

전기생리학적 검사에 대한 고찰

대구대학교 대학원 재활학과학과 물리치료전공

백 수 정

서라벌대학

김 동 현

부산 메리놀병원 물리치료실

이 미 애

대구대학교 재활과학대학 물리치료학과

김 진 상

Review of Electrophysiologic Examination

Baek, Su-Jeong,P.T.,M.S

Major in Physical Therapy, Dept. of Rehabilitation Science, Graduate School, Taegu University

Kim, Dong-Hyun,P.T.,M.S

Department of Occupational Therapy, Sorabol university

Lee, Mi-Ae,P.T.,M.S

Department of physical Therapy, Maryknoll general hospital

Kim, Jin-Sang, D.V.M.,Ph.D.

Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University

<Abstract>

We have few assessment tool in physical therapy. Recently, there is increasingly a concern of electrophysiologic examinations. They includes electromyography; needle and surface, evoked potentials; somatosensory evoked potentials; brainstem auditory evoked potentials; visual evoked potentials, nerve conduction velocity, blink reflex, H-reflex, and F-wave.

The purpose of this study is understanding of electrophysiologic examinations. So we hope many physical therapist to use electrophysiologic examinations in research.

I. 서론

물리치료 연구를 함에 있어 적절한 평가도구가 부족한 것이 현실이다. 최근에 와서 전기생리학적 검사에 대한 관심도가 늘어나고 있다. 전기생리학적 검사의 대표적인 항목에는 근전도(EMG)이다. 주로 근육의 활성화를 평가하는데 많이 사용되고 있다. 그리고 유발전위(EP)가 있다. 여기에는 체성감각유발전위(Somatosensory Evoked Potentials), 뇌간유발전위(Brainstem Auditory Evoked Potentials), 시각유발전위(Visual Evoked Potentials)가 포함된다. 그 외 항목으로 신경전도속도(Nerve Conduction Velocity), 순목반사(Blink reflex), H-반사(H-reflex), F-파(F-wave) 등이 있다. 연구를 많이 하는 물리치료사들을 위해 전기생리학적 검사의 이해를 돕고자 한다.

II. 본론

1. 유발전위(Evoked Potentials)

유발전위(evoked potentials, EP)는 운동 자극 혹은 감각 자극에 대한 신경계의 전기적 반응을 말한다(Misulis, 1994). 유발전위는 일련의 파(waves)들로 구성되어 있고, 각 파들은 특수한 잠시(latency), 진폭(amplitude), 극성(polarity)을 가진다. 자극은 피부, 시각 자극, 청각자극, 운동피질 자극을 전기자극 함으로써 전달된다. 기록은 사지, 척수, 뇌 위에 표면 전기자극으로 이루어진다(Misulis, 1994). 하나의 자극에 대한 하나의 반응은 진폭이 낮고 자극과 필요 없는 전기적 활동으로 장애를 받을 수 있다. 따라서 유발전위는 배경(background)과 구별하기 위하여 많은 자극-반응 상태를 평균화(averaging) 하는 방법을 쓴다. 가장 많이 임상에서 사용되는 종류는 VEP, BAEP, SEP이다. VEP는 체크양식의 모니터(checkerboard pattern)의 변화에 대한 반응, BAEP는 소리(clicks)에 대한 반응, SEP는 상지는 정중신경, 하지는 비골신경 혹은 경골신경에 대한 반응이다.

1) 체성감각 유발전위(Somatosensory Evoked Potentials)

체성감각 유발전위는 팔 혹은 다리의 감각 자극에 의해 유발된다. 팔에 대한 체성감각 유발전위는 두개골, 목, 상완신경총에 동시에 기록된다(그림1). 다리에 대한 체성감각 유발전위는 두개골, 흉추로부터 기록된다.

이러한 기록들은 감각로의 다른 지점에서의 상행전도로를 나타내는 것이다(Misulis, 1994). 이 전도로에 포함되는 대표적인 부위는 말초감각신경, 척수후근, 척수후삭, 내측용모대, 시상, 대뇌의 감각피질 등이다(김진호, 1988). 많은 연구에서 SEP를 뇌졸중의 기능회복이나 예후와 관련하여 연구하였다(김명철, 2002; Kusoffsky 등, 1992; Reisecker 등, 1986). 김(1987) 등은 당뇨병자에게 체성감각유발전위를 검사하여 병력이 길어짐에 따라 원위잠시가 길어지고 진폭이 낮아진다고 했다. 이(1997)는 전기자극(간섭과치료기)에 대한 신경생리학적 반응으로 체성감각유발전위를 포함한 전기생리학적 검사를 실시하였다. 이(1998)는 또한 경피신경전기자극과 간섭과치료기를 적용하기 전과 적용한 후 신경생리학적 반응을 관찰하기 위하여 체성감각유발전위를 포함한 전기생리학적 검사를 실시하였다. 전기자극후 P1의 잠시는 유의하게 증가하였고, N1P1 진폭 변화는 유의하지 않은 것으로 척수주변 말초신경에 전기자극을 가하여 척수내 전도속도의 지연이 일어났다고 보고했다. 이에 대해

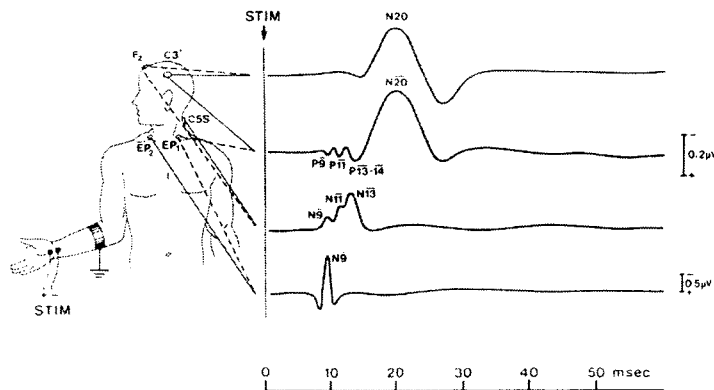


그림 1 정중신경을 자극한 체성감각유발전위

N9는 Erb's 점, N13은 경추, N20은 두개골 영역의 기록

Nardone(1989) 등은 전기자극 효과가 설상핵과 내측용대의 집합 전,후에서 작용할 것이라고 했다. 백(2000) 등은 정상인을 대상으로 초음파와 경피신경전기자극기에 대한 신경생리학적 검사를 연구하였다. 정과 권(1993)은 경피전기자극이 체성감각 유발전위에 미치는 영향에 대하여 연구하여, 고빈도(100Hz)와 저빈도(5Hz) 경피전기자극이 잠복기의 유의한 변화를 가져왔고, 진폭은 유의하지는 않았지만 변화를 가져왔고, 두피부분의 진폭은 유의하게 감소한 것으로 보아 경피신경전기자극의 효과가 말초신경계가 아니라 중추신경계에 있다고 보고하였다. 그 외에도 물리치료 기기를 사용한 전기생리학적 효과를 검사하기 위해 여러 연구에서 많이 사용되었다(윤 등 1997; 이와 한; 1998; 이, 1997; Brona 등, 1999; Deirdre 등, 1998).

김(2002)은 체성감각유발전위의 진폭이 낮은 환자가 운동기능회복이 낮았다고 보고했다. Hayes (2002)등은 불완전 척수손상환자의 감각검사를 정량적으로 하기 위하여 체성감각유발전위를 사용하였다. 진동역치(vibration threshold)를 제외하고는 감각점수와 전기생리학적 검사와의 상관관계가 낮아 다양한 신경해부학적 요소와 신경병리학적 요소를 원인으로 들었다. Dickstein 등(1997)은 편마비 환자의 입각기 균형과 보행능력을 평가하기 위하여 체성감각유발전위를 사용하였다. 입각기 균형의 개선은 잠시의 감소, 진폭의 증가와 상관관계가 없었지만, 보행능력의 개선은 잠시의 감소와 상관관계를 나타내었다. 한(1991)등은 말초신경손상 환자에게 체성감각 유발전위검사와 그 외 전기생리학적 검사를 시행하여 체성감각 유발전위 검사가 신경 재생 정도를 민감하게 반영한다고 했다. 그는 그 이유에 대해서 아주 작은 수의 감각신경 섬유가 재생되면 체성감각 유발전위 경로를 거쳐 대뇌 감각피질에 도달하는 동안 중추신경계가 작용하기 때문이라 했다.

2)뇌간유발전위(Brainstem Auditory Evoked Potentials)

뇌간유발전위는 양쪽 귀에 소리 자극을 준 후 다섯 개의 파형으로 나타난다(그림2). 임상에서는 I 번, III번, V번에 의의를 두고 파형 사이의 잠시(interpeak latencies)에 더 큰 의의를 두고 있다. 말초 듣기 결함(peripheral hearing losses)이 있을 때는 파형사이 잠시 보다는 뇌간유발전위 파형 자체의 잠시가 증가하는 경향이 있다. 청신경(acoustic nerve)에 심한 병변이 있으면 뇌간유발전위 파형이 나타나지 않거나 I 번 파형만 나타날 수 있다. 병변이 다소 덜 심각하다면 뇌간유발전위 파형의 잠시가 증가하지만, 파형사이 잠시는 변화

가 없다. 하위 뇌간(lower brainstem)의 병변이 있을 때는 뇌간유발전위의 II번 파형부터 지연이 이 있게 되고, I-III, I-V번 파형사이 잠시가 증가할 것이다. 상위 뇌간(upper brainstem)의 병변이 있을 때는 IV과 V번 파형의 지연이 있고, III-V번, I-V번 파형사이 잠시가 증가하지만, I-III번 파형사이 잠시는 변화가 없다. 초기 연구에서 I번 파형은 청신경과, II번 파형은 cochlear nucleus와 trapezoid body, III번 파형은 상올리브, IV번 파형은 외측모대(lateral lemniscus), V번 파형은 하구와 관계있다고 하였으나, 후기 연구에서 이러한 상관관계에 많은 의심을 가지게 되었다(Misulis, 1994).

신(1989) 등은 뇌간유발전위 검사가 감각신경을 일정시간 간격으로 반복 자극하여 나타나는 신경계의 반응으로, 여러 가지 뇌손상으로 인한 혼수상태에 있는 환자들의 신경생리학적 기능 변화에 관한 정보를 제공한다고 하였다. Mazzine 등(2001)은 심각한 의식손상을 가진 외상성 뇌손상 환자의 기능적 결과에 대한 예후를 검증하기 위하여 Glasgow Outcome Scale(GOS), FIM 도구 등과 함께 다양한 뇌간유발전위를 사용하였다. GOS 점수가 1-2인 환자는 N100과 P150의 잠시가 길어졌고, 진폭은 낮아졌음을 보였다. 이에 기능적인 상관성이 있음을 나타내었다.

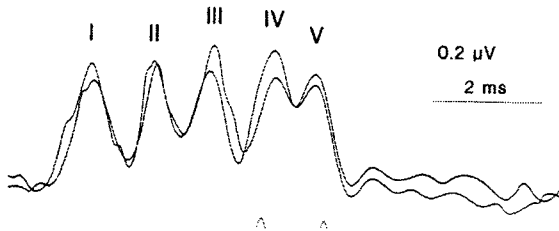


그림 2 귀와 중앙두개골(Cz)에서 기록한 청각유발전위

3)시각유발전위(Visual Evoked Potentials)

시각유발전위는 시각전도로와 관계된 질환을 검사하기 위해 사용된다. 자극의 종류에는 체크판 패턴식(checkerboard pattern type)과 불빛식(light type)이 있다. 패턴식 자극은 모니터에 흰색과 검정색으로 체크무늬로 구성되어 자극에 따라 흰색과 검정색이 반복적으로 변하면서 자극을 준다. 패턴식 자극은 주로 시각 전도로를 통한 전달경로에 손상을 주는 병변에 더 민감하다. 불빛식 자극은 오른쪽 시각야와 왼쪽 시각야를 분리해서 자극하여, 시각교차지점과 시각교차지점 뒤의 병변을 검사하기 위해 사용된다. 또한 자극 방법으로는 모니터 전체 자극(full-field stimulation)과 부분 자극(partial-field stimulation)이 있다. 전체자극은 모니터 중간에 놓인 큰 점과 같이 양쪽의 고정된 점을 똑같이 자극한다. 부분 자극은 중앙의 고정 지점의 왼쪽 혹은 오른쪽만 자극한다.

기록 전극은 후두엽 중앙과 외측으로 둔다. 참고전극은 전두엽 혹은 귀볼에 둔다. 시각유발전위의 파형은 잠시가 90-100msec, 진폭이 약 10 μ V인 양성 피크가 특징적이다. 이 피크는 주로 P100 혹은 P1이라 한다. 많은 경우 양성 피크 앞에 약 60-80msec의 더 작은 음성 피크가 오고 이것을 N75 혹은 N1이라 하고 양성 피크 다음으로 두 번째 음성 파형인 N145 혹은 N2가 온다(그림3). 두 번째 음성 피크는 환자에 따라 다양하고 참고 전극의 위치에 따라 다양하다. P100은 연령에 따라 증가하기 때문에 검사를 할 때는 연령과 관계된 정상치가 필요하다.

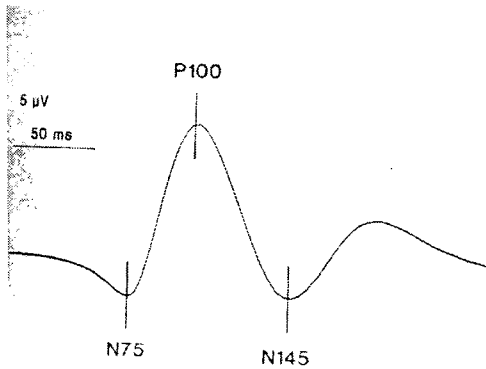


그림 3 정상 시각유발전위

시력이 20/200 이하 일 때 시각유발전위 진폭은 감소하는 하고, 잠시는 증가하는 경향이 있다(Collins 등, 1979). 비정상적인 시각유발전위를 일으키는 신경학적 질환은 표에서 요약하였다(표). Ring 등(1999)은 뇌손상후 기능적인 측정과 시각유발전위 진폭과의 관계를 연구하였다. Doering 등(1999)은 인지기능의 지표로 시각유발전위를 사용하기도 했다.

<표 1> 다양한 질환에서의 시각유발전위

질환	시각유발전위 소견
후천성면역결핍증	정상
Charcot-Marie-Tooth	잠시의 지연
당뇨	임상적으로 무증상인 환자라 해도 잠시의 지연
다운증후군	잠시의 지연과 진폭의 감소
시신경종양	진폭 감소, 파형부재
파킨슨질환	치매와 관련된 환자들은 주로 P100의 지연
망막병증	잠시 증가와 진폭 감소
시신경 외상	진폭 감소

2. 신경전도속도(Nerve conduction velocity)

신경전도속도는 신경의 생리학적 상태 혹은 병태생리학적 상태의 표현이다. 신경전달속도의 종류에는 감각신경 전도속도, 운동신경 전도속도, 혼합(mixed)신경 전도속도가 있다(Oh, 1993).

1)운동신경 전도속도

운동신경 전도는 신경 주행을 따라 두 개의 근위 지점에 각각 초최대자극(supramaximal)을 주어 신경을 자극한 후, 그 신경이 지배하는 근육으로부터 복합근육활동전위(compound muscle action potential, CMAP)를 기록한다. 예를 들어 정중신경을 검사하기 위해 기록은 단무지외전근(abductor pollicis brevis muscle)에 하고, 자극은 완관절(wrist)과 주관절(elbow)인 두 개의 근위 지점에 준다(그림4).

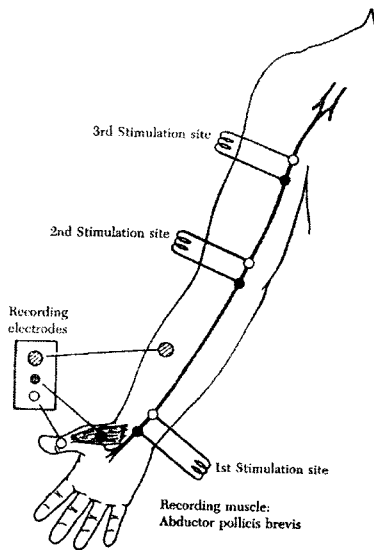


그림 4 정중신경의 운동신경전도검사

완관절과 같이 원위부 자극에 대한 반응에 걸리는 시간을 원위 잠시(terminal latency)라 하고, 주관절과 같이 더 근위부 자극으로 나타나는 데 걸리는 시간을 근위 잠시(proximal latency)라 한다. 속도를 구하기 위해서는 근위 잠시에서 원위 잠시를 뺀 값에 두 점 간의 거리를 나누면 속도가 나온다. 공식은 속도(V) = $\frac{\text{두 점간의 거리}}{\text{근위 잠시} - \text{원위 잠시}}$ 로 나타낸다.

진폭(amplitude)은 정상에서 정상까지 측정한다.

2) 감각신경 전도속도

감각신경 전도는 정방향(orthodromically)과 역방향(antidromically)으로 검사한다. 정방향 방법은 자극이 신경의 원위부, 기록이 신경의 근위부에서 복합신경활동전위(compound nerve action potential, CNAP)를 측정한다. 예를 들어 정중신경의 감각섬유를 검사할 때, 자극은 손가락 부위, 기록은 완관절 부위다. 기록과 자극의 방향이 바뀌면 역방향 방법이라 한다. 운동신경 전도와 달리 감각신경전도의 잠시가 전도시간이다. 따라서, 전도속도는 거리를 잠시로 나누면 된다. 진폭은 정상에서 정상까지 측정한다.

3) 혼합신경 전도속도

혼합신경 전도 검사는 자극을 혼합신경 원위부에서 하고 기록은 혼합신경의 근위부 위에서 직접 복합신경활동전위(CNAP)를 한다. 예를 들어, 정중신경의 혼합신경 전도는 자극은 완관절에, 기록은 주관절에서 한다. 결론적으로 말하면 감각신경의 검사는 혼합신경으로 정방향으로 검사하는 것이 가장 이상적이라 할 수 있다.

신경전도 속도를 이용한 여러 연구에 대해 보면, 김(1987)등과 송(1998)등은 당뇨병자의 신경병증을 진단하기 위하여 체성감각 유발전위와 신경전도속도를 검사하였다. 노(2000)등은 당뇨로 인한 말초신경병증 후 레이저가 신경회복에 미치는 영향을 알아보기 위하여 신경전도 속도를 이용하였다. 방(1996) 등은 저출력 에너지 레이저가 손상된 말초신경의 회복을 검사하는데 전도속도를 이용하였다. 백서에 좌골신경을 실험적으로 손상 시킨 후 28

일간 조사한 후 신경전도검사를 실시하였다. 조와 권(1996)은 정상인을 대상으로 하여 저출력 레이저의 효과를 알아보기 위하여 표재성 요골신경의 전도검사를 실시하여 통증의 기전을 밝히려 했다. 편(1999) 등은 백서에 좌골신경 손상을 일으킨 후 적절한 운동과 과도한 운동을 통한 회복의 차이를 알아보기 위하여 근수축력과 조직화학적인 검사와 함께 신경전도검사를 실시하였다. 편 등의 결과는 신경손상 후 회복기에 실시하는 적절한 운동(30분)은 신경말단과 근육에서 영양성 인자의 생성을 자극하여 신경근접합부의 적응성(adaptation)을 증가시키는 반면, 과도한 운동(2시간)은 축삭과 수초의 발아(sprouting)을 방해한다고 하였다. Meeteren등(1997) 또한 좌골신경 손상후 운동이 기능적 회복과 신경전도속도에 미치는 영향을 연구하여 신경회복의 척도로 전도속도를 이용하였다. Chesterton등(2002)은 냉치료(cryotherapy)를 적용한후 피부온도를 떨어뜨려 마취효과를 생성하였고, 신경전도속도 또한 감소되었다고 하였다. Watson등(2002)은 수근관증후군과 다른 말초신경병증을 구분하기 위하여 신경전도속도를 시행하였다. 그리고 많은 연구에서 수근관증후군을 진단하기 위한 필수검사로 신경전도검사를 하였다(백 등, 2002; 서 등, 1994; 성과 권, 1997, 이와 김, 2000; Burke등, 1999; Lo 등, 2002).

3. 반사(Reflex)

1)순목반사(Blink reflex)

순목반사는 삼차신경의 감각분지를 통하여 구심성궁을 형성하고 안면신경의 운동신경분지를 운심성궁으로 하는 다시넵스 반사이다(김 등, 1996; 김 등, 2000). 안와상부의 안와상신경(supraorbital nerve)에 전기적 자극을 가한 후 양측의 안면신경을 통해 안륜근(orbicularis oculi)에서 반응을 기록하는 검사방법으로 자극한 쪽에서는 교(pons)를 통한 R1 반응과 교 및 연수를 경유하는 동측 R2 반응을 볼 수 있으며 그 반대측에서는 교 및 연수를 경유한 후 다시 반대측 안면신경을 통해 나타나는 반대측 R2 반응을 볼 수 있다. 즉, R1의 중심성 경로는 뇌교에서부터 동측 안면신경핵 까지도이다. R2의 중심성 경로는 다중연접(polysynaptic chain)을 이루는데, 먼저 뇌교로 들어간 후 삼차신경 척수로를 타고 아래로 내려가 연수하부 까지 간다. 여기서 동측과 반대측 모두 연결되는데 동측 경로는 망상체의 외측을 타고 다시 위로 올라가 안면신경핵과 연결되고, 반대측 경로는 연수 하부에서 교차하여 역시 망상체의 외측을 타고 다시 위로 올라가 안면신경핵과 연결된다(김 등, 2002)(그림5). 따라서 순목반사는 주로 안면신경 손상을 검사하는 진단 기준으로 많이 사용된다.

정 등(1990)은 R1 반응이 보존되는 환자들의 예후가 좋다고 하였다. 이 등(1991)은 순목반사가 뇌간병변의 유무와 정확한 병변부위를 알 수 있다고 했다. 최 등(1997)은 파킨슨병 환자에게 순목반사를 적용해 파킨슨병의 임상증상이 심할 수록 R2의 습관화 감소가 심하다고 하였다. 김 등(1996)은 본태성 안검연축의 진단을 위해 순목검사를 실시하여, 본태성 안검연축 환자가 대조군 보다 R2의 잠복기가 짧아져 있음을 보고하고, 중간신경원의 과도한 흥분에 의해 신경전달 속도가 빨라졌다고 하였다. 그 외 신 등(1997)은 나병환자에게 조 등(1997)은 미만성 축색손상 환자에게 순목검사를 적용하였다.

2)H-반사(H-reflex)

H-반사는 Ia 감각 섬유에 의해 조절되는 단일시넵스(monosynaptic) 반사로 α -운동 신경

원과 시냅스를 이룬다. 즉, 다시 말해 구심성 신경섬유가 Ia 신경섬유를 거쳐 척수로 들어가 척수내에서 단일 시냅스를 거쳐 운동신경인 α 신경을 타고 나오는 반사이다(그림6). 경골 신경을 최대자극 보다 약한 자극(submaximal stimulation)을 주면 장딴지 근육에 초기 활동전위와 후기 활동전위가 나타난다. 전자를 M파, 후자를 H파라 한다. 이 H-반사는 영유아 시기에는 여러 근육에서 유발될 수 있지만 성인이 되면서 다른 근육에서의 유발은 점차 사라지고 장딴지 근육에서만 반사가 남아있게 된다. 하지만, 다른 연구자는 성인의 상지에서 H-반사를 측정하기도 하였다(Bodofsky, 1999).

H-반사가 임상에서 유용하게 사용되는 것은 신경근병(radikulopathy), 신경총병(plexopathy), 다발성신경병(polyneuropathy), 근위축측삭경화증(amyotrophic lateral sclerosis, ALS)이다. 장딴지 근육이 S1의 지배를 받으므로 특히 S1 신경근병을 진단할 때 유용하다. 다양한 다발성신경병이 있을 때는 H-반사가 없거나 잠시가 지연된다. ALS에서 H-반사는 다른 근육질환과 구분하기 위해 중요할 수 있다. 정상에서는 어떤 특별한 촉진 기술이 있어야 H-반사를 얻을 수 있는 근육들인데 비해 ALS에서 손과 발 등의 근육에서도 H-반사가 측정된다(Oh, 1993).

Wolpaw(1997)은 학습(learning)이 척수 자체에서의 가소성(plasticity)을 포함한다고 했다. 따라서 척수 신장반사(spinal stretch reflex)와 H-반사를 이용하여 간단한 행동을 조건화 한 환경에서 쥐들이 학습하는 기전을 연구하였다. Kearney 등(1999)은 발밟기(steping), 걷기(walking), 달리기(running), 뛴뛰기(hopping), 페달밟기(pedaling)과 같은 리듬 있는 동작을 하는 동안 H-반사가 강하게 작동한다고 했다. 이 작용에 포함되는 두 가지 구성성분은 긴장성억제(tonic inhibition)-다리 운동의 속도와 관련, 와 상동성 작용(phasic modulation)-움직이는 주기 동안 대칭적으로 변하는 것에 대한 반응 이라고 했다. Abbruzzese 등(1998)은 장딴지 근육의 수의적 수축을 하는 동안과 한 후 H-반사에서 일어나는 기능적 변화를 검사하였다. 수의적인 수축과 그 다음의 이완 기간은 Ia 구심성 섬유의 효율성의 감소와 관계 있지만, 시냅스후 운동신경원이 유의하게 변화한 것은 실제적인 수축 기간 동안만 이라고 하였다. Childers 등(1999)은 경련성(spastic) 상지에 억제성 부목(inhibitory cast)을 적용했을 때 어떤 효과가 있는지 검증하기 위해 H-반사를 이용하였다. 이들은 요측수근굴근(flexor carpi radialis)에 연속적인 60Hz의 진동(vibration)을 준 후와 진동을 주지 않은 상태에서의 H-반사 진폭을 측정하고 H-반사의 진동억제지수(vibratory inhibition index, VII)를 계산하여, 억제성 부목을 적용하는 동안에 경련성 상지에 운동 신경원의 흥분성이 감소한다고 밝혔다.

3)F-wave

운동신경에 초최대자극을 가하여 복합근육 활동전위와 그보다 훨씬 긴 잠복기의 작은 진폭을 가진 활동전위가 나타난다. 전자는 M파라 하고 후자를 F파라 한다. 이것은 말초신경을 자극했을 때 역행성으로 전달되는 충격에 의해 알파-운동신경원이 활성화되어 반격(back firing)하는 재발전위이다(그림6). 즉 이 F-파는 구심성 신경섬유와 원심성 신경섬유가 모두 A-a신경섬유이고 반사궁이 없는 일종의 rebound phenomenon으로서 모든 운동신경을 자극시 F-파를 구할 수 있다. 임상에서는 신경전도검사는 정상이면서 F-파의 잠시가 길어졌을 때 근위부 신경근병변으로 진단하는데 유용하다.

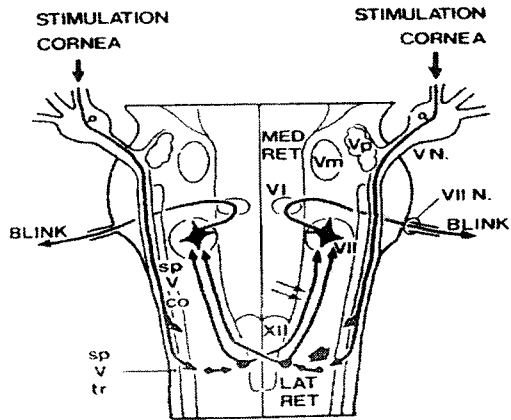


그림 5 R1은 Vp에서 안명신경핵까지의 직접경로
R2는 척수를 통한 다시냅스 경로.

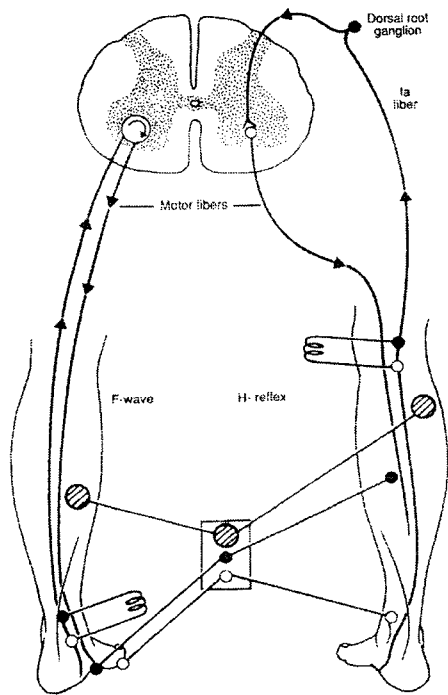


그림 6 H-반사와 F-파의 경로
H-반사에서 구심성은 Ia, 원심성은 α 운동원
F-파에서 α 운동신경원이 구심성이자 원심성.

4. 근전도(Electromyography)

1) 침근전도(Needle electromyography)

침근전도 소견은 근육의 생리학적 혹은 병태생리학적 상태의 표현이다. 침전극을 근육에 삽입한 후에 전기적 전위가 발생한다. 하나의 신경의 여러 개의 근육을 지배하고 그래서 하나의 신경이 흥분하게 되면 여러 근육이 흥분하여 활동전위가 여러개 생길 수 있는데 이를 운동단위 활동전위(motor unit action potentials)라 한다.

검사자는 세 종류의 소견을 관찰하는데 ①이완된 휴식시 상태에서 근육의 자발적 전기활동; ②피검자가 최소한의 힘을 주어 운동단위 활동전위 양성; ③피검자가 최대의 수축을 하여 운동단위 활동전위 동원 양성 이다.

휴식기 검사는 피검자가 근수축을 하지 않고 근육을 완전히 이완시켰을 때 침전극을 삽입하면 근막이 손상되면서 전류가 발생한다. 그 이후에는 전기활동이 없이 조용하고 전극이 종판에 닿을 때만 전위가 나타난다. 이때는 근전도의 특징적인 소리가 들리지만 근육이 변성되었을 때 나는 비정상적인 소견인 양성예각파의 소리와는 반드시 구분해야 한다. 따라서 종판전위는 비정상소견이 아니다. 그 외 볼 수 있는 비정상소견은 근세동전위(fibrillation potential), 양성예각파(positive sharp wave), 속상수축(fasciculation) 등이 있고, 이들은 탈신경(denervation)상태에서 주로 나타난다.

피검자가 약한 수축을 할 때는 한 개의 운동단위에서 나오는 근섬유의 활동전위를 관찰할 수 있다. 이때 운동단위 활동전위의 모양은 이상성(diphasic) 또는 삼상성(triphasic)으로 나타난다. 만약 다상성(multiphasic)으로 나타나면 비정상소견이다(Oh, 1993).

피검자가 강한 수축을 할 때는 근수축에 참여하는 운동단위 수가 증가하여 운동단위 활동전위가 서로 섞여서 간섭패턴이 나타난다. 이때 근전도 화면의 모양은 간섭된 운동단위들이 꽉차 화면을 가득 메우게 된다. 이렇게 동원된(recruitment) 양식은 근육병변 일때는 진폭이 낮고 간섭은 완전한 반면 신경병변 일 때는 진폭은 높고 간섭은 신경병변에 따라 간섭 사이사이가 비게된다.

2)표면근전도(Surface electromyography)

표면근전도는 최근 동작을 평가하거나 근력을 평가하는 도구는 물론 그 외에도 평가도구로 많이 사용되고 있다.

Smith 등(2004)은 동작분석기를 이용해 3개의 다른 수기근육검사(MMTs)로 능형근을 평가하였다. 그들의 결과에 따르면, Kendall과 Kendall-Alternative MMTs의 근전도 소견은 비슷한 소견으로 능형근이 최대 수의적 근수축(maximal voluntary contraction)을 보인 반면, Hislop-Montgomery MMT는 상승모근 활동이 적었고, 광배근 활동이 더 많았다고 했다. Hubley-Kozey(2002)는 요통이 있는 환자의 몸통 안정(trunk stabilization)을 개선시키기 위한 운동을 하는 동안의 근활동을 평가하기 위하여 표면근전도를 실시했다. Sunnerhagen 등(2000)은 후기 소아마비 환자의 근피로도를 측정하기 위해 표면근전도를 시행하여 환자들이 피로가 진행되는 동안의 약증(weakness)은 신경근 차단 때문이 아니라고 했다. 왜냐하면 전기적 신경자극을 했을 때 정상적인 반응이 유발되었기 때문이다. Udermann 등(1999)은 골반 제한이 요추부 신전근(lumbar extensor), 둔근(gluteal muscle)과 슬픽근(hamstring) 근전도 소견에 미치는 효과에 대해 연구하였다. 대상자가 정위자세(upright)로 앉은 자세에서 요추부 신전을 최대하로 움직이는 동안 위 근육들의 활동에는 영향을 주지 못했지만, 둔근의 활동은 요추부 신근과 슬픽근의 활동 보다 유의하게 낮았다. 즉, 요추부의 최대하 신전 운동은 둔근의 기여도를 감소시킴을 의미했다. Nawoczinski 와 Ludewig(1999)는 달리는 동안 발 보조기를 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 하지근육의 활동을 연구하였다.

기록된 근육은 전경골근, 내측 장딴지근, 내측광근, 외측광근, 대퇴이두근이다. 보조기를 착용한 상태에서 달리기를 했을 때 대퇴이두근과 전경골근의 변화가 통계적으로 유의함을 나타내, 보조기 사용으로 근활동의 변화로 긍정적인 결과를 얻을 수 있었다고 했다. 손 등(1998)은 만성요통 환자를 대상으로 최대근수축력을 평균값으로 하여 근전도 신호를 기록하였다. 근전도 신호의 주파수 분석은 근육의 국소적 피로를 평가하기 위해 사용하게 되는데 국소적 피로가 진행되는 동안 저주파로 이동되어 평균주파수와 중앙주파수가 감소된다고 했다.

Ⅲ. 결론

1. 유발전위에는 체성감각, 시각, 청각유발전위가 있다.

체성감각유발전위는 상지에서는 정중신경을 자극하고 기록은 두개골, 목, 상완신경총에서 한다. 하지에서는 경골신경을 자극하고 두개골과 흉추에서 기록한다.

청각유발전위는 소리로 자극을 주어 귀와 두개골에서 기록한다.

시각유발전위는 체크판이나 불빛으로 규칙적인 자극을 주어 기록은 후두골과 전두골에서 한다.

2. 신경전도속도는 운동신경, 감각신경, 혼합신경을 검사한다.

3. 순목반사는 안와상신경(supraorbital nerve)에 전기적 자극을 가한 후 양측의 안면신경을 통해 안륜근을 반응을 본다. H-반사는 구심성 Ia 신경섬유를 거쳐 척수로 들어가 척수를 거쳐 α 운동신경을 타고 나오는 반사이고, F-파는 구심성과 원심성이 모두 α 운동신경을 통한다.

4. 침근전도는 주로 신경과 근육의 병변을 검사하기 위해 사용하나, 표면근전도는 동작분석기와 함께 근활동과 근력을 평가한다.

이와 같이 여러 가지 많은 전기생리학적 검사들을 좀 더 잘 이해하여 환자에 대해 연구하고 물리치료에 대해 연구할 때 기능적인 검사와 더불어 더욱 객관적이 자료가 될 수 있는 전기생리학적 검사를 이용하여 연구한다면 좀 더 좋은 논문들이 나올 것이라 사료된다.

참고문헌

김동현, 권영실, 송주영, 채운원, 구현모, 신상철: 안면신경마비의 전기생리학적 검사 및 치료적 접근에 관한 고찰. 특수교육재활과학연구 39; 61-76, 2000.

김명철: 뇌졸중 환자의 운동기능회복에 따른 체성감각유발전위의 변화. 대구대학교 재활과학대학원 석사논문. 2002.

김우정, 함동석, 장세희, 이강건 등: 본태성 안검연축에서 순목반사와 근전도 검사를 이용한 병인학적 접근 및 다른 안면 불수의 운동과의 비교연구. 대한신경과학회지 14; 519-530, 1996.

김진호, 이은용, 이청기: 당뇨병환자에서의 감각신경전도검사와 체성감각유발전위 검사. 대한재활의학회지 11(1), 1-9, 1987.

김진호, 한태륜, 이청기: 편마비환자의 정중신경 체성감각유발전위의 분류: 신경생리학적 고찰. 대한재활의학회지 12(2), 248-257, 1988.

노민희, 이현옥, 백수정, 이미애: 저에너지 He-Ne IR 레이저가 당뇨쥐 말초신경병증 치유에 미치는 영향. 대한물리치료사학회지 7; 163-169, 2000.

- 방문석, 한태륜, 이성재, 윤기성: 저출력에너지 레이저가 손상된 말초신경의 신경전도 회복에 미치는 효과. 대한재활의학회지 20; 28-32, 1996.
- 백수정, 이미애, 김진상, 최진호: 경피신경전기자극과 초음파가 전기생리학적 반응에 미치는 영향. 대한물리치료학회지 12(1), 49-56, 2000.
- 백수정, 김동현, 김진상: 수근관 증후군의 임상 및 전기신경생리 소견. 대한물리치료학회지 14; 147-152, 2002.
- 서대원, 이한보, 전범석 등: 수근관증후군의 임상적 연구. 대한재활의학회지 12; 80-86, 1994.
- 성덕현, 권정아: 수근관 증후군에서 전기 진단의 민감도. 대한재활의학회지 21; 880-887, 1997.
- 손민균, 윤여삼, 전계호: 만성 요통환자에서 요추신근의 근전도 주파수 분석. 대한재활의학회지 22; 68-76, 1998.
- 송대현, 김윤태, 강세운, 신지남: 당뇨병 환자에서의 체성감각유발전위 검사 및 신경전도 검사. 대한재활의학회지 22; 601-609.
- 신지철, 전세일, 신정순: 뇌손상환자의 예후예측에 대한 청각유발전위의 의의. 대한재활의학회지. 13; 201-213, 1989.
- 신희석, 윤철호, 이은신 등: 완치된 나병 환자의 안면신경 전도검사 결과. 대한재활의학회지 21; 565-571, 1997.
- 윤태식, 이동수, 김명신: 경피적 전기신경자극과 미세전류자극이 전기생리학적 검사에 미치는 영향. 대한재활의학회지. 21; 696-702, 1997.
- 이상무, 김병준: 전기생리학적으로 정의된 중증 수근관 증후군 환자에서 수술 전후 신경전도검사의 변화. 대한신경과학회지 18; 186-191, 2000.
- 이용희, 서정규, 박영춘: 뇌간병변에서 순목반사와 뇌간청각유발전위에 관한 연구. 대한신경과학회지. 9; 39-48, 1991.
- 이청기: 전기자극에 대한 신경생리학적 반응: 근위부 말초신경자극. 대한재활의학회지. 21; 540-546, 1997.
- 이청기, 한수정: 전기자극에 대한 신경생리학적 반응: 척수주변 말초신경 자극. 대한재활의학회지. 22; 399-407, 1998.
- 정한영, 권희규, 오정희: 특발성 안면신경마비의 예후 판정에 대한 연구. 대한재활의학회지 14; 184-189, 1990.
- 정한영, 권희규: 경피전기자극이 체성감각유발전위에 미치는 영향. 대한재활의학회지. 17; 348-353, 1993.
- 조근열, 김현동, 황윤성: 미만성 축색손상 환자에서의 안륜근 반사. 대한재활의학회지 21, 1194-1200, 1997.
- 최일수, 이상암, 마효일, 임주혁, 이명중: 파킨슨병 환자의 순목반사: 반목자극에 의한 습관화의 감소. 대한신경과학회지 15; 775-782, 1997.
- 편성범, 권희규, 엄창섭: 백서에서 좌골신경손상후 운동이 가자미근에 미치는 영향. 대한재활의학회지 23; 1063-1075.
- 한태륜, 김진호, 김현숙: 말초신경 손상에서 체성감각 유발전위검사의 의의에 대한 연구. 대한재활의학회지. 15: 287-294.
- Abbruzzese M, Reni L, Minatel C, Favale E: Presynaptic and postsynaptic mechani는

- underlying H-reflex changes produced by a selective voluntary contraction. *Mus Ner* 21; abstract, 1998.
- Bodofsky EB: Contraction-induced upper extremity H reflexes: normative values *Arch Phys Med Rehabil* 80: 562-565, 1999.
- Burke DT, Burke MAM, Bell R et al: Subjective swelling; A new sign for carpal tunnel syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 78: 504-508, 1999.
- Chesterton LS, Foster NE, Ross L. Skin temperature response to cryotherapy. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 543-9, 2002.
- Childers MK, Biswas SS, Petroski G, Merveille O: Inhibitory casting decreases a vibratory inhibition index of the H-reflex in the spastic upper limb. *Arch Phys Med Rehabil* 80: 714-716, 1999.
- Collins DWK, Carroll WM, Black JL, Walsh M: Effect of refractive errors on the visual evoked response. *Br Med J* 1: 231-232, 1979.
- Dickstein R, Zaslanski R, Heffes Y et al: Somatosensory evoked potentials of the posterior tibial nerve in hemiparetic patients: Relation to stance balance and walking ability. *Arch Phy Med Reha* 78(10); 1125-1128, 1997.
- Doering TJ, Thiel J, Steuernagel B et al: Changes of laboratory markers of cognitive brain function by thermostimuli in the elderly. *Arch Phy Med Reha* 80: 702-705, 1999.
- Hayes KC, Wolfe DL, Hsieh JT, Potter PJ, Krassioukov A, Durham CE: Clinical and electrophysiologic correlates of quantitative sensory testing in patients with incomplete spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 83:1612-1619, 2002.
- Hubley-Kozey CL, Vezina MJ: Muscle activation during exercises to improve trunk stability in men with low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 1100-1108, 2002.
- Kearney RE, Lortie M, Stein RB: Modulation of stretch reflexes during imposed walking movements of the human ankle. *J Neurophysiol* 81; 2893-2902, 1999.
- Kusoffsky A, Wadell I, et al: The relationship between sensory impairment and motor recovery in patient with hemiplegia. *Scand J Rehab Med*, 14, 27-32, 1992.
- Ring H, Bar L, Abbond S: Functional correlates with left-right asymmetry of visual evoked potentials in stroke patients: Modeling and experimental results. *Arch Phy Med Reha* 80: 166-172, 1999.
- Reisecker F, Witzmann A, Deisenhammer E: Somatosensory evoked potentials in various group of cerebro-vascular ischaemic disease. *Electromyogra Clin Neurophysical*. 65; 260-268, 1986.
- Smith J, Padgett DJ, Kaufman KR, Harrington SP, An K-N, Irby SE. Rhomboid muscle electromyography activity during 3 different manual muscle tests. *Arch Phys Med Rehabil* 85:987 - 992, 2004.
- Sunnerhagen KS, Carlsson U, Sandberg A, Stalberg E et al: Electrophysiologic evaluation of muscle fatigue development and recovery in late polio. *Arch Phys Med Rehabil* 81; 770-776, 2000.
- Lo JK, Finestone HM, Gilbert K, Woodbury MG. Community-based referrals for electrodiagnostic studies in patients with possible carpal tunnel syndrome: What is the

- diagnosis? *Arch Phys Med Rehabil* 83:598-603, 2002.
- Mazzini L, Zaccala M, Gareri F, Giordano A, Angelino E. Long-latency auditory-evoked potentials in severe traumatic brain injury. *Arch Phys Med Reha* 82:57-65, 2001.
- McDowell BC, McCormack K, Walsh DM et al: Comparative analgesic effects of H-wave therapy and Transcutaneous Electrical nerve stimulation on Pain Threshold in Humans. *Arch Phys Med Reha* 80; 1001-1004, 1999.
- van Meeteren NL, Brakkee JH, Hamers FP: Exercise training improves functional recovery and motor nerve conduction velocity after sciatic nerve crush lesion in the rat. *Arch Phys Med Reha* 78; 70-77, 1997.
- Misulis KE: Spehlmann's Evoked Potential Primer. BH 2nd , p5, 1994.
- Nardone A, Schieppati M: influences of transcutaneous electrical stimulation of cutaneous and mixed nerves on subcortical and cortical somatosensory evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 74; 24-35, 1989.
- Nawoczenski DA & Ludewig PM: Electromyographic effects of foot orthotics on selected lower extremity muscles during running. *Arch Phys Med Rehabil* 80; 540-544, 1999.
- Oh SJ: Clinical electromyography. 2nd. Williams & Wilkins, 1993.
- Udermann BE, Graves JE, Donelson RG et al: Pelvic restraint effect on lumbar gluteal and hamstring muscle electromyographic activation. *Arch Phys Med Rehabil* 80; 428-431, 1999.
- Walsh DM, Lowe AS, McCormack K et al: Transcutaneous Electrical nerve stimulation: Effect on peripheral nerve conduction, mechanical pain threshold, and tactile threshold in humans. *Arch Phys Med Reha* 79; 1051-1058, 1998.
- Watson J, DiBenedetto M, Gale SD. Mixed median nerve forearm conduction velocity in the presence of focal compression neuropathy at the wrist versus peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 302-7, 2002.
- Wolpaw JR: The complex structure of a simple memory. *Trends Neurosci* 20; 588-594, 1997.