

수온이 뇌성마비 환자의 상지 경련근의 표재 온도와  
근 활동전위에 미치는 영향

동신대학교 대학원 물리치료학과

서 삼 기

동신대학교 대학원 물리치료학과

이 정 우

마산대학 물리치료과

한 동 우

The change of muscle action potential and superficial  
temperature of spastic upper extremity in a patient with  
cerebral palsy by the water temperature

Seo, Sam-Ki, P.T.

*Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Dongshin University*

Lee, Jeong-Woo, P.T.

*Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Dongshin University*

Han, Dong-Wook, P.T.,Ph.D

*Dept. of Physical Therapy, Masan collage*

ABSTRACT

The purpose of this study was to describe the alteration of muscle action potential of spastic upper extremity in a patient with cerebral palsy by the water temperature. We used seven patients with cerebral palsy. Participants classified according to each group in 29°C, 35°C by the water temperature. All subjects participated 2 session, which at least 1 week between session. The test was measured continuously pre test, post-test by thermometer and surface EMG. The following results were obtained;

1. In changes of surface temperature, wrist flexor and extensor were significantly decreased in 29°C ( $p < 0.001$ ) group but were significantly increased 35°C group( $p < 0.01$ ).

2. In changes of surface temperature, wrist flexor and extensor were significantly differenced between 29°C and 35°C group( $p < 0.001$ ).

3. In changes of muscle action potential, wrist extension antagonist were significantly increased in 29°C group( $p < 0.05$ ).

4. In changes of muscle action potential, wrist flexion agonist were more significantly

increased in 29°C group( $p<0.01$ ).

5. In changes of muscle action potential, wrist extension antagonist were significantly differenced between 29°C and 35°C group( $p<0.05$ ).

These results lead us to the conclusion that changes of muscle action potential of spastic upper extremity in a patient with cerebral palsy were influenced by the water temperature. Therefore, a further direction of this study will be to provide more evidence that a moderate water temperature have an effect on muscle tone in a patient with cerebral palsy.

Key word: water temperature, cerebral palsy, muscle action potential

## I. 서 론

신경운동피질이나 상위운동신경원에 손상이 발생하면, 과도한 근 긴장이 동반되며 수의적 움직임이나 자세반응에 장애가 뒤따른다. 과도한 근 긴장과 관련하여 Lance(1980)는 상위운동신경증후군에서 나타나는 신전반사의 과흥분(hyperexcitability)의 결과로 과도한 건반사(tendon jerks)와 긴장성 신전반사(tonic stretch reflex)가 관절 운동 속도에 따라 증가하는 특징을 보이는 운동장애라고 정의하였다. 일반적으로 중추신경계에 병변이 생기면 하행성 운동경로가 방해받게 되는데, 그렇게 되면 신전반사가 비정상적으로 항진되어 근육의 과긴장(hypertonus)이 나타나게 된다(Paolo and Paola, 1999). 결국 이러한 근 긴장은 운동신경원의 흥분성이 과도하게 증가된 결과이며(Angel and Hofmann, 1963; Ashby and Verrier, 1976; Ashby et al., 1987), 뇌졸중, 척수손상, 외상성 뇌손상, 다발성경화증, 뇌성마비 환자들에서 운동기능의 장애를 초래하는 원인이 된다(Kuen-Horng et al 2001).

따라서 뇌성마비 환자를 치료하는 과정에는 근 긴장을 조절하거나 치료하는 것도 포함이 되는데, 일반적으로 근 긴장을 치료하기 위해 Baclofen이나 Dantrolene sodium 등의 약물치료, 페놀이나 알코올을 이용한 운동점 차단술(motor point block), 선택적 후근 절제술(selective posterior rhizotomy) 그리고 다양한 물리치료가 시행되고 있다(Losseff and Thompson, 1995; Carr et al., 1995). 하지만, 약물치료는 간독성과 같은 전신적 부작용의 위험성이 있고, 운동점 차단술은 통증을 유발하기도 하고, 정확하게 운동점에 주사하여야 하는 기술상의 어려움이 따르며, 선택적 후근 절제술은 고관절 및 요추부의 불안정성을 초래하게 되는 제한점이 있다(Green et al., 1991; 김용욱, 2001). 반면 관절가동범위 운동, 감각 자극, 고유수용성 감각자극 입력, 근전도 피드백, 보조기, 전기치료, 냉치료, 수증치료 등과 같은 물리치료는 큰 부작용이 없이 환자에게 적용할 수 있다는 장점이 있다(Basset and Lake, 1958; 김종만, Paolo and Pagliaro, 1999; 김용욱, 2001).

특히 물을 이용한 수증치료는 물이 가진 특성인 부력, 정수압, 점성, 와류, 수온 등과 같은 다양한 물리적 특성을 이용할 수 있기 때문에 환자의 치료에 많은 이점이 있다. 예를 들어 물의 온도를 적당하게 유지한다면 통증을 감소시킬 수 있으며, 관절 경화(joint stiffness)와

근 긴장을 감소시키는 효과를 얻을 수 있다(Kottke and Lehmann, 1983; 김영만 등, 1996). 일반적으로 33℃~35℃의 온도는 근육의 경직이 없이 스트레칭, 마사지를 통한 근·골격계의 이완을 초래할 수 있는 것으로 알려져 있다(Bates와 Hanson, 1996).

따라서 본 연구는 근 긴장이 동반된 뇌성마비 환자에게 수온에 변화를 주고 수중침수를 시킨 다음 임상 전기생리학적 방법을 이용하여 근 긴장도의 활동전위를 측정하여 수온에 따른 근 긴장 변화를 알아보려고 하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

본 연구 대상은 뇌성마비로 진단을 받고 전라북도 전주시내 장애인종합복지관에서 치료를 받고 있는 뇌성마비 환자 가운데, 근 긴장이 MAS(Modified Ashworth Scale) 평가등급으로 G1 이상인 자, 항경련제의 투여를 하지 않은 자, 선택적 후근 절제술(selective posterior rhizotomy)등의 외과적 수술을 시행하지 않은 자 7명을 대상으로 하였다.

연구 대상자 7명을 수온이 29℃로 유지되는 풀에 수중침수를 시키고, 다시 동일 군을 수온이 35℃로 유지되는 풀에 수중침수를 시킨 다음 온도에 따라 두 군으로 나누었으며, 실험 기간은 2003년 7월 7일부터 8월 29일까지 총 8주간 실시하였다.

### 2. 실험 도구

침수에 의해 체온이 변화하는지를 알아보기 위하여 표재성 체온계(제원, 전자식체온계, 한국)를 사용하였다.

근 긴장도의 변화를 알아보기 위해 사용된 기기는 근육의 활동전위를 측정할 수 있는 근전도기 MYOMED 932(ENRAF-NONIUS, Netherlands)로서 전극은 표면 전극인 일회용 접착식 전극 BLUE SENSOR(MEDICOTEST, Netherlands)를 사용하였다.

침수 풀은 가열 장치가 내재되어 온도를 일정하게 유지할 수 있는 TRIANGULAR BATH(EWAC, Netherlands)를 사용하였다.

### 3. 실험 방법 및 측정 방법

#### 1) 실험 방법

먼저 연구 대상자 7명에게 사전 검사로서 체온과 근전도로 근육의 활동 전위를 측정한다. 다음, TRIANGULAR BATH(EWAC, Netherlands)에 물을 채우고 온도를 29℃가 되도록 맞춘 후, 연구 대상자에게 풀 속에 들어가 앉도록 하여 전신이 완전 침수되도록 하였다. 침수 시간은 30분이며 침수가 끝난 후 다시 체온과 근전도로 활동 전위를 측정하였다.

일주일 이상 휴식 기간을 주어 선행 욕조 치료의 영향을 제거한 다음, 동일 실험자를 대상으로 욕조에 침수시키기 전에 체온과 근육의 활동 전위를 측정하였으며, 욕조의 온도를 35℃가 되도록 맞춘 후 동일한 방법으로 완전 침수를 30분간 시켰다. 침수가 끝난 후에 다

시 오른쪽 상지의 수근굴근과 수근신근의 표재온도와 근육의 활동 전위를 측정하였는데, 측정은 침수가 끝난 직후에 실시하였다. 실험시간 동안 치료실의 실내 온도는 26 ~ 28℃가 되도록 하였다.

## 2) 측정 방법

### ① 임상 전기생리학적 측정

근전도기의 활성전극과 참고전극을 수근 굴근과 수근 신근의 근복에 부착하였으며, 양극 중심간의 거리는 30mm가 유지되도록 하였고, 접지전극은 잡음을 방지하기 위하여 수근 굴근과 수근 신근이 지나지 않는 부위에 부착하였다. 전극이 부착되는 부분의 피부는 의료용 알코올로 깨끗이 닦아내고 건조시킨 다음, 표면 전극에 젤을 발라 부착하였으며, 수근 굴근과 수근 신전 운동을 시키고, 움직임이 일어나는 동안에 주동근과 길항근에서 발생하는 활동전위의 평균 진폭을 기록하였다. 측정은 침수 전과 침수 후에 각각 3회씩으로 하였으며, 그 평균값을 측정값으로 하였다. 일반적으로 근 긴장도가 증가되어 있으면 근 활동전위의 진폭이 높으며, 근 긴장도가 감소되어 있으면 진폭은 낮아지게 된다.

### ② 체온측정

체온측정은 수근 굴근과 수근 신근에서 하였으며, 표재성 체온계로 3회 측정하여 평균값을 측정값으로 하였다.

## 4. 자료 분석

29℃군과 35℃군 각각에서 실험 전과 후에 체온의 변화와 근전도의 근육 활동 전위에 변화가 있는지를 알아보기 위하여 짝비교 t-검정(paired t-test)을 실시하였으며, 각 군 간에 체온과 근육 활동 전위에 차이가 있는지를 알아보기 위하여 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다.

통계프로그램은 SPSSWIN(ver 10.0)이었으며, 유의수준  $\alpha=0.05$  이었다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. 실험대상자의 일반적 특성

대상자의 일반적 특성은 남자 4명(57.1%), 여자 3명(42.9%)이었으며, 유형은 경직성 양지마비 5명(71.4%), 경직성 사지마비 2명(28.6%)이었다. 평균 연령은 5.87세, 평균 몸무게는 18.43kg 이었다(표 1).

표 1. 대상자의 일반적 특성(N=7)

일반적 특성		통계량
성 별	남(%)	4(57.1)
	여(%)	3(42.9)
유 형	경직성 양지마비(%)	5(71.4)
	경직성 사지마비(%)	2(28.6)
연 령	4.4세 ~ 7.2세	5.87 ± 1.27
체 중	10kg ~ 24kg	18.43 ± 4.99

## 2. 실험 전과 후의 적용온도별 전완부의 표재온도 변화

수중침수 전과 수중침수 후 전완부의 수근 굴근과 수근 신근의 시간경과에 따른 표재온도의 변화를 보면 수근 굴근의 경우 29℃군은 실험 전에 비해 실험 후에 표재온도가 하강했으며( $p < 0.01$ ), 35℃군은 실험 전에 비해 실험 후에 온도가 상승하였다( $p < 0.01$ ).

또한 수근 신근의 경우도 29℃군은 실험 전에 비해 실험 후에 표재온도가 하강했으며( $p < 0.01$ ), 35℃군은 실험 전에 비해 실험 후에 온도가 상승하였다( $p < 0.01$ ).(표 2).

표 2. 실험 전과 후의 적용온도별 전완부의 표재온도 변화

Unit : ℃

		실험전	실험후	t-값	p
수근 굴근	29℃ 군	33.04 ± 0.61	31.83 ± 0.49	-10.148	0.000
	35℃ 군	32.94 ± 0.60	34.84 ± 0.55	5.369	0.002
수근 신근	29℃ 군	32.64 ± 0.51	31.87 ± 0.43	-8.347	0.000
	35℃ 군	32.70 ± 0.50	34.87 ± 0.74	5.497	0.002

All value are showed M±SD

## 3. 29℃군과 35℃군 간의 표재 온도 변화량 차이

29℃군과 35℃군 간의 표재 온도 변화량 차이를 보면 먼저 수근 굴근의 경우 29℃군에서는 표재온도가 하강한 반면, 35℃군에서는 표재온도가 상승하여 두 군 사이에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.01$ ).

또한 수근 신근의 경우도 29℃군의 표재온도는 하강한 반면, 35℃군의 표재온도는 상승하여 두 군 사이에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.01$ )(표 3).

표 3. 군 간 표재온도의 변화량 차이

Unit : °C

	29℃	35℃	t value	p value
수근굴근 표재온도	-1.22 ± 0.60	1.90 ± 0.45	-10.997	0.000
수근신근 표재온도	-0.83 ± 0.40	2.23 ± 0.71	-9.971	0.000

All value are showed M±SD

#### 4. 수근 관절 굴곡시 적용온도별 근 활동전위의 변화

수근관절 굴곡시 주동근의 근 활동전위는 29℃군에서는 근 활동전위가 유의하게 증가하였지만( $p < 0.01$ ), 35℃군에서는 유의한 차이가 없었다. 길항근의 경우는 29℃군에서 큰 폭의 증가가 있었지만 통계적인 차이는 없었다. 35℃군에서도 약간의 감소는 있었지만 통계적인 차이는 없었다(표 4).

표 4. 수근관절 굴곡시 적용온도별 근 활동전위 변화

Unit :  $\mu V$

	실험전	실험후	t-값	p	
주동근	29℃ 군	74.71 ± 27.45	123.86 ± 47.74	-26.30	0.002
	35℃ 군	74.57 ± 26.91	74.86 ± 74.10	-0.013	0.990
길항근	29℃ 군	33.43 ± 21.99	61.71 ± 27.86	-2.201	0.070
	35℃ 군	33.14 ± 21.53	32.71 ± 20.48	0.510	0.629

All value are showed M±SD

#### 5. 수근 관절 신전시 적용온도별 근 활동 전위의 변화

수근관절 신전시 근 활동전위의 변화에서 주동근의 근 활동 전위는 29℃군과 35℃군 모두 유의한 차이는 없었지만, 29℃군에서 진폭이 증가한 것을 볼 수 있으며, 수근관절 신전시 길항근의 근 활동전위는 29℃군에서는 유의하게 증가한( $p < 0.05$ ) 반면, 35℃군에서 유의한 차이가 없었다(표 5).

표 5. 적용온도별 수근관절 신전시 근 활동 전위 변화

Unit :  $\mu V$

		실험전	실험후	t-값	p
주동근	29℃ 군	71.57 ± 49.64	99.00 ± 65.26	-1.904	0.687
	35℃ 군	72.57 ± 49.51	78.86 ± 45.97	-0.423	0.106
길항근	29℃ 군	28.00 ± 4.65	47.57 ± 13.43	-3.082	0.022
	35℃ 군	27.57 ± 3.55	26.71 ± 6.16	0.618	0.559

All value are showed M±SD

## 6. 29℃군과 35℃군 간의 근 활동 전위 변화량 차이

수근관절 굴곡과 신전시 주동근과 길항근의 근 활동전위의 변화에서 수근관절 굴곡시 29℃군에서 주동근과 길항근의 근 활동전위의 진폭이 현저히 증가하였지만 통계적인 차이는 없었다.

수근관절 신전시 길항근과 주동근의 변화를 보면, 신전시 주동근과 길항근 모두 29℃군에서 근 활동전위의 진폭이 현저히 증가하였지만, 길항근의 근 활동전위에서만 29℃군과 35℃군 간의 근 활동전위의 변화량이 유의한 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ )(표 6).

표 6. 군간 근 활동전위의 변화량 차이

Unit :  $\mu V$

		29℃	35℃	t value	p value
수근굴곡시	주동근 근활동전위	49.14 ± 24.69	0.29 ± 56.11	2.109	0.057
수근굴곡시	길항근 근활동전위	28.29 ± 34.00	-0.43 ± 2.23	2.230	0.067
수근신전시	주동근 근활동전위	27.43 ± 38.12	6.29 ± 39.29	1.022	0.327
수근신전시	길항근 근활동전위	19.57 ± 16.80	-0.86 ± 3.67	3.143	0.018

All value are showed M±SD

## IV. 고 찰

뇌성마비환자는 정상적인 자세긴장 대신 과긴장이 나타나고, 이러한 과긴장은 경직성 또

는 간헐적 경축(intermittent spasm)의 양상으로 나타난다(Bobath, 1980; 이정립 외, 1999). 이러한 과긴장의 변화를 주기 위해서 임상에서 특정한 약물이나 물리적 자극에 의해 변화를 가져 올 수 있다고 알려져 있다. 약물은 baclofen이나 대표적으로 사용되고 있으며(Ochs et al., 1999), 물리적 자극으로는 마사지(Sullivan et al., 1991), 근육타진(Belanger, 1989), 압박(Leone and Kakulka, 1988), 전기자극(Bajd et al. 1985; 이정우 2003), 냉치료(Bassett and Lake, 1958), 온열 수치료(Kottke and Lehmann, 1983; 김영만 등, 1996) 등이 알려져 있다. 물을 이용한 치료는 오래 전부터 여러 가지 질환에 다양하게 적용되어 왔다(Borrel et al., 1980). 특히 물은 온열을 쉽게 적용할 수 있기 때문에 이러한 온열은 통증의 경감, 관절 가동성의 증가, 근 긴장도의 감소 등의 효과가 있다고 보고 된다(Lehmann et al., 1970; Warren et al., 1976).

본 실험은 7명의 뇌성마비 환자를 29℃의 온도와 35℃의 온도를 전신침수로 적용하여 전완의 움직임인 수근굴곡과 수근신전을 하였을 때의 근 활동 전위를 전신침수 전과 전신침수 직후를 비교 측정하였다. 약 30분 동안의 온열 적용 시 29℃와 35℃에서 오른쪽 전완의 수근굴근과 수근신근의 표재온도가 침수 직전 표재온도와 침수 직후 표재온도가 유의한 차이를 보여 적용 시간에 따른 온도의 변화가 29℃에서는 감소하였으며, 35℃에서는 상승하였다. 또한 수근굴근과 수근신근간의 온도의 변화도 유의한 차이를 보였다.

온열 적용의 온도가 심부온도의 변화가 있을 수 있는 충분한 온도는 아니지만 신체 근육의 표재온도의 상승도 관절 가동성, 근육경련, 근 긴장의 변화에 영향을 줄 수 있다고 보고 된다(Weidenbacker and smith, 1960; 김영만 외 1996). 따라서 수중침수시 온열의 적용이 신체 표재온도의 변화를 통해 근 긴장의 변화가 있었다면, 근 긴장도의 변화를 임상전기학적 측정방법인 근전도 검사를 통해 근 전위활동 변화를 예상 할 수 있다.

상위운동신경원 질환에 의한 근 긴장도에 대한 근 전위활동 연구는 근 긴장도의 변화를 정량적으로 평가한 여러 선행연구를 참고 하였다(Fabrizio et al., 2000; Dachy and Dan, 2001, Charles et al., 2001; Pandyan, et al., 2001; Brashear et al., 2002; Maria and Robert, 2003).

본 실험에서 근 활동전위 변화를 측정한 결과 수근관절 굴곡 및 신전시 29℃에서 주동근과 길항근이 현격하게 증가된 추세를 보였으며 통계적 유의성은 길항근에서 나타났다, 35℃에서는 주동근의 변화는 약간 상승하거나 비슷한 수준을 나타냈으며 길항근은 약간 감소하거나 비슷한 수준을 나타냈다. 그리고 수근관절 굴곡·신전시 주동근과 길항근 간의 온도에 따른 유의성은 길항근에서 유의성을 나타냈다. 다시 말해, 수근관절 굴곡·신전시 온도에 따른 근 활동전위의 변화에 대한 의미를 살펴보면 29℃에서는 주동근 및 길항근 모두 근 활동전위가 큰 차이를 보이므로 근 긴장도가 항진되었음을 나타내고, 35℃에서는 주동근에서는 약간의 증가나 비슷한 경향을 나타냈지만 길항근의 변화에서 변화하지 않거나 감소되는 경향이 있는 것은 근 긴장이 증가되는 움직임이 아닌 수의적 수축력이 나타난 것으로 근 긴장도가 약간의 억제를 보여주거나 감소됨을 보여주는 것이다.

따라서 전기생리학적 평가를 통해 수중침수시 수온이 근 긴장도의 변화에 영향을 주는바, 임상에서 물을 이용한 치료나 적용에 따른 적절한 온도를 고려하여 임상적 효율성을 높이는 데 기초적 자료를 제공할 것으로 생각된다.

하지만, 많은 대상자가 실험에 참여하지 않았다는 제한점과 더 다양한 온도에서 실험이 이루어지지 않은 제한점이 있었다. 그리고 뇌성마비환자에서는 관절의 변형(deformity)이 수반되기 때문에 실제 수근관절의 움직임을 정확하고 충분히 수행하기가 어려운 제한점이 있



었으며, 침수만을 고려한 부분이어서 수중치료와 같은 역동적 움직임이 수반되지 않은 제한점이 있었고, 온도에 따른 수근관절의 변화된 움직임에 대한 중추신경원의 흥분성 변화를 의미하는 부분은 중추신경원 연결 흥분성 변화를 측정하는 H-반사와 같은 근전도 검사를 시행하지 못한 제한점이 따르므로 향후 이부분에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 실험은 수중침수시 수온이 뇌성마비환자의 상지 경련성 변화에 미치는 효과를 임상전기생리학적 실험을 통하여 근 활동전위 변화를 측정한 것으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 시간경과에 따른 수근굴근 및 수근신근의 표재온도의 변화는 29℃에서 현저하게 감소하였고( $p<0.01$ ), 35℃에서는 현저하게 증가하였다( $p<0.01$ ).
2. 상지의 수근굴근과 수근신근 모두 29℃군과 35℃군 간의 표재온도의 비교에서 현저한 차이가 있었다( $p<0.01$ ).
3. 상지의 수근관절 신전시 길항근의 근 활동전위의 변화가 29℃에서 현저하게 증가한( $p<0.05$ ) 반면, 35℃에서는 변화가 없었다.
4. 상지의 수근관절 굴곡시 주동근의 근 활동전위의 변화가 29℃에서 현저하게 증가한( $p<0.01$ ) 반면, 35℃에서는 변화가 없었다.
5. 상지의 수근관절 신전시 길항근의 29℃군과 35℃군 간의 근 활동전위의 변화 비교에서 29℃군은 증가하였고, 35℃군은 감소하여 차이가 있었다( $p<0.05$ ).

이상의 결과로 볼 때 수중침수시 수온에 의해 상지의 근 긴장도 변화에 영향을 주고 있음을 알았다. 따라서 임상에서 뇌성마비환자와 같은 상위운동신경원 손상환자에게 물을 적용하거나 수중에서 치료할 때 근 긴장도를 고려한 적절한 온도가 필요하리라 생각된다.

## 참고문헌

- 김영만, 박소연, 최홍식, 권오윤 : 대조육과 온열육의 교차성 열효과, 한국전문물리치료학회지 3(2), 49-54, 1996.
- 김용욱 감각신경 경로의 치료적 전기자극이 뇌병변 환자의 경직에 미치는 영향, 연세대학교 석사학위 논문, 2001.
- 이정립, 김택훈 : 복근강화운동이 선택적 후근 절제술을 받은 뇌성마비아동의 선자세 유지에 미치는 영향, 한국BOBATH학회지, 4(1), 30-39, 1999.
- 이정우 : 신경근전기자극에 의한 척수운동신경원의 흥분성 변화, 동신대학교 석사학위 논문, 2003.
- Angel R.W, Hoffmann WW : The H-reflex in normal, spastic and rigid subjects, Arch Neurol 8, 591-596, 1963.
- Ashby P, Mailis A, Hunter J : The evaluation of "Spasticity", Can J Neurol Sci 14,

- 497-500, 1987.
- Ashby P, Verrier M : Neurophysiologic changes in hemiplegia, *Neurology* 26, 1145-1151, 1976.
- Bajd T, Gregoric M, Volovinik L, Benko H : Electrical stimulation in treating spasticity resulting from spinal cord injury, *Arch Phys Med Rehabil* 66, 515-517, 1985.
- Bassett, SW, Lake BS : Use of cold applications in the management of spasticity: Report of three cases. *Physical Therapy Reviews* 1958;38:333-334.
- Bates A, Hanson N : *Aquatic exercise therapy*, W.B. Saunders Company, 1-28, 1996.
- Belanger AY : Manual muscle tapping decreases soleus H-reflex amplitude in control subjects, *Physiother Can* 41, 192-196, 1989.
- Bobath K : *A neurological basis for the treatment of cerebral palsy*. 2nd ed. J B Lippincott Co., Philadelphia, 37-41, 57-56, 1980.
- Borrel RM, Parker R : Comparison of in vivo temperatures produced by hydrotherapy, paraffin wax treatment, and Fluidotherapy, *Phys Ther* 60(10), 1273, 1980.
- Brashear A, Zagonte R, Corcoran M, Jimenez NG, Gracies JM, Forrest Gordon M, McAfee A, Ruffing K, Thompson B, Williams M, Lee C-H, Turkel C. Inter- and inter reliability of the ashworth scale and the disability assessment scale in patients With upper-limb poststroke spasticity, *Arch Phys Med Rehabil*, 8(3), 1349-1354, 2002.
- Carr JH, shepherd RB, Ada L : Spasticity: research findings and implications for intervention, *Physiotherapy* 81, 421-429, 1995.
- Charles TL, Pamela MD, Tamaki M, Toshio M, James AM : H-reflex modulations during voluntary and automatic movements following upper motor neuron damage, *Electroencephalography and clinical Neurophysiology* 109, 475-483, 1998.
- Dachy B, Dan B : Electrophysiological assessment of the effect of intrathecal baclofen in spastic children, *Clinical Biomechanic*, 113:336-340, 2002.
- Fabrizio P, Giacinta M, Carmen DC, Danilo P, Elisa C, Roberto C : Quantitative measures of spasticity in post-stroke patients, *Clinical Neurophysiology* 111, 1015-1022, 2000.
- Green WB, Dietz FR, Goldberg MJ, Gross RH, Miller F, Sussman MD : Rapid progression of hip subluxation in cerebral palsy following selective posterior rhizotomy, *J Pediatr Orthop*, 11, 494-497, 1991.
- Harburn KL, Hill KM, Vandervoort AA, Helewa A, Goldsmith CH, Kertesz A : Spasticity measurement in stroke: a pilot study, *Can J Public Health* 83, S41-45, 1992.
- Kottke FJ, Lehmann JF : *Krusen's Handbook of Physical Medicine and rehabilitation*, W.B. Saunders Co., Philadelphia PA, 336-337, 1983.
- Kuen-Horng TASI, Chun-Yu YEN, Hui-Yi CHANG, Jia-Jin CHEN : Effects of a Single Session of Prolonged Muscle Stretch on Spastic Muscle of Stroke Patients, *Proc Natl Sci Counc* 25(2), 76-81, 2001.
- Lance JW : *Pathophysiology of spasticity and clinical experience with baclofen*. In *Spasticity: Disordered Motor Control*, Year Book Medical Publisher, Chicago,

185-203, 1980.

- Leone JA, Kakulka CG : Effects of tendon pressure on alpha motoneuron excitability in patients with stroke, *Phy Ther* 68, 475-480, 1988.
- Losseff N, Thompson AJ : The medical management of increased tone, *Physiotherapy* 81, 480-484, 1995.
- Maria K, Lebedowska, Robert Fisk J. Quantitative evaluation of reflex and voluntary activity in children with spasticity, *Arch Phys Med Rehabil* 84, 828-837, 2003.
- Ochs G, Nauman C, Dimitrijevic M, Saindou M : Intertheal baclofen therapy for spinal origin spasticity: spinal cord injury, spinal cord disease and multiple sclerosis, *Neuromodulation* 2, 108-119, 1999.
- Pandyan AD, Price CIM, Rodgers H, Barnes MP, Johnson GR. Biomechanical examination of a commonly used measure of spasticity, *Clinical Biomechanic* 16, 859-865, 2001.
- Paolo P, Paola Z : Quantitative evaluation of the stretch reflex before and after hydro kinesy therapy in patients affected by spastic paresis, *Jounal of Electromyography and Kinesiology* 9, 141-148, 1999.
- Sullivan ST, Williams LRT, Seaborne DE, Morelli M : Effects of massage on alfa motoneuron excitability, *Phy Ther* 71, 555-560, 1991.
- Weidenbacker RA, Smith C : Does heat cause relaxation?, *Phys Ther Rev* 40, 261-265, 1960.