

## 정상 성인에 대한 정량적 무릎힘줄반사 검사의 측정자간 신뢰도

김용욱, 원중혁  
연세대학교 원주의과대학 원주기독병원 재활의학과

### Abstract

#### Inter-Rater Reliability of Quantitative Knee Tendon Reflex Test for Healthy Subjects

Yong-wook Kim, M.Sc., P.T.  
Jong-hyuck Weon, M.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Medicine, Wonju Christian Hospital, Wonju Medical College, Yonsei University

The purpose of this study was to evaluate inter-rater reliability of the amplitude and first knee extension angles in deep tendon reflex test by using an electrical hammer. Twenty-five healthy adults participated in the study. Compound muscle action potential is elicited by tapping the knee tendon with an electrical hammer in deep tendon reflex tests. The amplitude and knee extension angle were simultaneously measured. The mean value of the amplitude and the knee extension angles through three time trials for each tester, are used for determining the inter-rater and Intra-class Correlation Coefficients (ICCs) reliabilities. According to the results, the ICCs of the amplitude is .280 and that of the knee extension angle is .789. Pearson correlation coefficients of the amplitude of the action potential and the knee extension angles are .685, showing significant statistically moderate correlation. Inter-rater reliability in the amplitude was not significant. More objective and quantitative deep tendon reflex tests should be done to obtain higher reliability in further studies.

**Key Words:** Amplitude; Deep tendon reflex; Inter-rater reliability.

### I. 서론

심부힘줄반사(deep tendon reflex) 검사는 신경학적 진단을 위해 널리 쓰이는 이학적 검사 방법 중 하나이며, 특히 초기 신경계 질환의 유무 판별에 중요한 검사로 알려져 있다(Dick, 2006). 또한 이것은 환자의 질환이 중추신경계로부터 기인한 것인지 혹은 말초신경계로부터 기인한 것인지에 대한 중요한 정보를 제공한다.

심부힘줄반사와 관련된 역사를 살펴보면, 신전(stretch)에 의한 근활성이 1763년 Robert Whytt에 의해 알려졌고, 1841년 Wintrich가 처음으로 상용화된 타진 망치를 만들었으며, 그 후 1875년 Erb와 Westphal 등에 의해 심부힘줄반사 검사가 비정상적인 중추신경계의 감별에 유용하다는 것이 처음 강조 되었다(Lanska,

1989; Louis와 Kaufmann, 1996). 19세기 말, Sherrington에 의해 반사와 관련된 연접(synapse)이란 용어가 처음 등장했고, 20세기 초에는 단일연접 반사궁(monosynaptic reflex arc)과 상호 억제(reciprocal inhibition) 등에 대한 해부 생리학이 소개되었다(Clarke와 O'Malley, 1996). 이러한 역사와 이론적 배경을 가지고 현재 임상에서 많은 전문가들이 흔히 사용하면서도 심부힘줄반사에 대한 정확한 정의와 검사 방법을 혼동하는 경향이 있고, 아직까지 심부 반사와 관련된 생리학 연구와 적절한 기법, 신뢰도에 대한 연구가 부족한 것으로 알려져 있다(Nick, 2003).

교원질성 결합 조직(collagenous connective tissue)으로 구성된 힘줄은 끈 혹은 줄기 모양을 하고 있으며, 근육을 뼈에 연결하는 구조물이다. 심부힘줄반사의 '심

부'란 용어는 힘줄의 유형에 관계하여 붙여진 용어가 아니고 반사의 유형에 관계된 용어이다. 즉 심부반사는 근육 내에 반사 수용체(receptor)가 들어 있는 반면, 심부 반사와 대조를 이루는 표면반사(superficial reflex)는 피부 내에 반사 수용체가 들어 있다는 차이점이 있다.

전자 망치를 이용하여 힘줄을 타진함으로써 반사를 유도하는 간단한 검사로 임상에서 흔히 사용되는 심부 힘줄반사 검사는 중추신경계 질환 환자의 경직을 정량화하기 위한 전기생리학적인 측정 방법 중 하나로 널리 쓰이고 있으나(김용욱, 2001), 정량화하기 어려운 단점이 있다. 인간에 대한 심부힘줄반사 검사를 정량화하기 어려운 이유는 동일 대상에 대한 검사에서 검사자의 타진 강도와 방향 그리고 타진 위치 등 타진 방법의 차이와 주위환경이나 날씨, 온도, 스트레스 등에 민감하게 반응하는 피검사자의 심리 상태 때문이다.

심부힘줄반사 정도에 대한 측정 도구의 개발이 적어 신뢰도와 타당도에 대한 연구가 거의 없는 것으로 알려져 있다(Nick, 2003). 단지 힘줄반사를 측정하는 두 종류의 비정량적이고 주관적인 측정 도구의 신뢰도 검정이 있었는데, 그 측정 도구들은 Mayo Clinic Reflex Scale과 The National Institute of Neurological Disorders and Stroke(NINDS) Reflex Scale이다. Mayo Clinic Reflex Scale은 1950년대 Mayo Clinic에서 개발하였는데, 9점 척도로서 -4점에서 4점까지 점수 범위를 갖으며 정상 반사의 경우 0점을 주도록 되어 있다(Nick, 2003). Stam과 van Crevel(1990)은 이 검사도구의 9점 척도에 대해 20명의 환자를 대상으로 3명의 신경과 전문의들 사이의 측정자간 신뢰도를 알아보았는데 50% 이상에서 점수의 불일치를 보였고, 유의하게 측정자간 신뢰도가 낮은 것으로 보고했다. Hallet(1993)이 개발한 NINDS Reflex Scale은 좀 더 간단한 반사 측정 도구로서 0점에서 4점까지의 점수 범위를 갖으며, 현재 임상에서 자주 사용하는 것으로 알려져 있다. Litvan 등(1996)은 40명의 환자를 대상으로 하여 이 검사 도구에 대한 신뢰도를 검증하였는데 rk=.51에서 .61의 중간 정도 측정자간 신뢰도(moderate to substantial interobserver reliability)를 보고했다.

이와 같이 심부힘줄반사의 주관적 측정 도구에 대해서는 측정자간 신뢰도가 보고되고 있지만 정량적이고 객관적이라고 알려진 측정 도구에 대한 신뢰도 검증은 아

직까지 활발하지 못한 실정이다. 따라서 본 연구는 복합 유발전위(compound muscle action potential)의 진폭과 초기 무릎 신전 각도를 통한 무릎힘줄반사의 측정자간 평가를 통해 신뢰도가 어떠한지 알아보고, 반사 검사가 얼마나 객관적이고 정량적인지 검증하는데 목적이 있다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 연세대학교 원주의과대학 원주기독병원 재활의학과와 기능적 전기 치료실에서 실시하였다. 대상자들은 신경계 질환의 과거 병력이 없고, 이학적 검사 상 이상 소견이 없는 성인 남녀 25명이었으며, 모두 연구 참여에 자발적으로 동의하였다.

### 2. 실험기기

#### 가. 심부힘줄반사 검사 기구

심부힘줄반사 검사의 측정자간 신뢰도를 알아보기 위해 임상에서 가장 흔하게 검사하는 무릎힘줄반사를 선택하였다. 반사의 정도는 근전도상의 근 수축량인 진폭(amplitude)과 초기 무릎 신전 각도(first knee extension angle)를 통해 측정하였으며, 근전도기기인 Sapphire Premiere<sup>1)</sup>에 부착된 전기반사망치(electric reflex hammer)를 이용하여 측정하였다. 전극은 표면전극으로 넵다리곧은근(rectus femoris muscle)에 부착하였고, 무릎힘줄반사를 통한 진폭과 초기 무릎 신전 각도의 신호처리는 MP150WSW<sup>2)</sup>를 이용하였다.

#### 나. MP150WSW

무릎힘줄반사 검사 시 무릎관절의 초기 신전 각도는 전기측각기를 통해 측정하였다. 무릎관절의 움직임에 따른 각도의 변화는 디지털(digital) 처리가 가능한 다용도 기록계(polygraph)의 일종인 MP150WSW를 이용하였으며, 시간의 변화에 따른 각도의 변화를 그래프로 변환하였다.

### 3. 측정방법

무릎힘줄반사 검사에 대한 측정자간 신뢰도 평가에

1) Medelec Co., Germany.

2) Biopac System Inc., Santa Barbara, CA, U.S.A.

는 3명의 물리치료사가 참여했고, 임상경력은 각각 11년, 5년, 5년이였다. 무릎힘줄반사 검사는 기본적으로 Kuruoglu와 Oh(1993)의 방법으로 시행하였다. 환자를 발이 지면에 닿지 않는 테이블 위에 앉히고 무릎관절을 자연스럽게 늘어뜨려 90°로 굴곡시킨 다음 근전도 표면전극을 오른쪽 다리의 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine)와 무릎뼈위쪽경계(patellar superior border) 부분을 연결한 선상의 정중간 지점의 넓다리근은근의 피부 위에 부착하였다. 근전도 신호를 측정하기 위한 전극은 AE-131 circular surface EMG disposable electrode<sup>3)</sup>를 사용하였다. 이 전극은 직경 12 mm의 원형 금속 디스크 3개의 중심간 거리(center-to-center distance)가 20 mm인 정삼각형 배열로 고정되어 있는데, 활성 전극 두 개는 근 섬유 방향으로 놓고 기준 전극은 이들보다 외측이나 내측에 놓이게 되어 있다. 금속 전극들의 바탕을 이루는 압축 스폰지 디스크는 유연하여 근육의 곡면에 접촉이 잘 되고, 바닥면은 접착력 있는 표면(self-adhesive surface)이며, 케이블과 연결되는 부위는 똑딱식 버튼(snap button)으로 구성되어 있어서 무릎힘줄반사 검사에 사용하기 적합하였다.

무릎힘줄반사 검사는 전자망치를 오른쪽 무릎힘줄을 타진하여 복합유발전위를 일으켜 시행하였으며, 경타 사이의 시간 간격은 적응(habituation)을 피하기 위하여 10초 이상의 시간 간격을 두었으며, 각 측정자가 3회씩 반복하여 측정하였다. 측정자들 간의 검사 순서는 무작위로 실시했으며, 3개의 복합유발전위들의 최대 진폭(maximal amplitude)을 선택하여 그 평균값을 진폭값으로 정하였다(Kuruoglu와 Oh, 1993; Stam과 Tan, 1987). 아울러 무릎힘줄 경타 후의 최초 무릎 신전 각도를 진폭값과 함께 측정하여 심부 무릎힘줄반사에 대한 정량적 반사값으로 정하였다. 각각의 측정자가 3회 측정한 초기 무릎 신전 각도의 평균값을 대표값으로 각 측정자간 신뢰도를 구하였다. 초기 무릎 신전 각도는 MP150WSW의 부속 측정 장치로서 전기측각기의 일종인 TSD130B Twin axis goniometer<sup>4)</sup>를 사용하여 측정하였다. TSD130B Twin axis goniometer는 팔꿈치관절, 무릎관절 혹은 어깨관절의 관절 가동 범위를 측정하는 장치로서 본 연구에서는 무릎관절 가동범위 측정을 위하여 사용하였다. 전기측각기는 2개의 채널을 가지고 있으며, ±180°의 가동범위를 측정할 수 있다. 무릎

관절의 가동범위 측정을 위한 전기측각기의 고정자(fixed endblock)는 오른쪽 무릎 위 대퇴의 외측에 시상면과 동일한 위치에 맞추어 테이프로 고정하고, 가동자(telescopic endblock)는 무릎 아래 정강이 외측에 시상면과 동일한 위치에 맞추어 테이프로 고정했다(MP System Hardware Guide, 2001).

진폭은 양 위상과 음 위상의 두 정점 사이의 전압차이로 나타내었고, 초기 무릎 신전 각도는 경타 후 최소의 무릎 신전 각도 변화 범위로 정하였다. 심부힘줄반사 검사는 주위환경이나 날씨, 온도, 등에 민감하게 반응하므로 이러한 요소들의 영향을 최소화하기 위하여 동일한 장소에서 동일 시간대에 평가되었다.

#### 4. 분석방법

전자 망치를 이용한 무릎힘줄반사 검사의 측정자간 신뢰도를 알아보기 위해서 건강한 성인 남녀 25명을 대상으로 3명의 물리치료사가 측정에 참여했다. 측정된 진폭과 초기 무릎 신전 각도에 대해 급간내 상관계수(ICCs: Intraclass correlation coefficients)를 구하여 측정자간 측정치의 상관관계를 검증하였으며, ICC(3,k) 방법을 사용하였다. 복합유발전위의 진폭과 초기 무릎 신전 각도에 대해 피어슨 상관계수(Pearson correlation coefficients)를 구하여 두 측정치간의 상관관계를 검증하였다.

### III. 결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 총 25명의 건강한 성인으로 남자 14명 여자 11명이었으며, 일반적인 특성으로 평균 연령은 24.5세, 평균 신장은 167.4 cm, 평균 체중은 60.7 kg이었다(표 1).

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=25)

구분	평균±표준편차	범위
성별(명)	남	14
	여	11
연령(세)	24.5±2.2	21~31
신장(cm)	167.4±7.4	155~178
체중(kg)	60.7±9.4	49~79

3) NeuroDyne Medical Co., MA, U.S.A.

4) Biopac System Inc., Santa Barbara, CA, U.S.A.

**표 2.** 대상자 별 복합유발전위의 진폭과 초기무릎신전각도의 측정치

	측정자 1		측정자 2		측정자 3	
	복합유발전위	초기무릎 신전각도	복합유발전위	초기무릎 신전각도	복합유발전위	초기무릎 신전각도
대상자 1	.66	56.43	.70	54.71	.56	23.99
대상자 2	.16	2.63	.06	2.14	.26	2.85
대상자 3	.23	11.64	.09	6.64	.52	16.89
대상자 4	.22	11.83	.24	19.21	.34	14.14
대상자 5	.34	8.99	.34	4.41	.33	2.93
대상자 6	.35	16.04	.19	10.87	.18	6.39
대상자 7	.21	8.02	.14	5.83	.11	4.87
대상자 8	.04	5.33	.04	.68	.05	.81
대상자 9	.58	27.04	.27	14.66	.30	13.98
대상자 10	.28	9.91	.04	4.82	.81	20.76
대상자 11	.26	8.14	.05	5.91	.73	20.34
대상자 12	.22	10.70	.29	18.88	.39	13.97
대상자 13	.16	11.92	.34	4.32	.33	2.93
대상자 14	.26	10.68	.09	6.58	.48	19.45
대상자 15	.32	9.42	.34	4.24	.55	15.82
대상자 16	.33	8.55	.10	4.61	.65	19.98
대상자 17	.34	10.62	.06	7.36	.55	17.48
대상자 18	.25	11.33	.13	5.94	.46	16.58
대상자 19	.24	12.25	.08	5.54	.56	15.39
대상자 20	.21	11.61	.08	6.74	.59	15.30
대상자 21	.20	10.93	.58	7.96	.51	19.46
대상자 22	.32	11.97	.09	8.97	.67	18.56
대상자 23	.31	10.62	.04	5.24	.83	20.09
대상자 24	.23	6.62	.06	6.09	.68	19.14
대상자 25	.21	10.84	.28	18.82	.39	14.92

**표 3.** 복합유발전위의 진폭과 초기 무릎 신전 각도에 대한 측정자간의 급간내 상관계수

	상관계수	95% 신뢰구간	
		하계	상계
복합유발전위	.280	-.401	.659
초기무릎신전각도	.789	.589	.900

**2. 각 대상자의 복합유발전위와 초기무릎신전 각도 측정치**

각각의 대상자에 대한 무릎힘줄반사 검사의 복합유발전위와 초기 무릎 신전 각도의 측정값은 다음과 같다 (표 2). 측정자 별 복합유발전위의 평균값은 측정자 1에

서  $.28 \pm .12$  mV, 측정자 2에서  $.19 \pm .17$  mV, 측정자 3에서  $.47 \pm .20$  mV이었고, 초기 무릎 신전 각도는 측정자 1에서  $12.56 \pm 10.08^\circ$ , 측정자 2에서  $9.65 \pm 10.64^\circ$ , 측정자 3에서  $14.53 \pm 7.18^\circ$ 이었다.

**3. 무릎힘줄반사 검사의 측정자간 신뢰도**

무릎힘줄반사 검사를 통한 복합유발전위의 진폭과 초기 무릎 신전 각도를 통한 변수들의 급간내 상관계수는 표 3과 같다. 복합유발전위의 진폭에 대한 급간내 상관계수는 .280이었고 초기 무릎 신전 각도에서는 .789이었다. 복합유발전위의 진폭과 초기 무릎 신전 각도에 대한 피어슨 상관계수는 .685( $p < .01$ )로서 중등도의 상관관계가 있었다(그림 1).

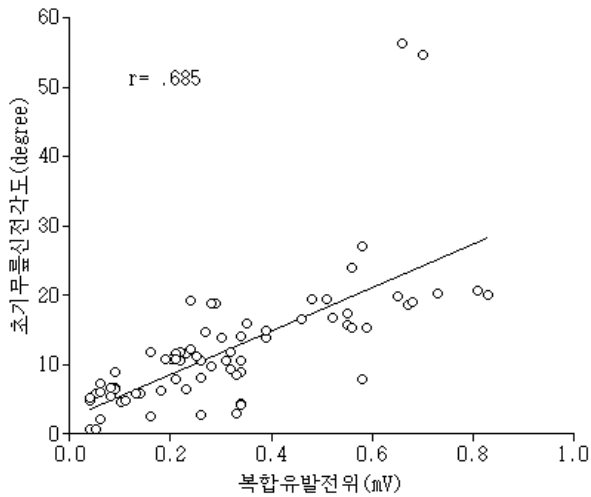


그림 1. 복합유발전위의 진폭과 초기 무릎 신전 각도의 상관관계.

#### IV. 고찰

인체로부터 측정되는 다양한 생체 신호에 대해 객관적이고 정량적인 측정도구의 측정값 재현성은 매우 중요한 문제이다(Bauer 등, 2000). 심부힘줄반사 검사에 있어서도 정량화를 위한 통계 가능한 변이 요인을 줄이는 노력은 계속해서 이루어져 왔으나, 측정 방법에 대한 기술적 어려움 등으로 인하여 힘줄반사에 대한 정량화가 어렵기 때문에 이 검사에 대한 신뢰도 연구가 활발하지 못한 실정이다. 따라서 심부힘줄반사의 정량적 이면서도 객관적인 측정과 신뢰도 연구가 필요하다(Nick, 2003). 본 연구에서는 측정자간 신뢰도 검증을 위해 신뢰도 계수로서 급간내 상관계수를 사용하였다. 급간내 상관계수는 관찰된 자료군 간의 총분산 비를 통해 구해진다. 일반적으로 상관계수는 .4 미만을 낮은 등급(poor reliability), .4~.75를 중간 등급(fair to good reliability), .75 이상을 높은 등급(excellent reliability)으로 분류한다(Fleiss, 1986).

심부힘줄반사 검사에 대한 측정자간 신뢰도를 검증한 본 연구의 결과에서 전자 망치를 통해 각각의 측정자가 수동 타진하여 얻은 진폭의 평균값은 측정자 1에서  $.28 \pm .12$  mV, 측정자 2에서  $.19 \pm .17$  mV, 측정자 3에서  $.47 \pm .20$  mV이었으며, 급간내 상관계수가 .280으로서 낮은 등급의 측정자간 신뢰도를 보였다. 이와 같이 낮은 신뢰도를 보인 이유는 심부힘줄반사 검사 시 측정자가

어느 부분을 타격하느냐 등의 측정 방법에 따라 진폭의 변이가 크고 다양하기 때문으로 생각된다. Stam과 Tan(1987)은 힘줄 타진 시 힘, 방향, 위치 등의 변이가 일정한 자극을 제한하고 그로 인해 근반응의 변화를 초래하였다고 설명하였다. 그 외의 변이의 원인에 대해 많은 연구에서 보고되었는데, 피검자의 감정, 훈련, 휴연, 호흡 등이 무릎힘줄반사에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Brown, 1925; Emery, 1931).

반면에 본 연구에서 무릎힘줄을 타진 후 발생하는 무릎 신전 각도는 급간내 상관계수가 .789로 높은 등급의 측정자간 신뢰도를 보였다. Dodge와 Benedict(1915)는 65회의 타진을 시행하였을 때 반사반응으로 나타나는 무릎의 신전 각도의 변이는 최대 90 mm에서 최소 1.2 mm로 75%의 변이율을 보인다고 하였다. 이처럼 변이율이 크다는 보고와는 다르게 본 연구에서 신뢰도가 높게 나온 이유는 측정자들의 타진 기술이 무릎 신전의 변이가 일어날 정도로 명확하지 않아 대부분의 측정치가 낮았기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 복합유발전위의 진폭과 초기 무릎 신전 각도의 상관관계 검증은 상관계수  $r=.685$ 로 유의하게 양적 상관관계를 보였다. 이는 측정자 3명의 측정치를 종합하여 상관관계를 검증한 값이며, 힘줄반사 검사에 능숙한 측정자의 측정값에서는 양적 상관관계가 이보다 더 높게 나타났다. 따라서 무릎관절 가동범위에 병리적 소견이 없는 경우 타진으로 인한 무릎 신전의 변이가 힘줄반사의 정량적이고 객관적인 검사 방법으로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

중추신경계 질환자에게 흔히 발생하는 강직에 대한 치료 효과를 입증하기 위하여서는 경직에 대한 정량적 평가가 필수적이며, 이러한 정량적 평가를 위해 전기생리학적인 방법인 힘줄반사나 H반사 등의 근전도 신호를 이용하는 것은 중요하다(Jamshidi와 Smith, 1996; Lehmann 등, 1989). H반사는 1918년 Hoffman이 처음 기술한 이래로 전기적인 척수 단일 연결 반사궁의 측정 방법으로 널리 쓰이고 있으나, H반사는 자극의 가장 적절한 부위, 자극의 적절한 강도를 발견하기 위해서 검사자의 인내와 정확성을 필요로 하고 피검자의 통증이 동반되는 단점이 있다(Zabelis 등, 1995). 반면 심부힘줄반사는 신경근병증 등의 진단에 있어 H반사에 비해 피검자의 통증이 없이 빠르고 간편하게 임상적으로 적용할 수 있는 장점이 있으나 이를 유용하게 사용하기 위해서는 검사 시 발생할 수 있는 변이의 통제가 필요하

다. 또한 신뢰도를 낮추는 힘줄 반사의 변이 요인을 최대한으로 줄일 수 있도록 타진 방향과 타진 위치를 고정하고 타진 강도를 조정하여서 힘줄 반사 검사를 정량화할 수 있는 적용방법과 프로토콜을 개발하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 무릎힘줄반사 검사를 통해 발생하는 복합유발전위(compound muscle action potential)의 진폭과 초기 무릎 신전 각도를 이용해 측정자간 신뢰도를 알아보고자 건강한 성인 남녀 25명을 대상으로 검증하였다. 본 연구의 결과 복합유발전위의 진폭에 대한 급간내 상관관계수는 .280로서 낮은 등급의 측정자간 신뢰도를 보였고, 초기 무릎 신전 각도에서는 상관관계수가 .789로서 높은 등급의 측정자간 신뢰도를 보였다. 또한 복합유발전위의 진폭과 초기 무릎 신전 각도에 대한 피어슨 상관관계수는 .685( $p < .01$ )로서 유의한 중등도의 상관관계가 있었다. 따라서 낮은 등급의 신뢰도를 높이고 검사의 재현성이 인정되는 심부힘줄반사 검사의 측정 방법에 대한 연구와 개발이 향후 필요할 것으로 사료된다.

## 인용문헌

김용욱. 감각신경 경로의 치료적 전기자극이 뇌병변 환자의 경직에 미치는 영향. 연세대학교 대학원, 석사학위논문, 2001.

Bauer JA, Cauraugh JH, Tillman MD. An insole pressure measurement system: Repeatability of postural data. *Foot Ankle Int.* 2000;21(3):221-226.

Brown LT. The influence of exercise on muscle tone as exhibited by the knee-jerk. *Am J Physiol.* 1925;72(2):241-247.

Clarke E, O'Malley CD. *The Human Brain and Spinal Cord: A historical study illustrated by writings from antiquity to the twentieth century.* 2nd ed. San Francisco, Norman Publishing, 1996:355-382.

Dick JP. The deep tendon and the abdominal reflexes. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2003;74(2):150-153.

Emery FE. The influence of mental activity on the height of the knee-jerk. *Am J Physiol.* 1931;97(4):658-661.

Fleiss JL. Reliability of Measurement. In: Fleiss JL, ed. *Design and Analysis of Clinical Experiments.* New York, John Wiley & Sons, 1986:1-32.

Hallet M. NINDS myotatic reflex scale. *Neurology.* 1993;43(12):2723.

Jamshidi M, Smith AW. Clinical measurement of spasticity using the pendulum test: Comparison of electrogoniometric and videotape analyses. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(11):1129-1132.

Kuruoglu R, Oh SJ. Quantitation of tendon reflexes in normal volunteers. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1993;33(6):347-351.

Litvan I, Mangone C, Werden W, et al. Reliability of the NINDS myostatic reflex scale. *Neurology.* 1996;47(4):969-972.

Lanska DJ. The history of reflex hammers. *Neurology.* 1989;39(11):1542-1549.

Lehmann JF, Price R, deLateur BJ, et al. Spasticity: Quantitative measurement as a basis for assessing effectiveness of therapeutic intervention. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(4):6-15.

Louis ED, Kaufmann P. Erb's explanation for the tendon reflexes. Links between science and the clinic. *Arch Neurol.* 1996;53(11):1187-1189.

MP System Hardware Guide. Santa Barbara, Biopac Systems, 2001.

Nick JM. Deep tendon reflexes: The what, why, where, and how of tapping. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2003;32(3):297-306.

Stam J, Tan KM. Tendon reflex variability and method of stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1987;67(5):463-467.

Stam J, van Crevel H. Reliability of the clinical and electromyographic examination of tendon reflexes. *J Neurol.* 1990;237(7):427-431.

Tuttle WW. Effect of alcohol on the patellar tendon reflex. In: Dorde R, Benedict FG, eds. *Psychological Effects of Alcohol: An experimental investigation of the effects of moderate doses of*

ethyl alcohol on a related group of neuro-muscular processes in man. Washington, Carnegie Institution of Washington, 1915:35-36.

Zabelis T, Karandreas N, Lygidakis C. The tendon reflexes in the electrodiagnosis of sciatica. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1995;35(3):175-180.

---

---

논문접수일            2007년 7월 15일

논문게재승인일        2007년 8월 17일