

치료 풀의 온도에 따른 근신장반사와 신장-유발 근 전위활동의 변화

서삼기

(동신대학교 대학원 물리치료학과)

이정우

(홍제연합의원 물리치료실)

김태열·김계엽

(동신대학교 물리치료학과)

The Change of Muscle Stretch Reflex and Stretch-Evoked EMG by the Water Temperature of Therapy Pool

Seo Sam-Ki, P.T., M.P.T.

(Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Dongshin University)

Lee Jeong-Woo, P.T., M.P.T.

(Dept. of Physical Therapy, Hongjae Clinic)

Kim Tae-Youl, P.T., Ph.D. · Kim Kye-Yoep, D.V.M., Ph.D

(Dept. of Physical Therapy, Dongshin University)

ABSTRACT

The purpose of this study was to describe the alteration of stretch reflex and electrical

activity of lower leg muscle in cerebral palsy by the water temperature. We used ten cerebral palsy. Participants classified according to each group in 29°C, 32°C, 35°C by the water temperature. All subjects participated 3 session, which at least 1 week between session. The test was measured continuously pre test, post-test by thermometer and surface electromyography(sEMG).

The following results were obtained;

1. Superficial temperature were significantly decreased in 29°C($p < 0.001$) group but were significantly increased 32°C, 35°C group($p < 0.001$).
2. Muscle stretch reflex were significantly decreased in 32°C($p < 0.05$) and 35°C($p < 0.001$) group.
3. Stretch-evoked EMG were significantly increased in 29°C group($p < 0.01$).

These results lead us to the conclusion that changes of stretch reflex and electrical activity of lower leg muscle in 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 tonus in a patient with cerebral palsy.

Key Words : Water temperature, Muscle tonus, Muscle stretch reflex, Electromyography

1. 서론

신경운동피질이나 상위운동신경원에 손상이 발생하면, 과도한 근 긴장이 동반되며 수의적 움직임이나 자세반응에 장애가 뒤따른다. 과도한 근 긴장과 관련하여 상위운동신경중후군에서 나타나는 신장반사의 과흥분의 결과로 과도한 건반사와 긴장성 신장반사가 관절의 운동속도에 따라 증가하는

특징을 보인다(Lance, 1980). 일반적으로 중추신경계에 병변이 생기면 하행성 운동경로가 방해받게 되어 신장반사가 비정상적으로 향진되고 근육의 과긴장이 나타나게 된다(Pagliari와 Zamparo, 1999). 이러한 근긴장은 운동신경원의 흥분성이 과도하게 증가된 결과이며(Ashby 등, 1987), 뇌졸중, 척수손상, 외상성 뇌손상, 다발성경화증, 뇌성마비 환자들에서 운동기능의 장애를 초래하는 원인이 된다(Kuen-Horng 등, 2001). 중추신경계 손상이 있을 때 나타나는 과긴장

이나 경직은 수의적 움직임이나 자세반응에 영향을 주어 환자들의 적극적인 재활을 저해하는 특성을 가지고 있다(Charles 등, 1998).

중추신경계 병변에 의한 근육의 과긴장을 조절하기 위하여 현재 수술, 약물, 다양한 물리적 동인을 이용한 다양한 방법들이 적용되고 있다. 수술로는 선택적 후근 절제술(selective posterior rhizotomy), 척수절개술(myelotomy) 등이 시행되고 있으나 수술의 위험성과 척추의 불안정 등의 문제점이 있다. 약물로는 원심성 경로와 구심성 경로에서 흥분성 신경전달물질 유리를 억제하여 근 긴장도를 줄이기 위해 Baclofen 등을 투여하지만, 간독성 및 용량에 따른 부작용이 따른다. 그러나 관절가동범위 운동, 감각자극, 고유수용성 감각자극, 근전도 되먹임, 보조기, 전기자극, 냉 적용, 수중치료 등과 같은 물리치료는 큰 부작용이 없이 환자에게 적용할 수 있다는 장점이 있다(Pagliari와 Zamparo, 1999; 김용욱, 2001). 특히 수중치료는 물이 가지고 있는 밀도, 와류, 부력, 정수압, 수온 등의 여러 유체역학적인 요소를 적절히 이용하여 치료적인 효과를 증대시킬 수 있다(김태열 등, 2000). 특히 치료물의 적절한 수온은 근육의 이완을 촉진하고, 근경련과 통증을 감소시키며, 관절의 움직임과 말초순환을 증진시키지만 이에 대한 연구가 많이 보고되지 않고 있다(Norn과 Hanson, 1996; Peterson, 2001).

근 긴장도를 측정하는 방법에는 이학적 방법과 생체역학적 방법, 임상전기생리학적 방법 등이 있으며, 이러한 방법들을 비교·평가하여 근 긴장도 변화의 평가에 대한 임

상적 효율을 높일 수 있다(Cavorzin 등, 2002; Lebedowska와 Fisk, 2003). 현재 임상에서 가장 보편적으로 사용하고 있는 측정방법으로는 modified Ashworth scale(MAS), 근신장반사 측정과 같이 분석 자료의 정량화에 주관적 요소가 많이 개재되는 이학적 측정들이며(Bohannon과 Smith, 1987; Miller와 Hahn, 1996), 최근 들어 객관적 정량화가 가능한 근전도, mechano myography 등을 이용한 근 긴장도 측정에 대한 연구와(Leonard 등, 2001; Cavorzin 등, 2002) 주관적 분석에 의한 정량화 방법인 이학적 측정과 객관적 정량화 분석이 가능한 임상전기생리학적 측정 결과들 간의 상관성에 대한 연구도 이루어지고 있다(Pisano 등, 2000; Dachy와 Dan, 2001; Lebedowska와 Fisk, 2003). 특히 근래에 들어 뇌성마비 아동들을 대상으로 근긴장도에 대한 근신장반사나 근 전위활동을 이용한 연구가 다양하게 이루어지고 있다(O'Sullivan, 1998; Jobin과 Levin, 2000; Sgouros와 Seri, 2002).

본 실험은 수온에 따른 근 긴장도 변화를 근신장반사와 근 전위활동 측정을 통하여 경직형 마비환자들에 대한 수중치료 시 근 긴장도에 따른 적정온도 선택을 위한 기초 자료를 제공하고, 다양한 근긴장도 측정방법들 중 주관적 신장반사 측정법인 근신장반사와 객관적 신장반사 측정법인 신장-유발 근 전위활동을 이용한 정량적 평가의 연관성과 임상적 유효성을 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

대상자는 뇌성마비로 진단을 받고 전라북도 소재한 장애인종합복지관에서 치료를 받고 있는 경직형 뇌성마비아동 중 근 긴장도가 modified Ashworth scale로 1등급 이상이고, 항경련제 투여나 신경차단술, 선택적 후근절제술 등의 외과적 수술을 시행하지 않은 10명을 대상으로 하였다.

대상자를 선행 실험으로부터 영향을 받지 않기 위해 군 간 휴지기를 일주일로 하여 수온에 따라 분류한 3개의 실험군에 중복배치 하였다. I군은 치료풀의 수온이 29℃, II군은 치료풀의 수온이 32℃, III군은 치료풀의 수온이 35℃이었다. 대상자의 성별은 남자가 4명, 여자가 6명, 연령은 5.78±1.15세였으며, 평균체중이 18.10±3.96 kg이었다.

2. 연구방법

1) 수중치료

실험 대상자들이 물에 적응하도록 하기 위해 자동수온조절장치가 내장된 소형 치료풀(EWAC, Triangular bath, Netherlands)에서 사전 적응훈련을 2주간 실시한 후 Lambeck과 Stanat(2000)이 제시한 Halliwick 10 point program을 근거로 rotation control program을 모든 대상자들에게 동일하게 30분간 적용하였다(Table 1).

2) 측정

표재온도와 근 긴장도의 이학적 측정 및 근 전위활동 측정은 실험 대상자의 우측 하퇴에서 실시하였으며, 측정 전에 30분간 충분히 휴식을 취하게 한 후 치료 전과 직후에 3회씩 측정하여 평균값을 선택하였다.

Table 1. Halliwick 10 point program

The 10 point program	The three learning stage
Mental Adjustment	Mental Adjustment and Disengagement
Sagittal Rotation Control	
Transversal Rotation Control	
Longitudinal Rotation Control	
Combined Rotation Control	Balance Control and Disengagement
Upthrust (Mental Inversion)	
Balance in Stillness	
Turbulent Gliding	
Simple Progression	
Basic Halliwick Movement(s)	Movement and Disengagement

표재온도는 하지의 후면 하퇴삼두근 근복 위의 피부에서 전자식 체온계(지안아트, ST-100 A, 한국)로 동일 부위에서 측정하였다. 근신장반사를 측정은 대상자를 엎드리게 하여 슬관절을 직각으로 굴곡시켜 세운 후 족관절을 배굴시킨 다음 반사망치로 아킬레스건을 가격하였다. 신장-유발 근전도(stretch-evoked EMG)는 표면근전도 장치(Enraf-Nonius, Myomed 932, Netherlands)를 이용하여 족관절을 배측굴곡 방향으로 빠르게 신장시킬 때 유발되는 활동전위의 평균진폭을 기록하였다. 전극이 부착되는 부분의 피부는 의료용 알코올로 깨끗이 닦아내고 건조시킨 후, 일회용 전극(Medicotest, Blue sensor, USA)을 이용하여 활성전극과 참고전극을 하퇴삼두근 근복에 부착하였다. 양 전극의 중심간 거리는 30 mm가 유지되도록 하였고, 접지전극은 하퇴삼두근의 움직임과 관계가 없는 부위에 부착하였다. 근전도의 분석조건으로 work-rest mode를 사용하였으며 work time 3 sec., rest time은 30 sec., cycle은 3, sensitivity는 400 μ V를 사용하였다.

3. 통계분석

통계학적 분석은 Windows용 SPSS 10.0 프로그램을 사용하였다. 실험군의 표재온도, 근신장반사, 신장-유발 근 전위활동의 평균진폭에 대하여 평균±표준편차를 구하고, 각 측정 항목들의 치료 전·후 변화에 대한 유의성을 검증하기 위하여 짝 비교 t-test를 실시하였으며, 각 측정 항목들의 군 간 유의성을 검증하기 위하여 일원배치 분산분석

(one way ANOVA)과 사후검정으로 Duncan test를 실시하였다. 모든 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 수준에서 채택하였다.

III. 결 과

1. 표재온도의 변화

적용 전·후 표재온도의 변화를 비교한 결과 I군에서는 적용 후 표재온도가 유의하게 하강하였으며($p < 0.001$), II군($p < 0.01$)과 III군($p < 0.001$)은 유의하게 상승하였다. 군 간의 차이를 일원배치 분산분석한 결과 유의하게 차이가 있었으며($f = 57.60$, $p < 0.001$), 사후검정에서 I군과 II군, I군과 III군, II군과 III군이 유의하게 차이가 있었다($p < 0.001$)(Fig 1).

2. 근신장반사의 변화

적용 전·후 근신장반사의 변화를 비교한 결과 II군($p < 0.01$)과 III군($p < 0.001$)에서 유의한 차이가 있었다. 군 간의 차이를 일원배치 분산분석한 결과 유의하게 차이가 있었으며($f = 18.33$, $p < 0.001$), 사후검정에서 I군과 II군, I군과 III군이 유의하게 차이가 있었다($p < 0.001$)(Fig 2).

3. 신장-유발 근 전위활동의 변화

적용 전·후 신장-유발 근 전위활동의 변화를 비교한 결과 I군은 유의하게 차이가 있었지만($p < 0.01$), II군과 III군에서는 차이

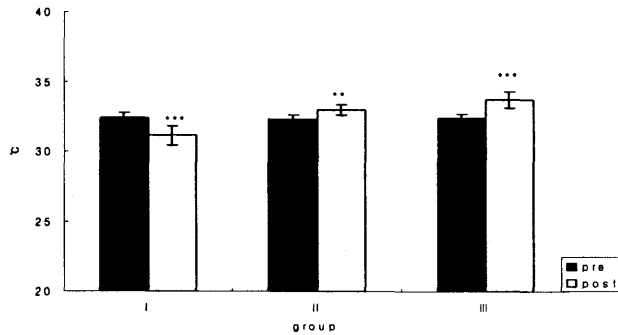


Fig 1. Change of superficial temperature of lower leg after aquatic therapy.

Significantly different from pre **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$

I: 29°C group II: 32°C group III: 35°C group

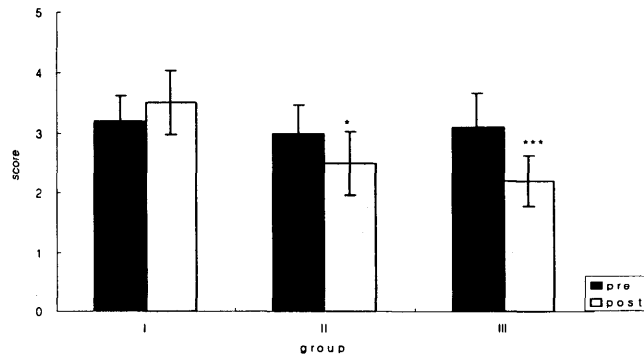


Fig 2. Change of muscle stretch reflex of lower leg after aquatic therapy.

Significantly different from pre *: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

I: 29°C group II: 32°C group III: 35°C group

가 없었다. 군 간의 차이를 일원배치 분산 분석한 결과 유의하게 차이가 있었으며 ($f=11.12$, $p < 0.001$), 사후검정에서 I군과 II군, I군과 III군이 유의하게 차이가 있었다 ($p < 0.001$)(Fig 3).

IV. 고찰

물을 이용한 수중치료는 인체의 생리학적 변화를 일으킬 수 있는 요소를 가지고 있

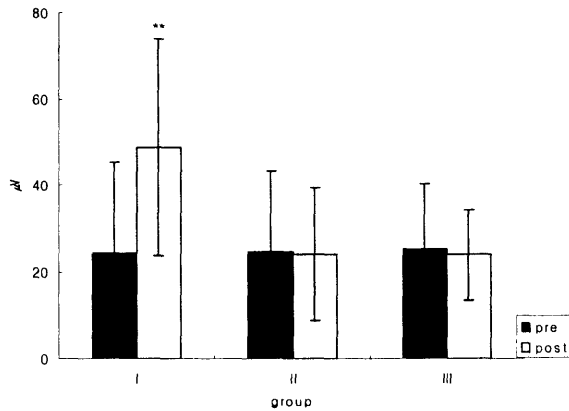


Fig 3. Change of stretch-evoked EMG of lower leg after aquatic therapy.

Significantly different from pre *: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

I: 29°C group II: 32°C group III: 35°C group

다. 이러한 요소는 부력, 유체밀도, 정수압, 물의 깊이, 수온 등이 있으며, 특히 적절한 수온은 중추신경계 손상이 있을 때 나타나는 과 긴장이나 경직이 감소하거나 이완이 된다(Campion, 1998). 따라서 본 실험에서는 물의 온도가 근 긴장도에 영향을 준다는 선행보고(Lehmann, 1982)를 참고 하였으며, 열 교환에서 대기보다 물에서의 전도와 대류가 더 크기 때문에 인체에 적용되는 물의 온도가 특정한 영향을 줄 수 있음을 예측할 수 있었다. 실험 시 적용온도를 냉각 수용기가 활성화 되는 온도인 29°C를 적용하는 I군, 온열 수용기가 활성화 되는 온도인 32°C를 적용하는 II군, 그리고 발한을 일으키는 온도인 35°C를 적용하는 III군으로 적용하여 적용 전, 적용 후에 측정하였다.

실험 전과 후의 적용 온도별 변화에서 하퇴의 표재온도는 I군에서는 유의한 감소를

나타냈으며, II군과 III군에서는 유의한 증가를 나타냈다. 근신장반사의 변화는 I군에서는 변화를 나타내지 않았지만 약간의 증가추세를 보였으며, II군과 III군에서는 유의한 감소를 나타냈다. 그리고 신장-유발 근 전위 활동의 변화에서는 I군은 근 긴장도가 억제되지 않아 약간의 증가나 변화가 없어서 근 긴장도가 변화하지 않았지만, II군과 III군은 유의한 감소를 나타냈다. 이러한 결과는 근육의 과긴장을 치료하기 위해 수온의 변화를 주는 필요성보다 냉각수용기가 활성화되어 과긴장 상태를 악화시키지 않는 점이 더 중요하다고 할 수 있다(Ruoti et al. 1997). 따라서 적절한 수온의 선택은 환자의 움직임보다 능동적이거나 자유스럽게 움직일 수 있도록 도와주게 된다.

상위운동신경원 손상환자의 근 긴장도에 대한 평가는 치료계획의 설정과 환자의 상

태를 알 수 있는 과정으로서 중요하다. 임상에서 여러 가지 방법으로 근 긴장도를 측정하기 위한 노력이 계속되어 왔으며, 심부건반사는 이학적 측정도구로 가장 많이 사용되고 있다(Miller and Hahn, 1996). 심부건반사는 근 긴장도나 강직을 측정하기 위한 도구이지만, 검사자마다 평가가 다르게 평가되는 주관적인 요소가 있을 수 있는 단점이 있다. 그러나 이러한 이학적 평가의 단점을 보완하기 위해 생체역학적 방법이나 임상전기생리학적 방법을 이용하여 근 긴장도에 대한 정량적 평가나 비교를 하기 위한 노력이 시도되고 있다(전중선 등, 1996; Charles, 2001). Zupan 등(1998)은 척수손상 환자를 대상으로 하지의 MAS와 표면근전도기를 이용한 근 전위활동을 비교 평가에서 유의한 상관관계가 나타남을 보고 하였다. 또한 Pagliaro와 Zamparo(1999)는 뇌졸중 환자의 수중치료 전·후의 근 긴장도를 MAS와 FIM(Functional Independence Measure), 신장반사를 이용하여 정량적으로 평가하여 유의한 상관관계가 나타남을 보고 하였다. 본 실험에서도 온도에 의한 근 긴장도 변화를 정량적으로 평가하기 위하여 이학적 측정항목인 근신장반사를 측정하였고, 임상전기생리학적 방법으로 표면 근전도기를 이용하여 신장유발 전위활동을 측정한 결과 근신장반사와 신장-유발 근 전위활동이 I 군은 증가되었으며, II 군과 III 군은 감소되어 이들의 연구 결과와 비슷하였다.

수온에 의한 근 긴장도의 변화는 29°C에서 근 긴장도가 증가 또는 유지 되었으며, 32°C와 35°C에서는 감소되는 추세를 보여

경직형 마비환자의 수중치료 적정온도는 32°C 이상으로 나타났으며, 척수 신장반사를 측정하는 방법으로 주관적 측정법인 근신장반사와 객관적 측정법인 신장-유발 근 전위활동의 변화가 유사하게 나타났다.

V. 결론

본 실험은 수온이 근 긴장도에 미치는 효과와 측정방법 간의 연관성을 알아보고자 뇌성마비아동 10명을 대상으로 수중치료 전·후에 척수 신장반사를 측정하는 방법인 근신장반사와 신장-유발 근 전위활동을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 경직형 마비환자의 수중치료 시 근 긴장도의 증가를 억제시키는 적정수온이 32°C 정도로 나타났으며, 근 긴장도의 평가방법으로 주관적 측정법인 근신장반사와 객관적 측정법인 신장-유발 근 전위활동의 측정결과가 유사하게 나타나 이 두 측정법이 임상에서 근 긴장도를 평가하는데 있어 높은 연관성을 가진 유효한 측정법으로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김용욱 : 감각신경 경로의 치료적 전기자극이 뇌병변 환자의 경직에 미치는 영향. 연세대학교 석사학위논문. 2001.
- 김태열, 김계엽, Lambeck J : 류마티스 관절염의 수중치료. 대한물리치료학회지.

- 12(3);407-414, 2002.
- 전중선, 박창일, 김성우, 등 : 한국 정상 성인 Tendon Reflex의 정량적 분석. 대한재활의학회지. 20;741-747, 1996.
- Ashby P, Mailis A, Hunter J : The evaluation of "Spasticity", Can J Neurol Sci. 14;497-500, 1987.
- Bohannon RW, Smith MB : Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys Ther. 67;206-207, 1987.
- Campion MR : Hydrotherapy: Principles and practice. Butterworth-Heinemann. 1998.
- Cavorzin PL, Hernot X, Bartier O, et al : Evaluation of pendulum testing of spasticity. Annales de Réadaptation et de Médecine Physique. 45;510-516, 2002.
- Charles TL, Pamela MD, Tamaki M, et al. : H-reflex modulation 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.
- Jobin A, Levin MF : Regulation of stretch reflex threshold in elbow flexors in children with cerebral palsy: a new measure of spasticity. Dev Med Child Neurol. Aug 42(8);531-40, 2000.
- Kuen-Horng TASI, Chun-Yu YEN, Hui-Yi CHANG, et al : Effects of a Single Session of Prolonged Muscle Stretch on Spastic Muscle of Stroke Patients. Proc Natl Sci Counc. 25(2);76-81, 2001.
- Lambeck J, Stanat FC : The halliwick concept. J Aquatic Phys Ther. 8(2);6-11, 2000.
- Lance JW : Pathophysiology of spasticity and clinical experience with baclofen. In Spasticity: Disordered Motor Control, Year Book Medical Publisher Chicago. 185-203, 1980.
- Lebiedowska MK, Fisk JR. Quantitative evaluation of reflex and voluntary activity in children with spasticity. Arch Phys Med Rehabil. 84;828-837, 2003.
- Lehmann JF : Therapeutic heat and cold, 3rd ed. Baltimore, Williams & Wilkins. 1982.
- Leonard CT, Stephens JU, Stroppel SL : Assessing the spastic condition of Individuals with upper motorneuron involvement: Validity of the myotonometer. Arch Phys Med Rehabil. 82;1416-1420, 2001.
- Miller DW, Hahn JF : General methods of clinical examination, in Youmans JR(ed). Neurological Surgery, 4th ed. Saunders vol 1. 3-43, 1996.
- Norm A, Hanson B : Aquatic Exercise Therapy. WB Saunders. 1996.
- O'Sullivan MC, Miller S, Ramesh V, et al : Abnormal development of biceps brachii phasic stretch reflex and

- persistence of short latency heteronymous reflexes from biceps to triceps brachii in spastic cerebral palsy. *Brain*. Dec 121;2381-95, 1998.
- Pagliari P, Zamparo P : Quantitative evaluation of the stretch reflex before and after hydro kinesy therapy in patients affected by spastic paresis, *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 9;141-148, 1999.
- Peterson C : Exercise in 94°F water for a patient with multiple sclerosis. *Phys Ther*. 81;1049-1058, 2001.
- Pisano F, Miscio G, Conte CD, et al : Quantitative measures of spasticity in post-stroke patients, *Clinical Neurophysiology*. 111;1015-1022, 2000.
- Ruoti RG, Morris DM, Cole AJ : Aquatic rehabilitation. Lippincott William & Wilkins. 1997.
- Sgouros S, Seri S : The effect of intrathecal baclofen on muscle co-contraction in children with spasticity of cerebral origin. *Pediatr Neurosurg*. Nov 37(5);225-30, 2002.
- Zupan B, Stokic DS, Bohanec M, et al : Relating clinical and neurophysiological assessment of spasticity by machine learning. *International Journal of Medical Informatics*. 49;243-251, 1998.