

## 편측 안면 경련 환자에서 자기자극을 이용한 운동 유발전위

동래봉생병원 재활의학과

신 지 철 · 장 의 환 · 오 현 일

= Abstract =

### Motor Evoked Potentials using Magnetic Stimulation in Hemifacial Spasm

Ji Cheol Shin, M.D., Ik Hwan Jang, M.D. and Hyeon Il Oh, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Dong Rae Bong Seng Hospital

For investigating the diagnostic value of motor evoked potentials(MEP) in hemifacial spasm(HFS), we studied the facial nerves of 215 patients with HFS using transcranial magnetic stimulation from March 1992 to Dec. 1994. The mean age of patients was 47.9 years old and the mean duration of symptom was 7.0 years. For MEP study, the center of magnetic coil was placed on 3 cm posterior and 6 cm lateral to vertex and stimulated with 50~60% of maximal intensity. Simultaneously, compound muscle action potentials were measured with electrical stimulation at stylomastoid foramen. Recording electrodes were placed on nasalis muscles.

In the affected side, the mean latency of MEP was 4.50 msec, and the mean central conduction time was 1.57 msec with no statistical difference with those in normal side. However, the mean amplitude of MEP in the affected side was 3.2 mV, and statistically lower than that in normal side( $p < 0.01$ ). In regression analysis, the decrement of amplitudes was statistically correlated with the increment of symptom duration( $p < 0.01$ ).

According to the above results, transcranial magnetic stimulation of the facial nerve seems to excite the labyrinthine segment and MEP study is a useful method to evaluate the facial weakness of central origin in HFS.

**Key Words:** Hemifacial spasm, Motor evoked potentials, Magnetic stimulation

### 서 론

편측 안면 경련은 점차로 진행되는 편측 안면근의 불수의적, 간헐적 수축으로, 안면 근력의 약화 및 강직 등 심한 불편을 초래하는 질환인데<sup>12,14,39</sup>, 특징적인 전기진단 검사소견은 안면신경 전도검사상의 Abnormal Muscle Response, 순목반사에서의 synkine-

sis 및 다체널 동시기록시의 불수의적 동시성 운동단위 활동전위가 있다.<sup>6,11,16,25</sup>

이러한 편측 안면 경련의 병태생리로는 안면신경 미세손상시 손상부위의 과흥분과 손상섬유사이의 혼선에 의하여 발생한다는 말초성가설<sup>13,15,29,31</sup>과, 안면신경 손상이 안면운동핵에 영향을 주어 신경원의 재기질화를 통하여 자극에 대한 반응이 증가하거나 혹은 kindling 현상에 의하여 발생한다는 핵가설<sup>22,23,30,38</sup> 등 두

가지가 있으나 현재까지 이견이 계속되고 있으며, 이러한 병태생리의 규명을 위하여 전기생리학적 검사를 이용한 연구들이 보고되고 있으나<sup>1,15,21,36)</sup>, 병소부위에 대한 직접적인 검사방법이 아닌 한계가 있었다.

한편 1985년 Barker와 Jalinous<sup>8)</sup>가 처음으로 자기자극을 이용한 운동 유발전위를 도입한 후, 현재 자기자극을 이용한 유발전위 검사가 많이 시행되고 있으며, 안면신경의 운동 유발전위에 대하여 1988년 Benecks등<sup>9)</sup>은 자기자극시 동측에서 두 종류의 잠시를 가진 반응들을 측정하였으며, 반대측에서도 반응을 관찰하였다고 보고하였고, Maccabee등<sup>10)</sup>은 동측에서 일정하게 관찰되는 3~5 msec의 잠시를 가진 반응이 임상적으로 이용될 수 있다고 보고하였다. 그 이후 여러 연구들<sup>20,27,28,34,40)</sup>에서 이 반응을 이용한 검사결과를

보고하였으며, 국내에서도 이<sup>2)</sup>가 이 반응에 대하여 정상인과 안면신경 병변환자들을 대상으로 보고하였다.

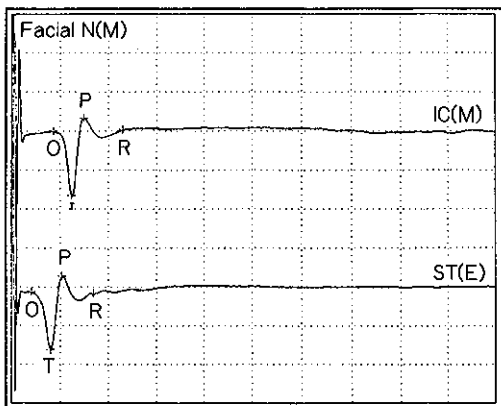
그러나 아직 편측 안면 경련 환자를 대상으로 한 보고가 드물어<sup>17,26)</sup>, 이에 저자들은 편측 안면 경련 환자에게 자기자극을 이용한 운동 유발전위 검사를 시행하여, 그 진단적 가치를 알아보고 또한 병소부위에 대한 직접적인 자극으로 편측 안면 경련시에 나타나는 안면 근력의 약화에 대한 병태생리와의 연관성을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

### 연구 대상 및 방법

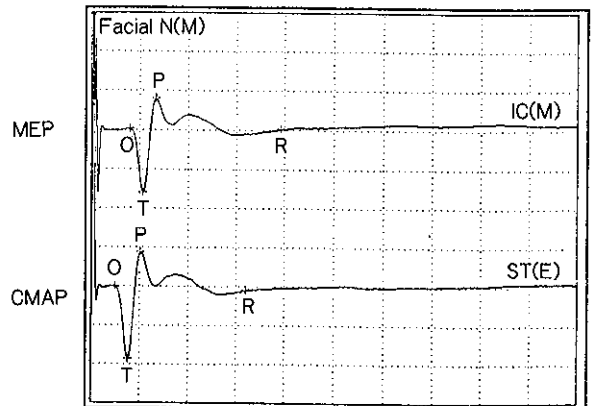
1992년 3월부터 1994년 12월까지 편측 안면 경련으로 동래 봉생병원 재활의학과에서 전기진단 검사를

Table 1. Setting for the Electrophysiologic Study

Electric stimulation	site	stylomastoid foramen
	intensity	supramaximal
Magnetic stimulation	site	3 cm posterior & 6 cm lateral to vertex
	intensity	50~60% of maximum
Recording site	active	alar nasi
	reference	bridge of nose
	ground	anterior neck
	sweep	5 msec/division
	gain	1~5 mV/division



Right Fac.N(M) Motor  
Affected side



Left Fac.N(M) Motor  
Normal side

Fig. 1. Motor evoked potentials(MEP) and compound muscle action potentials(CAMP) in hemifacial spasm.

시행받은 215명을 대상으로 하였는데, 이들은 이동<sup>3)</sup>의 방법에 의하여 실시한 전기생리학적 검사에서 안면 신경 손상의 증거는 없었으며, 환측에서만 편측 안면 경련의 전형적인 소견을 보였다.

전기생리학적 검사는 Excel 근전도기(Cadwell Laboratories, Inc., Washington, U.S.A.)를 사용하였으며, 복합근 활동전위는 경유돌공 부위를 최대세기로 전기자극하여 측정하였다. 그리고 자기자극을 이용한 운동 유발전위는 MES-10과 9 cm 직경의 circular coil을 사용하여 우측은 시계방향, 좌측은 반시계방향으로 하여 두정부로부터 3 cm 후방, 6 cm 측방 부위에 자기자극을 시행하였으며 자극의 세기는 이<sup>2)</sup>의 결과를 토대로 하여, 최대크기의 유발전위를 얻을 수 있었던, 최대자극의 50~60%에서 주었다. 운동 유발전위와 복합근 활동전위는 모두 비근에서 측정하였으며 5 mm 표면전극을 이용하여 활동전극은 alar nasi에, 기준전극은 bridge of nose에, 접지전극은 전경부에 각각 두었다(Table 1).

한편, 운동 유발전위와 복합근 활동전위의 분석은 잡시의 경우 자극 artifact에서 첫 deflection까지의 시간을 측정하여 msec로 기록하였으며, 진폭은 최대 음정점에서 최대 양정점까지 측정하여 mV로 기록하였다(Fig. 1). 그리고 건측과 환측의 비교 분석은 SPSS/PC<sup>+</sup> 통계 프로그램을 이용하여 통계학적 유의성을 검정하였다.

## 결 과

### 1) 대상환자의 일반적 특성

대상환자 215명의 평균 연령은 47.9세로 사십대와 오십대가 전체의 69.8%를 차지하였으며, 여자가 82.3%로 남자보다 많았다(Table 2). 그리고 편측 안면 경련의 평균 이환기간은 7.0년으로 10년 이하가 80.5%로 대부분을 차지하였으며, 경련부위는 우측이 52.1%로 좌측보다 약간 많았다(Table 3).

Table 2. Distribution of Age and Sex of Patients

Age(yrs)	No. of cases(%)		Total(%)
	Male	Female	
~29	2(0.9)	8(3.7)	10(4.6)
30~39	6(2.8)	24(11.2)	30(14.0)
40~49	15(7.0)	65(30.2)	80(37.2)
50~59	10(4.6)	60(28.0)	70(32.6)
60~	3(1.4)	22(10.2)	25(11.6)
Total	36(16.7)	179(82.3)	215(100.0)

Table 3. Distribution of Symptom Duration and Affected Side

Duration(yrs)	No. of cases(%)		Total(%)
	Rt	Lt	
~ 5	61(28.4)	53(24.7)	114(53.1)
6~10	28(13.0)	31(14.4)	59(27.4)
11~15	13(6.0)	11(5.1)	24(11.1)
16~20	9(4.2)	6(2.8)	15(7.0)
21~	1(0.5)	2(0.9)	3(1.4)
Total	112(52.1)	103(47.9)	215(100.0)

**Table 4.** Comparison of Latency between Normal and Affected Side

Latency(msec)	Normal	Affected
Compound muscle action potential	2.95±0.38	2.93±0.38
Motor evoked potential	4.52±0.37	4.50±0.41
Central conduction time	1.56±0.33	1.57±0.38

Values are given as mean and S.D.

**Table 5.** Comparison of Amplitude between Normal and Affected Side

Amplitude(mV)	Normal	Affected
Compound muscle action potential	4.6± 1.80 *	3.5± 1.64
Motor evoked potential	4.2± 1.62 *	3.2± 1.49
Ratio of MEP/CMAP(%)	91.6±15.27	92.5±14.55

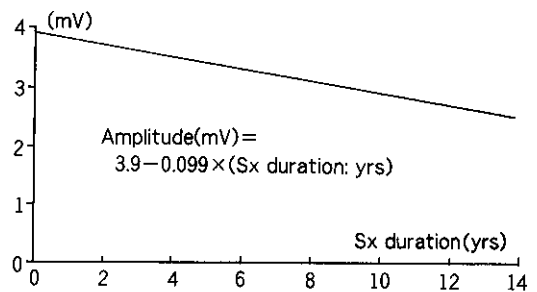
Values are given as mean and S.D. \*p<0.01

**Table 6.** Regression Analysis of Amplitude of Potentials with Variables

Variables	r	t	p
Age			
with compound muscle action potential	0.0961	-1.409	0.1603
motor evoked potential	0.1033	-1.516	0.1311
Symptom duration			
with compound muscle action potential	0.3705	-5.822	0.0000
motor evoked potential	0.3698	-5.808	0.0000

**2) 환측과 건측의 전기생리학적 결과의 비교**

환측의 복합근 활동전위의 평균 잠시는 2.93 msec, 운동 유발전위의 평균 잠시는 4.50 msec이었고, 중추 운동 전도시간은 1.57 msec이었으며, 이들 모두 건측과 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(Table 4). 그러나 환측의 복합근 활동전위의 평균진폭은 3.5 mV, 운동 유발전위의 진폭은 3.2 mV로 모두 건측보다 통계학적으로 유의하게 작았다(p<0.01). 한편 복합근 활동전위에 대한 운동 유발전위의 진폭비는 환측이 92.5%, 건측이 91.6%로 양측간에 유의한 차이가 없었으며(Table 5), 건측의 환측에 대한 진폭비도 복합근 활동 전위의 경우 83.0%, 운동 유발전위의 경우에는 82.3%로 유의한 차이가 없었는데, 이러한 결과는 활동전위나 유발전위 모두 진폭의 감소정도가 유사하다



**Fig. 2.** Stepwise regression of amplitude of MEP with symptom duration.

는 것을 말한다.

환측의 활동전위나 유발전위의 진폭감소에 미치는 요인들을 분석하여 본 결과, 연령의 증가와는 무관하

였으나, 이환기간과는 통계학적으로 유의한 관계가 있었으며( $p < 0.01$ ) (Table 6), 특히 단계별 회귀분석시 운동 유발전위의 진폭만이 이환기간의 증가에 따라 감소하는 통계학적으로 유의한 회귀방정식을 구할 수 있었다( $p < 0.01$ ) (Fig. 2).

## 고 찰

운동 유발전위는 1980년에 Merton과 Morton<sup>19)</sup>이 처음으로 대뇌 운동피질에 전기자극을 주어 측정하였으며, 현재는 통증이 없고, 안전하며, 신체적 접촉없이 심부 뇌조직을 자극할 수 있는 자기자극을 이용한 운동 유발전위가 많이 시행되고 있다<sup>4,7,8,10)</sup>. 안면 운동 유발전위는 Amassian 등<sup>5)</sup>이 처음으로 대뇌피질의 후두엽을 자기자극 하였을 때 저작근과 안면근이 강하게 수축하는 것을 보고하였으며, 1988년에 Macca-bee 등<sup>18)</sup>은 측후두엽 부위에 자기자극을 하였을 때 동측 안면신경의 자극에 의한, 평균잠시가 4.9에서 5.4 msec의 유발전위를 보고하여 임상적으로 안면신경에 대한 자기자극을 이용한 운동 유발전위 검사가 본격화되었다. 정상인을 대상으로 한 여러 연구들에 의하면<sup>3,9,18)</sup>, 자극의 세기는 최대자극세기의 약 50% 정도에서<sup>18,27,34)</sup>, 두정보보다는 측-편두엽부위를 자극시<sup>32,35)</sup>, 안면근중 비근에서 가장 잘 측정된다고 알려져 있는데<sup>3,35)</sup>, 저자들도 같은 방법으로 시행하였으며, 진측에서 측정된 운동 유발전위의 잠시는 4.52 msec, 진폭은 4.2 mV, 중추운동 전도시간은 1.56 msec로서 정상인을 대상으로 한 다른 실험결과와 유사하였다<sup>3,18,24,27,28)</sup>.

안면 운동 유발전위는 안면신경의 근위부에 대한 평가를 할 수 있고, 특히 마비의 중추성/말초성의 감별 진단과 Bell씨 마비시 전도차단의 정도를 예측할 수 있는 임상적 가치가 있는 것으로 알려져 있는데<sup>20,34)</sup>, 아직까지 편측 안면 경련 환자를 대상으로 한 연구는 비교적 드물다. Laskawi 등<sup>17)</sup>은 28명의 편측 안면 경련 환자를 대상으로 수술중 뇌조(cisternal portion)에서 자기자극을 가했을 때 대조군과 유의한 차이는 없었으나, 대뇌피질에서 자극시 유발전위의 잠시만이 유의하게 증가하였으며, 이러한 결과는 자기자극의 병소부위 통과시 발생한 잠시의 연장 때문이라고 설명하였다. 그리고 Oge 등<sup>26)</sup>은 14명의 편측 안면 경련 환자

를 대상으로 시행한 결과에서 최대진폭을 얻을 수 있었던 자극세기가 약 10% 정도 증가하였으며, 진측에 비하여 잠시는 차이가 없었으나, 진폭은 유의하게 감소하였다고 보고하였다.

한편, 본 연구에서 편측 안면 경련 환자의 환측에서 측정된 운동 유발전위의 결과를 살펴보면, 잠시와 중추운동 전도시간은 진측과 비교하여 유의한 차이가 없었으나, 진폭은 3.2 mV로 진측에 비하여 통계학적으로 유의하게 감소한 결과를 보였으며, 일부에서는 자극세기가 약 10% 정도 증가하였는데 앞으로 이것에 대한 연구도 필요할 것으로 보인다. 그리고 복합근 활동전위의 진폭도 환측에 비하여 유의하게 감소한 결과를 보였는데, 복합근 활동전위에 대한 운동 유발전위의 진폭비는 진측과 환측에 따른 유의한 차이가 없었고, 복합근 활동전위나 운동 유발전위의 진측의 환측에 대한 진폭비도 유의한 차이가 없어, 복합근 활동전위나 운동 유발전위의 진폭의 감소는 비슷함을 알 수 있었다. 그리고 이러한 진폭의 감소가 이환기간의 증가에 따라 통계학적으로 유의하게 진행되었으며, 특히 단계별 회귀분석시 운동 유발전위의 진폭만이 통계학적 유의성이 있었으므로, 편측 안면 경련 환자는 수술전에 안면근의 약화를 평가하기 위하여 반드시 안면 운동 유발전위 검사를 시행하여야 함을 알 수 있었다.

현재까지 자기자극을 이용한 안면 운동 유발전위시 흥분되는 부위에 대하여, 자발적 수축에 의하여 진폭이 증가하지 않고, 자극횟수나 빈도와 관계없이 일정한 반응을 측정할 수 있으므로, 안면신경해보다는 그 원위부임을 시사하고 있는데<sup>24,34)</sup>, 안면신경의 REZ (Root Exit Zone)라고 주장하는 보고들<sup>9,18,35,37)</sup>과 두개골내 미로분절이라고 주장하는 보고들<sup>24,28,32,34)</sup>이 있다. 한편, 1991년 Schmid 등<sup>33)</sup>은 편측 안면 경련 환자에게 대한 두개골내 미세혈관 감압술시 직접 뇌조부, REZ 등의 안면신경부위를 각각 자극하여 측정된 결과, 자기자극시 활성화되는 부위는 고전도성의 뇌척수액으로 둘러 싸여 있다가 고저항성의 두개골로 이행되는 부위인 미로분절이라고 주장하였다. 환측에서 운동 유발전위의 잠시의 변화는 없었으나, 진폭의 감소가 관찰되었던 저자들의 결과는 자기자극이 아마도 편측 안면 경련의 병소부위 원위부를 자극하는 사실을 지지하며, 미로분절에서의 활성을 뒷받침한다고 볼 수 있다.

이상의 결과에서 편측 안면 경련의 환자들에서는 중추성 안면마비가 이환기간의 증가에 따라 진행되며, 수술전 안면근력 약화에 대한 운동 유발전위의 평가가 필요함을 알 수 있었고, 수술후 지속적인 추적검사를 통하여 안면 운동유발 전위의 변화를 관찰하여 불필요성을 제시하였다.

## 결 론

동래 봉생병원 재활의학과에서는 215명의 편측 안면 경련 환자들을 대상으로 자기자극을 이용한 안면 운동 유발전위 검사를 시행하여 다음의 결과를 얻었다.

1) 전측에서의 잠시는 4.52 msec이었으며, 진폭은 4.2 mV이었고, 중추운동 전도시간은 1.56 msec이었다.

2) 환측에서의 잠시는 4.50 msec이었으며, 중추운동 전도시간은 1.57 msec이었고, 전측과 유의한 차이는 없었다.

3) 환측에서의 진폭은 3.2 mV로 전측에 비하여 통계학적으로 유의하게 감소하였으며( $p < 0.01$ ), 이러한 진폭의 감소는 이환기간의 증가와 통계학적 유의성이 있었다( $p < 0.01$ ).

이상의 결과에서 자기자극을 이용한 안면 운동 유발 전위는 아마도 안면신경의 미로분절을 자극하는 것으로 사료되며, 편측 안면 경련의 병태생리를 밝히기 위하여서는 비근이외에 다른 안면근에서의 유발전위 검사를 포함한 전기생리학적 검사를 통한 연구가 앞으로 필요하다고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 신지철, 장익환, 오현일, 정의화, 이영희: 편측 안면 경련의 미세혈관 감압술시 수술 중 감시의 의의와 추적 관찰시의 변화. 대한재활의학회지 1995; 19(2): 309-318
- 2) 이영희: 경두개적 자기자극을 이용한 안면신경전도검사. 대한재활의학회지 1992; 16: 168-174
- 3) 이영희, 전세일, 신정순: 편측안면경련의 전기 진단적 연구. 대한재활의학회지 1992; 16: 101-108
- 4) Agnew WF, McCreery DB: Considerations for safety in the use of extracranial stimulation for motor evoked potentials. Neurosurgery 1987; 20: 143-147
- 5) Amassian VE, Cadwell J, Cracco RQ, Maccabee PJ: Focal cerebral and peripheral nerve stimulation in men with the magnetic coil. J Physiol 1987; 390: 24P
- 6) Auger RG: Hemifacial spasm: Clinical and electrophysiologic observations. Neurology 1979; 29: 1261-1272
- 7) Barker AT, Jalinous R, Freeston IL, Jarratt A: Magnetic stimulation of the human brain and peripheral nervous system: An introduction and the results of an initial clinical evaluation. Neurosurgery 1987; 20: 100-9
- 8) Barker AT, Jalinous R: Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. Lancet 1985; i: 1106-7
- 9) Benecke R, Meyer B-U, Schonle P, Conrad B: Transcranial magnetic stimulation of the human brain: Responses in muscles supplied by cranial nerves. Exp Brain Res 1988; 71: 623-32
- 10) Estrem SA, McCormack T, Haghghi SS, Potter T: A comparison of magnetic and electrical stimulation of facial nerve at the CPA in the dog. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1990; 75: 558-560
- 11) Harper CM: AAEM case report #21: Hemifacial spasm: Preoperative diagnosis and intraoperative management. Muscle Nerve 1991; 14: 213-8
- 12) Holds JB, White GL, Thiese SM, Anderson RL: Facial dystonia, essential blepharospasm and hemifacial spasm. Am Family Physician 1991; 43: 2113-2120
- 13) Hopf HC, Lowitzsch K: Hemifacial spasm: Location of the lesion by electrophysiological means. Muscle Nerve 1982; 5: S84-S88
- 14) Jannetta PJ: Hemifacial spasm. Neurol Neurosurg Update Series 1982; 3(8): 1-7
- 15) Kim P, Fukushima T: Observations on synkinesis in patients with hemifacial spasm: Effect of microvascular decompression and etiological considerations. J Neurosurg 1984; 60: 821-827
- 16) Kimura J: Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: Principles and practice, 2nd ed, F. A. Davis Company, Philadelphia, 1989, pp 566-67
- 17) Laskawi R, Damenz W, Roggenkamper P, Schroder M, Brauneis J: Magnestimulation bei

- patienten mit hemispasmus facialis. *Laryngo-Rhino-Otol* 1990; 69: 237-41
- 18) Maccabee PJ, Amassian VE, Cracco RQ, Cracco CJ, Anziska BJ: *Intracranial stimulation of facial nerve in human with the magnetic coil. Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1988; 70: 350-54
  - 19) Merton PA, Morton HB: *Stimulation of the cerebral cortex in the intact human subject. Nature* 1980; 285: 227-8
  - 20) Meyer BU, Britton TC, Benecke R: *Investigation of unilateral facial weakness: Magnetic stimulation of the proximal facial nerve and of the face associated motor cortex. J Neurol* 1989; 236:102-7
  - 21) Møller AR: *Interaction between the blink reflex & the abnormal muscle response in patients with hemifacial spasm: Results of intraoperative recordings. J Neurol Sci* 1991; 101: 114-123
  - 22) Møller AR: *The cranial nerve vascular compression syndrome: II. A review of pathophysiology. Acta Neurochir* 1991; 113: 24-30
  - 23) Møller AR, Sen CN: *Recordings from the facial nucleus in the rat: Signs of abnormal facial muscle response. Exp Brain Res* 1990; 81: 18-24
  - 24) Murray NMF, Hess CW, Mills KR, Schriefer TN, Smith SJM: *Proximal facial nerve conduction using magnetic stimulation. Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1987; 66: S71
  - 25) Nielsen VK: *Electrophysiology of the facial nerve in hemifacial spasm: Ectopic/ephaptic excitation. Muscle Nerve* 1985; 8: 545-555
  - 26) Oge AE, Yazici J, Boyaciyan A, Tanyeri S, Celik M, Konyalioglu R, Baslo A: *Magnetic stimulation in HFS and post-facial palsy synkinesis. Muscle & Nerve* 1993; 16: 1154-60
  - 27) Rimpilainen I, Eskola H, Hakkinen V, Karma P: *Transcranial facial nerve stimulation by magnetic stimulator in normal subjects. Electromyogr Clin Neurophysiol* 1991; 31: 259-63
  - 28) Rosler KM, Hess CW, Schmid UD: *Investigation of facial motor pathways by electrical and magnetic stimulation: Sites and mechanisms of excitation. J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1989; 52: 1149-56
  - 29) Roth G, Magistris MR, Pinelli P, Rilliet B: *Cryptogenic hemifacial spasm: A neurophysiological study. Electromyogr Clin Neurophysiol* 1990; 30: 361-370
  - 30) Saito S, Møller AR: *Chronic electrical stimulation of the facial nerve causes signs of facial nucleus hyperactivity. Neurol Res* 1993; 15: 225-231
  - 31) Sanders DB: *Ephaptic transmission in hemifacial spasm: A single-fiber EMG study. Muscle Nerve* 1989; 12: 690-694
  - 32) Schmid UD, Møller AR, Schmid J: *Transcranial stimulation of the facial nerve: Intraoperative study on the effect of stimulus parameters on the excitation site in man. Muscle Nerve* 1992; 15: 829-36
  - 33) Schmid UD, Møller AR, Schmid J: *Transcranial magnetic stimulation excites the labyrinthine segment of the facial nerve: An intraoperative electrophysiological study in man. Neurosci Lett* 1991; 124: 273-76
  - 34) Schriefer TN, Mills KR, Murray NMF, Hess CW: *Evaluation of proximal facial nerve conduction by transcranial magnetic stimulation. J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1988; 51: 60-66
  - 35) Seki Y, Krain L, Yamada T, Kimura J: *Transcranial magnetic stimulation of the facial nerve: Recording technique and estimation of the stimulated site. Neurosurgery* 1990; 26: 286-90
  - 36) Sood S, Vyas L, Taori GM: *Hemifacial spasm: Early postoperative normalization of blink reflex latency. Br J Neurosurg* 1993; 7: 407-411
  - 37) Tokimura H, Yamagami M, Tokimura Y, Asakura T, Atsuchi M: *Transcranial magnetic stimulation excites the root exit zone of the facial nerve. Neurosurgery* 1993; 32: 414-6
  - 38) Valls-Sole J, Tolosa ES: *Blink reflex excitability cycle in hemifacial spasm. Neurology* 1989; 39: 1061-1066
  - 39) Wilkins RH: *Hemifacial spasm: A review. Surg Neurol* 1991; 36: 251-277
  - 40) Windmill IM, Martnez SA, Shields CB, Paloheimo M: *Magnetically evoked facial nerve potential. Otolaryngol Head Neck Surg* 1989; 100: 345-472