비특이적 병변이 관찰되었으나 임상적 의미는 없는 것으로 판단하였다.



ABPT, TAT; resting threshold by recording at abductor pollicis brevis and tibialis anterior muscles respectively, FAPBT, FTAT; facilitated threshold by recording at the above muscles respectively, CM; cervical myelopathy, TM; thoracic myelopathy, CTL; normal control

\*; p<0.05 comparing with normal control group\*

**Figure 1.** Stimulation threshold by different recording sites and conditions. Mean thresholds by recording at tibialis anterior muscles were significantly higher in cervical or thoracic intramedullary myelopathies than those in normal controls. There was no statistically significant difference between cervical and thoracic myelopathies.

## 2. 정중신경 및 비골신경 전도검사

정중신경과 비골신경의 운동신경전도 검사를 시행하여 원위부 진폭 및 말단 잠복기를 측정하였고, F 파 잠복기는 정중신경에서 통상적인 방법을 사용하여 측정하였으며 비골신경의 F 파는 발목에서 자극하고 MEP검사에서 기록하는 부위인 전경골근에서 기록하였다. CM과 TM 환자 및 정상인에서 각 변수 간의 평균값은 차이를 보이지 않았다.

## 3. 자극 역치 (ST)

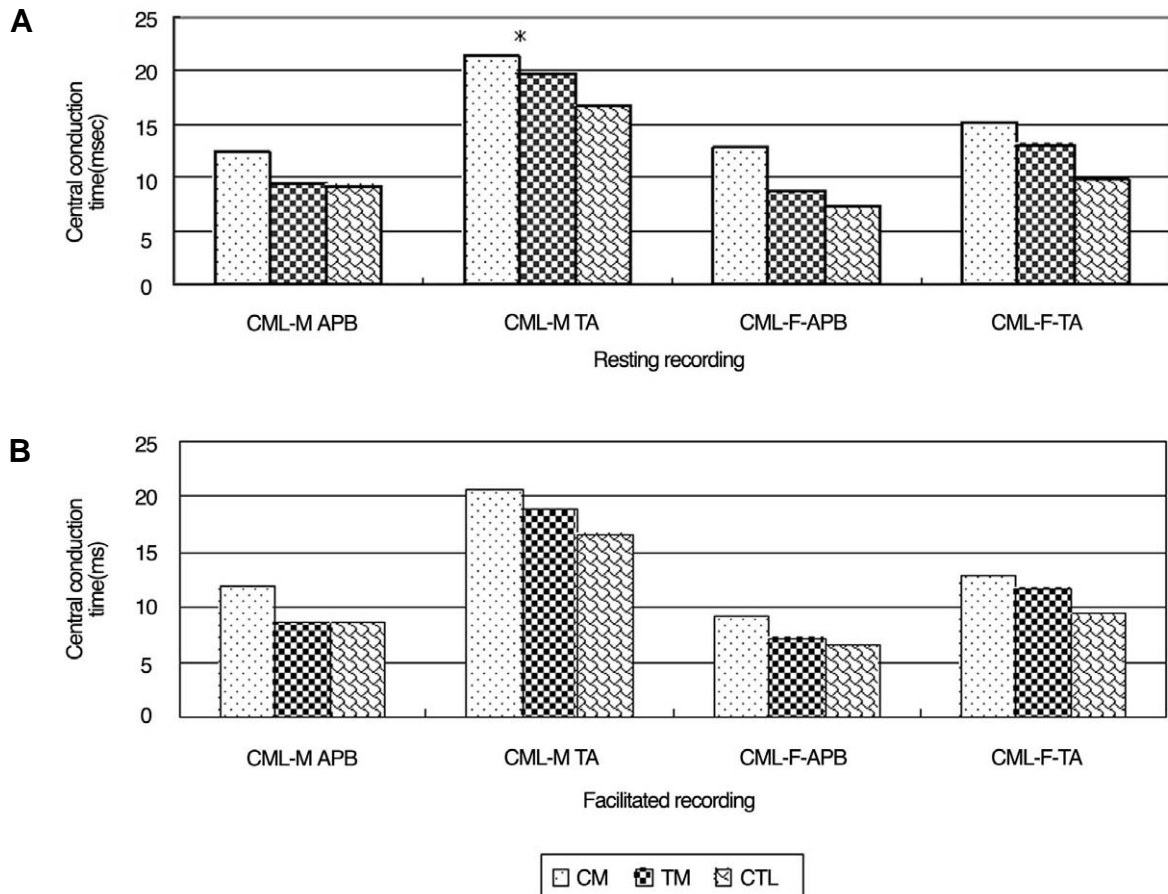
단무지외전근에서 기록한 MEP검사 상 이완 시의 ST는 정상인에서  $48 \pm 8.4\%$ 인데 비해 전체 대상환자에서는  $58.9 \pm 15.6\%$ 였으며 CM 환자에서는  $60.0 \pm 16.5\%$ , TM 환자에서는  $57.5 \pm 15.0\%$ 로 유의한 차이가 없었다. 그러나 2명의 CM환자에서는 100% 자극에도 이완 시에 단무

지외전근에서 전위가 기록되지 않았다. 근육 수축시의 ST는 정상인에서  $36 \pm 8.2\%$ , CM에서  $46.1 \pm 13.8\%$ , TM에서  $48.0 \pm 13.6\%$ 로 CM, TM 환자군 모두에서 증가되었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Figure 1).

전경골근에서 기록했을 때 이완시의 ST는 정상인에서  $64.0 \pm 9.6\%$ , CM에서  $85.9 \pm 14.1\%$ , TM에서  $82.0 \pm 19.1\%$ 로 자극역치가 유의하게 증가되었으며, 근육수축시에도 각각  $47.0 \pm 8.3\%$ ,  $67.3 \pm 13.4\%$ ,  $70.3 \pm 15.9\%$ 로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

## 4. 중추전도시간(CCT)

CM, TM 및 정상군에서 CCT의 평균은 Figure 2에 보는 바와 같다. 단무지외전근에서 기록한 CCT는 CM에서 이완 시에 CML-M이  $12.4 \pm 10.3$  msec, CML-F가



APB: abductor pollicis brevis muscle, TA: tibialis anterior muscle, CML-M; central motor conduction latency using cervical root stimulation, CML-F: central motor conduction latency using F-wave (Refer to the description in methods), CM; cervical myelopathy, TM; thoracic myelopathy, CTL; normal control

\*;  $p < 0.05$  comparing with normal control

**Figure 2.** Mean central conduction time of normal controls and patients with cervical or thoracic myelopathy. In patients with cervical myelopathy, central conduction time recorded at abductor pollicis brevis muscles were delayed comparing with normal control group either at resting(A) or facilitated state(B). CML-M recorded at tibialis anterior muscles was the single parameter significantly different between patients and normal control.

12.7±10.9 msec인데 비해 TM에서는 각각 9.3±2.4, 8.8±3.6 msec로 차이를 보였고, 근육수축 시에는 CM에서 CML-M이 11.8±6.1 msec, CML-F가 9.1±6.9 msec인데 비해 TM에서는 각각 8.6±2.8, 7.2±3.0 msec로 TM에 비해 CM에서 중추신경 전도시간이 길어져 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 반면에 전경골근에서 기록한 CCT는 CM에서 이완 시에 CML-M이 21.4±3.7 msec, CML-F가 15.2±5.7 msec인데 비해 TM에서는 각각 19.6±2.9, 13.0±4.0 msec로 차이를 보이지 않았고, 근육수축 시에는 CM에서 CML-M 20.6±4.6 msec, CML-F 12.9±4.4 msec인데 비해 TM에서는 각각 19.6±2.9, 11.6±4.7 msec로 CM과 TM에서 평균 CCT 차이를 보이지 않았으며 정상 대조군에 비하여는 척수병이 있는 두 환자군에서 평균 CCT가 연장되어 있었으나 이완시 전경골근에서 기록한 CML-M에서만 유의한 차이를 보였다(p=0.016).

척수병 환자에서 MEP검사의 전위형성이 안되거나 CCT가 연장되어 있는 환자의 수를 표시한 것이 Table 2이다. CM환자의 26.1%에서 이완 시 단무지외전근에서 기록한 CML-M이 연장되어 있거나 MEP검사전위형성이

관찰되지 않았으며 수축 시에는 37.5%에서 비정상 CML-M이 기록되었다. 반면에 TM환자에서는 각각 9.6% 및 8.0%에서만 단무지외전근에서 비정상 CML-M이 기록되었다. 전경골근 기록에서는 CM과 TM 모두 50% 이상의 환자에서 CML-M이 연장되거나 관찰되지 않았고 특히 이완 시에 기록한 CML-M의 이상을 보이는 환자가 CM환자의 76.9%, TM환자의 61.1%로 가장 많았다.

CML-F의 이상을 보이는 경우는 CM과 TM 환자에서 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

### 5. 진폭

전기자극에 의한 복합근활동전위 진폭과 비교한 결과는 Table 3과 같다. MEP검사 평균 진폭에 비해 편차가 심하였으나 이완 시에 단무지외전근에서 기록한 MEP/M ratio는 정상인에서 14.2±11.8%, CM에서 10.4±9.6%, TM에서 22.8±41.0%로 정상인에 비해 CM환자에서 진폭이 유의하게 감소되었으나 TM에서는 편차가 심하였다. 전경골근에서 기록한 MEP/M ratio는 이완 시에 정상인에서 6.2±9.0%, CM에서 5.0±4.5%, TM에서 8.7±12.7%로 차이를 보이지 않았다.

**Table 2.** Percentage of patients with absent MEP or prolonged CCT(%)

Recording condition		Resting state				Facilitated state			
		CCT		CML-M		CML-F		CML-M	
Recording	site	APB	TA	APB	TA	APB	TA	APB	TA
Groups	CM	26.1	76.9	52.2	61.5	37.5	53.3	50.0	33.3
	TM	9.7	61.1	46.9	55.6	8.0	43.5	34.6	27.3
	Total	16.7	67.7	49.1	58.1	19.5	47.4	40.9	29.7

MEP; motor evoked potentials.

CCT; central conduction time, CML-M; central motor conduction latency using cervical root stimulation, CML-F; central motor conduction latency using F-wave (Refer to the description in methods), APB; abductor pollicis brevis muscle, TA; tibialis anterior muscle, CM; cervical myelopathy, TM; thoracic myelopathy, CTL; normal control

**Table 3.** Mean amplitudes of MEP and MEP/M ratios

Recording condition		Resting state(mV)		Facilitated state(mV)		MEP/M ratio at resting state(%)	
		APB ±(SD)	TA ±(SD)	APB ±(SD)	TA ±(SD)	APB	TA
Groups	CM	1.42±1.23	0.17±0.20	1.98±2.34*	0.56±0.42	10.4	5.0
	TM	2.32±2.89	0.23±0.44	3.68±2.99	0.83±1.09	22.8	8.7
	CTL	1.84±1.31	0.21±0.23	4.17±0.83	1.66±1.38	14.1	6.2

MEP; motor evoked potentials.

MEP/M; MEP ratio to the mean amplitude of compound motor action potentials.

APB; abductor pollicis brevis muscle, TA; tibialis anterior muscle, SD; standard deviation, CM; cervical myelopathy, TM; thoracic myelopathy, CTL; normal control

\*; p<0.05 comparing with normal control

## 고 찰

자기자극을 이용한 검사는 전기자극에 비해 통증을 덜 유발하고 심부자극이 용이하기 때문에 임상적으로 MEP를 보는데 편리하다. 경두개 자기자극을 이용한 MEP검사를 임상적으로 진단목적에 이용하기 시작한 것은 그리 오래되지 않지만<sup>5</sup> 현재까지 뇌졸중, 파킨슨씨 병, 운동신경질환, 다발성 경화증 등의 여러 중추신경계 질환의 신경 병태생리기전과 임상적 기능평가를 위해 이용하고 있다.<sup>6-8</sup> 척수질환에 대해서는 주로 척추분리증에 의한 압박성 척수병 혹은 이와 관련하여 운동신경병과의 감별 등에 대한 연구가 많았고<sup>8-12</sup> IM에서 자기자극을 통한 MEP검사 소견에 대해서는 알려진 바가 거의 없다. Jaskolsy 등<sup>9</sup>과 Maertens de Noordhout 등<sup>10</sup>은 척추성 척수병증(spondylotic myelopathy)에서 시행한 MEP검사 상 수지근에서 기록한 CCT의 이상이 각각 63%와 73%에서 보였다고 하였고, Denes LJ 등<sup>11</sup>은 96%, Di Lazarro 등<sup>12</sup>은 심지어 100%에서 이상소견이 관찰되었다고 하여 IM환자를 대상으로 한 본 연구의 결과에 비해 높은 민감도를 보였다. 이것은 척추성 척수병증에서는 주로 척수의 전면부가 압박됨으로써 운동신경로가 주로 압박되는데 반해 IM은 다양한 척수경로를 침범할 수 있고 상대적으로 운동신경 경로의 침범이 적기 때문일 것으로 생각된다.

MEP를 평가하는데 말초신경에서의 신경전도검사나 감각유발전위에서와 같이 전도속도와 진폭을 보는 외에 ST와 근육수축에 의한 전위변화라는 두 가지 요소를 추가할 수 있다. 중추전도속도와 진폭이 정상과 구별되지 않을 때 ST가 증가되어 있다면 병변을 의심할 수 있고 근육수축에 의한 전위활성이 되는 정도에 따라 전위의 잠복기와 진폭이 크게 달라질 수 있다. 따라서 이러한 요소들을 임상적으로 이용할 수 있다면 진단의 민감도를 높일 수 있을 것이다.

본 연구에서 자극역치는 전경골근에서 기록했을 때 근육의 이완이나 수축과 무관하게 CM 환자에서 정상에 비해 증가되었고 수축 시에는 TM환자에서도 역치가 증가하였다. 이러한 결과는 전경골근에서 기록한 자극역치가 척수병변의 진단에 유용함을 시사하며 근육수축 시 자극역치를 보는 것이 더 유용할 것으로 생각한다. 그러나 단무지외전근에서 기록한 자극역치는 CM과 TM에서 차이가 없어서 경추와 흉요추 병변을 구분하는 지표로 삼기는 어려울 것으로 보인다.

중추신경 전도속도에 대한 분석을 보면 상지에서 기록했을 때 CM환자의 CML-M과 CML-F가 TM환자에 비해 연장되어 있는 경향을 보이는데 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 그러나 단무지외전근에서 기록한 CML-M이 정상치의 2배 표준편차를 벗어난 경우는 TM환자의 10% 미만에서 관찰되었기 때문에 단무지외전근에서

CML-M이 연장된 경우는 경추 척수병을 의심할 수 있겠다. 이완 시에 전경골근에서 기록한 CML-M은 CM과 TM에서 정상인에 비해 유의하게 연장된 소견을 보였다. 즉, 전경골근에서 기록한 CML-M은 척수병변을 진단하는데 유용함을 나타내는 결과이며 자극역치와 반대로 CCT는 근육이완 시 기록이 더 유용한 결과를 보였다.

진폭에 대한 분석결과는 수축 시 단무지외전근에서 기록한 진폭이 CM환자에서 TM이나 정상군에 비해 유의하게 감소되었음을 보여준다. 그러나 개인별 진폭의 차이가 심하였고 정중신경 자극에 의한 CMAP 진폭과의 진폭비를 비교한 결과에서는 이러한 유의한 차이를 보이지 않았다.

결론적으로 본 연구에서 IM의 진단에 유용한 MEP검사 지표에 대해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 전경골근에서 기록한 ST는 IM의 진단에 유용하며 근육 수축 시 CM과 TM에서 유의한 증가를 보였다.
- 2) 단무지외전근에서 기록한 CML-M은 CM과 TM의 구분에 유용하며 TM에서 CML-M이 연장된 경우는 10% 미만이었다.
- 3) 단무지외전근에서 수축 시 진폭은 CM에서 유의하게 감소하나 진폭의 개인별 차이가 커서 진단적 유용성은 떨어진다.
- 4) MEP/M 진폭비는 IM의 진단적 지표로 유용하지 않다.

신경전도검사에 비해 운동유발전위 검사는 전위의 진폭과 잠복기를 일정하게 얻기가 더 어렵기 때문에 본 연구의 결론을 일반화 하기 위하여는 더 많은 자료가 필요할 것으로 생각한다. 예를 들면, 자극역치와 CCT 결과가 척수병 환자에서 정상군과 차이를 보여주지만 통계적인 유의성을 얻지 못한 것은 이러한 오차 때문일 수 있으며 반대의 경우도 생각할 수 있다. 또한 정상군의 연령이 낮아서 환자군과 차이를 보였을 가능성을 배제할 수 없다. 근육 수축의 정도를 통제할 수 없었기 때문에 수축 시 기록의 편차가 있을 수 있으며 특히 진폭 비교에서 큰 오차가 생길 수 있다. 검사 방법 상에서도 90 mm 원형 코일 자극기를 사용한 결과이므로 나비형 자극기나 크기가 다른 자극기를 사용한 경우에 결과를 보편화 할 수 없다. 따라서 연령별 정상군 자료를 더 축적하여 비교해 볼 필요가 있고 근육 수축의 정도를 통제함으로써 진폭 자료를 임상적으로 이용할 수 있을 것으로 생각한다. 또한 한국인에서 좌우 운동신경로의 연령에 따른 편차에 대한 자료를 가지고 보완해야 할 것이다.

연구 방법 상의 여러 가지 제한점에도 불구하고 본 연구 결과는 IM에서 MEP검사 지표의 진단적 유용성에 대해 앞에서 정리한 몇 가지 결론을 얻었으며 향후 이에 대한 검토 및 보완연구를 통해 척수병의 진단에 MEP검사를 이용하는데 도움을 줄 것으로 생각한다. 또한 질병의 치료경과와 예후를 판단하는 데 이러한 지표가 기초적인 자료로 이용될 수 있을 것으로 생각한다.

## REFERENCES

1. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet* 1985;1:1106-1107.
2. Eisen A, Shytbel W, Murphy K, Hoirsch M. Cortical magnetic stimulation in amyotrophic lateral sclerosis. *Muscle Nerve* 1990;13:146-151.
3. Cantello R, Gianelli M, Bettucci D, Civardi C, De Angelis MS, Mutani R. Parkinson's disease rigidity: magnetic motor evoked potentials in a small hand muscle. *Neurology* 1991;41:1449-1456.
4. Eisen AA, Shtybel W. AAEM minimonograph #35: Clinical experience with transcranial magnetic stimulation. *Muscle Nerve* 1990;13:995-1011.
5. Britton TC, Meyer BU, Herdmann J, Benecke R. Clinical use of the magnetic stimulator in the investigation of peripheral conduction time. *Muscle Nerve* 1990;13:396-406.
6. Dvorak J, Herdmann J, Theiler R, Grob D. Magnetic stimulation of motor cortex and motor roots for painless evaluation of central and proximal peripheral motor pathways. Normal values and clinical application in disorders of the lumbar spine. *Spine* 1991;16:955-961.
7. Tegenthoff M. Clinical applications of magnetic transcranial stimulation in acute spinal cord injury. In: Lissens MA, Clinical applications of magnetic transcranial stimulation. Belgium: *Ultgeverij Peeters Leuven*. 1992:33-41.
8. Lyu RK, Tang LM, Chen CJ, Chen CM, Chang HS, Wu YR. The use of evoked potentials for clinical correlation and surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy with intramedullary high signal intensity on MRI. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004;75:256-261.
9. Truffert A, Rosler KM, Magistris MR. Amyotrophic lateral sclerosis versus cervical spondylotic myelopathy: a study using transcranial magnetic stimulation with recordings from the trapezius and limb muscles. *Clin Neurophysiol* 2000;111:1031-1038.
10. Weber M, Eisen A. Are motor evoked potentials (MEPs) helpful in the differential diagnosis of spondylotic cervical myelopathy (SCM)? *Suppl Clin Neurophysiol* 2000;53:419-423.
11. Tavy DL, Franssen H, Keunen RW, Wattendorff AR, Hekster RE, Van Huffelen AC. Motor and somatosensory evoked potentials in asymptomatic spondylotic cord compression. *Muscle Nerve* 1999;22:628-634.
12. Tavy DL, Wagner GL, Keunen RW, Wattendorff AR, Hekster RE, Franssen H. Transcranial magnetic stimulation in patients with cervical spondylotic myelopathy: clinical and radiological correlations. *Muscle Nerve* 1994;17:235-241.
13. Misawa T, Ebara S, Kamimura M, Tateiwa Y, Kinoshita T, Takaoka K. Evaluation of thoracic myelopathy by transcranial magnetic stimulation. *J Spinal Disord* 2001;14:439-444.
14. Ertekin C, Uludag B, On A, et al. Motor-evoked potentials from various levels of paravertebral muscles in normal subjects and in patients with focal lesions of the spinal cord. *Spine* 1998;23:1016-1022.
15. Cariga P, Catley M, Nowicky AV, Savic G, Ellaway PH, Davey NJ. Segmental recording of cortical motor evoked potentials from thoracic paravertebral myotomes in complete spinal cord injury. *Spine* 2002;27:1438-1443.
16. Taniguchi S, Tani T, Ushida T, Yamamoto H. Motor evoked potentials elicited from erector spinae muscles in patients with thoracic myelopathy. *Spinal Cord* 2002;40:567-573.