

## 한국 정상 성인 Tendon Reflex의 정량적 분석

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 연세대학교 의과대학 재활의학연구소

전중선 · 박창일 · 김성우 · 강종권 · 박주혜

=Abstract=

### Quantitative Analysis of Tendon Reflexes in Korean Normal Adults

Joong-Son Chon, M.D., Chang-II Park, M.D., Sung-Woo Kim, M.D.  
Jong-Kwon Kang, M.D. and Ju-Hyoe Park, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine  
Research institute of Rehabilitation Medicine, Yonsei University College of Medicine

The purpose of this study was to establish the normal values of tendon reflex in adults. Patellar and Achilles tendon reflex tests were performed in 50 normal adults using electric reflex hammer. The compound muscle action potentials(CAMP) were obtained on rectus femoris muscle for patellar tendon reflex and soleus muscle for Achilles tendon reflex. From 10 repeated trials of each subject, the shortest latency and the largest peak-to-peak amplitude of CAMP were chosen for representative value.

The results were as follows:

- 1) Mean values of latency and amplitude were  $17.35 \pm 1.56$  msec,  $1.55 \pm 0.75$  mV for patella tendon reflex,  $30.97 \pm 2.99$  msec and  $2.60 \pm 1.98$  mV for Achilles tendon reflex.
- 2) There were no significance in the side-to-side differences ( $P > 0.05$ ).
- 3) The age and the height of subjects showed significant correlation with the latency of patellar and Achilles tendon reflex ( $P < 0.001$ )

We believe our result can be used as a guideline researches regarding the tendon reflex in lower extremities

---

**Key Words:** Tendon reflex, Electric reflex hammer, Normal values

### 서 론

임상적으로 tendon reflex 검사는 중추신경계 질환환자의 경직의 측정, 신경근병변 및 말초신경병변의 진단 등에 널리 이용되고 있다. Tendon reflex는 근방추를 자극하여 일차 감각섬유의 말단에서 Ia 구심성신경을 따라 연결된 신경근과 척수분절을 거쳐 원심성신경인 알파운동신경을 활성화시켜 동일한 분절의

근육의 근방추의 섬유를 수축하게 한다. 이러한 방법으로 단일 신경연접반사인 신전반사를 측정하는 검사로는 tendon reflex와 H 반사가 있는데 이 두 가지 검사는 Ia신경을 통한 동일한 반사궁에 대한 것이지만 그 자극방법에는 차이가 있다. H반사는 근방추를 배제한 상태에서 전기적 자극을 Ia신경에 가하는 방법이고 tendon reflex는 경타(mechanical tapping)를 이용하여 근방추를 신장시켜 Ia신경을 자극하는 방법으로 Weintraub 등<sup>20)</sup>에 의하면 정상인에서 tendon

reflex가 H 반사보다 더 많은 수에서 쉽게 유발된다고 한다.

일반적으로 임상에서 환자를 진찰할 때 사용하는 심부건반사는 주관적이고 정량화하기 어려웠기 때문에 이의 객관화를 위하여 Simons와 Dimitrijevic<sup>[13]</sup>은 기계망치를 설계하였고, Stam과 Leeuwen<sup>[15]</sup>, Stam과 Tan<sup>[16]</sup>은 초기에는 미세접촉반사망치(microcontact reflex hammer)를 사용하였고 최근에는 압전변환기(piezoceramic transducer)를 사용하여 이를 근전도 기기와 연결한 후 오실로스코프에 기록되는 tendon reflex의 값을 측정하였다. 1993년도 Kurluglu와 Oh<sup>[8]</sup>는 이러한 압전변환기로 구성된 전기반사망치를 이용해 정상인의 tendon reflex의 값을 정량화 하여 보고하였다. 이에 본 저자들은 전기반사망치(electric reflex hammer)와 근전도기기를 이용하여 한국 정상 성인 하지에서 슬개건반사와 종골건반사를 유발하여 기록되는 복합운동유발전위의 잠복시간과 진폭값의 정상치, 좌우측 하지간 차이의 범위를 구하고 신장과 연령과의 상관성을 알아보아 정상 tendon reflex를 정량화 및 객관화하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1) 연구 대상

신경계, 근육계, 골격계의 병변이나 병력의 과거력이 없고 이학적 검사상 이상소견이 없는 정상 성인으로 20대에서 60대 까지 연령별로 10명씩(남녀 각 5명씩)

총 50명의 성인을 대상으로 하였다. 대퇴의 길이는 피검자의 전상골극에서 슬개골상연까지, 하퇴의 길이는 슬화에서 경골의 내과까지의 거리로 하였다.

### 2) 측정기기

검사기는 Medelac사의 Sapphire Premiere 근전도 기기와 전기반사 망치(electric reflex hammer)를 이용하였다(Fig. 1). 근전도의 화면설정은 수평선 한칸의 간격을 5 msec로, 수직선 한칸은 Tendon reflex의 유발되는 복합운동유발전위의 반응에 따라 0.5 mV에서 5 mV까지 조절하였으며, 주파수 여과는 20 Hz에서 20000 Hz까지의 범위로 하였다. 전극은 표면전극(silver surface electrode)을 사용하였다.

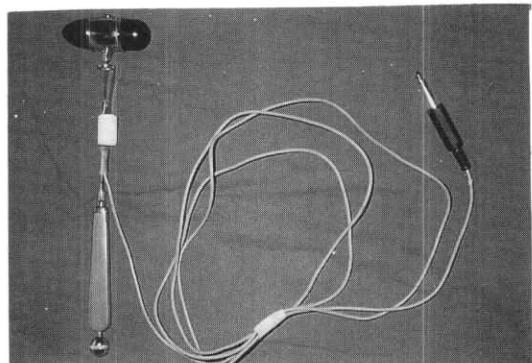


Fig. 1. Electrical reflex hammer.

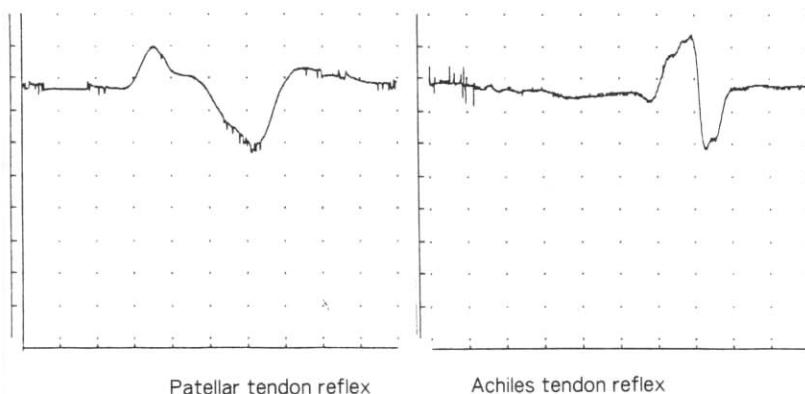


Fig. 2. Patellar and Achilles tendon reflex.

### 3) 검사 방법

Kuruoglu와 Oh<sup>8)</sup>의 방법에 따라 시행하였다. 슬개건 반사는 좌위에서 슬관절을 90도로 굽곡시킨 다음 활동전극을 전상골극과 슬개골상연을 연결한 선상의 정중간 지점의 대퇴적근에 부착하였고 기준전극은 활동전극의 5 cm 하방에 부착하였다. 종골건 반사는 복위에서 측관절을 90도로 굽곡시킨 다음 바복근에서 기록하였는데 활동전극은 슬와와 경골의 내과 사이를 연결한 선상의 정중간지점에 부착하였고 기준전극은 활동전극보다 5cm 하방에 부착하였다. 전기반사망치를 이용하여 각각 슬개건과 종골건을 경타하였으며 경타사이의 시간간격은 습성화(habituation)를 피하기 위하여 10초 이상의 시간간격을 두었고 각각 10회씩 반복하여 시행하여 기록전극을 통해 근전도 기기에 나타난 10개의 복합유발전위들 중에서 최저잠복시간과 최대진폭을 각각 선택하여 잠복시간과 진폭값으로 정하였다. 이때 잠복시간은 경타시부터 파형의 시작 시기까지의 시간(msec)으로 나타내었고 진폭은 양 위상과 음위상의 두 정점 사이의 거리(mV)로 구하였다 (Fig. 2).

### 4) 통계 처리

본 연구에서 측정하여 얻어진 결과를 전산 입력한 후 SPSS 통계 프로그램을 이용하여 T-test, 회귀분석과 상관 분석을 시행하였다.

## 결 과

1) 검사 대상 남녀의 평균 나이는 각각 41.3세±15.8, 43.8±15.4세이었으며 남녀의 평균키는 각각 171.5±6.9, 160.9±5.0 cm이었다(Table 1).

2) 슬개건반사의 평균잠복시간과 진폭은 각각 17.35±1.56 ms, 1.55±0.75 mV이었고 좌우측간에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 슬개건반사의 좌우측간 잠복시간의 차이는 0.46±0.41 ms이었고 진폭의 차이는 0.46±0.47 mV로 나타났다. 종골건반사의 평균잠복시간과 진폭은 30.97±2.99 ms, 2.60±1.98 mV이었고, 역시 통계학적으로 좌우측간의 차이는 유의하지 않았다( $P>0.05$ ). 종골건반사의 좌우측간 잠복시간의 차이는 0.62±0.68 ms이었고

Table 1. General Characteristics

	Male(n=25)	Female(n=25)
Age(yr)	41.28±15.78	43.82±15.41
Height(cm)	171.53±6.88	160.91±5.05
Thigh Length(cm)	44.31±3.77	41.30±2.42
Leg Length(cm)	38.59±3.42	36.46±1.91

Values are mean±SD.

Table 2. Latency & Amplitude of Tendon Reflex and Side to Side Differences

T-reflex		Latency(msec)	Amplitude(mV)
Patellar	Mean	17.35±1.56	1.55±0.75
	Right	17.30±1.53	1.57±0.78
	Left	17.39±1.59	1.52±0.73
	△	0.46±0.41	0.46±0.57
Ankle	Mean	30.97±2.99	2.60±1.98
	Right	31.13±2.82	2.66±2.11
	Left	30.82±3.17	2.54±1.86
	△	0.62±0.68	0.47±0.83

△: The difference of tendon reflex between right and left side

Values are means±standard deviation ( $P>0.05$ )

진폭의 차이는 0.47±0.83 mV이었다(Table 2).

3) 성별간의 차이를 보면 슬개건반사의 잠복시간과 진폭평균은 남자에서 17.46±1.53 ms, 1.57±0.85 mV이었고 여자에서는 17.20±2.78 ms, 1.53±0.69 mV으로 남녀간에 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다( $P>0.05$ ). 종골건반사에서의 잠복시간과 진폭은 남자에서 31.92±3.01 ms, 2.83±2.32 mV이었으며, 여자는 30.08ms±2.54, 2.34 mV±1.96 mV으로 역시 남녀간에 있어서 통계학적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다( $P>0.05$ )(Table 3).

4) 피검자의 신장이 클수록 tendon reflex의 잠복시간이 유의하게 증가하였는데 ( $P<0.001$ ), 이를 회귀직선으로 표시하면 슬개건반사는  $3.04 \times \text{신장(cm)} + 112.90$ 이었고(Fig. 3), 종골건 반사는  $1.14 \times \text{신장(cm)} + 130.88$ 이었다(Fig. 4). Pearson상관계수는 슬개건반사에서 0.61이었고( $P<0.001$ ) 종골건반사에선 0.52이었다( $P<0.001$ ).

**Table 3. Latency & Amplitude according to Gender**

	Latency(msec)		Amplitude(mV)	
	PTR*	ATR**	PTR*	ATR**
Male	17.46±1.53	31.92±3.01	1.57±0.85	2.83±2.43
Female	17.26±2.32	30.08±2.78	2.34±2.11	2.34±1.96

Values are mean±SD(P>0.05)

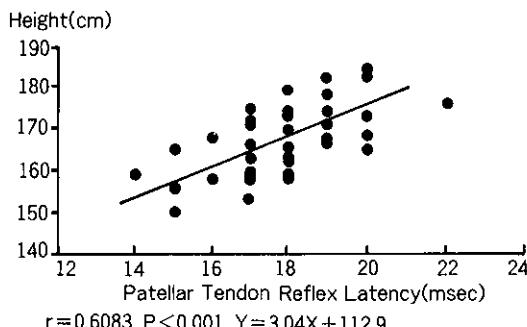
\*: patellar tendon reflex, \*\*: achiles tendon reflex

**Table 4. Changes in Latency according to Age**

Age	PTL*	ATL**
20~29	17.60±1.11"	30.49±2.06"
30~39	17.01±1.74"	30.20±1.53"
40~49	18.47±4.07"	31.65±2.79"
50~59	18.16±1.76"	32.63±2.65"
60~	18.73±1.33"	32.70±2.96"

Values are mean±SD, ":" P<0.01, ":" P<0.01

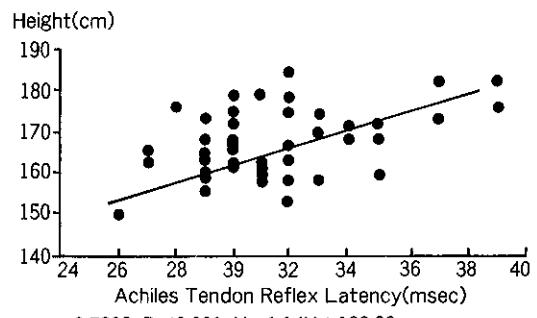
\*: patellar tendon latency, \*\*: ankle tendon latency



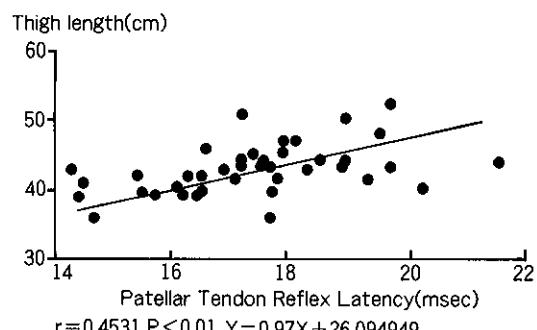
**Fig. 3. Height adjusted latency of the PTR\*.**

5) 슬개건반사의 경우는 tendon reflex의 잠복시간과 대퇴의 길이 사이에는 통계학적으로 유의한 상관관계를 보였고( $P<0.01$ ) Pearson 상관계수는 0.45이었으나(Fig. 5), 종골건반사에서는 잠복시간과 하퇴의 길이와의 상관관계가 통계학적으로 유의하지 않았다( $P>0.05$ )(Fig. 6).

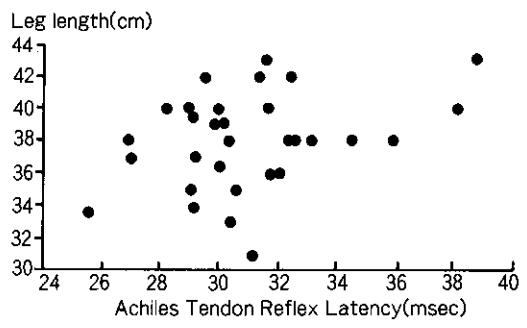
6) 피검자의 연령이 증가할수록 tendon reflex의 잠복시간이 유의하게 증가하였는데( $P<0.01$ )(Table



**Fig. 4. Height adjusted latency of the ATR\*.**



**Fig. 5. Thigh length adjusted latency of PTR\*.**



**Fig. 6. Leg length adjusted latency of the ATR\*.**

4), 이를 회귀직선으로 표시하면 슬개건반사는  $3.14 \times$  나이 - 11.865이었고(Fig. 7), 종골건반사는  $2.23 \times$  나이 - 30.48이었다(Fig. 8). Pearson 상관계수는 슬개건반사에서 0.44이었고( $P<0.01$ ) 종골건반사에서는 0.47

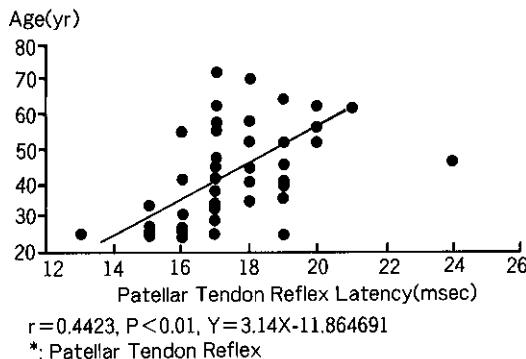


Fig. 7. Relationship between age and the latency of PTR\*.

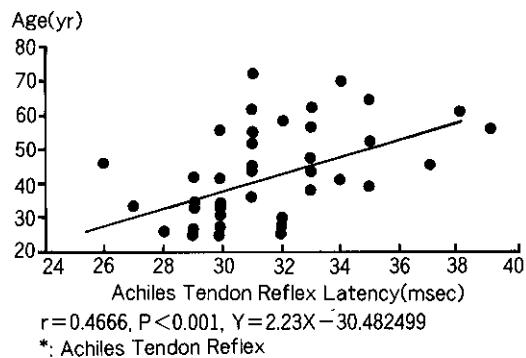


Fig. 8. Relationship between age and the latency of ATR\*.

이었다( $P<0.01$ ).

## 고 찰

19세기 후반과 20세기초 독일의 Erb와 Friedrich, Westphal등과 프랑스의 Charcot등이 건반사망치의 임상적 유용성에 대해 기술한 이후<sup>7)</sup> tendon reflex의 객관화와 정량화에 대한 문제점이 대두되었다. 이러한 tendon reflex의 다양성을 나타내는 주요인은 반사망치(reflex hammer)로 경타시 경타의 강도, 기간, 방향, 경타되어진 위치 등이며 그외 피검자의 자세, 근육의 구축, 시각, 청각자극 그리고 정신적인 영향력 등의 요인이 포함된다<sup>9)</sup>. 경타시 나타날 수 있는 이러한 변수들에 대해 Simons와 Dimi-

trijevic<sup>13)</sup>은 기계망치를 이용하여 연구하였고 Stam<sup>14)</sup>, Stam과 Leeuwen<sup>15)</sup>, 및 Stam과 Tan<sup>16)</sup>은 미세접촉반사망치(microcontact reflex hammer)와 압전변환기(piezoceramic transducer)를 설치한 반사망치를 이용하여 수동경타에 대한 연구를 시행하였다. Stam과 Tan<sup>16)</sup>에 의하면 이러한 수동 전기반사망치와 일정한 강도로 경타할 수 있는 기계망치에 대한 연구에서, 수동 전기반사망치시 경타의 강도가 아최대(submaximal)나 초최대(supramaximal) 경타시에 tendon reflex의 잠복시간이나 진폭에는 차이가 없었고 오히려 초최대 경타시에 근절도기기상의 복합유발전위파형이 제대로 나타나지 않았다고 하였고, 기계망치와 비교하였을 때도 tendon reflex의 진폭과 잠복시간에는 차이가 없다고 하였다.

본 연구에서는 경타간의 휴식 시간을 5초이상의 간격으로 10회 반복하여 시행하였는데 tendon reflex를 측정할 때 경타횟수에 있어서 Kuruoglu와 Oh<sup>8)</sup>은 4회에서 8회 반복, Stam과 Leeuwen<sup>15)</sup>은 7회반복, Lombard<sup>9)</sup>은 20회를 반복시행하였으며 그외 대부분의 연구자들은 10회 반복하여 시행하였다<sup>13)</sup>. 진타간의 휴식기도 대부분의 연구자들은 반사의 피로와 습관화(habituation)를 방지하기위해 5초 이상의 휴식기를 주었다<sup>7,8,16,17)</sup>.

본 연구에서 측정한 슬개건반사의 잠복시간은 17.30 ms이고 진폭은 1.52 mV이었는데 이는 Kuruloglu와 Oh<sup>8)</sup>의 슬개건반사의 잠복시간 17.20 ms, 진폭 1.4 mV와 거의 유사한 값이었고, 종골건 잠복시간과 진폭은 31.8 ms, 2.83 mV로 각각 나타났는데 Kuruloglu와 Oh<sup>8)</sup>의 32.1 ms, 3.0 mV와 Eisen과 Woods<sup>5)</sup>의 32.4 ms과 역시 유사하였으나 Dietrichon and sorbye<sup>3)</sup>의 35.5 ms와는 차이가 있는 것으로 보였다.

본 연구의 결과 슬개건반사의 잠복시간과 진폭에 대한 좌우측차이의 정상범위를 정할 때 좌우측차이평균에 표준편차를 2배한 값을 더하여 얻은 결과 슬개건반사의 최대잠복시간차이는 1.3 msec, 최대진폭차이는 1.4 mV로 종골건반사에서의 잠복시간 차이는 1.98 msec, 진폭차이는 2.13 mV로 말할 수 있다. Weerd와 Jonkmann<sup>19)</sup>은 슬개건 반사를 이용하여 제 3, 4 요추부신경근 환자들에 있어서 좌우측차지의 슬개건반사의 잠복시간을 2.4 ms 이상일 때 신경근병변의 진단기준을 설정하였다. 또한 Rico와 Jonkmann<sup>11)</sup>은

제 I 천추부 신경근 병변인 환자들의 진단에 종골건반사의 잠복시간과 진폭을 좌우비교하여 유용한 진단기구로 주장하였으며, 제 5 요추부신경근병변에 대해 Stam<sup>14)</sup>이 전경골근의 전반사를 통해 진단적 유용성을 발표하였고, Schott와 Koenig<sup>12)</sup>은 이두박근과 삼두박근반사의 잠복시간과 진폭을 좌우 비교하여 경추부신경근병변의 진단기준을 설정하였다.

본 연구에서는 신장이 클수록 tendon reflex의 잠복시간이 길어지는 양상을 보였다. 그리고 슬개전반사와 대퇴의 길이, 종골건반사와 하퇴의 길이사이의 상관관계를 보았을 때 슬개전에서는 유의한 상관관계를 보였으나 종골건에서는 유의하지 않게 나타났다. Ku-ruoglu와 오신중<sup>8)</sup>은 신장, 대퇴의 길이 및 하퇴의 길이와 tendon reflex의 잠복시간과 유의한 상관관계가 있는 것으로 보고하였다. Tendon reflex는 척수반사궁을 따라 나타나기에 척수반사궁길이에 따라 잠복시간에 차이가 있으나 임상에서의 반사궁길이를 측정하는데 한계로 인하여 간접적으로 신장, 슬개전반사검사시 대퇴의 길이 및 종골건반사검사시 하퇴의 길이로 척수반사궁의 길이를 대신하고자 하였다. 본 연구 결과 하퇴길이와 종골건반사 잠복시간 사이에서만 유의하지 않고 나머지에서는 유의한 상관관계가 있어서 신장, 대퇴의 길이가 척수반사궁길이를 대변한다고 말할 수 있으며 하퇴와 종골건사이에서도 유의화를 0.06으로 그러한 경향을 보인다고 할 수 있겠다.

Tendon reflex 잠복시간과 나이간에는 나이가 증가할수록 반사의 잠복시간이 길어지는데 이는 Taylor<sup>17)</sup>와 Wagman과 Lesse<sup>18)</sup>가 발표한 30~40대 이후부터 연령이 증가함에 따라 신경전도 속도가 느려지는데 기인한 것으로 볼 수 있다. 그러므로 양측성 신경근 병변환자의 경우는 연령의 평균치와 비교하는 것이 진단에 도움을 줄 수 있겠다.

한편 근래에 들어 Mineva<sup>10)</sup>, Bell와 Lechmann<sup>11)</sup> 그리고 Boxtel<sup>12)</sup>은 같은 단일신경연접반사인 tendon reflex와 H반사에 대한 유사성에 대한 검증이 이루어지고 있는데 이는 전기적자극으로 밀초신경을 거쳐 구심성신경섬유(afferent fiber)인 Ia섬유를 직접자극하는 H반사와 기계적자극을 통해 근방추를 자극하는 종골건반사는 결국 비슷한 수의 운동단위가 홍분되어 유사한 모양, 잠복시간 및 진폭 등을 가진 활동전위가 유발됨을 발표하였고, tendon reflex를

시행할 경우 H반사 검사시 피검자들이 받는 전기적인 자극을 피할 수 있으며 검사가 용이하고 H반사보다 더 많은 수에서 유발이 되는 장점이 있다고 하였다.

Dimitrijevic<sup>4)</sup>와 Fellows<sup>6)</sup>에 의하면 상부운동신경병변이 있는 환자에서 전반사의 진폭을 이용하여 경직평가에 매우 유용한 진단적 가치가 있다고 보고하였다.

## 결 론

정상 성인 남녀 50명을 대상으로 슬개전과 종골건의 tendon reflex 검사를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 슬개전반사의 평균 잠복시간은  $17.80 \pm 2.21$  ms, 평균진폭은  $1.55 \pm 0.75$  mV였으며, 종골건반사의 평균잠복시간은  $31.55 \pm 2.84$  ms, 평균진폭은  $2.60 \pm 1.98$  mV였고 좌우측간 그리고 남녀간에는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).

2) Tendon reflex의 잠복시간과 신장사이에는 통계학적으로 유의한 상관관계를 보였고( $p < 0.001$ ), 슬개전반사의 경우는 대퇴의 길이와의 관계도 통계학적으로 유의한 상관관계를 보였다( $p < 0.01$ ).

3) Tendon reflex의 잠복시간은 연령이 증가할수록 유의하게 증가 하였다( $P < 0.01$ ).

이상의 결과로 보아 저자들이 제시한 정상 성인하지의 tendon reflex의 정량화된 참고치를 이용하여 향후 말초신경병변 및 신경근병변의 환자의 검사에서 보조적 진단기구로서, 그리고 경직의 평가 방법으로서 유용하게 쓰일 수 있으리라 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Bell KR, Lehmann JF: Effect of cooling on H- and T-reflex in normal subjects. Arch Phy Med Rehab 1987; 68: 490-493
- 2) Boxtel AV: Differential effects of low frequency depression, Vibration induced inhibition, and posttetanic potentiation on H-reflex and tendon jerks in the human soleus muscle. J Neurophysiol 1986; 55: 551-568
- 3) Dietrichson P, Sorbye R: Clinical method for electrical and mechanical recording of the me-

- chanically and electrically elicited ankle reflex. *Acta Neurol Scandinav* 1971; 47: 1-21
- 4) Dimitrijevic MR: Evaluation and treatment of spasticity. *J Neuro Rehab* 1995; 9: 97-110
  - 5) Eisen AA, Woods JF, Sherwin AL: Peripheral nerve function in long term therapy with diphenylhydantoin. *Neurology* 1974; 24: 411-417
  - 6) Fellows SJ, Ross HF, Thilmann AF: The limitation of the tendon jerk as a marker of pathological stretch reflex activity in human spasticity. *J Neuro Neurosurg Psychia* 1993; 56: 531-537
  - 7) Fearing F: The history of experimental study of the knee jerk. *Am J Psychol* 1928; 40: 92-111
  - 8) Kuruoglu R, Oh SJ: Quantitation of tendon reflexes in normal volunteers. *Electrmyogr clin Neurophysi* 1993; 33: 347-351
  - 9) Lombard WP: The variation of the normal knee jerk and their relation to the activity of the central nervous system. *Am J Physi* 1887-1888; 1: 2-71
  - 10) Mineva A, Dushanova J, Gerilovsky: Similarity in shape, timing and amplitude of H- and T-reflex potentials concurrently recorded along the broad skin area over soleus muscle. *Electromyogr Clin Neurophysiol* 1993; 33: 235-245
  - 11) Rico RE, Jonkman EJ: Measurement of the Achilles tendon reflex for the diagnosis of lumbosacral root compression syndromes. *J Neuro Neurosurg Psychia* 1982; 45: 791-795
  - 12) Schott K, Koenig E: T-wave response in cervical root lesions. *Acta Neurol Scand* 1991; 84: 273-276
  - 13) Simons DG, Dimitrijevic MR: Quantative variations in the force of quadriceps responses to serial patellar tendon taps in the noraml man. *Am J Phy Med* 1972; 52: 240-263
  - 14) Stam J: The tibialis anterior reflex in healthy subjects and in L5 radicular compression. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1988; 51: 397-402
  - 15) Stam J, Leeuwen JV: A sample measurement hammer for quanitative reflex studies. *EEG clin Neurophysi*. 1984; 58: 282-284
  - 16) Stam J, Tan KM: Tendon reflex variability and method of stimulation. *EEG Clin Neurophysi* 1987; 67: 463-467
  - 17) Taylor PK: nonlinear effect of age on nerve conduction in adults. *J Neurol Sci* 1984; 66: 223-234
  - 18) Wagmann IH, Lesse H: Maxiamum conduction velocites of motor fibers of ulnar nerve in human subjects of various age and sizes. 1952; 15: 235-242
  - 19) Weintraub JR, Madalin K, Wong M, Wilboum AJ, Mabdad M: Achilles tendon reflex and the H response. Their correlation in 40 limb. *Muscle & Nerve* 1988: 972
  - 20) Weerd AW, Jonkman EJ: Mesurement of knee tendon reflex latencies in lumbar radicular syndromes. *Eur Neurol* 1986; 25: 304-308