大 韓 神 經 科 學 會 誌
Vol. 12. No. 2. June, 1994

인슐린 비의존성 당뇨병 환자에서 자기자극에 의한 운동유발전위

연세대학교 의과대학 신경과학교실

곽용태 · 문준식 · 선우일남 · 김기환

— Abstract —

Magnetic motor evoked potential in non-insulin dependent diabetic patients

Yong Tae Kwak, M.D., Joon Sik Moon, M.D., Ill Nam Sunwoo, M.D., Ki Whan Kim, M.D.

Department of Neurology, Severance Hospital, Yonsei University

Diabetes mellitus is the most common cause of the peripheral neuropathy and an important risk factor of the cerebrovascular disease. There are also several case reports of the diabetic myelopathy, and it has been known that the incidence of cord involvement is not rare on autopsy and somatosensory evoked potential studies.

To determine the functional derangement of central descending motor pathway in diabetes, 59 cases of diabetes were studied with the magnetic motor evoked potential(MMEP) study. The diabetic patients were divided into two groups according to the nerve conduction study(23 with normal and 36 with abnormal nerve conduction studies) and compared with the results of 31 normal control cases.

The results are as follows.

1. At each stimulated point, there are statistically significant differences in latencies of MMEPs between normal control and diabetic groups.
2. Compared to the control group, the peripheral conduction time is also significantly prolonged in diabetic patients
3. However, there is no difference in the calculated central motor conduction time among three groups.

In conclusion, this result means that prolonged latencies of MMEPs in diabetes may be due to peripheral neuropathy rather than dysfunction of central motor pathway. Therefore the clinical significance of MMEP has to be decided segmentally rather than by simple determination of the vertex latency.

서 론

당뇨병의 신경계합병증으로 뇌졸중과 말초신경병증은 이미 잘 알려져 있지만 척수병증에 관한 연구보고는 비교적 드물다. 당뇨병성 척수병증의 증례는 오래전부터 보고되어 왔는데(Garland 및 Taverner, 1953; Garland, 1955), Slager(1978)는 당뇨병 부검 75예중 43%에서 척수병변을 확인할 수 있다고 하였고, Gupta 및 Dorfman(1981)은 체감각유발전위검사상 약 40%의 환자에서 척수부위에서 전도지연이 관찰된다고 보고하였다. 그러나 당뇨병에서 운동신경계 전달경로의 침범 여부에 대한 연구보고는 거의 찾아볼 수 없는데 그 가장 큰 이유는 적당한 검사방법이 개발되지 않았기 때문인 것으로 보인다. 최근 Barker등(1985)은 두정부에 10㎝ 직경의 평코일로 자기자극하고 짧은 엄지외향근(abductor pollicis brevis muscle)에서 운동전위를 기록하는 자기운동유발전위(magnetic motor evoked potential, 이하 MMEP라 함) 검사법을 개발하였는데 그후 여러학자에 의하여 그 임상적 가치가 인정되었다(Hess등, 1986; Hugon등, 1987; Chokroverty등, 1989; Schriefer등, 1989; Britton등, 1990; Dvorak등, 1990a). 우리나라에서도 황연미 및 정봉(1989)에 의한 허혈성 뇌졸중 환자에서의 운동유발전위에 대한 연구와 이원영 및 이규호(1990)와 손민균등(1991)이 각각 22명과 55명의 건강한 성인 남녀에서 중추운동신경전도 시간에 대한 연구보고가 있다. 그러나 MMEP는 신경전도검사나 체감각유발전위검사에 비하여 아직 검사방법이 규정화되어 있지 않고 각 검사실마다의 검사방법의 차이때문에 판정기준이 다르다는 문제점을 내포하고 있다. 따라서 본 연구에서는 정상인과 당뇨병환자에서 MMEP를 구획별로 검사하고 그 결과를 분석함으로써 당뇨병에서 운동신경전달 경로의 기능장애 유무 및 그 위치를 규명함과 동시에 검사방법에 있어서의 문제점을 도출하고 그 해결방안을 모색하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

연구대상은 1992년 5월부터 1993년 3월까지 10개월동안 세브란스병원에서 인슐린 비의존성 당뇨병으로 치료중인 59명으로서 신경전도검사상 정상으로 판정된 군(23명)과 이상 소견이 나타난 군(36명)의 양군으로 나누었다. 인슐린 비의존성 당뇨병의 진단기준은 National Diabetes Data Group(1979)의 진단기준에 따랐으며 신경전도검사상 이상 유무는 선우일남(1992)에 의한 정상치를 기준으로 두개 이상의 말초신경에서 이상이 있을 경우를 이상소견군으로 판정하였다. 비교를 위한 대조군은 31명으로서 과거력상 신경계 질환의 병력이 없고 만성음주등 말초신경질환이 흔히 동반될수 있는 경력이 없는 건강한 성인남녀를 대상으로 하였다.

2. 검사 방법

근전도검사기는 Cadwell Excel로서 유발전위의 검출 매개변수(Parameter)는 sweep speed 5-10msec/div, filters 10Hz-10kHz로 고정하였으며 증폭은 유발전위의 크기에 따라 조절하였다. 유발전위의 기록은 손에서는 짧은 엄지외향근(abductor pollicis brevis muscle), 발에서는 엄지외향근(abductor hallucis muscle)에서 배-건(belly-tendon) 방법으로 전극을 부착하며 이완된 상태에서 복합근활동전위를 검출하였다. 자기자극은 직경 14㎝ 코일의 DANTEC magnetic stimulator를 사용 최대강도의 60%에서부터 시작하여 100%까지 점차 강도를 높이면서 운동유발전위의 진폭이 더이상 커지지 않을 때까지 여러번 반복 자극하여 잠복시간이 가장 짧고 진폭이 가장 큰 값을 구하였다. 자극부위는 Figure 1 에서 보는 바와 같이 상지의 MMEP에서는 네부위(두정부, 제 7경추 중앙상부, 부리돌기 앞면, 겨드랑이), 하지에서는 세부위(두정부, 요천추부위, 오금)를 자극하였다.

두정부에서의 자극부위는 손의 MMEP를 위하여는 코일의 중심부를 두정중앙부(뇌파 전극 모형도의 Cz)에서 측정하고자 하는 쪽의 반대편으로 이동하면서 자극하였고 발근육의 MMEP는 Cz에서 앞쪽

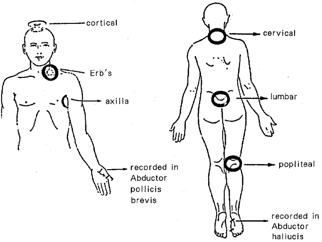

Fig. 1. Stimulated site in magnetic motor evoked potential

(Fz)으로 이동하면서 최대 반응이 나올 때까지 강도를 높였는데 오른쪽을 자극할 때는 코일의 방향을 시계방향으로, 왼쪽 자극시에는 반대방향으로 자극하였다. 경추부나 요추부를 자극할 때는 제 7, 8경추와 4, 5요추부에서 아래위로 이동하면서 일정하게 최대 반응이 나타날 때까지 자극하였다.

검사결과는 각 자극부위별 유발복합근활동전위 기시부의 잠복기를 측정하였는데 중추운동신경전달시간(central motor conduction time, 이하 CMCT라 함)은 두정부자극후의 유발전위 잠복기에서 척수자극후의 유발전위 잠복기를 뺀 값(잠복기의 차)으로 계산하였다. 각군 간의 통계학적 유의성은 SPSS/PC+ 통계 package를 이용하여 분석하였다.

결 과

1. 관찰 대상군의 일반적 속성

각군의 일반적인 특징을 비교하면 다음의 Table 1에서 보는 바와 같이 신장이나 몸무게 등은 세군간에 유의한 차이가 없지만 연령 분포는 세군 간에 유의한 차이가 있는데 만일 연령이 잠복기에 영향을 준다면 통계 분석에 문제가 될 수 있다. 따라서 정상 대조군에서 각 잠복기에 미치는 연령, 신장, 체중, 성별 등의 요인을 단계적 다중회귀검정으로 분석하였는데 그 결과 잠복기가 이런 여러가지 개인별 특성에 의하여 영향을 받는 것은 사실이지만 본 연구에서 대상군 간에 차이가 있었던 연령에 의한 영

Table 1. General parameters of observed cases

	control (n=31)	DM normal NCS (n=23)	DM abnormal NCS (n=36)	F-ratio
Male/female	12/19	13/10	14/22	
age (years)	48.1±16.6	54.8±9.4	61.2±9.4	11.21*
height (cm)	161.8± 7.0	162.4±7.0	160.1±8.6	0.99
weight (kg)	60.0±12.6	61.4±6.0	56.3±8.0	2.47
duration of DM (years)		4.7±4.4	12.8±7.4	

Statistical analysis ; ANOVA test, multiple range test of Scheffe
DM ; diabetes mellitus, NCS ; nerve conduction studies
* : p<0.05 ** : p<0.01

향은 그리 크지 않은 것으로 생각되었다(Table 2, Table 3). 따라서 본 연구에서는 여러가지 생리적 인자가 검사결과에 미치는 영향에 대해서는 고려하지 않았다.

2. 자극부위별 손근육(abductor pollicis brevis muscle)의 MMEP 잠복기

손근육에서 검출된 MMEP의 잠복기는 전달경로의 거리와 관계가 있어서 자극 부위에 따라 차이가 있었다. 또한 자극 각 부위별로는 대조군보다 당뇨병군에서 통계학적으로 유의한 잠복기의 지연을 보였는데(Table 4) Erb 부위를 자극후 얻은 잠복기를 제외하고는 신경전도검사에서 이상이 있는 당뇨병군이 정상범위의 당뇨병군 보다 통계학적으로 의의 있는 잠복기의 지연을 관찰하였다(Table 5). 그러나 CMCT라고 생각되는 두정부 MMEP와 경추부 MMEP의 잠복기 차이는 대조군과 당뇨병군 간에 차이가 없었다(Table 5).

3. 자극부위별 발근육(abductor hallucis muscle)의 MMEP 잠복기

손근육 MMEP와 마찬가지로 전달경로의 거리에 따라 발근육에서 잠복기가 달라지며 정상대조군과 당뇨병군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(Table 6). 또한 두정부자극후 얻은 잠복기를 제외하고 신경전도검사에서 이상이 있는 당뇨병군이 정상인 당뇨병군 보다 통계학적으로 의의있는 잠복기의 지연을 보였다(Table 7). 그러나 CMCT는 대조군, 신경전도검사가 정상인 환자군, 신경전도검사에서 이상이 있는 환자군의 순위로 전도속도가 지연되는 경향이 있었지만 통계학적 유의성은 없었다(Table 7).

Table 2. Influence of age, height, weight, and sex on the MMEP latency of APB by multiple regression analysis

Site	Parameters	B	SE(B)	t-value	R^2
axilla	age	-0.0013	0.0158	-0.8800	0.0411
	height	-0.0031	0.515	-0.6100	
	weight	0.0137	0.0199	0.6890	
	sex	0.2167	0.5871	0.3710	
Erb's point	age	0.3514	0.3480	1.9640	0.1643
	height	-0.2209	0.1778	-0.9560	
	weight	0.4762	0.1995	2.3980*	
	sex	0.1033	0.1022	0.5440	
cervical	age	0.0313	0.0129	2.4380*	0.3475
	height	0.3559	0.2438	1.3060	
	weight	0.0637	0.0170	3.7470**	
	sex	-0.0893	0.0912	-0.4760	
cortical	age	0.0638	0.0237	1.1901	0.0992
	height	0.1365	0.0773	1.7640	
	weight	0.0164	0.0297	0.5540	
	sex	1.1369	0.8811	0.3561	
CMCT	age	0.0155	0.0197	0.7880	0.0885
	height	0.0291	0.6435	0.4530	
	weiht	-0.0247	0.2472	-0.9990	
	sex	0.2124	0.7328	0.2900	

APB; abductor pollicis brevis muscle
central motor conduction time
arm; CMCT = cortical latency - cervical latency
B; regression coefficient
SE; standard error
R^2; determinant coefficient
**: $p<0.01$ *: $p<0.05$

Table 3. Influence of age, height, weight, and sex on the MMEP latency of AH by multiple regression analysis

Site	Parameters	B	SE B	T	R square
popl.	age	0.3329	0.3297	1.8030	0.1723
	height	0.0835	0.0641	0.3340	
	weight	0.0494	0.0200	2.4140*	
	sex	0.1127	0.1109	0.5800	
lumbar	age	0.0871	0.0934	0.4880	0.3027
	height	0.2982	0.2494	1.3380	
	weight	0.0814	0.0233	3.4870*	
	sex	0.1033	0.1022	0.5440	
cortical	age	0.0685	0.0608	0.2990	0.3738
	height	0.3858	0.1001	4.5480**	
	weight	0.1188	0.0466	2.9950**	
	sex	0.1033	0.1022	0.5440	
CMCT	age	0.0718	0.0997	0.7200	0.0833
	height	0.4017	0.3251	1.2360	
	weiht	0.0136	0.1249	0.1090	
	sex	5.6452	3.7010	1.5250	

AH; abductor hallucis muscle
central motor conduction time
leg; CMCT = cortical latency - lumbar latency
B; regression coefficient
SE; standard error
R^2; determinant coefficient
**: $p<0.01$ *: $p<0.05$

Table 4. Latency[a] of MMEP in APB muscle according to the stimulated site between normal control group and DM

Site	Control	DM	
axilla	8.0±0.8	9.5±1.8	P<0.01
Erb's point	11.2±1.6	13.0±1.8	p<0.01
cervical	12.6±1.3	14.8±1.4	p<0.01
cortical	21.9±1.6	23.5±2.4	p<0.01
CMCT	9.2±1.1	8.8±1.7	p>0.05

a; Unit of latency is millisecond and values are mean latency±SD
Statistical analysis; independent t-test
APB; abductor pollicis brevis muscle
DM; diabete mellitus
CMCT; central motor conduction time

Table 5. Latency[a] of MMEP in APB according to the stimulated site among 3 groups

Site	Control	DM		F-ratio
		normal NCS	abnormal NCS	
axilla	8.0±0.8	9.0±1.8	10.0±1.2	22.99**
Erb's point	11.2±1.6	12.5±1.8	13.5±1.4	16.88**
cervical	12.6±1.3	14.0±1.2	15.3±1.7	20.96**
cortical	21.9±1.6	22.6±2.0	24.4±2.3	11.23**
CMCT	9.0±1.1	8.6±1.5	9.1±1.8	0.94

a; Unit of latency is millisecond and values are mean±SD
Statistical analysis; ANOVA test, multiple range test of Scheffe
APB; abductor pollicis brevis muscle
DM; diabete mellitus
NCS; nerve conduction studies
CMCT; central motor conduction time
*: $p<0.05$ **: $p<0.01$

고 찰

유발전위검사는 신경계의 한 부분을 적당히 자극한 다음 전달경로의 중간 혹은 종착점에서 나타나는 전위를 검출하여 신경계의 전달경로를 검사하는 전기생리학적검사이다. 크게 상행감각전달경로와 하행운동전달경로 두 가지로 나뉘어지는데 이중 상행감각전달경로는 말초 체감각신경을 경미하게 전기자극한 다음 일정시간 뒤에 중추신경계에서 유발되는 전위의 잠복기를 측정함으로써 비교적 쉽게 검사할 수 있으며 이를 체감각신경 유발전위검사(somatosensory evoked potential, SSEP)라고 한다. 그러나 하행운동전달경로는 자극 부위가 뇌나 척수 등의 중추신경계로서 피부, 골조직, 뇌막등 저항이 큰 조직

Table 6. Latency[a] of MMEP in AH according to the stimulated site between normal control group and DM

Site	Control	DM	
popl.	11.4±1.5	14.2±3.1	P<0.01
lumbar	21.6±1.9	24.9±1.5	p<0.01
cortical	37.6±3.4	44.0±3.5	p<0.01
CMCT	17.6±2.7	19.1±4.0	p>0.05

a; Unit of latency is millisecond and values are mean±SD
Statistical analysis; independent t-test
AH; abductor hallucis muscle
DM; diabete mellitus
popl; popliteal fossa
CMCT; central motor conduction time

Table 7. Latency[a] of MMEP in AH according to the stimulated site among 3 groups

Site	Control	DM		F-ratio
		normal NCS	abnormal NCS	
popl.	11.4±1.5	13.4±1.5	14.3±3.1	15.69**
lumbar	21.6±1.9	12.5±1.5	25.8±3.1	32.73**
cortical	37.6±3.4	42.9±3.5	45.0±3.7	19.85**
CMCT	17.6±2.7	18.7±4.0	19.4±3.3	0.872

a; Unit of latency is millisecond and values are mean±SD
Statistical analysis; ANOVA test, multiple range test of Scheffe
AH; abductor hallucis muscle
DM; diabete mellitus
NCS; nerve conduction studies
CMCT; central motor conduction time
* : p<0.05 **: p<0.01

의 심부에 위치하기 때문에 자극 방법이 용이하지 않다는 문제가 있다. 1980년 Merton 및 Morton은 순간적인 고전압(500V)의 전기충격을 한쪽 두피에 가한 다음 반대측 팔과 다리에서 운동유발전위를 구할 수 있었지만 이 방법은 자극부위의 과다전류현상에 의한 통증은 물론 합병증의 위험성 때문에 임상에 널리 응용되지는 못하였다. 이에 비하여 최근에 도입된 자기장을 이용한 중추신경계의 자극은 자극부위에서 형성되는 전류가 비교적 적고 통증이 거의 없다는 장점을 가지고 있다. 전선으로 된 코일에 순간적으로 강한 전류가 흐르면 짧은 시간동안 자장이 형성되고 이것은 심부조직에 전기장을 형성한다. 물론 이 자장에 의하여 유도된 전류는 저항이 영향을 받지만 전류의 방향이 골조직과 평행하기 때문에 피검자에게 통증없이 중추신경계를 자극할 수 있다. 자기자극의 부작용으로 일시적인 국소적 뇌기능장애에 의한 kindling현상이 간질환자에서 이론적으로 가능하며(Goddard등, 1969) 동물실험에서 Counter등(1991)은 토끼에서 일과성으로 청력 손실을 보고한 바 있다. 그러나 실제 이런 부작용이 인체에서 보고된 바는 없으며 MRI검사와 마찬가지로 심박동기등 생체 의학기를 사용하는 환자에서는 사용할 수 없다는 한계점은 있지만 비교적 안전한 검사방법으로 알려져 있다. 본 연구에서도 관찰 대상 90명중 1명에서만 일과성 두통을 관찰하였을뿐 특별한 부작용이나 합병증은 관찰되지 않았다. 자기장의 변화에 의한 와동전류(eddy current)를 이용하는 신경계 자극 방법의 가능성은 오래전부터 알려져 왔지만 실제 임상에서 이용되기 시작한 것은 1985년 Barker등이 두정부에 10㎝ 직경의 평코일을 이용하여 짧은엄지외향근(abductor pollicis brevis muscle)에서 유발전위를 검출한 이후이다. 그후 MMEP를 실제 임상에서 활용하기 위한 많은 실험적 연구업적이 있는데 현재까지 운동신경원질환(Hugon등, 1987; Schriefer등, 1989), 다발성 경화증(Hess등, 1986; Barker등, 1987), 경수척수병(Dborak등, 1990a)등에서 그 임상적 가치가 인정되고 있다.

신장이나 성별, 연령등 개인의 특성이 MMEP의 잠복기에 미치는 영향에 대하여는 SSEP와는 달리 아직 확실하지 않다. 일반적으로 SSEP의 잠복기에 가장 크게 영향을 미친다고 생각되는 요인은 신장인데(Katifi 및 Sedgwick, 1986; 이광수 및 선우일남, 1991; 최영철등, 1992) MMEP에서는 잠복기와 신장간의 상관관계조차 견해가 일정하지 않다. Chu(1989)와 손민균등(1991)은 두피자극후 상지 혹은 하지에서 유발되는 MMEP의 잠복기가 둘다 신장과 순상관관계가 있다고 하였지만 황연미 및 정봉(1989)은 상지만 관계가 있다고 하였는데 그 이유는 아마 하지의 검사예수가 적기 때문(13예)인 것으로 추측된다. 이에 비하여 Eisen 및 Shtybell(1990)와 Dvorak등(1900b)은 상하지 모두 신장과 잠복기간에 유의한 상관성이 없고 팔길이만 상지 MMEP의 잠복기와 관계가 있다고 주장하였다. CMCT에 대하여도 Chu(1989)와 Claus(1990)는 상지에서는 신장과 상관성이 없고 하지는 관계가 있

다고 하였으나 손민균등(1991)은 상하지 모두 신장과 CMCT간에 상관관계가 없다고 보고하였다. 본 연구에서의 관찰결과는 전달거리가 가장 긴 두정부 자극후 발근육 MMEP의 잠복기만 신장과 상관관계가 있고 그외 MMEP 잠복기 및 CMCT는 모두 신장과 무관하여 상기 보고들과 또 다른 결과를 보였다. 이와 같이 보고자마다 연구결과가 다르다는 사실은 MMEP의 임상적용에 한계가 있음을 보여주는 소견이라고 할 수 있는데 저자의 관찰에서 보인 예상하지 못했던 체중과 잠복기와의 상관성은 자기자극에 의한 신경계의 활성이 전기적인 자극에 비하여 그 부위가 일정하지 않기 때문인것으로 추정된다. 따라서 MMEP는 우리가 일반적으로 기대하였던 것보다 운동신경전달경의 객관적인 검사로 정량화하여서 임상에서 직접 적용하기에는 현재로서 여러가지 문제가 있을 것으로 보인다.

당뇨병에서 말초신경병증이 흔히 동반된다는 사실은 이미 잘 알려져 있으며 또한 죽상동맥경화증(arterial atherosclerosis)등 뇌혈관질환에 있어서 중요한 위험인자의 하나로서 뇌졸중 등이 빈발한다(Abbot등, 1987; Barrett-Connor및 Khaw, 1988). 그러나 뇌졸중 이외 중추신경계 침범에 대하여는 그 위험성이 얼마나 되는지 아직 정확히 모르는데 Greenbaum등(1964)은 6예의 부검에서 전각세포의 소실 및 후근신경절 신경원세포의 감소를 각 1예씩 보고하여 그 가능성을 제시하였다. 그후 Slagger(1987)는 75 부검예중 20예(27%)에서는 후주(posterior column)의 탈수초현상(demyelination), 14예(19%)는 척수경색(spinal cord infarction), 17예(21%)는 신경근병증(radiculopathy)등 총 41%에서 척수병변을 관찰하였는데 실제 임상적으로 척수병증의 임상증상이 있었던 경우는 3예에 불과하다고 보고하였다. Gupta 및 Dorfman(1981)은 15명의 당뇨병 환자에서 SSEP를 시행하고 이중 6명(40%)에서 척수부 위의 전도장애가 있다고 보고하여 상기 부검결과와 유사한 결론을 보고한 바 있다.

그러나 이들 부검예와 SSEP검사에 있어서의 이상소견은 주로 후주 및 감각신경경로로서 실제 운동신경계의 손상 빈도에 대한 보고는 거의 없는데 본 연구의 결과로 보아서 특별한 임상증상이 없을 경우 당뇨병 환자의 중추신경계 하행전달경로는 거의 침범되지 않는 것으로 생각된다. 그러나 MMEP의 잠복기만 가지고 이상 유무를 판정할때는 당뇨병환자에서 잠복기의 지연이 나타나는데 연구자의 관찰결과에서 정상군에 비하여 잠복기가 신경전도검사상 정상범위인 당뇨병군, 이상이 검출된 당뇨병군의 순위로 지연되는 경향으로 볼때 이 잠복기의 지연은 만성 당뇨병 환자에서 흔히 동반되는 말초신경병증 때문이라고 할수있다. CMCT자체는 정상대조군과 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

이상의 결과로 연구자는 당뇨병 환자에서 임상증상이 없는 한 중추신경계의 불현성 하행운동신경전달경로 기능장애는 거의 없을 것으로 생각하였고 아울러 MMEP의 임상적용에 있어서 단순히 잠복기만을 측정하여 판정하는 것보다도 각 구획별로 나누어서 판정하여야 한다는 결론을 얻었다.

결 론

1992년 5월부터 1993년 3월까지 10개월동안 연세대학교 세브란스병원에 내원한 당뇨병 환자 59명과 신경계질환의 병력이 없는 건강한 대조군 31명을 대상으로 자기자극에 의한 유발전위의 잠복기를 측정한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 두정부 자기자극으로 유발된 손근육(abductor pollicis brevis muscle) 및 발근육(abductor hallucis muscle)의 운동전위 잠복기는 정상군과 당뇨병군 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

2. 제 7경추부 및 요추부 자극에 의한 말초잠복기도 정상군, 당뇨병군사이에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다.

3. 그러나 중추운동신경전달경로로 생각되는 central motor conduction time(CMCT; cortex-cervical, cortex-lumbar)은 세군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

이상의 연구 결과로 당뇨병에서 나타나는 MMEP 잠복기의 지연은 말초신경의 기능장애 때문이라고 생각하였으며 MMEP의 임상적용은 운동전달경로의 여러 부위를 자극하고 구획별로 판정하여야 한다는 결론을 얻었다.

REFERENCES

선우일남(1992) : 신경전도검사에 영향을 미치는 연령, 성 및 신장의 영향에 관한 연구. 대한신경과학회지 10 : 173-187

손민균, 문재호, 송주원, 박동식(1992) : 자기자극에 의한 운동유발전위에 대한 연구. 대한재활의학회지 15 : 278-286

이광수, 선우일남(1991) : 성, 연령 및 신장에 따른 후경골신경자극 감각유발전위의 변화. 대한신경과학회지 : 9 : 203-213

이원영, 이규호(1990) : 운동신경계와 감각신경계의 central conduction time에 관한연구. 대한의학협회지 33 : 437-442

최영철, 선우일남, 박영관, 김기환, 박기덕(1992) : 척수질환에서 감각장애와 후경골신경자극 감각유발전위검사의 비교 연구. 대한신경과학회지 10 : 331-338

황연미, 정봉(1989) : 정상과 허혈성뇌졸중 환자에서 운동유발전위에 대한 연구 대한신경과학회지 7 : 266-275

Abbot RD, Donahue RP, MacMahon SW(1987) : *Diabetes and the risk of stroke ; the Honolulu Heart Program. JAMA 257 : 949*

Barker AT, Freeston IL, Jalinous R, Jarratt JA(1987) : *Magnetic stimulation of the human brain and peripheral nervous system ; an introduction and results of an initial clinical evaluation. Neurosugery 20 : 100-109*

Barker AT, Jalinous R, Freeston IL(1985) : *Non invasive magnetic stimulation of human motor cortex. Lancet II : 1106-1107*

Barrett-Connor E, Khaw K(1988) : *Diabetes mellitus ; an independent risk factor for stroke. Am J Epidemiol 128 : 116*

Britton TS, Meyer BU, Herdmann J, Benecke P(1990) : *Clinical use of the magnetic stimulator in the investigation of peripheral conduction time. Muscle Nerve 13 : 396-406*

Chokroverty S, Sachdeo R, Dilullo J, Duvoisin RC(1989) : *Magnetic stimulation in the diagnosis of lumbosacral radiculopathy. J Neurol Neurosurg Psychiatry 52 : 767-772, 1989*

Chu NS(1989) : *Motor evoked potentials with magnetic stimulation ; correlation with height. Electroenceph Clin Neurophysiol 74 : 481-485*

Claus D(1990) : *Cerebral motor conduction ; Method and normal results. Muscle Nerve 13 : 1125-1132*

Counter SA, Borg E, Lofqvist L(1991) : *Acoustic trauma in extracranial brain stimulation. Electroenceph Clin Neurophysiol 78 : 173-184*

Dvorak J, Herdmann J, Janssen B, Theiler R, Grob D(1990a) : *Motor-evoked potentials in patients with cervical spine disorders. Spine 15 : 1013-1016*

Dvorak J, Herdmann J, Theiler R(1990b) : *Magnetic transcranial brain stimulation ; Painless evaluation of central motor pathways. Spine 15 : 155-160*

Eisen AA, Shtybel W(1990) : *AAEM Minimonograph #35 ; clinical experience with transcranial magnetic stimulation. Muscle Nerve 13 : 995-1011*

Garland H(1955) : *Diabetic amyotrophy. Br Med J 2 : 1287-1290*

Garland H, Taverner D(1953) : *Diabetic myelopathy. Br Med J 1 : 1405-1408*

Goddard GV, Melntyre DC, Leech CK(1969) : *A permanent change in brain function from daily electrical stimulation. Exp Neurol 25 : 295-330*

Greenbaum D, Richardson PC, Salmon MV, Urich H(1964) : *Pathological observations on six cases of diabetic neuropathy. Brain 87 : 201-214*

Gupta PR, Dorfman LJ(1981) : *Spinal somatosensory conduction in diabetes. Neurology 31 : 841-845*

Hess CW, Mills KR, Murray NMF(1986) : *Measurement of central motor conduction in multiple sclerosis by central magnetic stimulation. Lancet 16 : 355-358*

Hugon J, Lubeau M, Tabaraud F, Chazot F, Vallat JM, Dumas M(1987) : *Central motor conduction in motor neuron disease. Ann Neurol 22 : 544-546*

Katifi H, Sedgwick E(1986) : *Somatosensory evoked potentials from posterior tibial nerve and lumbosacral dermatomes. Electroenceph Clin Neurophysiol 65 : 249-259*

Meton PA, Morton HB(1980) : *Stimulation of the cerebral cortex in the intact human Subject. Nature 285 : 227*

National Diabetes Data Group(1979) : *Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. Diabetes 28 : 1039*

Schriefer TN, Hess CW, Mills KR, Murray NMF(1989) : *Central motor conduction studies in motor neuron disease using magnetic brain stimulation Electroenceph Clin Neurophysiol 74 : 431-437*

Slager UT(1987) : *Diabetic myelopathy. Arch Pathol Lab Med 102 : 467-469*