

근전도의 개요

가톨릭대 재활의학교실

강 세 윤

Introduction to Electromyography

Sae Yoon Kang, M.D.

*Department of Rehabilitation Medicine, St. Mary's Hospital,
Catholic University Medical College, Seoul, Korea*

서 론

근전도는 말초신경과 근골격근에서 형성되는 미세한 전기현상(electrical potential)을 감지하여 증폭기에서 증대시킨 후 음극선을 통하여 형성되는 전기적 파장을 계기관(oscilloscope)에서 관찰, 분석하여 병변을 찾아내는 전기진단법의 하나로 주로 하부 운동뉴런(lower motor neuron) 병변을 진단하는데 이용되고 있다.

근전도가 임상에서 널리 이용되기 시작한 것은 20여년에 불과하지만 컴퓨터등이 내장된 새로운 근전도기의 개발과, 검사 방법의 개선으로 진단의 정확도가 높아지게 되었을 뿐 아니라 대상 질환도 점차 확대되어 오늘날에는 신경근골격계병변 진단에 기본적인 검사의 하나로 시행되고 있다.

근전도 검사는 크게 신경전도검사(nerve conduction study)와 침근전도(needle EMG)로 구분한다. 근전도를 실시하던 초기에는 주 검사가 침근전도 검사였고 신경전도검사는 보조적인 역할 밖에 하지 못하였으나 근전도기의 성능이 좋아지고 검사기술이 향상되면서 신경전도검사를 통하여 많은 정보를 얻을 수 있게 되어 신경전도검사는 하나의 독립된 검사로 시행될 만큼 중요시되고 있다.

최근에는 일반적인 신경전도속도검사 외에도 시각유발전위(visual evoked potential: VEP), 청각유발

전위(auditory evoked potential: AEP), 체성감각신경유발전위(somatosensory evoked potential: SSEP), 그리고 운동신경 유발전위(motor evoked potential: MEP)등 각종 유발전위에 대한 연구가 활발해지고 있어 임상적 근전도의 임상적 응용은 더욱 확대될 전망이다.

본 고에서는 현재 임상에서 흔히 실시되고 있는 일반 신경전도검사와 침근전도에 대해 간략하게 설명하고자 한다.

검 사 방 법

근전도 검사는 대체로 신경전도검사를 먼저 실시하고 여기에서 얻은 정보를 기초로 대상 근육을 선정하여 침근전도를 실시하게 된다. 그러나 이러한 과정중에 기대하였던 검사 결과가 나타나지 않거나, 이와 반대로 예기치 못하였던 소견이 나올 때에는 검사 대상 신경이나 근육을 바꾸거나 확대해야 하는 경우도 있게 되므로, 근전도는 반드시 전문 지식이 있는 의사가 실시해야 한다.

I. 신경전도 검사 (Nerve Conduction Study, NCS)

신경전도검사는 기본적으로 말초신경의 운동분지와 감각분지에 대해 실시하며 병변에 따라서는 H반사, F

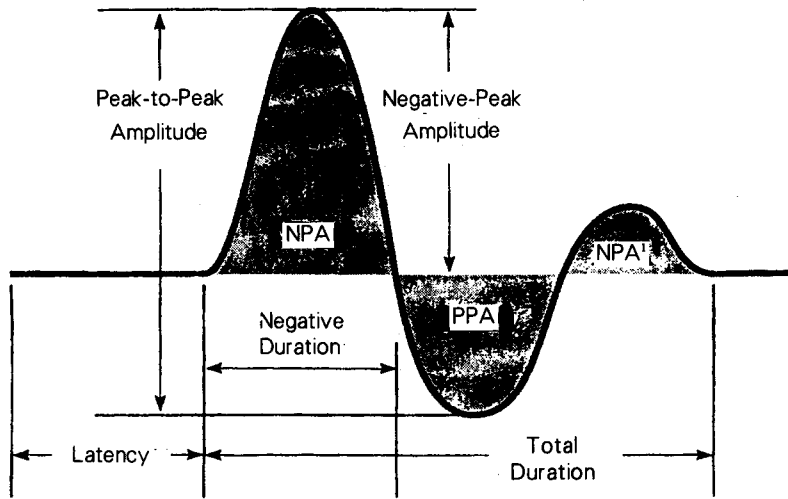


Fig. 1. Components of the compound muscle action potential.

NPA: Negative peak area, PPA: positive-peak area, NPA': additional negative-peak area.
 Total area = (NPA) + (PPA) + (NPA').

파 검사 또는 Blink반사 검사를 추가한다. 또한 중증 근무력증과 같은 특수 질환의 진단에는 연속 신경자극 검사(repetitive nerve stimulation)를 실시하게 된다.

1) 일반 신경전도검사(Nerve Conduction Study, NCS)

말초신경의 한 부위에 전기자극을 가하게 되면 세포막에서 전해질의 교환이 일어나면서 활동전위(action potential)가 발생하여 신경의 축삭을 따라 이동하게 된다. 신경전도검사는 이때 전이된 활동전위를 신경 또는 근육의 일정부위에서 기록하여 자극점으로부터 기록점까지의 신경전달 경로상의 이상유무를 가려내는 것이다.

대체로 활동전위의 진폭(amplitude: uV, mV), 자극시부터 활동전위가 나타날때까지의 소요 시간인 잠복(latency: msec)와 전도속도(conduction velocity: M/sec)를 측정하게 되며, 이 밖에 활동전위의 모양을 관찰하게 된다(Fig. 1).

측정치를 정상인에서 측정한 표준치와 비교하거나 진측에서 측정한 정상치와 비교하여 이상 유무를 판정한다.

(1)운동신경 전도검사: 운동신경에 전기자극을 주었

을 때 근육이 수축하게 되면서 발생한 활동전위를 복합근활동전위(compound muscle action potential)라 하며 일반적으로 검사하는 신경이 지배하는 말단근육에서 기록한다.

상지에서는 주로 정중신경과 척골신경에서, 하지에서는 경골신경 및 비골신경에서 실시하게 된다.

전기자극은 검사하려는 신경의 주행중 두 곳이상에서 시행하는데, 자극의 강도는 초최대강도(supramaximal intensity)로 하고, 자극빈도는 1초에 1회로 한다.

잠시는 자극점에서부터 활동전위의 음극상이 시작하는 점까지로 하는데, 근위부에서 자극하여 얻은 잠시를 근위잠시(proximal latency), 원위부에서 자극하여 얻은 것을 원위 잠시(distal latency)라 하며, 이중 원위 잠시는 진단에 중요한 정보를 준다.

진폭은 기저선에서 음극상의 정점까지의 거리나 또는 음극상과 양극상의 두정점간의 거리를 측정하여 구하는데, 대부분 전자의 방법을 택하고 있으며 mV로 표시한다(Fig. 1).

신경전도속도는 두 전기자극점 간의 전도속도를 구한것으로, 대체로 하지 보다는 상지의 신경에서 속도가 빠르며 (하지신경: 37~55 M/sec, 상지신경: 45~75 M/sec), 같은 신경에서도 원위부 보다는 근위부에

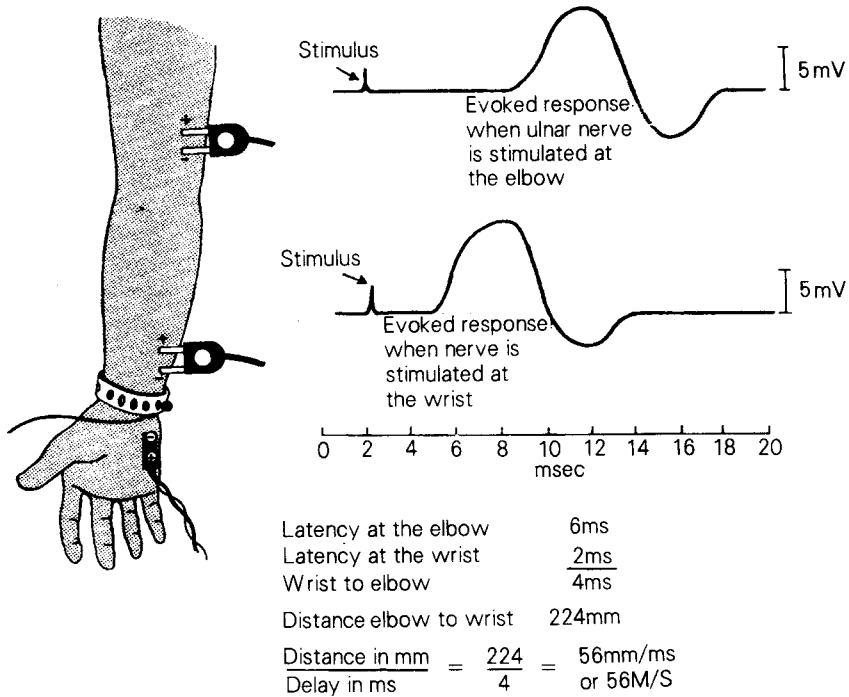


Fig. 2. Ulnar nerve motor conduction velocity: electrode placement and calculation.

서 다소 빠르다. 그러나 병적 상태가 아니더라도 점차 하려는 신경의 주위조직의 온도가 떨어지거나, 연령이 60세 이상이 되면 점차 느려지게 된다. 또한 신생아에서는 전도속도가 정상성인의 50% 정도 이었다가 성장과 함께 신경이 성숙되면서 점차 빨라지는데, 약 4~5세가 되면 정상 성인의 수치에 도달하게 된다(Fig. 2).

(2) 감각신경 전도검사: 감각신경전도검사에서는 감각신경에 전기자극을 준후 그 신경의 주행중의 다른 검사부위에서 신경활동전위를 기록한다. 상지에서는 역시 정중신경, 척골신경이 주 검사대상이 되며, 하지에서는 표재성 비골신경(superficial peroneal nerve)과 비복신경(sural nerve)에서 주로 시행된다.

감각신경전도검사에서는 운동신경과는 달리 자극의 강도를 매우 약하게 하며, 원위부에서 자극하고 근위부에서 기록하는 정향성 방법(orthodromic method)과 이와 반대로 근위부에서 자극하고 원위부에서 기록하는 역향성 방법(antidromic method)이 있는데, 검사시 환자가 통증을 덜 느끼고, 신경활동전위의 모양이 뚜렷하게 잘 기록되는 역향성방법이 보편적으로

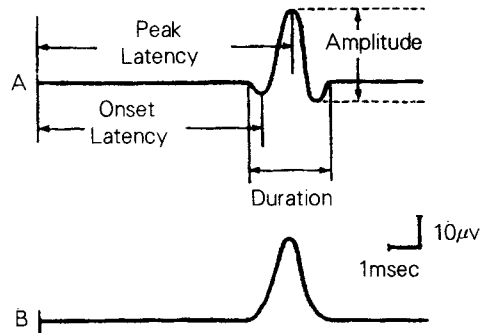


Fig. 3. Components and shapes of the CNAP. A, Components of the sensory or mixed CNAP. B, Commonly observed CNAPs with the surface electrode. Initial positive deflection is not observed.

로 시행되고 있다.

잠시는 자극점에서부터 음극상이 시작되는 부위까지로 하거나 또는 음극상의 정점까지를 측정하여 구하는

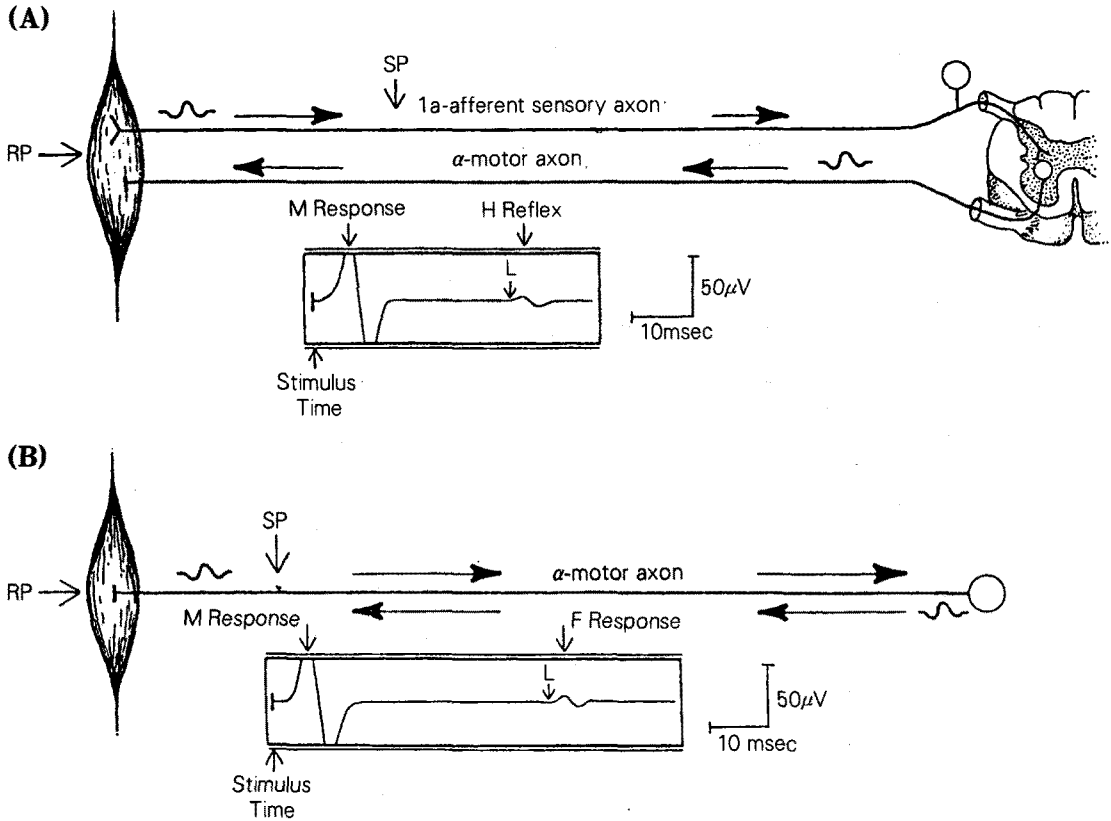


Fig. 4. (A) H reflex. (B) F response.

데 양자 모두 비슷하게 이용되고 있다.

활동전위의 진폭은 매우 작아 μV 로 표시하며, 기저선으로부터 음극상의 정점까지 측정하거나 또는 음극상과 양극상의 두 정점간의 거리를 구하는 방법이 시행되는데, 두 정점간을 측정치로 하는 경우가 더 많다 (Fig. 3).

2) H반사 및 F파 검사

(1) **H반사 검사:** 하지의 경골신경을 대상으로 슬와부(popliteal region)에서 전기자극하면 장단지근육(gastrocnemius, soleus)에서 진폭이 매우 작은 복합근육활동전위를 기록할 수 있는데, 이를 H반사라고 한다. H반사는 자극에 의한 전기현상이 감각신경인 Ia 신경섬유를 따라 척수의 후각으로 들어가 척수내에서 단일연접 반사궁(monosynaptic reflex arc)을 거쳐 α -운동신경을 타고 원위부로 전달되어 척골신경

의 지배근인 장단지 근육에서 수축이 일어나면서 나타나게 된 것이다(Fig. 4).

H파는 영유아 시기에는 여러신경에서 추정이 가능하지만 성인에서는 제1 천추 신경근에서만 나타나기 때문에 경골신경에서 시행하게 된다. 그러므로 요통환자에서 제1 천추신경근증(S1 radiculopathy)의 진단이나 또는 제5 요추 신경근증과 제1 천추신경근증을 감별하는데 매우 유효하다. H반사검사시 활동전위가 나타나지 않거나 또는 잠시가 유의하게 길어졌을 때를 이상소견으로 삼고 있다.

(2) **F파 검사:** 운동신경전도검사시 전기자극의 강도를 초최대로하면 복합근육활동전위보다 잠시가 긴 매우 작은 또 하나의 복합근육활동전위가 나타나는데 이를 F파라고 한다. F파는 강한 전기자극이 α -운동신경 섬유를 따라 역행성으로 근위부로 이동하여 척수전각세포에 이르게 되고, 기전은 아직 확실히 밝혀지지 않았

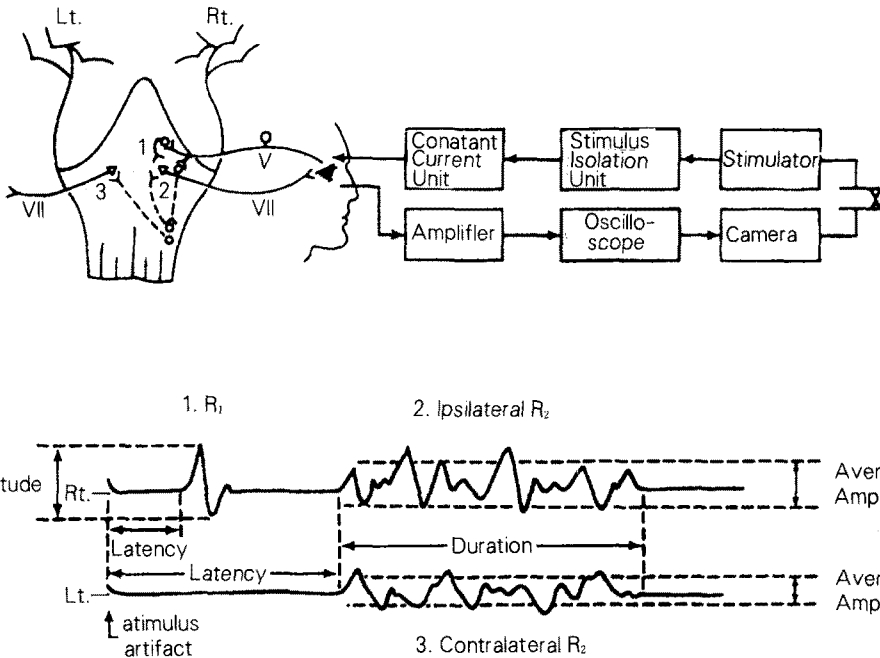


Fig. 5. Blink reflex.

으나 여기에서 일종의 반발현상(rebound phenomenon)으로서 되돌아 다시 동일한 운동섬유를 타고 원위부로 전도되어 검사는 신경이 지배하는 근육에 도달하여 근수축과 함께 활동전위가 나타나게 된 것이다 (Fig. 4).

F파 검사의 이상 여부는 잠시 및 전도속도, 그리고 자극 횟수에 대한 F파의 발생빈도를 측정하여 가려낸다. F파 검사는 모든 운동신경에서 나타나며 일반 운동신경 전도검사시 쉽게 추가하여 할 수 있어 H파 검사보다 임상응용이 빈번한데, 특히 Guillain-Barre 증후군 등과 같이 말초신경의 근위부에 발생한 신경병변을 조기 진단하는데 매우 유용하다.

3) 안윤근 반사(Blink Reflex)

안와상공(supraorbital foramen)부에 전기자극을 주면 자극이 삼차신경의 분지인 상안와신경(supraorbital nerve)을 통하여 교(pons)와 연수(medulla oblongata)에 있는 반사중추를 돌아 원심성신경인 안면신경을 따라 안면근에 도달하게 되어 반응을 기록할 수 있다.

이때 자극의 반응인 복합근활동전위는 양측 orbicularis oculi muscle에서 기록하는데, 먼저 나타나는 반응을 R_1 , 뒤에 나타나는 것을 R_2 라 한다. R_1 반응은 자극한 측에서 교(pons)를 통한 반응이고, R_2 는 교(pons) 및 연수(medulla oblongata)를 통한 반응인데, 자극한 측과 반대측 모두에서 나타난다(Fig. 5).

안윤근반사 검사는 삼차신경 또는 안면신경 손상, 다발성 경화증(multiple sclerosis), 뇌간(brain stem)의 병변, 청신경종(acoustic neuroma)등의 병변을 감별하기 위해 시행된다. 예를들면 우측 안면신경 마비의 경우는 우측에서 자극하면, 우측에서는 아무런 반응이 없고 좌측 R_2 는 정상이며, 좌측에서 자극하였을 때에는 우측에서는 역시 아무런 반응이 나타나지 않고, 좌측에서는 R_1 과 R_2 모두 정상치를 보인다.

4) 연속 신경자극 검사

중증근무력증(myasthenia gravis), 근무력 증후군(myasthenic syndrome)등 신경근 접합부(neuromuscular junction)에 병변이 있을때 빈도가 각각 다른 연속적인 전기자극을 주게되면 병변에 따라 복합

근활동전위의 진폭이 커지거나 작아지는 특징적인 소견이 나타난다. 전기자극의 강도는 초최대강도로 하고, 자극의 빈도는 1초에 2~3회의 느린 연속자극(slow repetitive stimulation)이나 또는 15~25회의 빠른 연속자극(rapid repetitive stimulation)으로 한다.

중증근무력증에서는 느린 속도의 연속자극에 대해 활동전위의 진폭이 점차 감소하고, 근무력증후근에서는 매우 빠른 속도의 연속자극을 가하면 전위의 진폭이 커지는 특징이 있다.

대체로 척골신경(ulnar nerve), 근피하신경(musculocutaneous nerve), 액와신경(axillary nerve)에서 시행한다. 척골신경은 양성율이 낮은 단점이 있기는 하지만 검사가 용이하기 때문에 대부분 일차적으로 척골신경에서 검사를 실시한다. 만일 임상증세가 뚜렷함에도 이상소견이 나타나지 않으면, 양성율이 비교적 높은 근피하신경이나 액와신경과 같은 근위신경에서 다시 실시하여 확인하게 된다.

II. 침근전도 검사 (Needle EMG)

침근전도 검사는 침전극을 근육내로 삽입할 때, 삽입 후 근육을 완전히 이완시켰을 때, 그리고 수의적

수축을 시켰을 때 발생하는 복합근활동전위를 관찰하므로 이루어진다.

1) 삽입활동전위(Insertional Activity)

침전극을 근육내로 삽입할 때 바늘끝으로 세포막을 자극하게 되어 발생하는 활동전위로 비교적 큰 진폭의 연속적 파장이다. 정상근육에서는 시작과 끝남이 명확하다. 대체로 신경질환에서는 진폭과 기간이 커지고, 근육병증에서는 작아지는데, 전자의 경우 삽입활동전위가 증가되었다고 하고 후자의 경우 감소되었다고 한다.

2) 자발전위 (Spontaneous Activity)

근육이 안정상태로 있을 때에는 전기적 활동이 없다. 그러므로 정상근육에서는 침전극을 삽입한 후 자극을 주지않고 근육을 이완시키면 아무런 활동전위도 나타나지 않는다. 그러나 신경이나 근육에 병변이 있을 때에는 여러 형태의 전위가 나타나는데 이들을 자발전위라 한다.

(1) 종판 전위 (End-Plate Activity): 침전극의 끝이 종판 가까이에 있거나 종판에 닿아 있을때 나타나는 활동전위이다. 특히 종판에 닿았을 때에는 바닷

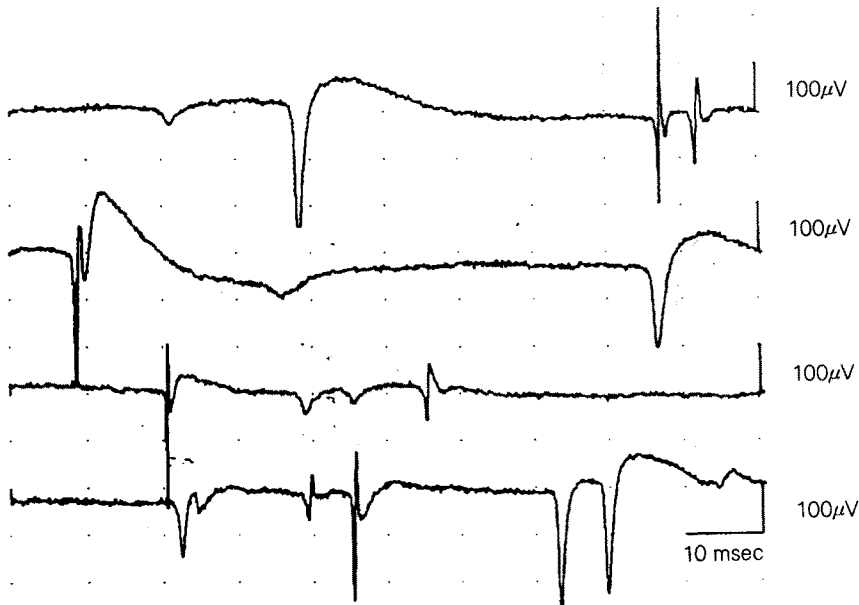


Fig. 6. Positive sharp waves and fibrillation potentials.

가에서 소라껍질을 귀에다 대었을 때 들을 수 있는 소리 같은 '쉬' 소리(sea-shell sound)가 나므로 종판잡음(end plate noise)이라고도 한다.

종판전위는 정상조건이므로 다음에 설명하는 비정상적인 자발전위와 감별해야 한다. 종판전위가 나타날 때에는 대개 심한 통증을 호소하게 되는데 침전극을 조금 움직이면 전위는 사라지고 통증도 없어진다.

(2) 근세동전위 (Fibrillation): 발생기전은 아직 명확하지 않다. 근막의 세동(hyperoscillation)의 증가에 의해 나타날 것으로 생각한다.

전위의 모양은 대체로 음극상(negative deflection)으로 시작되는 이상성(diphasic) 또는 삼상성(triphasic)으로, 전위의 길이가 짧고(1~2 msec), 진폭도 매우 작다(20~300 μv)(Fig. 6).

근세동전위가 나타날 때에는 세루로이드지를 구길 때나 양철지봉위에 비가 떨어질 때 또는 계란을 후라이팬에 부칠 때의 소리와 비슷한 소리를 낸다.

신경병증의 특징적인 소견의 하나인데, 대체로 신경 손상후 약 2주에서 3주에 현저하게 나타난다. 근세동전위는 근육병증에서도 나타나는데, 다발성근염(poly-myositis)이나 일부 진행성 근이양증(progressive muscular dystrophy)에서 흔히 본다.

(3) 양성 예각파 (Positive Sharp Wave): 근세동 활동전위와 마찬가지로 하나의 근섬유에서 발생한다. 급하고 큰 양극상(positive deflection)이 있는 뒤 작은 진폭과 비교적 긴 음극상(negative phase)을 가진 이상상(二相狀)의 활동전위(diphasic action potential)이다(Fig. 6).

근세동활동전위와 함께 신경병증의 특징적인 소견의 하나이며, 신경 손상후 3~4일이면 나타나기 시작한다. 드물게는 중추신경병변에서도 나타난다.

(4) 속상수축 전위 (Fasciculation Potential): 근육에서 불수의적인 짧은 뒤틀림인 속상수축이 일어날 때 나타내는 활동전위인데, 정상 운동단위 활동전위와 비슷한 파형을 보인다. 정상근육에서도 나타날 수 있지만 경미하며, 많이 나타날 때를 병적이라 하는데 이들을 구분하는 정확한 기준은 없다.

근위축성 측삭 경화증(Amyotrophic Lateral Sclerosis)등 척수 전각세포의 병변의 특징적인 소견이며, 드물게는 신경근증에서도 나타난다.

(5) Myotonic Discharge: 근긴장증(Myotonia)

에서 볼수 있는 고주파방전 전위(high-frequency discharge of action potential)로서, 근육을 수축하거나 또는 침전극 등으로 자극하면 일정기간 나타난다. 빈도와 진폭이 반복적으로 커졌다 작아졌다 하는 것(wax and wane)이 특징이며 이때에 소리도 역시 커졌다 작아졌다 하면서 독특한 소리를 내는데, 마치 오토바이가 달릴 때의 소리와 비슷하다. 이를 2차 대전때 활약하던 폭격기의 소리와 같다고 기술하기도 한다.

(6) Complex Repetitive Discharges(CRD): Myotonic discharge때와 마찬가지로 고주파방전 전위인데, 다른 점은 전위의 모양과 진폭의 크기가 비교적 일정하게 유지되며, 수축이나 침전극을 움직이지 않더라도 나타난다. 기관총 소리와 같이 비교적 크고 연속적인 소리가 이어진다.

근이양증, 다발성근염, 오래 지속된 불완전 신경손상 등에서 볼 수 있으며, 글리코겐 대사장애, Schwart-Jampel syndrome에서도 나타나고 드물게는 갑상선 기능 저하증에서도 발생한다.

3) 운동단위 전위 (Motor Unit Potential)

골격근에서는 한개의 신경섬유가 여러개의 근섬유를 지배하고 있는데 한개의 신경섬유와 이에 의해 지배 받고 있는 근섬유를 운동단위(motor unit)라고 한다. 근육이 수축할 때에는 여러개의 운동단위가 동시에 참여하여 활동전위를 발생한다. 근수축을 매우 약하게 하면 침전극과 접촉하고 있는 5~10개의 근섬유를 비롯한 주위 약 0.5 mm 이내에 있는 근섬유에서 발생하는 전위가 종합(summation)되어 하나의 활동전위(action potential)를 만들게 된다. 이와같이 근 수축시 발생하는 활동전위의 최저 단위를 운동단위전위(motor unit potential: MUP)또는 운동단위 활동전위(motor unit action potential. MUAP)라고 한다(Fig. 7).

정상 운동단위전위의 파형은 이상성 또는 삼상성이며, 운동단위의 진폭은 대체로 0.3~3 mV이고, 기간은 3~16 msec이다. 흔히 보는 비정상 운동단위전위는 다상성 운동단위전위와 거대 운동단위전위가 있다.

(1) 다상성 운동단위 전위(Polyphasic MUP): 운동단위전위의 파형이 4개 이상일 때를 말하는데 정상

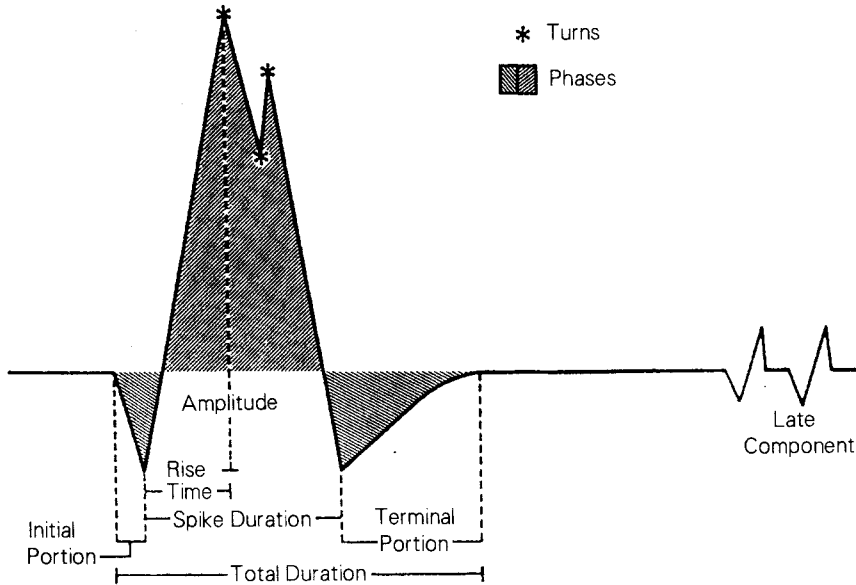


Fig. 7. Motor unit action potential parameters.

근육에서도 활동전위의 약 10%에서는 다상성을 보인다. 또한 근육의 온도가 떨어질 때에도 활동성 근섬유의 동시발동(synchronization)이 잘 이루어지지 않아 나타나기도 한다.

병적으로는 주로 신경병증과 신경손상 후 재생이 진행되는 중에 나타나며, 진행성 근이양증, 다발성근염 등 근육병증에서도 볼 수 있다.

(2) 거대 운동단위전위(Giant Motor Unit Potential): 운동단위 전위의 진폭이 커져서 5 mV 이상이 될 때를 말한다. 주로 척수전각세포의 병변이나 신경 손상후 장기간 경과한 환자에서 나타나는데, 근전도 진단상 중요한 의미를 갖고 있는 소견은 아니다.

4) 간섭양식 (Interference Pattern)

근수축을 점차 강하게 하면 여러 개의 운동단위(motor unit)가 작용하여 많은 운동단위 전위가 나타난다. 이들 운동단위전위간의 관계를 간섭양식이라 하며, 운동단위의 동원양식(recruitment pattern)이라고도 한다. 정상에서는 수축을 강하게 하면 계기판에서 기선(base line)을 볼 수 없을 정도로 많은 운동단위전위가 연결되어 나타나게 되는데 이런 때를 완전간섭양식(complete interference pattern), 또는 완

전 동원양식(complete recruitment pattern)이라 한다. 그러나 근수축을 매우 강하게 하였음에도 기선이 보일 정도로 운동단위전위의 수가 적게 나타날 때를 불완전 간섭양식, 또는 불완전 동원양식이라 한다. 특히 하나 하나의 운동단위 전위가 뚜렷하게 구분되어 나타날 때를 단위 간섭양식(single interference pattern)이라고 기술한다.

일반적으로 신경질환에서는 불완전 간섭양식을 보이며, 근육병증에서는 정상근육에서와 같이 완전 간섭양식을 보인다. 특히 근수축을 강하게 하지 않더라도 수축력에 비해 많은 운동단위전위가 발생하여 완전 간섭양식을 보이게 되는 경우가 있는데 이를 조기 동원양식(early recruitment)이라 하며, 모든 근육병증에서 다 나타나는 것은 아니지만 근육병증의 특징적 소견으로 삼고 있다.

각 병변에서의 특징적 소견

1) 척수 전각세포병변(Anterior Horn Cell Disease)

신경전도검사는 정상이다. 침근전도에서는 양측 상하지에서 속상수축전위와 근세동전위가 보이며, 운동

단위전위의 수는 감소하는 반면 진폭과 기간이 큰 거대 운동단위전위가 나타나는 것이 특징이다. 특히 속상수축전위는 근위축성축삭경화증 등 전각세포병변에서 나타나기 때문에 매우 중요한 소견의 하나이다. 그러나 속상수축전위는 대체로 질병의 초기에는 나타나지 않는 수가 많으며, 또한 속상수축전위의 출현이 경미할 때에는 그것이 질병에 의한 것인지 혹은 정상범주에 속하는 것인지를 감별하기 어렵게 된다.

2) 신경근증(Radiculopathy)

추간판탈출증이나 척추의 퇴행성관절염 등에서 발생하는 척추신경근증의 근전도 소견은 대부분 신경전도 검사에서 정상이므로 진단은 주로 침근전도에 의존하게 된다. 침근전도는 신경근의 전방지(anterior ramus)가 지배하고 있는 사지근과 후방지(posterior ramus)가 지배하고 있는 척추주위근(paravertebral muscle)에서 실시한다.

침근전도 소견중 진단에 가장 중요한 것은 양성예각파와 근세동전위 등 자발전위의 출현이다. 이들 자발전위는 사지근에서는 발병 후 2~4주에 나타나며, 척추배근에서는 대체로 이들보다 먼저 나타나는데, 발병후 4~5일 정도면 나타나는 수도 있다.

한편 다상성 운동전위는 자발전위 보다 먼저 나타나고 또한 출현율도 높기 때문에 중요시 되고 있지만, 정상근육에서도 나타날 수 있기 때문에 이 소견 하나만 갖고 진단하기는 매우 어렵다.

추간판탈출증등 신경근증이 의심되는 척추병변에서 근전도를 실시하여 어느 신경근에 병변이 있는가를 알아낼 수는 있지만, 병변이 척추의 어느 부위(level)인지 정확히 가려낼 수는 없다. 해부학적인 정확한 위치를 알기 위해서는 방사선 검사가 필요하다.

때로는 H반사 검사와 체성감각 신경유발검사를 추가로 실시하게 되는데, H 반사 검사는 제 1척추신경근증과 제 5요추신경근증의 감별진단이 요할 때에 실기하게 된다. 병변이 후근신경절(dorsal ganglion) 근위부에 있어 통증 등 임상증세는 뚜렷하지만, 신경전도속도 검사와 침근전도검사 모두에서 정상소견을 보이는 때는 체성감각신경 유발검사를 추가로 하면 진단에 도움이 된다.

3) 포착성 신경증(Entrapment neuropathy)

포착성 신경증의 주된 병리적 소견은 압박 받고 있는 부위의 수초탈락(demyelination)이므로 신경전도 검사에 이상소견을 보인다.

즉 병변의 근위부나 원위부에서의 신경전도검사는 정상이지만, 병변부위에서는 전도속도가 늦어진다. 특히 수근관증후군에서는 병변부위가 정중신경의 말단부위이므로 정중신경의 전도검사시 원위 잠시의 지연이 나타나는데, 운동신경에서보다 감각신경에서 더욱 민감하다.

침근전도 검사에서는 일반적으로 정상소견을 보이지만 병변이 진행되어 축삭의 변성이 일어나면 양성예각파 및 근세동전위 등 자발전위가 나타나며 다상성 운동단위전위의 수가 늘어난다.

4) 다발성 신경증 (Polyneuropathy)

다발성 신경증의 병리학적 소견은 크게 수초탈락과 축삭의 변성이다. 수초탈락이 있을 때에는 신경전도 검사에서 원위 잠시가 지연되고 전도속도가 늦어지지만 침근전도에서는 정상소견을 보인다. 축삭의 변성이 일어난 경우에는 신경전도검사서 잠시나 전도속도는 정상이지만 활동전위의 진폭이 작아지며, 침근전도에서는 자발전위가 나타나고 운동단위전위의 수가 감소한다. 그러므로 다발성 신경증의 근전도에서는 당뇨병, 중금속 중독증, 신부전증 등 그 원인 질환에 따라 신경의 수초 또는 축삭중 주로 침범된 부위의 해당되는 특징적인 소견을 보인다.

5) 외상성 말초신경손상(Traumatic peripheral nerve injury)

외상성 말초신경손상은 손상 정도에 따라 생리적 신경차단(neuropraxia), 축삭절단증(axonotmesis), 신경절단(neurotmesis)등으로 나누고 있는데, 근전도를 시행하면 손상 정도, 손상후 경과 및 재생여부에 따라 각기 다른 소견을 보이게 된다.

생리적 신경차단에서는 주 병변이 수초 침범이므로 원위 잠시의 연장과 전도속도의 감소를 보이며 심한 경우에는 신경전도가 이루어 지지 않는다. 축삭절단증에서는 신경전도 검사상 활동전위의 진폭이 감소되고 침근전도상 자발전위가 나타나며 운동단위 전위의 수

가 감소한다. 신경절단의 경우는 신경전도가 전혀 되지 않으며, 침근전도에서 자발전위는 많이 보이는 반면 운동단위 전위는 나타나지 않는다. 손상후 재생이

시작되면 제일 먼저 침근전도상 진폭이 매우 작고 다 상성인 운동단위전위가 하나 돌쩍 나타난다. 재생이 진행됨에 따라 신경전도가 이루어지기 시작하고, 자발

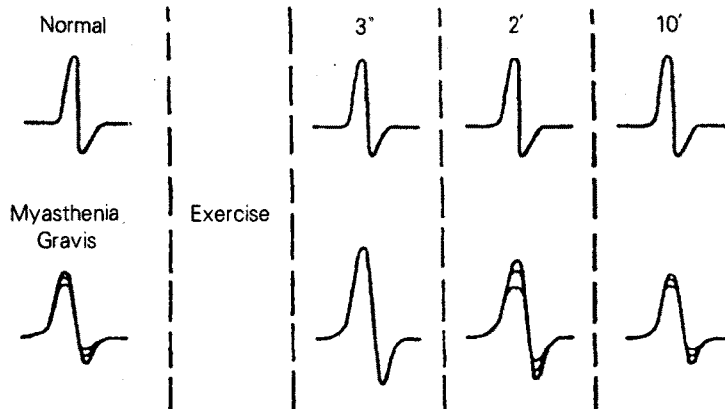


Fig. 8. Eaton-Lambert test comparing normal response with that in mild to moderate myasthenia gravis. The moderate increment immediately after 2 min are easily discernible in the myasthenic recording.

Table 1. Summary of EMG Findings in Neuromuscular Disorders

Disorders	N. C. S.	Needle EMG	
		Spontaneous activity	MUAP
Motor neuron ds.	normal	abundant fasciculation	large size
Radiculopathy	usually normal	present CRD	polyphasic & dec. number
Entrapment neuropathy	slow conduction across lesion	usually present or abundant	polyphasic & dec. number
Polyneuropathy			
1) demyelinating	slow conduction	absent	polyphasic &
2) axonal	dec. amplitude	abundant	dec. number
Peripheral n. inj.			
1) degeneration	block	abundant	absent
2) regeneration	slow conduction & dec. amplitude	reduced	a few (BSAPP)
Neuromuscular junctional dis.	repetitive sti. (+) normal C. V	absent	usually normal
Myopathy	normal	usually present, myotonic disch.	small, short & inc. number

BSAPP: brief, small, abundant, polyphasic, potentials C.V: conduction velocity

전위의 수는 감소한다. 운동단위전위의 수는 점차 늘어나며 개개의 전위는 진폭이 커지고 다상성이 줄면서 정상 운동단위 전위의 모습으로 변해 간다.

6) 신경근접합부 병변(Neuromuscular junction disorder)

신경근접합부 병변은 일반적인 신경전도검사나 침근전도검사에 정상이며, 다만 신경 연속자극검사에서 병변에 따른 특징적인 소견을 보인다.

중증근무력증에서 느린 연속자극을 가하게 되면 첫 번째 자극에 의한 복합근활동전위의 진폭은 정상치와 같지만 그 다음부터는 진폭이 점차 감소하는데, 다섯 번째 활동전위의 진폭이 제일 작아 첫 번째 전위의 진폭에 10% 이상 감소한다. 이때 중증근무력증의 소견이 뚜렷하지 않거나 다른 신경근접합부병변과 감별해야 할 필요가 있게 되면, 약 10초간 등척성 운동이나 또는 전기자극을 가하여 강한 근 수축을 시킨후 3초, 2분 그리고 10분에 각각 느린 속도의 자극을 연속으로 5회씩 가하면서 활동전위의 진폭의 변화를 관찰하여 확진하게 된다. 중증근무력증에서는 즉 운동직후(3초)의 자극에서는 운동전보다 활동전위의 진폭이 커지고, 연속자극에 대해 진폭의 감소 현상이 나타나지 않으며 (post-activation facilitation), 2분 경과후의 자극에서는 진폭도 작아지고 연속자극에 대한 진폭의 감소 폭도 현저해진다(post-activation exhaustion). 운동후 10분에서는 운동전의 양상으로 되돌아온다(Fig. 8).

근무력증후군에서는 활동전위의 진폭이 매우 작다. 느린 속도의 자극을 연속으로 주었을 때 진폭의 감소는 있지만 뚜렷하지 않으며, 빠른 속도의 자극에 대해 활동전위의 진폭이 점차 커지게 되는데, 약 2배 내지 3배로 커진다.

7) 근육병증 (Myopathy)

신경전도검사에서는 정상치를 보인다. 침근전도에서 삼입 활동전위는 정상이거나 약간 증가한다. 근세동전위와 양성예각파 등 자발전위가 나타나는데 이들은 근 이양증 또는 다발성근염과 같은 근섬유의 변성이 활발하게 일어나고 있는 근육병증에서 많이 나타난다.

근육병증의 특징적인 침근전도 소견의 하나는 운동단위전위의 진폭이 작고(50~200 uv), 길이가 짧은 것

(4~6 msec, 심한경우 3 msec이내)인데, 이는 근섬유의 소멸로 하나의 신경섬유가 지배하는 근섬유의 수가 줄어들었기 때문이다. 뿐만 아니라 근육을 수축하는 힘에 비해 많은 운동단위전위가 나타나는 운동단위의 조기동원(early recruitment) 현상을 볼 수 있다.

이상에서 살펴본 각 병변에 대한 근전도 소견을 요약하면 Table 1과 같다.

맺 는 말

근전도의 검사방법과 개개의 검사소견이 갖는 의미, 그리고 중요 신경근골격계질환에 대한 근전도 소견에 대해 간략하게 설명하여 보았다.

근전도는 신경근 병변의 신경학적 검사의 연장이라 할 수 있는데, 주 역할은 임상 진단을 확인하고 그 상태를 객관적으로 기술 해 주는 것이다. 그러나 근전도로 진찰이나 다른 검사로 아직 발견하지 못하였던 병변을 찾아내는 수도 있으며, 병변 부위와 심한 정도를 알 수 있다. 뿐만 아니라 예후를 판정하는 데에도 도움을 준다. 그러므로 근전도는 신경근골격계 병변을 진단하는데 중요한 검사도구의 하나로 시행되고 있다.

근전도를 통한 전기진단의 정확도를 높이기 위해서는 검사시 기술상의 과오와 검사 결과를 해석하는 과정에서의 오류를 극소화 해야한다. 그러기 위해서는 검사자는 신경근골격계의 해부학적 구조와 임상적으로 의심되는 질환의 신경생리에 대해 숙지하고 있어야 하며, 이에 따라 검사 해야할 신경이나 근육을 정확히 선택해야 하고, 표준화된 검사방법으로 실시해야 한다. 그리고 환자의 성별, 나이, 가족관계 등 인적사항, 방사선검사, 병리조직검사소견, 기타 관련된 검사 소견 등에서 많은 정보를 얻을 수 있기 때문에 진단을 내릴 때에는 이들을 종합분석할 필요가 있다.

근전도는 새로운 기기가 계속 개발되고 있으며, 검사상의 기술이 향상되고 또한 진단의 정확도가 점차 높아지고 있기 때문에 앞으로 근전도는 전기진단이라는 새로운 진단학적 분야의 한 부분으로서 임상에서의 응용이 더욱 활발해질 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1) Aminoff MJ: *Electrodiagnosis in clinical neurology.*

- 2nd ed, Churchill Livingstone, New York, 1986.
- 2) Brown WF: *The physiological and technical basis of electromyography*, Butterworth Publishers, 1984.
 - 3) Brown WF, Bolton CF: *Clinical electromyography*, Butterworths Publishers, 1987.
 - 4) Goodgold J: *Electrodiagnosis of neuromuscular disease*, 3rd ed, William & Wilkins, Baltimore/London, 1983.
 - 5) Johnson EW: *Practical electromyography*, 2ed, William & Wilkins, 1988.
 - 6) Kimura J: *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: Principle and Practice*, 2nd ed, F. A. Company, 1989.
 - 7) Oh SJ: *Clinical electromyography. Nerve conduction studies*, 2nd ed. Univ. Park Press, 1993.