

## 자기 자극을 이용한 Blink 반사

연세대학교 의과대학 재활의학교실

강성웅 · 정광익 · 문재호 · 김민영

= Abstract =

### Magnetically Elicited Blink Reflex

Seong Woong Kang, M.D., Kwang Ik Jung, M.D., Jae Ho Moon, M.D.  
and Min Young Kim, M.D.

*Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine*

The electrically elicited blink reflex has been extensively studied to evaluate the trigeminal and facial nerve as well as pathologic process in the brainstem. In some recent neurophysiological examination procedures, the electrical stimulation has been replaced by the magnetic stimulation because the magnetic stimulation is less painful and more tolerable to the patients and also gives almost same results as the electrical stimulation. We studied the blink reflex with 40 normal subjects stimulated both magnetically and electrically to investigate the characteristics of the blink reflex evoked by these two methods and the possibility of whether the painless magnetic stimulation could be used in lieu of the conventional electrical stimulation at clinical setting.

The statistical evaluation of the R1, R2 and R2' latencies of the blink reflex following the magnetic and electrical stimulation did not show any significant difference between these two methods ( $p > 0.05$ ). In addition, almost all subjects who experienced both stimulation methods stated that the magnetic stimulation was much less painful and much easier to tolerate than the electrical stimulation.

In conclusion, these results confirm that the magnetically elicited blink reflex is equivalent to the electrically elicited blink reflex and can be substituted for the conventional technique of electrical stimulation.

**Key Words:** Blink reflex, Magnetic stimulation, Electrical stimulation

### 서 론

전기진단검사시 피검자에게 가해지는 전기자극(elec-

trical stimulation)은 자극지점에 다량의 전류가 형성되어 통증을 유발할 수 있으며 특히 신체 깊숙히 있는 신경조직을 자극하기 위해서는 더욱 강한 강도의 전기자극이 필요하게 되어 통증이 심화될 수 있으며 정확히 전극을 위치시키기 위해 세심한 주의를 요한다.

\* 본 논문은 1995년도 연세대학교 의과대학 과별 배정 연구비에 의해 이루어졌음.

1980년 Merton<sup>22)</sup>은 의식이 명료한 인간의 두뇌

를 높은 전압의 전기로 자극하여 운동유발전위(motor evoked potential)를 측정하는데 성공하였으나 전기 자극의 심한 통증으로 인해 임상적으로 널리 사용되지는 못하였다. 그러나 1985년 Barker 등<sup>11)</sup>이 자기자극(magnetic stimulation)으로 인간의 뇌를 자극하여 심한 통증없이도 상지 근육에서 운동유발전위를 측정 한 이후로, 자기자극은 중추신경계의 질병연구에 임상적으로 유용하게 사용되기 시작하였다. 전기자극과 달리 자기자극은 두피나 두개골과 같은 저항이 큰 물체에 의해 자장의 강도가 약화되지 않고 자극된 부위에서 강한 전류밀도를 형성하지 않아 통증이 없으며 자극위치에 직접 접촉할 필요없이 자극지점을 자유로이 이동시킬 수 있는 장점이 있다. 이러한 장점으로 운동 중추나 신체 깊이 위치한 근위부 말초신경의 운동유발전위 측정에 많이 사용하게 되었다.

Blink 반사는 임상적으로 삼차신경, 뇌간 등 중추신경의 병변 유무와 안면마비 환자의 안면신경 검사에 유용하게 사용되어 왔다. Blink 반사를 유발시키는 자극방법은 안와상신경을 전기자극하는 것이 통상적인 방법으로 알려져 있으나 1993년 Bischoff 등<sup>12)</sup>은 자기자극을 이용한 blink 반사 검사를 실시하여 전기자극과 비교한 결과, 잠복시간은 두 방법에서 차이가 없었으나 통증 유발은 자기자극을 이용한 검사시 적었다고 하였다.

이에 본 연구에서는 자기자극과 전기자극등 2가지 자극방법으로 blink 반사 검사를 시행하여, 나타나는 반응의 양상을 비교하고 피검자에게 통증이나 불편감의 차이를 조사하여, 향후 자기자극 방법이 일반적인 전기자극 방법을 대체할 수 있는지 여부를 알아보고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1) 연구대상

연구 대상은 신경학적으로 이상이 없고 신경 안정제 등 약물 복용의 과거력이 없는 정상 성인 40명을 대상으로 하였으며 이 중 남자가 20명, 여자가 20명이었고 연령 분포는 16세에서 59세까지로 평균 29.7세이었다 (Table 1).

### 2) 연구방법

Blink 반사 검사는 조용한 검사실에서 피검자가 양

Table 1. Age and Sex Distribution

Age(yrs)	Male	Female
10~19	0	3
20~29	13	8
30~39	4	5
40~49	2	3
50~59	1	1
Total	20	20



Fig. 1. Demonstration of recording and magnetical stimulation of blink reflex.

와위로 눕고 힘없이 눈을 감은 상태에서 실시하였다. 검사기기는 미국 Cadwell사의 magnetic stimulator MES-10과 Cadwell 5200A를 사용하였으며 원형의 자기자극 코일의 직경은 5 cm 이었고 최대자장의 강도는 코일의 중심에서 2 Tesla 이었다. 자기자극은 양측 안와상절흔(supraorbital notch) 부위에서 5 cm 직경의 자극코일을 약간씩 이동하여 5회 자극하되 자극강도는 최대강도의 20~30% 범위에서 실시하였고 전기자극은 50~150 V의 자극강도로 안와상신경을 좌우측 각각 5회 자극하였으며 양측 안륜근의 안검면하 외측 2/3되는 지점에 활동전극을, 양 비측 내면에 기준전극을 부착하여 2 channel로 동시에 기록하였다(Fig. 1). 5회 자극 중 잠복시간이 짧고 진폭이 큰 반응의 R1, R2, R2' 등의 잠복시간을 측정하였고 잠복시간은 자극 흔적으로부터 유발전위의 굴곡 변화가 시작되는 부위까지로 하였다(Fig. 2). 또한 검사 중 잦은 자극빈도로 나타날 수 있는 습성화(habit-

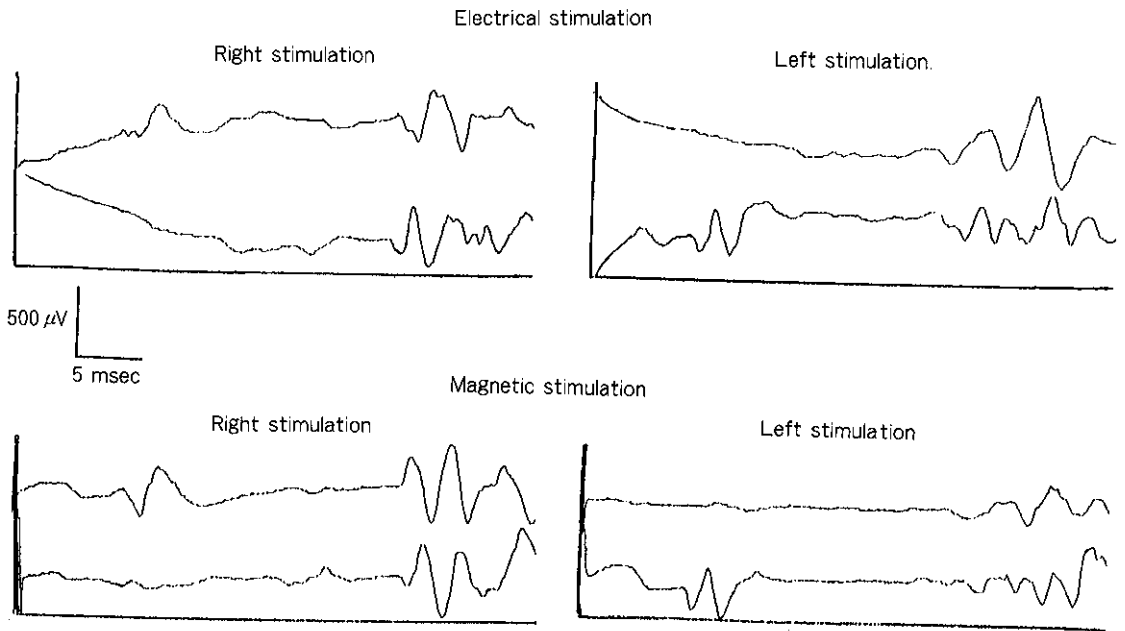


Fig. 2. Sample of blink reflex elicited by electrical and magnetic stimulation.

Table 2. Blink Reflex Components Elicited by Different Stimulus Condition

	Electrical stimulation		Magnetic stimulation	
	Right	Left	Right	Left
R1	10.63 ± 0.88	10.63 ± 0.92	10.65 ± 0.80	10.62 ± 0.86
R2	29.90 ± 2.49	29.75 ± 2.90	29.36 ± 2.94	29.48 ± 3.14
R2'	29.97 ± 3.11	29.97 ± 2.72	29.31 ± 3.15	29.42 ± 3.08

Values are given as mean ± SD(msec).

uation)를 막기 위해 각 자극간의 간격을 적어도 10 초 이상으로 하였다.

검사 후에 2가지 자극방법에 대하여 피검자에게 통증이나 불편감의 차이를 조사하였다.

본 연구에서 측정하여 얻은 결과들을 전산 입력한 후 SPSS(Statistical Package for Social Science) 통계 프로그램을 이용하여 각 측정치의 평균 및 표준편차 등을 구하였고 두 자극방법의 비교는 t-검정을 통해 통계학적 유의성을 검정하였다.

## 결 과

1) 전기자극에 의한 blink 반사의 평균 잠복시간은

우측 안와상신경 자극시, R1, 동측 R2 및 반대측 R2 (R2')가 각각 10.63 ± 0.88, 29.90 ± 2.49, 29.97 ± 3.11 msec 이었고 좌측 자극시에는 각각 10.63 ± 0.92, 29.75 ± 2.90, 29.97 ± 2.72 msec로 좌우측간에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2) (p > 0.05).

2) 자기자극에 의한 blink 반사의 평균 잠복시간은 우측 자극시, R1, 동측 R2 및 반대측 R2(R2')가 각각 10.65 ± 0.80, 29.36 ± 2.94, 29.31 ± 3.15 msec 이었고 좌측에서는 각각 10.62 ± 0.86, 29.48 ± 3.14, 29.42 ± 3.08 msec로 좌우측간에 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2)(p > 0.05).

3) 전기자극에 의한 blink 반사의 좌우측 평균 잠

**Table 3.** Mean Latencies and Difference between Both Sides of the Blink Reflex Components Elicited by Different Stimulus Condition

	Electrical stimulation		Magnetic stimulation	
	Mean latency	Difference	Mean latency	Difference
R1	10.63 ± 0.90(13.33)*	0.01 ± 0.50(1.51)*	10.64 ± 0.83(13.13)*	0.03 ± 0.50(1.53)*
R2	29.82 ± 2.69(37.89)*	0.15 ± 1.31(4.08)*	29.42 ± 3.03(38.51)*	0.12 ± 0.93(2.91)*
R2'	29.96 ± 2.90(38.67)*	0.02 ± 1.43(4.31)*	29.37 ± 3.10(38.67)*	0.11 ± 0.95(2.96)*

Values are given as mean ± SD(msec).

\* Upper limit of normal defined as 3SDs from the mean

복시각은 R1, 동측 R2 및 반대측 R2(R2')가 각각 10.63 ± 0.90, 29.82 ± 2.69, 29.97 ± 2.90 msec 이었고 자기자극시에는 각각 10.64 ± 0.83, 29.42 ± 3.03, 29.37 ± 3.10 msec로, 전기자극 및 자기자극 등 2가지 자극 방법간에도 평균 잠복시간의 통계학적인 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 3)( $p > 0.05$ ).

4) 2명을 제외한 모든 대상자에서 자기자극시 전기자극보다 통증이나 불편감이 적었다고 하였고 2명의 대상자는 같은 정도의 불편감을 호소하였다.

## 고 찰

Blink 반사는 1896년 Overend<sup>23)</sup>에 의해 처음 기술되었으며 그 후 1946년 Wartenberg<sup>25)</sup>는 이 반사의 성질을 분석하여 안륜근 반사(Orbicularis oculi reflex)로 명명하였다. Blink 반사의 반사궁은 구심성신경, 뇌간(Brain stem)과 원심성신경으로 구성되어 있으며, 구심성신경은 삼차신경(trigeminal nerve)의 분지인 안와상신경(supraorbital nerve)이며 반사중추는 교(pons) 및 연수(medulla oblongata)에 있고 원심성신경은 안면신경으로 되어 있다. 그러므로 상기 반사궁의 어느 부위에 병변이 있더라도 blink 반사가 비정상 소견을 보이므로 blink 반사는 삼차신경, 뇌간등 중추신경의 병변유무의 검사와 안면마비 환자의 안면신경검사에 유용하게 사용되어 왔다. 임상적으로 벨 마비<sup>9,20)</sup>, 당뇨병성 말초신경병증<sup>4)</sup>, 청신경초종(acoustic neuroma)<sup>4,24)</sup>, 다발성 경화증<sup>19)</sup>, 발레르르크증후군<sup>18)</sup>, 뇌졸중<sup>15)</sup> 등에 Blink 반사 검사를 적용하여 진단 및 예후판정에 도움을 줄 수 있다.

제 7 뇌신경인 안면신경은 두개강내에서의 주행경로가 길어 종양, 외상 또는 감염 등 두개강내에서의 병

변에 의해 손상받기가 쉽고, 특히 안면신경 마비 중 임상에서 흔히 볼 수 있는 벨 마비의 발생기전도 측두골내의 압력상승과 관계가 깊은 것으로 알려져 있다. 현재 안면신경에 대한 일반적인 신경전도 검사는 병변의 원위부인 두개강 외측의 신경지에서 실시되고 있어 병변부위의 정확한 소견을 얻는데 제한이 있으나<sup>8,10)</sup> blink 반사 검사를 이용하면 삼차신경과 뇌간 뿐만 아니라 안면신경의 전 주행경로를 평가할 수 있다<sup>17)</sup>.

Blink 반사는 2가지의 반응으로 나타나는데 제 1 반응은 동측에 나타나는 잠복시간이 짧은 반응(R1)으로 oligosynaptic하며, 제 2 반응은 양측에서 나타나며(R2, R2') 잠복시간이 길고 polysynaptic한 성격을 갖고 있다. 이러한 잠복시간 및 진폭은 병적인 요소 이외에 비병적인 요소인 피검자의 약물복용, 의식상태, 자극빈도 등에 의해서도 영향을 받을 수 있다<sup>5)</sup>. 실제로 본 연구에서도 피검자가 valium과 같은 신경안정제를 복용했을 때 진폭이 감소하거나 잠복시간이 지연되어 연구대상에서 제외하였다. 또한 잦은 자극빈도 시 R2 및 R2'의 반응이 현저히 감소하였는데 이러한 습성화(habituation)<sup>5,21)</sup>를 막기 위해 5회 자극시 자극간격을 적어도 10초 이상으로 하였다.

Blink 반사를 유발하는 자극방법은 안와상신경을 전기자극하는 것이 통상적인 방법으로 알려져 있으나<sup>21)</sup> 1993년 Bischoff 등<sup>12)</sup>은 자기자극으로 blink 반사를 유발하는 방법을 제시하였다. 자기자극은 1985년 Barker 등<sup>11)</sup>이 인간의 뇌를 자기자극하여 심한 통증없이도 상지근육에서 운동유발전위를 측정할 수 있었다는 연구 결과를 보고한 후로 중추신경계의 질병연구에 임상적으로 유용하게 사용되기 시작하였다. 자기자극은 구리코일을 통해 지속적인 변화를 하는 자기장이 조직에서 전기장으로 변하여, 전기자극처럼 신경의

탈분극을 일으키게 한다. 그러나 전기자극과 달리 자기자극은 두피나 두개골과 같은 저항이 큰 물체에 의해 자장의 강도가 약화되지 않고 자극된 부위에서 강한 전류밀도를 형성하지 않아 통증이 없으며 자극위치에 직접 접촉할 필요없이 자극지점을 자유로이 이동시킬 수 있는 장점이 있다. 따라서 자기자극을 이용하면 운동중추나 신체 깊이 위치한 근위부 말초신경을 피검자에게 통증없이 자극하여 운동유발전위를 측정할 수 있다<sup>6)</sup>. 최근 우리나라에서도 중추 신경계나 척수신경 병변, 신경근 및 상완 신경총 병변 등 근위부 말초신경 병변에서 이러한 자기자극을 이용하여 많은 연구가 이루어져 왔다<sup>1,2,3,7)</sup>.

자기자극은 인체에 비침습적이고 안전한 방법으로 특별한 부작용은 보고된 바 없으나 토끼에서 acoustic artifact에 의해 일시적인 청력손실이 보고된 바 있으며<sup>13)</sup>, 자기장은 전도체와 반응하므로 두개골내에 금속물질이 있거나 심박동기 및 다른 생체의학기구를 사용중인 사람은 금하는 것이 좋으며, 간질이나 두부 손상의 병력이 있는 사람에서도 경련을 일으킬 수 있어 주의를 요한다<sup>15)</sup>. 따라서 상기의 일반적인 금기 사항을 고려하고 청력이 떨어져 있거나 보청기등을 사용하는 사람에서는 ear protector를 사용하여 청력손실을 예방한다면 특별한 부작용 없이 안전하게 사용할 수 있으리라 사료된다. 일반적으로 상지나 하지에서 운동유발전위를 얻기 위해 경두개적 자기자극을 시행할 때에는 최대 자장강도의 80~100%의 강도가 필요하며, 피검자는 자극 순간 약간 깜짝 놀라거나 불편감을 호소할 수 있다. 그러나 blink 반사의 반응을 얻기 위해서는 최대 자장강도의 20~30% 정도의 약한 자기자극으로도 충분히 반응이 나타나므로 대부분의 피검자는 자극순간 통증이나 불편감없이 약간의 자극을 감지하는 정도로 검사를 수행할 수 있다. 또한 전기자극시에는 안와상절흔에서 정확히 안와상신경을 자극하기 위해 세심한 주의가 필요하며, 금속 전기전극으로 자극지점을 압박하여 자극하게 되므로 피검자는 전기자극 자체의 통증이외에도 전기전극의 압박으로 인한 통증과 불편감을 호소할 수 있으나 자기자극 코일은 자극위치에 직접 접촉할 필요없이 안와상 부위에서 자극지점을 조금씩 이동하여 쉽게 반응을 얻을 수 있으므로 자극지점을 압박하여 생기는 불편감을 피할 수 있다. 본 저자들은 전기자극과 자기자극으로 blink 반

사 검사를 실시하여 양검사간의 반응양상을 비교한 결과, 전기자극시 평균 잠복시간은 R1, 동측 R2 및 반대측 R2(R2')가 각각  $10.63 \pm 0.90$ ,  $29.82 \pm 2.69$ ,  $29.97 \pm 2.90$  msec이었고 자기자극시에는 각각  $10.64 \pm 0.83$ ,  $29.42 \pm 3.03$ ,  $29.37 \pm 3.10$  msec로, 전기자극 및 자기자극 2가지 자극방법간에 평균 잠복시간의 통계학적인 유의한 차이를 보이지 않았고 자기자극시, 부작용이나 통증 등 큰 불편감을 호소하지 않았다.

## 결 론

정상 성인을 대상으로 자기자극 및 전기자극 등 2가지 방법을 사용하여 blink 반사 검사를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 전기자극과 자기자극시 blink 반사의 R1, 동측 R2 및 반대측 R2의 잠복시간은 좌우측간에 유의한 차이가 없었으며 두 자극 방법간에도 유의한 차이가 없었다( $p > 0.05$ ).

2) 대상군 40명 중 38명에서 자기자극시 전기자극보다 통증이나 불편감이 적었다고 하였고 나머지 2명은 같은 정도의 불편감을 호소하였다.

이상의 결과로 보아, 자기자극으로 유발되는 blink 반사는 전기자극에 의한 방법과 동일한 잠복시간을 나타내며, 피검자에게는 통증을 유발하지 않으므로 전기자극에 대치하여 임상적으로 적용이 가능할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) 강민정, 윤태식, 박창일, 전세일: 뇌졸중환자의 운동유발전위 검사. 대한재활의학회지 1993; 17: 26-35
- 2) 강성용, 이미희, 문재호, 전세일: 자기자극을 이용한 좌골신경의 신경전도검사. 대한재활의학회지 1993; 17: 57-61
- 3) 강성용, 김주섭, 사재형, 문재호: 자기자극을 이용한 구해면체근에서의 운동유발전위 검사. 대한재활의학회지 1993; 17: 341-347
- 4) 김진호, 김상규, 이경무, 오정희: 당뇨병성 신경병변 진단에 있어서 Blink Reflex와 안면신경 전도속도 검사의 임상적 의의. 대한재활의학회지 1989; 13: 37-45
- 5) 배진홍, 박창서, 박주현, 양승환: 안윤근 반사 잠복기에 관한 연구. 대한재활의학회지 1989; 13: 71-75

- 6) 손민균, 문재호, 송주원, 박동식: 자기자극에 의한 운동 유발전위에 대한 연구. *대한재활의학회지* 1991; 15: 278-286
- 7) 손민균, 문재호: 경부 척추증 환자에서 자기자극에 의한 운동유발전위 검사의 진단적 의의. *대한재활의학회지* 1992; 16: 390-398 8) 이영희: 경두개적 자기자극을 이용한 안면신경전도 검사. *대한재활의학회지* 1992; 16: 168-174
- 9) 이은용: 원발성 안면신경마비에서의 안윤근반사. *대한재활의학회지* 1981; 5: 43-53
- 10) 정한영, 권희규, 오정희: 특발성 안면신경마비의 예후 판정에 대한 연구. *대한재활의학회지* 1990; 14: 184-189
- 11) Barker AT, Jalinous R: *Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex. Lancet* 1985; 1106-1107
- 12) Bischoff C, Liscic R, Meyer BU, Machetanz J, Conrad B: *Magnetically elicited blink reflex: an alternative to conventional electrical stimulation. Electromyogr Clin Neurophysiol* 1993; 33: 265-269
- 13) Counter SA, Borg E, Lofqvist L: *Acoustic trauma in extracranial brain stimulation. Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1991; 78: 173-184
- 14) Eisen A, Danon J: *The orbicularis oculi reflex in acoustic neurinoma. Neurol* 1974; 24: 306-311
- 15) Eisen A, Shtybel W: *AAEM Minimonograph # 35: clinical experience with transcranial magnetic stimulation. Muscle Nerve* 1990; 13: 995-1011
- 16) Fisher MA, Shahani BT, Young RR: *Assessing segmental excitability after acute rostral lesions: II The blink reflex. Neurol* 1979; 29: 45-50
- 17) Kimura J, Power JM, Van Allen MW: *Reflex response of orbicularis oculi muscle to supraorbital nerve stimulation: Study in normal subjects and in peripheral facial paresis. Arch Neurol* 1969; 21: 193-199
- 18) Kimura J, Lyon LW: *Orbicularis oculi reflex in the Wallenberg syndrome: Alteration of the late reflex by lesions in the spinal tract and nucleus of the trigeminal nerve. J Neurol Neurosurg Psychiat* 1972; 35: 228-233
- 19) Kimura J: *Electrically elicited blink reflex in diagnosis of multiple sclerosis. Brain* 1975; 98: 413-426
- 20) Kimura J, Giron LT, Young SM: *Electrophysiological study of the Bell palsy: Electrically elicited blink reflex in assessment of prognosis. Arch Otolaryngol* 1976; 102: 140-143
- 21) Kugelberg E: *Facial reflex. Brain* 1952; 75: 385-396
- 22) Merton PA, Moton HB: *Stimulation of the cerebral cortex in the intact human subjects. Nature* 1980; 285: 227
- 23) Overend W: *Preliminary note on a new cranial reflex. Lancet* 1896; 1: 619
- 24) R sler KM, Jenni WK, Schmid UD, Hess CW: *Electrophysiological characterization of pre and postoperative facial nerve function in patients with acoustic neuroma using electrical and magnetic stimulation techniques. Muscle Nerve* 1994; 17: 183-191
- 25) Wartenberg R: *Associated movements in the oculomotor and facial muscles. Arch Neurol Psychiatry* 1946; 55: 439-488