대한임상신경생리학회지 6(1):20~25, 2004 ISSN 1229-6414

후천성 탈수초성 다발신경병증에서의 운동유발전위 및 체성감각유발전위 연구

서울대학교 의과대학 신경과학교실, 관동대학 명지병원 신경과

권형민 · 홍윤호 · 오동훈 · 이광우

Motor Evoked Potential and Somatosensory Evoked Potential Studies in Acquired Demyelinating Polyneuropathy

Hyung-Min Kwon, M.D., Yoon-Ho Hong, M.D.*, Dong-Hoon Oh, M.D., Kwang-Woo Lee, M.D., PhD.

*Department of Neurology, Seoul National University Hospital and Kwandong University Myungji Hospital**

Background and Objectives: The proximal and distal nerve segments are preferentially involved in acquired demyelinating polyneuropathies (ADP). This study was undertaken in order to assess the usefulness of motor evoked potential (MEP) and somatosensory evoked potential (SSEP) in the detection of the proximal nerve lesion in ADP.

Methods: MEP, SSEP and conventional NCS were performed in 6 consecutive patients with ADP (3 AIDP, 3 CIDP). MEP was recorded from abductor pollicis brevis and abductor hallucis using magnetic stimulation of the cortex and the cervical/lumbar spinal roots. SSEP were elicited by stimulating the median and posterior tibial nerves. Latency from cortex and cervical/lumbar roots, central motor conduction time (CMCT), EN1-CN2 interpeak latency were measured for comparison.

Results: MEP was recorded in 24 limbs (12 upper and 12 lower limbs) and SSEP in 24 limbs (12 median nerve, 12 posterior tibial nerve). F-wave latency was prolonged in 25 motor nerves (25/34, 73.5%). Prolonged CML and PML were found in 41.7% (10/24) and 45.8% (11/24), respectively. Interside difference (ISD) of CMCT was abnormally increased in the upper extremity, 66.7% (4/6 pairs) in case of CML-PML. EN1-CN2 interpeak latency was abnormally prolonged in one median nerve (1/10) and LN1-P1 interpeak latency was normal in all posterior tibial nerves.

Conclusions: MEP and SSEP may provide useful information for the proximal nerve and root lesion in ADP. MEP and SSEP is supplemental examination as well as complementary to conventional NCS.

Key Words: Evoked potential, Demyelinating, Polyneuropathy

서 론

후천성 탈수초성 다발신경병증(acquired demyelinating polyneuropathy, ADP)은 대표적으로 급성 염증성 탈수초성 다발신경병증(acute inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy, AIDP)과만성 염증성 탈수초성 다발신경병증(chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy, CIDP)이 있다. 염증성 탈수초성 말초신경병증을 가진 환자에서 주된 병리는 전장의 말초신경에 걸쳐 일어나나 blood nerve barrier가 취약한 원위부 및 근위부에 집중적으로 존재한다고 알려져 있다.[1] 신경전도검사는 상기 질환들의 진단을 위해 필수적이고 매우 유용하나, 측정과정의 기술적인 제약으로 인해 말초신경의 중간 내지 원위부 신경분절만 평가할 수 있다는 제한점이 있다. 물론 F-파(F-wave)와 같은 후기 반응이 상기 질환에서 근위부 신경분절을 평가하는데 어느 정도 유용하다고 알려져 있지만 원위부 신경 분절의 전도이상이 있는 경우 반드시 근위부 신경분절의 이상을 나타낸다고 할 수 없으며, 감각신경을 평가할 수 없다는 제한점이 있다.

운동유발전위 (motor evoked potential, MEP)는 경두개 자기자극(transcranial magnetic stimulation)을

Address for correspondence
Kwang-Woo Lee, MD, PhD
Department of Neurology, Seoul National University Hospital
Yongon-dong 28, Chongno-gu, Seoul, 110-744, Korea
Tel : +82-2-760-3215, Fax : +82-2-744-1785
E-mail : kwoo@plaza.snu.ac.kr

이용하여 대뇌의 운동피질에서 추체로(pyramidal tract)를 통한 하행 운동전달로의 기능을 평가하고[2] 체성감각유발전위 (somatosensory evoked potential, SSEP)는 말초신경에 전기자극을 주어서 감각신경의 주행경로를 따라 전위를 기록하여 그 기능을 평가하는 것으로[3,4] 말초신경병증에서 신경전도검사와 비교하여 근위부를 평가할 수 있는 장점이 있다. 따라서, MEP와 SSEP는 근위부 신경분절의 평가를 통해 신경전도검사의 한계를 보완해주는 검사가 될 수 있다.

염증성 탈수초성 다발신경병증에 관해 MEP 혹은 SSEP 연구들이 있었지만,[5-7] 진단에 있어서 이 검사들의 진단적 가치는 강조되지 않았다. 저자들은 본 연구를 통해 후천성 탈수초성 다발신경병증에서 근위부 신경 병변을 알아내는 데 있어 MEP와 SSEP의 유용성을 평가하고자 하였다.

대상과 방법

1. 대상환자

2002년 6월부터 2003년 8월까지 본원 신경과에 입원한 환자 중 AIDP 혹은 CIDP로 진단을 받은 환자를 대상으로 전향적으로 연구하였다. 각각의 임상적 진단기준에 부합하는 경우만 포함하였는데 AIDP는 Asbury 등[8]이 보고한 바와 같이 4주 이내에 최고조로 진행하는 위약감이 두군데 이상의 사지에서 보이고, 위약감이 있는 사지에서 심부건반사가 감소되거나 소실된 경우로 하였다. CIDP는 2달 동안 진행 또는 재발하는 상하지의 위약감이 있으면서 대칭적인 위약감과 심부건반사의 소실 혹은 감소가 있어야 한다.[9] 또한 두 질환 모두 탈수초성 다발신경병증의 기준을 AAN committee에서 제시한 전기생리학적 진단기준에 따랐다.[10] 총 6명(M:F=3:3, age=45.7±19.4)을 대상으로 신경전도검사, MEP, SSEP 검사를 모두 시행하였다. 중추신경계에 이상을 시사하는 임상적인 징후가 있는 경우는 제외하였으며 신경전도검사와 함께, 적어도 하루 이내에 MEP나 SSEP 검사가 시행되었다.

2. 신경전도검사

신경전도검사는 우측의 정중신경과 척골신경, 양측의 비골신경 및 후경골신경에서 운동 신경전도검사를, 우측의 정중신경과 척골신경 및 양측의 비복신경에서 감각 신경전도검사를 각각 시행하였다. 피부 온도는 31.0℃ 이상으로 유지하였고, 운동 신경전도검사를 통해 말단잠복기(distal motor latency, DML), 운동 신경전도 속도(motor nerve conduction velocity, MNCV) 및 F-파 잠복기(F-wave latency)를, 감각 신경전도검사를 통해 감각 신경전도 속도(sensory nerve conduction time, SNCV)를 구하였다. DML를 구하기 위한 원위부 신경자극은 정중신경 및 척골신경의 경우 기록 표면 전극으로부터 5 cm 근위부, 비골신경의 경우 8 cm 근위부, 후경골신경의 경우 10 cm 근위부에서 이루어졌다. 전도 차단(conduction block)은 근위부 자극시 복합근육활동전위(compound muscle action potential, CMAP) 음파형의 진폭 (negative amplitude)이 원위부 자극시에 비해 50% 이상 감소되어 있을 때(CMAP 음파형 면적의 경우 40% 이상 감소)로 정의하였고, 단 CMAP 지속기간의 변화가 30% 이내인 경우로 국한하였다.[11] SNCV는 정중신경 및 척골신경에서 정방향으로(orthodromically), 비복신경의 경우 역방향으로(antidromically) 자극하여 검사하였고, 첨파 잠복기(peak latency)로 측정하였다. 신경전도 검사상 상기 변수들의 정상치는 서울대학병원의 참고치를 이용하였고, F-파 잠복기는 환자의 나이와 신장을 고려하여 보정하였다.

3. Motor Evoked Potentials (MEP)

모든 환자에서 양측 정중신경계와 후경골신경계의 MEP 검사를 시행하였다. MEP 검사시 자기자극은 Cadwell MES-10 기기를 사용하였으며, 직경 9.0 cm의 원형 코일로서 최대 자장 강도는 2.0 Tesla였다. MEP의 기록은 Cadwell Excel 근전도기를 사용하였다. 상지에서는 단모지외전근(abductor pollicis brevis)에 배부건 방식(belly-tendon method)으로 기록전극을 부착하고 두정부(Cz)와 제 5-6경추 부위에서 자기자극을 시행하였다. 하지에서는 모지외전근(abductor hallucis)에 기록전극을 부착하고 두정부(C3/C4)와 제 3-4요추 부위에서 자기자극을 시행하였다. 자극은 최대 자장 강도의 60%부터 시작하여 최대 반응을 얻을 수 있을 때까지 자극 강도를 증대하였으며, 코일의 각도와 위치를 조절하여 최대 반응을 얻을 수 있도록 하였다. 자극의 빈도는 매 3초당 1회를 넘지 않도록 하였다. 환자는 앉은 자세 혹은 엎드려 누운 자세에서, 반응의 촉진(facilitation)을 일으킬 수 있는 근 수축 상태가 아닌 근 이완 상태에서 검사를 시행하였다. M-파 및 F-파의 측정은 통상적인 신경전도검사를 사용하였다. 중추성 운동전도시간(CMCT; central motor conduction time)은 운동피질 자극시의 잠복기(central motor latency, CML)에서 척수 자극시의 잠복기(peripheral motor latency, PML)를 뺀 값(CML-PML)으로 정의하였다.[12-14] CMCT의 기준치는 정상 대조군의 2 표준편차(SD) 범위 이상 연장된 경우로 정의하였고, 좌우차가 정상대조군의 2 SD 범위 이상 벗어나는 경우도 비정상으로 간주하였다.[15]

4. Somatosensory Evoked Potentials (SSEP)

SSEP검사는 Nicolet Pathfinder II를 사용하였으며 검사는 본원에서 표준화한 방법에 따라 시행하였다.[16] 검사 대상 환자는 조용한 방에서 앙와위를 취하게 하였다. 0.1 msec의 square wave pulses가 4.7 Hz로 정중신경에 전달되었으며 3.1 Hz로 후경골신경에 전달되었다. 자극 강도는 상지에서는 엄지가 살짝 움직이는 정도로, 하지에서는 발목이 굴곡하는 정도로 정해졌으며 총 512~1024회의 자극을 2회 반복하여 유발전위파의 진위

를 판정하였다. 기록 전극은 상지에서는 세 군데로 하였는데 양측 Erb's point (EP; EN1), C5의 척추돌기(cervical potential; CN2), 두정부 두피(cortical potential; N1)로 하였다. 하지에서는 L3의 척추돌기(lumbar potential; LN1)와 T12 척추돌기(thoracic potential; TN1) 그리고 후두정부 두피(cortical potential; P1)로 하였다. 파간 잠복기를 서로 비교하기 위해서 EN1-CN2를 측정하였다.

결 과

대상 환자들의 신경전도검사 결과는 Table 1과 같다. 환자들은 모두 신경전도검사결과 다발신경병증에 부합하는 검사 소견을 보였다. 그 중 세 명(Patient 1, 4, 5)의 환자에서는 운동성 다발신경병증을 보였다. F-파 잠복기는 총 34개의 운동신경 중 25개에서(73.5%) F-파가 비정상적으로 연장되거나 파형이 관찰되지 않았다. 특히 F-파는 상지에서 14개의 운동신경 중 9개(64.3%)가 잠복기가 연장되었고, 하지에서는 총 20개의 운동신경 중 16개(80%)에서 연장되었다. H-reflex는 총 11개의 감각신경 중 10개에서 파형이 관찰되지 않았고 1개에서 파가 연장되었다.

MEP 검사는 총 24개의 사지(상지 12, 하지 12)에서 기록하였고 결과는 Table 2와 같다. CML과 PML이 연장된 경우는 각각 41.7%(10/24)와 45.8%(11/24)였다. CMCT는 상지에서 1개, 하지에서는 2개가 연장되었다. CMCT의 좌우차이는 상지에서 6쌍 중에 4쌍(66.7%)이 차이가 났고 하지에서는 좌우차이가 모두 정상 범위 안에 속하였다.

SSEP는 12개의 정중신경과 12개의 후경골신경에서 기록하였고, 결과는 Table 3과 같다. F-파가 연장되면서 SSEP검사가 정상인 경우는 오직 한 경우에서만 관찰되었던 반면, F-파는 정상인데 SSEP검사가 하나라도 이상이 있게 나온 것은 5개였는데, 상하지를 나누어 보면 MNSEP에서 7개중 3개, PTSEP에서 6개중 2개이다. SSEP 검사에서 EN1-CN2 구간의 파간잠복기는 정중신경에서 1개(1/10, no potential 2개)가 비정상적으로 연장되었으며, EN1-N1의 파간잠복기의 경우는 없었다. 후경골신경에서는 근위부 신경이 포함되어 있는 구간(LN1-P1)은 모두 정상 소견(no potential, 6개)이었다.

Table 1. Results of nerve conduction studies.

	Patient 1 (F/54)	Patient 2 (F/37)	Patient 3 (F/37)	Patient 4 (M/19)	Patient 5 (M/51)	Patient 6 (M/76)
DML (cm/sec)						
Median (right/left)	3.3	5.1	4.3	3.1	3.4	3.3/3.0
Ulnar	2.4	4.9	3.0	2.5	2.5	2.5/2.5
Peroneal	4.6	9.6/10.7	5.9/5.9	4.0/4.0	5.8/4.8	4.7
Posterior tibial	4.5	8.0/7.4	5.1/4.7	4.0/4.2	5.7/5.6	4.3
MNCV (m/sec)						
Median	55.0	29.5	44.9	53.0	55.0	39.4/42.9
Ulnar (BE-W)	56.8	41.2	48.9	56.0	55.0	47.7/34.9
Ulnar (AE-BE)	71.4	39.5	48.4	57.0	54.0	45.5/35.0
Peroneal (BFH-A)	48.2/	29.4/33.6	38.9/38.0	47.0/45.0	38.0/33.0	47.5
Peroneal (AFH-BFH)	55.6	ND	35.7/39.1	ND	ND	43.5
Posterior tibial	47.1	33.3/32.7	32.7/36.4	47.0/47.0	50.9/50.3	37.9
CMAP (mV)						
Median	2.7	4.1	12.5	6.7	7.1	2.0/4.6
Ulnar	3.7	5.4	12.9	3.4	3.9	7.8/6.7
Peroneal	3.7	2.4/2.4	6.8/5.8	6.4/8.1	0.9/1.6	4.0
Posterior tibial	12.3	3.4/2.9	8.7/5.9	18.4/15/2	7.9/5.2	4.2
SNCV (m/sec)						
Median	56.3	35.0	43.0	58.0	52.0	NP/40.4
Ulnar	60.0	28.9	44.2	62.0	58.0	37.3/37.9
Sural	36.9	33.3/32.7	35.0/34.9	38/39	36/39.1	33.7
F-wave latency, median	26.3/26.1	27.5/28.3	30.8/30.5	27.6/29.3	29.4/30.5	28.1/29.0
F-wave latency, ulnar	26.7	26.7	25.2	32.8	29.4	28.4/29.2
F-wave latency, posterior tibial	47.5/47.8	59.5/59.7	58.4/58.1	49.4/49.7	50.3/50.3	48.9/49/1
F-wave latency, peroneal	45.0	57.2/52.3	54.5/57.2	52.6/49.6	NP/55.0	47.2
H-reflex latency	28.0	NP/NP	NP/NP	NP/NP	NP/NP	NP/NP

DML indicates distal motor latency; MNCV, motor nerve conduction velocity; CMAP, compound motor action potential; SNCV, sensory nerve conduction velocity; ND, not done; NP, no potential.
Bold numbers indicate the value of prolongated or out of normal limit.

고 찰

우리는 이상에서 MEP와 SSEP가 ADP의 근위부 신경의 침범을 평가하는데 있어 통상적인 신경전도검사의 F-파 잠복기와 상호 보완적으로 유용하다는 점을 확인하였다. 첫째, F-파가 정상임에도 불구하고, 근위부 신경 분절의 병변을 시사하는 MEP계의 이상을 보이는 경우가 1예 있었다는 점이다. 특히, F-파는 운동신경 전장에 결쳐 존재하는 전도이상을 나타낸다는 점에서 NCS상 전도이상을 보일 경우 근위부 신경분절의 병변을 특이적으로 나타낸다고 볼 수 없음에 반해, MEP 결과 중 CML-PML로 구한 CMCT의 비정상적인 연장은 신경근의 침범을 특이적으로 나타낸다고 볼 수 있어,[17] 근위부 신경전도의 이상을 평가함에 있어 특이도면에서 유용하다고 할 수 있다. 둘째, 근위부 신경 분절의 병변을 시사하는 MNSEP계의 이상을 보이는 경우 또한 1 예가 있었다는 점이다. MNSEP계의 경우 EN1-CN2 파간잠복기의 연장은 brachial plexus에서 cervical cord에 이르는 감각신경전도를 나타내는 지표로 이들 질환에서 중추신경계의 이상이 없음을 고려할 때, 근위부 신경분절의 이상을 특이적으로 진단할 수 있는 장점이 있다. 역시 본 연구에 포함된 환자들이 원위부에서 측정된 신경전도에서 이상을 보인 점과 이와 같은 경우 F-파 잠복기는 근위부 신경절의 침범을 특이적으로 나타내지 못하며, 또한 운동신경의 이상만을 평가할 수 있다는 점을 고려할 때 본 연구의 결과로 SSEP검사는 근위부 감각신경 분절의 이상을 평가하는데 있어 유용하다고 할 수 있다. 특히 F-파 잠복기가 정상이면서 SSEP와 MEP 검사를 함께 시행할 경우 그 진단적 민감도가 증가할 것이다.

Table 2. Results of motor evoked potentials

		Upper Limbs			Lower Limbs		
	Patient	CML	PML	CML-PML	CML	PML	CML-PML
Right	1	20.30	15.90	4.40	40.30	22.10	18.20
	2	32.30	23.90	8.40	62.80	39.20	23.60
	3	26.10	18.20	7.90	51.40	31.90	19.50
	4	20.00	15.50	4.50	39.50	23.10	16.40
	5	20.20	12.70	7.50	38.90	22.40	16.50
	6	25.90	10.50	15.40	44.40	23.60	20.80
Left	1	21.00	13.00	4.40	36.90	20.30	16.60
	2	35.30	24.10	8.00	65.20	42.30	22.90
	3	24.50	18.00	11.20	51.10	30.90	20.20
	4	21.60	14.10	6.50	40.60	22.50	18.10
	5	21.60	15.00	7.50	41.40	22.70	18.70
	6	27.00	13.70	6.60	51.10	29.70	21.40

Bold numbers indicate the value of prolongated or increased upper normal limit.
CML, central motor latency; PML, peripheral motor latency.

Table 3. Results of somatosensory evoked potentials.

		MNSEP					PTSEP			
	Patient	EN1	CN2	N1	EN1-CN2	EN1-N1	LN1	TN1	P1	LN1-P1
Right	1	9.36	12.12	18.06	2.76	8.70	18.20	20.02	35.36	17.16
	2	13.32	16.98	23.34	3.66	10.02	NP	NP	46.02	NA
	3	11.88	15.30	21.12	3.42	9.24	22.88	23.92	43.16	20.28
	4	9.42	12.66	19.14	3.24	9.72	20.80	21.06	37.96	17.16
	5	9.48	13.20	18.72	3.72	9.24	NP	NP	40.82	NA
	6	NP	NP	NP	NA	NA	NP	NP	NP	NA
Left	1	9.06	12.00	17.94	2.94	8.88	17.94	19.24	35.10	17.16
	2	13.14	18.54	23.16	5.40	10.02	NP	NP	43.68	NA
	3	11.58	15.18	20.76	3.60	9.18	22.88	23.40	42.64	19.76
	4	9.78	12.72	19.14	2.94	9.36	20.02	20.80	38.74	18.72
	5	9.60	13.56	18.84	3.96	9.24	NP	NP	40.82	NA
	6	NP	NP	NP	NA	NA	NP	NP	NP	NA

Bold numbers indicate the value of prolongated or increased upper normal limit.
NP; no potential, NA; not applicable

본 연구 결과 흥미로운 점은 CML-PML로 구한 CMCT에서 양측의 차이를 비교하는 것이 절대값의 기준치 비교에 비해 예민도가 증가한다는 점이다. 이는 ADP의 경우 임상적으로 양측을 침범하는 대칭성을 보이나, 신경전도검사 결과는 비대칭적이며 다초점성을 보인다는 점과 같은 맥락으로 이해될 수 있을 것이다.[1] 따라서, 양측의 차이를 비교하는 것은 경미한 근위부 신경분절의 침범을 확인하는 데에 도움을 줄 수 있다.

본 연구에서 MEP와 MNSEP 검사에서 근위부 신경 분절 침범을 특이적으로 나타내는 변수의 이상은 각각 12.5% (3/24), 10% (1/10, NP제외)로, F-파 잠복기보다 낮은 정도 (64.3%)의 예민도를 가진다는 것을 알 수 있다. 그러나, 결과에서 F-파 잠복기의 이상과 MEP, SSEP 검사에서 근위부 신경분절의 이상을 나타내는 변수의 이상이 일치하는 경우는 4개중 3개에 해당되어 각각의 검사가 상호 보완적으로 적용될 수 있음을 시사한다고 볼 수 있다. 통상적인 신경전도검사에서 구하는 F-파 잠복기는 가장 직경이 크고 빠른 전도속도를 가진 신경섬유를 평가하며, 운동신경섬유의 1~5%만이 F-파에 기여하므로 일부 신경섬유만이 침범된 경우 예민도가 떨어지는 단점이 있고 앞에서 언급한 바와 같이 원위부 신경전도의 이상이 있는 경우 침범된 신경분절의 위치에 대한 정보를 제공할 수 없다.[18] MEP에서의 신경근 자극은 intervertebral foramen 부위에서 대다수의 운동섬유를 흥분시키는 것으로 알려져 있으며, CML-PML로 구한 CMCT는 intervertebral foramen 상단의 운동 신경분절을 특이적으로 검사할 수 있는 장점이 있어 F-파 잠복기의 단점을 보완할 수 있으며, SSEP검사를 통해서는 운동신경이 아닌 감각신경전도를 측정할 수 있고 파간 잠복기를 통해 근위부 신경분절에 특이적인 정보를 제공해 줄 수 있는 장점이 있다. 따라서, 본 연구결과와 같이 F-파 잠복기가 정상인 경우 MEP와 SSEP 검사를 통해 근위부 신경분절의 침범 여부를 특이적으로 평가할 수 있으며, 반대로 F-파 잠복기에 이상이 있으나, CML-PML의 CMCT와 MNSEP계의 EN1-CN2 파간 잠복기가 모두 정상인 경우 근위부 신경분절의 침범을 배제할 수 있을 것으로 기대할 수 있을 것이다. Wohrle 등[5]은 14명의 염증성 탈수초성 말초신경병증 환자에서 MEP를 시행하여 이 병변의 위치가 말초신경뿐 아니라 근위부 신경에도 있다는 것을 CMCT연장으로 설명하였고 Menkes 등[19]은 신경근 자극이 통상적인 신경전도검사에서 이상을 발견하지 못할 때 행해야 하는 검사라고 주장하였다. 염증성 탈수초성 말초신경병증 환자에서 F-파와 SSEP와의 관계를 연구한 것은 많지 않지만 한 연구[7]에서 PTSEP가 AIDP 초기 진단에 도움을 준다고 하였다.

본 연구는 몇가지 제한점이 있다. 첫째, 환자수가 많지 않아 전체를 대변하기 힘들다는 점이다. 따라서 다음 연구에서는 보다 많은 환자를 대상으로 전향적으로 연구가 되어야 할 것이다. 둘째, 본 연구에서 환자를 모을 때 운동증상과 감각증상을 따로 구별하지 않았는데 이는 검사의 성격상 MEP가 운동신경로를 평가하고 SSEP가 감각신경로를 평가하므로 이를 구별지어 연구할 필요가 있다고 본다. 그 경우 각각의 증상에 따른 민감도와 특이도도 증가할 것이다.

우리는 본 연구에서 근위부 신경의 병변을 발견하는데 F-파로는 제한점이 있기 때문에 MEP와 SSEP를 이용하여 그 유용성을 살펴보았다. 유발전위검사는 단독으로보다 신경전도검사와 더불어 사용함으로써 ADP환자에 있어서 신경근이나 근위부의 신경병변을 발견하는데 있어 보조적인 도구로 사용할 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. Dyck PJ, Thomas PK. Peripheral neuropathy. In: Arnason B, Soliven B. Acute inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. 3rd ed. Vol. 2. Mexico: *W.B. Saunders.* 1993;1437-1497
2. Barker AT, Jalinous R, Freeston IL. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. *Lancet* 1985; 1:1106-1107.
3. Chiappa KH, Ropper AH. Evoked potentials in clinical medicine. *N Enlg J Med* 1982;306:1140-1150.
4. American Electroencephalographic Society. Guidelines for clinical evoked potential studies. *J Clin Neurophysiol* 1984;1:3-53.
5. Wohrle JC, Kammer T, Steinke W, Hennerici M. Motor evoked potentials to magnetic stimulation in chronic and acute inflammatory demyelinating polyneuropathy. *Muscle Nerve* 1995;18:904-906.
6. Takada H, Ravnborg M. Magnetically evoked motor potentials in demyelinating and axonal polyneuropathy: a comparative study. *Eur J Neurol* 2000;7:63-69.
7. Gilmore RL, Nelson KR. SSEP and F-wave studies in acute inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. *Muscle Nerve* 1989;12:538-543.
8. Asbury AK, Cornblath DR. Assessment of current diagnostic criteria for Guillain-Barre syndrome. *Ann Neurol* 1990;27(suppl):S21-24.
9. Dyck PJ, Thomas PK. Peripheral neuropathy. In: Dyck PJ, Prineas J, Pollard John. Chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy. 3rd ed. Vol. 2. Mexico: *W.B. Saunders.* 1993;1498-1517.
10. Research criteria for diagnosis of chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy (CIDP). Report from an Ad Hoc Subcommittee of the American Academy of Neurology AIDS Task Force. *Neurology* 1991;41:617-618.
11. Olney RK. Consensus criteria for the diagnosis of partial conduction block. *Muscle Nerve.* 1999;22(suppl 8):S225-S229.
12. Kimura J. F-wave velocity in the central segment of the median and ulnar nerves: a study in normal subjects and patients with Charcot-Marie-Tooth disease. *Neurology*

1974;24:539-546.
13. 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.
14. 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.
15. Kim JY, Lee KW. Motor evoked potentials in transverse myelitis. *J Korean Neurol Assoc* 1998;16:353-359.
16. Lee KW, Lee SD. Posterior tibial somatosensory evoked potentials (PTSEPs) in thoracic myelopathy. *J Korean Neurol Assoc* 1992;10:72-78.
17. Inaba A, Yokota T, Saito Y, Ichikawa T, Mizuzawa H. Proximal motor conduction evaluated by transcranial magnetic stimulation in acquired inflammatory demyelinating neuropathies. *Clin Neurophysiol* 2001;112:1936-1945.
18. Kimura J: Electrodiagnosis in disease of nerve and muscle: principles and practice. 2nd ed. Philadelphia: *Davis*, 1989
19. Menkes DL, Hood DC, Ballesteros RA, Williams DA. Root stimulation improves the detection of acquired demyelinating polyneuropathies. *Muscle Nerve* 1998; 21:298-308.