

## 중증근무력증에서 반복신경자극검사시 각 근육들의 진단적 민감성

영남대학교 의과대학 신경과학교실  
경주동국대학교 의과대학 신경과학교실\*  
김현직 · 임성환 · 이승엽 · 하정상 · 김육년\*

### Diagnostic Sensitivity of Several Muscles in Repetitive Nerve Stimulation Test for Myasthenia Gravis

Hyun Jic Kim, Sung Hwan Lim, Seung Yeop Lee, Jung Sang Hah

*Department of Neurology  
College of Medicine, Yeungnam University*

Wook Nyeon Kim

*Department of Neurology  
College of Medicine, Kyongju Dongguk University*

#### - Abstract -

**Background:** This study was undertaken to evaluate the diagnostic sensitivity of several muscles in repetitive nerve stimulation test(RNST) for myasthenia gravis (MG) patients.

**Materials and Methods:** The study population consisted of 39 MG patients classified by modified Ossermann's classification. Using Stalberg's method, RNST was systematically performed in facial(orbicularis oculi and nasalis) and upper extremity(flexor carpi ulnaris, abductor digiti quinti and anconeus) muscles.

**Results:** The significant electrodecremental response of RNST were noted in orbicularis oculi(58.9%), nasalis(51.3%), flexor carpi ulnaris(42%), anconeus(41%) and

abductor digiti quinti muscles(27%). Among the 3 muscles of upper extremity(abductor digiti quinti, flexor carpi ulnaris and anconeus), the positive electrodecremental response of anconeus muscles was significantly higher than other two muscles( $p<0.05$ ) in type IIa, IIb and there were no statistical differences of the positive electrodecremental response between orbicularis oculi and nasalis muscles. The facial muscles showed more prominent decremental responses than upper extremity muscles in type I MG( $p<0.05$ ). In type IIa MG patients, there were no significant statistical differences between facial and upper extremity muscles but significant statistical differences among upper extremity muscles. In type IIb MG patients, there were no significant statistical differences in all tested muscles in spite of the increased positive electrodecremental response of RNST.

**Conclusion:** On the basis of this study, RNST would be initially performed for the orbicularis or nasalis in type I MG and for the anconeus in type IIa or IIb MG.

**Key Words:** Myasthenia gravis, Repetitive nerve stimulation test, Anconeus muscle

## 서 론

신체의 자가면역성질환(autoimmune disease)은 자가항원과 자가항체의 특성에 따라 장기에 특이적인 것과 비특이적인 것으로 크게 두 가지로 구분된다. 중증근무력증(myasthenia gravis)은 신경근접합부 이상에 따른 장기특이성(organ-specific)의 대표적인 자가면역질환의 하나이다. 그 병인은 신경근접합부위의 후접합부위(post-synaptic membrane)에 있는 아세틸콜린 수용체(acetylcholine receptor, 이하 AchR)에 대해 자가면역성 아세틸콜린 수용체항체(anti-acetylcholine receptor antibody, 이하 anti-AchR Ab)가 생성되고 이 anti-AchR Ab가 신경근 후접합부의 AchR를 공격하는데 특히, 이 anti-AchR Ab가 AchR의  $\alpha$ -subunit에 결합되어 기능적 변화가 유도되는

것으로 알려져 있다(Engel, 1984; Shoenfeld와 Schwartz, 1984).

중증근무력증은 안검하수, 외안근마비, 두경부 및 사지의 골격근 등의 일간의 변화를 갖는 위약이 나타나는 특징적인 임상소견과 텐실론검사에서 양성으로 나타날 때 강력하게 의심할 수 있다. 그 외에도 골격근의 anti-AchR Ab 검사와 기존의 전기신경생리검사인 반복신경자극검사(repetitive nerve stimulation test, 이하 RNST), 그리고 단섬유근전도검사(single fiber electromyography, 이하 SFEMG)가 진단의 감수성과 특이성을 높이기 위해 이용되고 있다. 혈청 anti-AchR Ab검사는 항원을 정제하기가 어려워 대부분의 검사실에서 시행되기가 어렵고 SFEMG는 감수성은 높지만 특이성이 낮고 검사시간이 많이 소요된다는 점이 있다(선우일남, 1988). 이에 반해 RNST는 비교적 실시가 간편

하고, 짧은 시간 내에 결과를 얻을 수 있어 신경 근접합부 질환의 진단에 가장 먼저 사용되는 방법으로 중증근무력증의 소견을 보이거나 anti-AchR Ab검사에 음성인 경우와 텐실론검사에 반응이 나타나지 않는 경우, 그리고 중증근무력증을 객관적으로 신속하게 진단하고자 할 경우에 유용하다고 알려져 있다(Vincent와 Newsom Davis, 1980). 현재에도 중증근무력증에서 RNST의 진단적 감수성을 높이기 위한 여러 가지 방법들이 많이 연구되고 있다(Horowitz 등, 1976; Desmedt와 Borenstein, 1977; Schumm과 Stohr, 1984; Gilchrist와 Sanders, 1987).

통상적으로 중증근무력증에서 반복신경자극 검사시 대상근육으로는 안면신경에 의해 지배되는 안윤근과 척골신경에 의해 지배되는 소지의 전근과 척측수근굴근을 사용한다. 그리고 원위부의 검사는 환자의 협조가 쉽고 근 수축으로 인한 검사 오류가 적어서 검사의 신뢰도가 높지만 진단적 감수성은 다소 떨어지며, 이에 비하여 근위부 근육의 검사는 진단적 감수성은 높으나 환자에게 고통을 주고 근 수축으로 인한 검사 오류가 많아서 신뢰도가 상대적으로 낮아진다는 단점이 있다(서범천 등, 2000).

이러한 상황을 고려하여 본 연구에서는 중증근무력증 환자들을 임상유형에 따라 다섯 가지

유형으로 분류한 후 반복신경자극검사시 안면근육에는 비골근(nasalis)과 상지근육인 팔꿈치근(anconeus)을 포함시켜 각 근육들의 진단적 민감성을 알아봄으로서 임상적 유용성을 높이고자 하였다.

## 대상 및 방법

1996년 3월 1일부터 1998년 10월 30일까지 안검하수, 복시, 연하장애, 변동성 근육약화 등을 주소로 영남대학교 의과대학 부속병원 신경과에 내원한 환자들 중에서 임상적으로 중증근무력증에 부합되는 소견을 보이고 텐실론검사를 통해 객관적인 증상의 호전을 보인 39예를 대상으로 하였다. 대상은 임상양상에 따른 modified Osserman씨 분류법(Osserman과 Genkins, 1966)에 따라 다섯 가지 유형으로 분류한 후(표 1), RNST를 시행하였다.

RNST는 Dantec사의 Counter point기기를 사용하여 Stalberg씨 방법(Stalberg, 1980)으로 검사하였다. 제 I형의 경우에는 안면근육으로 안윤근(orbicularis oculi)과 비골근(nasalis) 그리고 상지근육으로 팔꿈치근(anconeus)을 검사하였다. 제 IIa형과 제 IIb형의 경우에는 상지근육인 척측수근굴근(flexor

Table 1. Modified Ossermann's classification

I	Involvement of a single muscle group, usually ocular
II a	Generalized limb weakness without oropharyngeal or respiratory weakness
II b	Generalized limb and oropharyngeal symptom without respiratory distress
III	Acute myasthenia gravis with prominent oropharyngeal symptom and respiratory crisis
IV	Chronic severe(more than 1 year) myasthenia gravis with generalized limb, oropharyngeal and respiratory symptoms

carpi ulnaris)과 소지외전근(abductor digiti quinti)을 추가하여 검사하였다. 복합근활동전위(compound muscle action potential)의 진폭이 최대가 될 때의 자극강도에서 25%를 더한 전기 자극(supramaximal stimulation)을 주었고 실내 온도를 25°C이상으로 조정하여 피검자들의 피부 온도가 32°C이상으로 유지되도록 하였다. 피검자들은 양와위에서 견관절은 30° 내지 40° 외전하고 주관절은 신전, 외회전하여 수장부가 위로 향한 자세를 취하게 하였으며 척측수근굴근, 소지외전근 및 팔꿈치근을 검사할 때는 고정대를 사용하여 전완부를 고정시켜 수지근의 움직임으로 인해 발생할 수 있는 오차를 최소화하고자 노력하였다. 자극전극 및 기록전극은 모두 표면전극을 사용하였으며 안윤근의 경우 활동 기록전극은 하부 안윤근의 중앙점에, 비교전극은 활동전극과 동일 수직선상의 눈썹 윗면에 각각 부착하였고 이개삼각의 전하부에서 안면신경의 협골분지를 자극하였다. 비골근의 경우에도 활동 기록전극은 비골근과 전두골이 만나는 중앙점에, 비교전극은 한쪽 비익에 각각 부착하여 안면신경의 협골분지를 자극하였다. 팔꿈치근의 경우에는 활동 기록전극은 팔꿈치근 중앙에, 비교전극은 요골경상돌기에 부착하여 상완부에서 요골신경을 자극하였다. 척측수근굴근의 활동 기록전극은 근육의 상부 1/3과 하부 2/3의 경계 부위에, 비교전극은 척골경상돌기에 부착하였고, 소지외전근의 활동 기록전극은 근 중앙부에, 비교전극은 새끼손가락의 기저부에 부착하여 주관절 부에서 척골신경을 자극하였다.

첫째 단계로는 안정기의 최대 복합근활동전위를 측정하고 둘째 단계로는 3 Hz의 저빈도 자극을 3초간 주어 그 진폭의 변화를 측정하였다. 그리고 셋째 단계로 운동 후 증강반응(post-

exercise facilitation)을 관찰하기 위해서 일분간 휴식을 한 후 20초동안 각 근육을 운동시킨 다음 역시 3 Hz의 저빈도 자극을 주었다. 넷째 단계로 일분간 휴식후 3 Hz의 자극을, 마지막 단계로는 운동 후 탈진반응(post-exercise exhaustion)을 관찰하기 위해서 3분간의 휴식후 3 Hz의 저빈도 자극을 주어 그 진폭들의 변화를 측정하였다. RNST에서 양성반응은 대조군에서 안정기에 3 Hz의 저빈도 자극에서 기록된 감소성 반응수치를 평균치  $\pm 3$ 표준편차로 계산한 감소성 반응의 최대한계범위 이상으로 나타날 때 양성반응으로 간주하였다. 즉, 안윤근에서는 8.4%이상, 소지외전근에서는 9.4%이상, 척측수근굴근에서 9.6%이상, 팔꿈치근과 비골근에서 10%이상시 양성반응으로 간주하였다(Simpson, 1966; Oh, 1988; 정윤석 등, 2000).

이렇게 얻은 결과를 토대로 중증근무력증의 유형에 따라 RNST를 시행했을 때 각 근육들의 의미 있는 감소반응의 분포에 유의한 차이가 있는지에 대한 통계 분석은 Chi-square test와 Fisher's exact test를 이용하였고 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

연구 대상은 남자가 20명, 여자가 19명으로 총 39명이었고 나이 분포는 2세에서 68세로 평균 38.9세였다. Modified Osserman씨 분류법에 따라 제 I형이 23예(58.9%), 제 IIa형이 10예(25.6%), 제 IIb형이 6예(15.5%)이었고 제 III형과 제 IV형은 한 예도 없었다.

39예의 대상 환자 중 RNST에서 적어도 한 개 이상의 근육에서 의미 있는 감소반응을 보인 경우는 26예(66.6%)이었고, 근육별로는 안윤근

Table 2. Postive response rate of tested muscles on repetitive nerve stimulation test in subjects

Muscle	Type I (n=23)	Type II a(n=10)	Type II b(n=6)	Total(n=39)
OOC	9 (39.1%)	8 (80%)	6 (100%)	23 (58.9%)
Nasalis	8 (34.8%)	6 (60.0%)	6 (100%)	20 (51%)
Anconeus	2 (8.7%)	9 (90%)	5 (83.3%)	16 (41.0%)
FCU	0	7 (70%)	4 (66.7%)	11 (68.8%)
ADQ	0	3 (30%)	4 (66.7%)	7 (43.7%)

OOC: orbicularis oculi muscle  
 FCU: flexor carpi ulnaris muscle  
 ADQ: abductor digiti quinti muscle

Table 3. The distribution of muscles with positive response in repetitive nerve stimulation test

Positive response in the tested muscles	Type I (n=23)	Type II a(n=10)	Type II b(n=6)
OOC, nasalis, anconeus, FCU, ADQ	(-)	2 (20%)	4 (67%)
OOC, nasalis, anconeus, FCU	(-)	2 (20%)	(-)
OOC, nasalis, anconeus	1 (4.3%)	1 (10%)	1 (16%)
OOC, anconeus, FCU	(-)	2 (20%)	1 (16%)
Nasalis, anconeus, ADQ	(-)	1 (10%)	(-)
OOC, nasalis	5 (21.7%)	(-)	(-)
OOC, anconeus	(-)	1 (10%)	(-)
Nasalis, anconeus	1 (4.3%)	(-)	(-)
FCU	(-)	1 (10%)	(-)
OOC	2 (8.6%)	(-)	(-)
None	(-)	(-)	(-)

OOC: orbicularis oculi muscle  
 FCU: flexor carpi ulnaris muscle  
 ADQ: abductor digiti quinti muscle

23예(58.9%), 비굴근 20예(51.3%), 팔꿈치근 16예(41.0%), 척추수근굴근 11예(68.8%)와 소지외전근 7예(43.7%)에서 감소반응을 보였고

(표 2), 다섯 개 근육 모두에서 의미있는 감소반응을 보인 경우도 6예(23%)로 제 IIa형에서 2예(20%), 제 IIb형에서 4예(66.6%)이었다(표 3).

Table 4. Postive response rate of facial muscles in repetitive nerve stimulation test in type I myasthenia gravis patients

	Muscles	Number of cases		
		Normal	Abnormal	Total
Facial muscles	OOC	14	9	23
	Nasalis	15	8	23
Upper extremity muscles	FCU	0	0	0
	ADQ	0	0	0
	Anconeus	21	2	23

OOC: orbicularis oculi muscle

p=0.760 by Chi-square test between OOC and nasalis

Table 5. Postive response rate of several muscles in repetitive nerve stimulation test in type IIa myasthenia gravis patients

	Muscles	Number of cases		
		Normal	Abnormal	Total
Facial muscles*	OOC	2	8	10
	Nasalis	4	6	10
Upper extremity muscles**	FCU	3	7	10
	ADQ	7	3	10
	Anconeus	1	9	10

OOC: orbicularis oculi muscle

FCU: flexor carpi ulnaris muscle

ADQ: abductor digiti quinti muscle

\*p=0.628 by Fisher's exact test between OOC and nasalis

\*\*p<0.05 by Fisher's exact test among the upper extremity muscles

제 I형(23예)에서는 안면근육인 안윤근과 비폴근에 각각 9예와 8예에서 의미있는 감소반응이 있었고, 상지근육인 팔꿈치근은 2예만이 의미있는 감소반응이 있었다. 그리고 안면근육과 상지근육 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었지만(p<0.05), 안면근육인 안윤근과 비폴근 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(표 4).

제 IIa형(10예)에서는 안면근육인 안윤근과 비폴근에 각각 8예, 6예에서 의미있는 감소반응이 있었고, 상지근육인 팔꿈치근은 9예, 척측수근 7예, 소지외전근은 3예에서 의미있는 감소반응이 있었다. 그래서 안면근육과 상지근육 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 상지근육들 사이에서는 팔꿈치근(9/10)이 척측수

Table 6. Postive response rate of two muscle groups in repetitive nerve stimulation test in type IIb myasthenia gravis patients

	Muscles	Number of cases		
		Normal	Abnormal	Total
Facial muscles*	OOC	0	6	6
	Nasalis	0	6	6
Upper extremity muscles**	FCU	2	4	6
	ADQ	2	4	6
	Anconeus	1	5	6

OOC: orbicularis oculi muscle

FCU: flexor carpi ulnaris muscle

ADQ: abductor digiti quinti muscle

\*p=1.000 by Fisher's exact test between OOC and nasalis

\*\*p=0.310 by Fisher's exact test among upper extremity muscles

근굴근(7/10)과 소지의전근(3/10)에 비해 의미 있는 감소반응이 많았다(p<0.05)(표 5). 제 IIb형(6예)에서는 안면근육인 안윤근과 비굴근 각각 6예 모두에서 의미있는 감소반응이 있었고, 상지근육인 팔꿈치근은 5예, 척추수근굴근과 소지의전근은 4예에서 의미있는 감소반응을 보여 안면근육과 상지근육 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없었고, 전체 다섯 근육사이에도 통계적으로 유의한 차이가 없었다(표 6).

### 고 찰

1941년 Harvey와 Masland는 중증근무력증 환자의 근육에 초당 3-50회의 빈도로 전기적 자극을 주어 최대 복합근활동전위의 진폭이 점진적으로 감소되고, 이러한 반응이 텐실론의 투여시 호전되었다고 보고함으로써 RNST를 최초로 시행하였다. 그 후 RNST는 중증근무력증의 병인과 신경근접합부의 생리현상을 연구하는 중

요한 방법으로 인식되어 왔고, 현재는 중증근무력증을 비롯한 신경근접합부 질환의 진단에 가장 중요한 객관적 검사법의 하나로 널리 사용되고 있다. 중증근무력증에서 RNST의 진단적 감수성은 각 연구 논문마다 다소 차이를 보이는데 Oh 등(1992)은 전체 중증근무력증 환자의 77% 정도가 RNST에서 의미있는 감소반응을 보인다고 하였고, Ozdemir와 Young(1976)은 95%, Stalberg(1980)은 79%, Sollberger 등(1986)은 제 I형의 경우 63%정도가 의미있는 감소반응을 보인다고 하여 본 연구에서 보고된 전체 66.6%보다는 전반적으로 높은 감수성을 보였다. 이러한 차이는 검사근육의 위치 및 수, 연구대상에서 제 I형과 제 II형의 비율, 질환의 중증도, RNST의 정상 한계치 등의 여러 가지 요소가 진단적 감수성에 영향을 미치기 때문으로 알려져 있다(Oh, 1988). 전체적으로는 안면 근육인 안윤근(58.9%)에서 의미있는 감소반응의 빈도가 높았는데 이러한 현상에 대해 Stalberg

(1980)는 면역학적인 장애가 근위부 근육인 안면근육이 상지의 원위부 근육보다 심하거나 각 근육마다 안전요소(safety factor)가 서로 다르기 때문일 것이라고 주장하였고, Oh(1988)는 이 외에도 근위부 근육과 원위부 근육의 체온에 차이가 있는 점, 근위부 근육이 원위부 근육에 비해 RNST시 근육 수축이 비교적 장시간 계속된다는 점 등이 원인이라고 주장하였다. 본 연구에서도 제 I형의 경우에 상지근육과 비교해 안면근육인 안윤근과 비골근에서 의미있는 감소반응을 보인 경우가 훨씬 많았는데, 이는 Keeseey(1989)가 제 I형의 경우 수근에서는 4%, 견갑근에서는 19%만이 의미있는 감소반응을 보인다고 한 것보다 어느 정도 부합되는 결과라고 볼 수 있다.

이로 볼 때 제 I형의 경우 안면근육을 먼저 검사하여야 하며 안윤근이나 비골근 중 어느 근육을 먼저 검사하여도 관계가 없을 것으로 생각된다. 제 IIa형 이상일 경우도 안면근육을 먼저 검사하는 것이 진단율을 높일 수 있지만 안면근육과 상지근육 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없으므로 검사 오류가 적은 상지근육을 먼저 검사하는 것이 진단에 도움을 줄 것이다.

과거에는 상지근육에서 RNST를 시행할 경우 가장 원위부 근육인 수근에서 많이 검사를 하였는데 안면근육이나 승모근에 비해 감수성은 떨어지지만 기술적 오차가 적어서 그 결과의 신빙성이 높았기 때문이다. 본 연구에서는 제 IIa형의 경우 상지근육의 RNST에서 수근으로 소지외전근을 이용하여 30%의 양성율을 얻었고 척추수근굴근을 이용하여 70%의 양성율을 얻었고 좀 더 근위부 근육인 팔꿈치근을 이용하여 90%의 양성율을 얻어 척추수근굴근이나 소지외전근보다 유의하게 감소반응의 양성율이 높았다

( $p < 0.05$ ). 비록 대상 환자의 수는 적었지만 상지근육인 팔꿈치근이 다른 근육들 중에서 통계적으로 유의하게 양성율이 높았다. 제 IIb형의 경우에는 안면근육인 안윤근과 비골근이 모든 환자에서 의미있는 감소반응을 나타내었으며 상지근육들에도 72%의 환자에서 의미있는 감소반응을 나타내어 안면근육과 상지근육들 사이에는 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 그리고 제 IIb형의 경우 가장 원위부 근육인 소지외전근에서 66.7%에서 의미있는 감소반응이 나타났는데 제 IIa형의 30%에 비해 높게 나타났고, 검사한 다섯 근육 모두에서 의미있는 감소반응을 보인 경우도 제 IIa형에서는 20%, 제 IIb형에서는 66.6%로 나타나 중증근무력증의 증상이 심할수록 RNST에서 의미있는 감소반응이 증가한다는 보고와 일치하는 소견을 보였다(Horowitz 등, 1976; Kelly 등, 1982). 주로 안윤근, 비골근, 삼각근, 승모근과 같은 안면근육을 포함한 근위부 근육은 상지근육보다 양성율이 높아서 중증근무력증의 진단에 많은 도움이 되지만, 기술적 오차가 많고 통증이 동반되는 단점이 있다고 알려져 있는데(Ozdemir와 Young, 1976; Krarup, 1977; Sanders, 1979; Stalberg, 1980), 증상이 심할수록 안면근육과 상지근육의 감수성에는 차이가 없으므로 통증이 적은 상지근육을 먼저 검사하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구는 반복신경자극검사시 통상적으로 사용하는 근육에 비근과 팔꿈치근을 포함시켜 중증근무력증의 유형에 따라 RNST를 시행할 경우 유형별로 가장 유용한 근육이 무엇인지를 알아보았는데, 제 I형의 경우에는 안면근육인 안윤



근이나, 또는 통계적으로 차이가 없는 비골근이 RNST 검사에 유용한 것으로 생각되고 제 IIa 또는 IIb형의 경우에는 상지근육인 팔꿈치근이 가장 유용한 근육으로 생각되며 팔꿈치근이 정상일 경우 안면근육을 이용하는 것이 진단율을 높일 수 있을 것이라고 생각된다.

결론적으로 중증근무력증에서 반복자극검사시 I형일 경우 진단에 있어서 안윤근을 먼저 검사하고 필요할 경우 비골근으로 대체할 수 있으며, IIa형 이상의 중증근무력증 환자에서는 팔꿈치근을 우선적으로 검사하는 것이 진단적 민감성을 높일 수 있을 것이라고 생각된다.

### 참 고 문 헌

- 선우일남: 중증근무력증에 있어서 단섬유근전도 검사의 진단적 가치. 대한신경과학회지 6: 210-217, 1988.
- 서범천, 최병옥, 천화영, 선우일남: 중증근무력증 및 중증근무력증의 유형별 반복신경검사 단계의 재평가. 대한신경과학회지 18: 319-325, 2000.
- 정윤석, 이준, 이승엽, 하정상: 중증근무력증에서 상지와 하지근육들에서의 반복신경자극검사 소견의 비교. 영남의대학술지 17: 129-136, 2000.
- Desmedt JE, Borenstein S: Double-step nerve stimulation test for myasthenic block: sensitization of postactivation exhaustion by ischemia. *Ann Neurol* 1(1): 55-64, 1977.
- Engel AG: Myasthenia gravis and myasthenic syndromes. *Ann Neurol* 16(5): 519-534, 1984.
- Gilchrist JM, Sanders DB: Double-step repetitive stimulation in myasthenia gravis. *Muscle Nerve* 10(3): 233-237, 1987.
- Harvey AM, Masland RL: The electromyogram in myasthenia gravis. *Bull Johns Hosp* 69 : 1-13, 1941. cited from Ozdemir C, Young RR: The result to be expected from electrical testing in the diagnosis of myasthenia gravis. *Ann NY Acad Sci* 274: 203-222, 1976.
- Horowitz SH, Genkins G, Kornfeld P, Papatestas AE: Electrophysiologic diagnosis of myasthenia gravis and the regional curare test. *Neurology* 26(5): 410-417, 1976.
- Keesey JC: AAEE Minimonograph #33: electrodiagnosis approach to defects of neuromuscular transmission. *Muscle Nerve* 12(8): 613-626, 1989.
- Kelly JJ Jr, Daube JR, Lennon VA, Howard FM Jr, Younge BR: The laboratory diagnosis of mild myasthenia gravis. *Ann Neurol* 12(3): 238-242, 1982.
- Krarup C: Electrical and mechanical responses in the platysma and in the adductor pollicis muscle: in normal subject. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 40(3): 234-240, 1977.
- Oh SJ, Eslami N, Nishihira T, Sarala PK, Kuba T, Elmore RS, Sunwoo IN, et al.: Electrophysiological and clinical correlation in myasthenia gravis. *Ann Neurol* 12: 348-354, 1982.
- Oh SJ: Electromyography: Neuromuscular

- transmission studies: repetitive nerve stimulation test. Williams & Wilkins, Baltimore. 1988, pp 6-8.
- Oh SJ: The repetitive nerve stimulation test. *Methods clinical Neurophysiol* 3: 1-15, 1992.
- Osserman KE, Genkins G: Critical reappraisal of the use of edrophonium (tesilon) chloride tests in myasthenia gravis and significance of clinical classification. *Ann NY Acad Sci* 135(1): 312-334, 1966.
- Ozdemir C, Young RR: The result to be expected from electrical testing in the diagnosis of myasthenia gravis. *Ann NY Acad Sci* 274: 203-222, 1976.
- Sanders DB, Howard JF Jr, Johns TR: Single fiber electromyography in myasthenia gravis. *Neurology* 29(1): 68-76, 1979.
- Shoenfeld Y, Schwartz RS: Immunologic and genetic factors in autoimmune diseases. *N Engl J Med* 311(16): 1019-1029, 1984.
- Shumm F, Stohr M: Accessory nerve stimulation in the assessment of myasthenia gravis. *Muscle Nerve* 7: 147-151, 1984.
- Simpson JA: Applied electrophysiology in nerve and muscle disease. Disorders of neuromuscular transmission. *Proc R Soc Med* 59(10): 993-998, 1966.
- Sollberger CE, Meienberg O, Ludin HP: The contribution of oculography to early diagnosis of myasthenia gravis. A study of saccadic eye movements using the infrared reflection method in 22 cases. *Eur Arch Psychiat Neurol Sci* 236: 102-108, 1986.
- Stalberg E: Clinical electrophysiology in myasthenia gravis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 43(7): 622-633, 1980.
- Vincent A, Newsom Davis J: Anti-acetylcholine receptor antibodies. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 43(7): 590-600, 1980.