

## 뇌졸중 편마비 환자에서 하지 근력강화운동이 상지 연합반응에 미치는 영향

박형기

연세의료원 세브란스 재활병원 물리치료팀

김종만

서남대학교 물리치료학과

김원호

울산과학대학 물리치료과

### Abstract

#### The Effects of Strengthening Exercise for the Lower Extremities on Associated Reaction of the Upper Extremities in Patients With Hemiparesis

**Hyung-ki Park, M.Sc., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, Rehabilitation Hospital, Yonsei University Medical Center

**Jong-man Kim, Ph.D., P.T., O.T.**

Dept. of Physical Therapy, Division of Health, Seonam University

**Won-ho Kim, Ph.D., P.T.**

Dept. of Physical Therapy, Ulsan College

Muscle weakness in the hemiplegia following stroke is an important factor which determines the quality of life in the future. Therefore, muscle strengthening exercise is essential for functional recovery in hemiplegic patients. Even though the popular conception is that muscle strengthening exercise causes spasticity and associated reaction that hemiplegia patients don't want, and that it disturbs functional recovery, recently there have been many new reports against that opinion. Therefore, the effects of strengthening exercise programs on functional recovery in hemiplegic patients are still controversial. The purpose of this study was to determine the effects of strengthening exercise programs for the knee joint using isokinetic exercise on the associated reaction of the upper extremities. Comparing the muscle activities of biceps brachii and triceps brachii during, before, and immediately after 2 and 5 minute intervals of isokinetic exercise, we examined the increase and decrease of associated reaction. Twenty stroke in-patients participated in this study. Surface electromyography was used to get muscle activity data from biceps brachii and triceps brachii. The major findings of this study were as follows: 1. The flexor and extensor peak torque were significantly higher on the sound side than the affected side ( $p < .05$ ). 2. Before and after strengthening exercise, there was no significant difference in muscle activities (surface electromyographic root mean square values) between the sound and affected side. 3. Muscle activities were examined during, before, and immediately after 2 and 5 minute intervals of isokinetic exercise. There were significant differences in muscle activities between, before and during the exercises, during exercise and 5 minutes after exercise in the biceps brachii ( $p < .05$ ), and during exercise and 5 minutes after exercise in the triceps brachii ( $p < .05$ ). In conclusion, there was no relation between strengthening exercise and assoc-

iated reaction in the upper extremities. Rather, muscle activities after exercise had a tendency to decrease relative to before the exercise. Thus, it is considered that intensive strengthening exercise contributes to improvement of functional recovery without increase in associated reaction in hemiparetic patients.

**Key Words:** Associated reaction; Isokinetic strengthening exercise; Stroke.

## I. 서론

뇌졸중은 병리학적 변화나 출혈이나 허혈과 같은 뇌혈관의 이상으로 국소적인 뇌조직 변화와 일시적 또는 영구적인 신경학적 기능장애가 발생한 것을 말한다(김종만 등, 1999). 뇌졸중 환자의 재활에 있어서 우선적으로 해결해야 할 과제는 장기간 동안 사용하지 않아서 생기는 전체적인 운동능력 수준의 저하 즉, 일반인과 비교하여 상대적으로 현저히 저하된 마비된 근력과 비정상적으로 증가되는 근육의 과긴장도(hypertonicity)이다(Damiano와 Abel, 1998).

1967년 Hislop과 Perrine은 근력강화 운동 중 등속성 운동은 미리 정해진 일정한 운동속도에서 운동을 하고 정해진 속도에 따라 저항이 변화되는 운동이라고 정의하였고, Thistle 등(1967)은 등속성 운동이 등장성 운동이나 등척성 운동보다 근력강화에 훨씬 효과적인 운동방법이라고 보고하였다. 등속성 운동치료는 관절 운동의 어떠한 시점에서든 근육이 최대로 수축할 수 있게 하고(de Lateur 등, 1972), 운동기계에 부착된 모니터를 통하여 운동 시 나타나는 우력을 환자가 직접 볼 수 있게 함으로써 시각적 피로감을 극대화 할 수 있다(Hald와 Bottjen, 1987). 또한 등장성 운동에서 볼 수 있는 관성의 영향을 받지 않고 전 관절운동범위에서 최대의 힘을 낼 수 있기 때문에 근골격계 손상에 대한 재활 및 기능 평가에 있어 안전하고 효과적인 방법의 하나로 인정되고 있다(Perrine, 1993). 하지만, 오랜 기간 동안 중추신경계 손상으로 인한 강직성 편마비 환자에 대한 물리치료에서는 절대로 근력강화를 하여서는 안 된다고 소개되어 왔다. 그 이유는 강직성 편마비 환자에게 근력강화 운동을 하게 되면, 강직과 연합반응이 증가되어 전반적인 기능이 저하되기 때문이라는 것이었다(Bobath, 1990). 이와 같은 가정으로 인해 Bobath 치료접근법에서는 강직성 근육이 충분히 긴장도가 감소되기 전에는 연합반응과 강직에 영향을 주는 근력강화운동을 금기시 하였다. 반면 Brunstrom 치료접근법에서는 연합반응 그리고 연합반응과 관련된 신경생리학적 기전을 자세히 기술하면서 특정 근육군에서 반사적으로 근 수축을 촉진시키려는 방법

으로 연합반응을 이용하도록 권장하였다. 연합반응을 일으키기 위해서는 최대한의 노력이 필요하기 때문에 이러한 반응을 치료에서 응용하는 것은 Bobath의 억제원리와는 반대이다(김종만과 이충휘, 2001).

연합 움직임(associated movement)은 자발적 움직임이 일어날 때 필요하지 않는 움직임이 나타나는 것을 말하며 의식하지 않은 움직임을 이야기 한다(Zülch와 Muller, 1969). 이는 대뇌피질과 척수에서 기인되는 자발적인 움직임에서 신경학적으로 전이된 결과이다. 연합 움직임은 정상적인 현상이며 어른보다는 아이들에게서 좀더 많이 관찰되고, 성장하면서 점차 조절된다. 복잡한 과제(Carey 등, 1983)를 수행할 때나 최대의 힘(Devine 등, 1981; Leiderman과 Foley, 1987)을 요구할 때 연합 움직임은 발생할 수 있다. 하지만 신경학적 병변이 있는 경우, 과제를 실행하는 동안 나타나는 움직임은 연합반응(associated reaction)이라고 한다(Walsh, 1923). 예를 들면 뇌졸중 환자들이 힘든 과제를 수행할 때, 마비측 팔굽 관절에서 굽힘 움직임이 발생하는 것을 말하며 비정상적인 움직임이다.

최근 여러 연구들에서도 뇌졸중 편마비 환자의 주동근 약화에 대한 보고가 많이 있다(Olney와 Richards, 1996). 편마비 환자에서의 근력약화를 일으키는 원인으로 운동단위(motor unit)들을 활성화시키는 능력의 감소(Bourbonnais와 Vanden Noven, 1989), 기능적인 운동단위들의 수의 감소(McComas 등, 1973), 운동단위 흥분율의 감소(Tang과 Rymer, 1981) 등이 논의되었다. 또 다른 요인으로 길항근의 활동이 증가되어 주동근이 약화되는 현상을 설명하고 있지만, 강직 정도와 정적인 근력에 대한 연구들에서 길항근의 강직이 주동근의 수의적인 활성을 제한할 것이라는 가정을 입증하지 못하였다(Bohannon 등, 1987). Dietz와 Berger(1984)는 강직성 발목관절 발 바닥쪽 굴곡근에서의 구조적인 변화가 발 등쪽 굴곡근 약화를 초래한다고 하였다. 이들은 저항운동으로 인한 발 등쪽 굴곡근 활성도의 증가가 발 바닥쪽 굴곡근의 과도한 경직을 감소시킨다고 하였다. 김종만과 안덕현(2002)은 강직의 정도와 기능적인 수행간의 의미있는 관계를 입증하는데는 실패하였지만 근력

의 정도와 기능적인 수행간의 관계는 입증되어 왔다고 결론을 내렸다. 따라서 효과적인 치료를 위해서는 근육 약화의 원인인 감소된 운동단위 동원을 증가시키는 저항운동과 같은 전략이 필요하다고 제안하였다. Miller와 Light(1997)는 저항을 이용한 근력강화운동이 강직과 기능적인 움직임에 미치는 영향을 연구하였는데, 점진적인 등척성 저항운동이 강직에 부정적 영향을 미치지 않으며, 동시수축의 정도는 감소시켜 선택적인 움직임에 긍정적인 영향을 준다고 하였다. 적극적인 근력강화운동이 오히려 강직을 감소시켰다는 보고들도 있다 (Sharp와 Brouwer, 1997). Ada와 O'Dwyer(2001)는 뇌졸중 환자의 건측 상지에서 중등도의 수축을 유도하는 동안 약 29% 환자들이 마비측 상지에서 연합반응이 나타났지만, 연합반응이 일상 기능을 수행하는데 주요한 문제점으로 여겨지지는 않는다고 하였다.

뇌졸중환자에게 근력 약화가 기능 및 보행 그리고 삶의 질에 큰 영향을 미치고 있음에도 근력강화운동을 통해 강직과 연합반응이 일어난다는 선행연구들에 의해 뇌졸중 환자에게 근력강화운동을 적용하는 문제는 많은 논쟁이 되고 있다. 그동안 뇌졸중환자들을 대상으로 하지 근력강화 운동 이후 하지의 강직과 보행에 대한 분석은 많이 보고되었지만 하지 근력강화 운동을 통해 상지의 연합반응에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 뇌졸중으로 인한 편부전마비 환자를 대상으로 최대 노력이 요구되는 일회적 근력강화운동이 상지 연합반응에 미치는 영향을 알아보고, 이를 토대로 뇌졸중 후 적절한 물리치료적 접근법을 제안하기 위해 수행되었다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 뇌졸중 편부전마비로 진단 받고 2005년 9월부터 10월까지 서울특별시 Y 대학병원에 입원하여 물리치료를 받고 있는 환자 20명을 대상으로 하였다. 본 연구에 참여한 환자는 다음의 기준을 충족하고, 환자와 보호자의 자발적인 참여 동의를 받은 후 실시하였다.

- 1) 뇌혈관 손상으로 편부전마비 진단을 받고, 근골격계 질환이 없는 환자

- 2) 하지 관절의 수동적 관절가동범위에 제한이 없는 자
- 3) 과제 수행에 제한을 주는 통증이 없는 환자
- 4) 인지 또는 지각 장애가 없고, 지시에 따라 움직일 수 있는 자
- 5) 도수근력검사에서 양호(fair)이상인 자

### 2. 측정도구 및 측정방법

일회적 슬관절 근력강화 운동과 건측과 마비측의 하지 근력을 평가하기 위해 등속성 운동기계<sup>1)</sup>를 사용하였으며, 운동 전과 운동 시, 운동 후에 상지근육의 활동전위를 알아보기 위해 MES 9000 EMG System<sup>2)</sup>을 사용하였다.

가. 일회적 슬관절 근력강화 운동과 건측과 마비측의 하지 근력 평가

Isokinetic Rehabilitation and Testing System은 관절 가동범위 내에서 최대 근 수축을 유발할 수 있어 근력강화 훈련을 하는데 효과적이다. 운동 시 모니터를 통한 시각피드백(visual feedback)과 구두 명령(verbal instruction)을 통하여 환자로 하여금 최대 운동 효과를 낼 수 있게 하고, 얻어진 결과는 프린터기로 출력할 수 있다.

나. 운동 전과 운동 시 운동 후에 상지근육의 활동전위 평가

운동 전과 운동 시, 운동 후에 상지근육의 활동전위를 알아보기 위해 MES 9000 EMG System을 사용하였다. MES 9000 EMG System은 8개 채널의 표면 근전도 도구로 평가 및 근육의 이완훈련, 근육의 재교육을 목적으로 다양한 근육으로부터 표면 근전도 데이터를 분석할 수 있다. 전극은 직경이 10 mm인 표면전극 4개와 직경이 2.5 mm인 접지 전극 1개를 사용하였다. 신호는 수집률 200 Hz로 수집하였고, 30 Hz high pass filter 처리(박은영, 1998) 후 정류하였다. 측정된 상지근육의 근전도 신호량은 근전도 신호의 실질적인 출력값에 가까운 값을 제공하는 root mean square(RMS)값을 취하여 계산하였다.

### 3. 연구방법

가. 연구설계  
실험대상자의 일반적인 조건을 동일하게 하였으며

1) Cybex Inc., U.S.A.

2) Myotronics-Noromed. Inc., U.S.A.

대상자들은 편안한 자세에서 등속성 운동을 실시하였다. 이때 연합반응에 관여하는 근육의 활성 패턴을 보기 위해서 표면전극은 건측과 마비측의 상완이두근(biceps brachii) 및 상완삼두근(triceps brachii)에 전극을 부착하였다. 표면전극의 부착을 위해 털을 제거하고 사포로 각질을 제거한 다음, 알코올 솜으로 깨끗이 닦고 전도성을 높이기 위해서 전극젤(electrode gel)을 바른 후 표면전극을 부착하였다.

위와 같은 방법으로 건측과 마비측에 각각 전극을 부착하였고, 먼저 환자가 편안히 쉬는 상태에서 근육 활동전위를 측정하였고, 이후 등속성 기계를 이용한 슬관절 굽힘 및 신전운동을 건측과 마비측 모두에서 실시하였고, 운동을 하는 동안 근육 활동전위를 측정하였다. 운동 종료 후 2분이 경과한 시점과 5분이 경과한 시점에서 각각 근육 활동전위를 측정하였다. 표면 근전도 신호는 MES 9000으로 얻어 개인용 컴퓨터에서 MES 9000 EMG 소프트웨어 version 1.11을 이용하여 자료를 처리하였고 RMS 값을 선택하였다(Dietz 등, 2000).

#### 나. 등속성 운동 수행 방법

환자는 Isokinetic Rehabilitation and Testing System에 앉은 자세로 전방을 바라보게 하고 슬관절 신전과 굽힘을 실시한다. 각속도 60°/sec에서 각각 5회 등속성 운동을 시행하였고, 20초 휴식 후 다시 5회 실시하였다. 근육운동 형태는 신전근과 굴곡근 모두 구심성 수축으로 하였다. 신체 고정과 편안한 자세유지를 위하여 팔과 등, 반대편 다리는 지지대에 고정시켰으며, 체간과 골반은 벨크로로 고정시켰다.

#### 다. 측정방법

본 연구에서는 측정된 근전도 신호를 토대로 근육의 근전도 신호량을 정량 비교하기 위해 RMS 값을 채택하였다. 측정 시기는 등속성 운동을 실시하기 전, 등속성 운동을 하는 동안(건측 및 마비측), 등속성 운동이 끝난 2분 후 및 5분 후이었고 각각 20초간 근전도 신호를 수집하였다. 측정 부위는 건측 및 마비측 상완이두근과 상완삼두근이었다. 등속성 운동 동안 대상자의 슬관절 신전 및 굴곡근력을 측정하기 위해 최대 우력(peak torque) 값을 수집하였다.

#### 4. 분석방법

마비측과 건측의 무릎 신전근 및 굴곡근의 근력차이를 알아보기 위하여 짝비교 t-검정을 실시하였다. 상완이두근과 상완삼두근의 운동 전 근전도 RMS 값의 차이를 알아보기 위하여 짝비교 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 또한 운동을 하는 동안 마비측과 건측 상지 근육들의 근전도 RMS 값의 차이를 알아보기 위해 짝비교 t-검정을 실시하였다. 마지막으로 운동 전, 운동 동안, 운동 후 2분 및 5분 후 사이 상완이두근과 상완삼두근의 근전도 RMS 값의 차이를 알아보기 위해 반복측정된 분산분석(repeated ANOVA)을 실시하였다. 또한 어느 시점에서 차이가 있는지 알아보기 위하여 다중비교 Bonferroni 검정을 실시하였다. 수집된 자료는 윈도우용 SPSS version 10.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위하여 유의수준  $\alpha=.05$ 로 하였다.

### III. 결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자는 전체 20명 중 남자가 14명(70%), 여자가 6명(30%)이었다. 연령분포는 22세부터 68세까지로 평균 39.7세였다. 연구 대상자의 마비측은 우측이 11명(55%), 좌측이 9명(45%)으로 우측 편부전마비가 더 많은 분포를 나타냈으며, 모든 대상자에서 감각성 실어증이나 시야결손은 없었다.

표 1. 연구대상자의 일반적 특성 (N=20)

특성	명(%)	
성별	남	14(70%)
	여	6(30%)
평균연령(세)		39.7
마비측	오른쪽	11(55%)
	왼쪽	9(45%)
평균체중(kg)		63.6

#### 2. 마비측과 건측에서 슬관절 신전근과 굴곡근의 최대우력

마비측과 건측의 슬관절 신전근 및 굴곡근의 최대우력은 마비측 굴곡근에서 평균 23.50 Nm, 신전근에서 평균 41.25 Nm이었다(표 2). 건측 굴곡근에서의 최대우력은 평균 38.75 Nm, 신전근에서는 평균 60.70 Nm로

마비측과 건측의 슬관절 굴곡근과 신전근의 최대우력간 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ).

**표 2.** 마비측과 건측의 무릎 신전 및 굴곡근의 최대우력  
단위: Nm

	마비측	건측	t-값	p
굴곡근	23.50±14.93 <sup>a</sup>	38.75±16.89	-4.238	.000
신전근	41.25±36.15	60.70±14.49	-2.748	.013

<sup>a</sup>평균±표준편차

### 3. 슬관절 운동 전 상지 근육의 근전도 RMS 값 비교

운동 전 상완이두근과 상완삼두근의 근전도 RMS 값을 측정하였다. 상완이두근의 마비측 근전도 RMS 값은 평균 3.75 mV이었고, 건측은 2.65 mV, 운동 전 마비측 상완삼두근의 근전도 RMS 값은 평균 2.85 mV, 건측은 3.65 mV 이었다(표 3). 운동 전 마비측과 건측의 상완이두근과 상완삼두근의 근전도 RMS 값은 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

**표 3.** 운동 전 마비측 및 건측의 상완삼두근과 상완이두근의 근전도 RMS 값  
단위: mV

운동전	마비측	건측	t-값	p
상완이두근	3.75±3.35 <sup>a</sup>	2.65±1.53	1.440	.166
상완삼두근	2.85±2.36	3.65±5.60	-6.97	.494

<sup>a</sup>평균±표준편차

### 4. 마비측과 건측에서 슬관절을 운동하는 동안 마비측과 건측 상지의 근전도 RMS 값

마비측 슬관절 운동을 하는 동안 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 11.76 mV, 상완삼두근은 평균 21.92 mV이었고, 건측 슬관절 운동 시 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 9.03 mV, 상완삼두근은 평균 13.75 mV이었다(표 4). 마비측과 건측의 슬관절 운동 시 상완이두근과 상완삼두근의 근전도 RMS 값은 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

### 5. 마비측 슬관절 운동 전, 운동 시, 그리고 운동 2분과 5분 후의 근전도 RMS 값

마비측 상지에서 운동을 하기 전 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 3.75 mV, 상완삼두근은 평균 2.85 mV이었고, 운동 시 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평

**표 4.** 마비측 슬관절 운동 및 건측 슬관절 운동 동안 상지 근육들의 근전도 RMS 값  
단위: mV

운동 시	마비측	건측	t-값	p
마비측 상완이두근	11.76±12.17 <sup>a</sup>	13.75±15.51	-.722	.479
마비측 상완삼두근	21.92±29.45	9.03±6.85	1.671	.111
건측 상완이두근	9.03±6.85	7.80±6.58	.614	.547
건측 상완삼두근	13.75±15.75	7.53±6.96	1.992	.610

<sup>a</sup>평균±표준편차

균 11.75 mV, 상완삼두근은 평균 21.92 mV이었고, 운동 2분 후 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 4.20 mV, 상완삼두근은 평균 2.90 mV이었고, 운동이 끝난 5분 후 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 2.40 mV, 상완삼두근은 평균 2.15 mV이었다(표 5).

건측 상지에서는 운동을 하기 전 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 2.65 mV, 상완삼두근은 평균 3.65 mV이었고, 운동 시 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 13.57 mV, 상완삼두근은 평균 9.92 mV이었고, 운동 2분 후에는 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 3.70 mV, 상완삼두근은 평균 2.60 mV이었고, 운동 5분 후에는 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 2.00 mV, 상완삼두근은 평균 2.00 mV이었다(표 5). 마비측과 건측의 상완이두근에서 운동 전과 운동 시 사이 그리고 운동 시와 운동 5분 후 사이 근전도 RMS 값은 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ). 또한 상완삼두근에서도 근전도 RMS 값은 운동 시와 운동 5분 후 사이에서 유의한 차이를 보였다( $p<.05$ ).

## IV. 고찰

운동신경과 근육에 중요한 변화가 생기는 뇌졸중 환자에게 있어서 마비 또는 약화는 일반적인 소견이다. 특히 근육 약화는 뇌졸중환자에게서 기능적 움직임 하는데 해결해야 할 중요한 문제점 중의 하나이다. 1964년 Brunnstrom은 편부전마비 환자들에 있어 슬관절 굴곡근과 신근의 상호작용 수행 장애 및 근력약화로 인하여 보행 시 초기 입각기(early stance phase)에서는 슬관절의 안정성이 저하되어 갑자기 구부러지는 현상(buckling)이나 과신전이 일어나고, 말기 입각기(late stance phase)에서는 굴곡이 잘 일어나지 않는 보행 장애를 초래한다고 하였다. 또한, 전중선(1991)은 편부전 마비 환자들에게 슬관절 운동을 통하여 슬관절 신근 및

**표 5.** 마비측 슬관절 운동 전, 운동 시, 그리고 운동 2분과 5분 후의 근전도 RMS 값 단위: mV

구분	상지 근육	운동 전	운동 시	운동 2분후	운동 5분후	F	p
마비측	상완이두근 <sup>a</sup>	3.75±3.35	11.76±12.17	4.20±7.61	2.40±1.56	32.18	.000
	상완삼두근 <sup>b</sup>	2.85±2.36	21.92±29.45	2.90±3.89	2.15±2.25	20.84	.000
건 측	상완이두근 <sup>a</sup>	2.65±1.53	13.57±15.75	3.70±3.40	2.00±0.97	40.06	.000
	상완삼두근 <sup>b</sup>	3.65±5.60	9.92±12.53	2.60±2.04	2.00±1.26	35.24	.000

<sup>a</sup>Bonferroni 검정결과 운동 전과 운동 시, 운동 시와 운동 5분 후 사이에서 유의한 차이 보임(p<.05)

<sup>b</sup>Bonferroni 검정결과 운동 시와 운동 5분 후 사이에서 유의한 차이 보임(p<.05)

굴곡의 상호작용을 향상시키고 근력을 강화시킴으로써 보행의 개선에 많은 도움이 되었다고 하였다. 본 연구에서도 마비측과 건측의 슬관절 신전 및 굴곡 근육의 최대우력을 측정한 결과, 마비측 굴곡근에서는 평균 23.50 Nm, 신전근에서는 평균 41.25 Nm로 나타났으며, 건측 굴곡근에서는 평균 38.75 Nm, 신전근에서는 평균 60.70 Nm 로 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며, 결과적으로 건측과 비교하여 마비측에서는 현저한 근육의 약화가 있었다고 할 수 있다(p<.05)(표 2). 마비측이 건측에 비해 신전근에서 68%의 힘을 내고 있으며, 굴곡근에서는 61%로 마비측 근력의 약화를 보여주고 있다.

본 연구에서는 개별 근육의 근수축량을 측정하기 위해서 표면전극을 부착하는 근전도를 이용하였으며, 근수축량은 RMS 방법을 이용하여 구하였다. 근전도 신호를 토대로 근수축량을 정량 비교하기 위한 방법으로는 절대값을 취하여 적분하는 방법, linear envelop, 그리고 RMS 방법이 있다(Portney, 1994; Soderberg와 Cook, 1984). 이 중 본 연구에서 이용한 RMS 방법은 모든 측정된 근전도 신호값들을 제공하여 적분한 후, 다시 제공근을 취한다. 이 신호 처리 방법은 수학에 기초를 두고 있는데, 원자료들의 특성을 잃어버리는 것을 최소화하는 장점이 있고(Portney, 1994; Soderberg와 Cook, 1984), 근수축량을 비교하는데 다른 방법들보다 유리한 장점이 있어(Webster, 1988), Casale 등(1994)과 Karlqvist 등(1998)의 연구에서 이용되었다.

중추신경계 손상 환자 특히 뇌졸중 편부전마비 환자에 있어서 이러한 근육 약화의 문제점을 해결하기 위해서 실시할 수 있는 근력강화운동은 오랜 기간 동안 논의의 대상이 되었다. Knutsson과 Martensson(1980)은 최대의 수의적 운동 시 강직이 증가 된다는 보고를 하였으며, 1990년 Bobath는 저항운동을 하게 되면 강직과 더불어 동시수축(co-contraction)이 증가되고, 불필요한 연합반응이 나타나며, 이로 인해 선택적인 움직임

(selective movement)이 방해를 받는다고 하였다. 또한 Harris(2001)는 강직성 근육(spastic muscle)에는 절대로 근력강화 운동을 하여서는 안 된다고 하였다.

본 연구에서도 하지 운동을 시작하기 전에 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 3.75 mV, 상완삼두근은 평균 2.85 mV이었고, 마비측 하지 운동을 하는 동안에 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 11.75 mV, 상완삼두근은 평균 21.92 mV로 나타남으로써, 하지 운동을 하기 전과 비교하여 운동을 하는 동안의 마비측 상완이두근 근전도 RMS 값이 유의하게 증가 하였다(p<.05)(표 5). 건측 하지 운동을 하는 경우에도 마비측 하지 운동과 마찬가지로 운동을 하는 동안 상완이두근의 근전도 RMS 값이 유의한 증가를 보였다(p<.05)(표 5). 따라서 운동을 하는 동안에 나타난 결과만으로 볼 때는 저항운동을 하게 되면 강직과 더불어 동시수축(co-contraction)이 증가되고, 불필요한 연합반응이 나타난다는 Bobath(1990)의 생각과 일치하는 결과를 보였으며, 최대의 수의적 운동은 강직을 증가시킨다는 Knutsson과 Martensson(1980)의 결과와 부합한다고 할 수 있다. 하지만 건측 및 마비측 하지에서 운동 동안 마비측 상지 근육들뿐만 아니라 건측의 상지근육들도 함께 RMS 값이 증가하였고, 마비측과 건측의 RMS 값 증가정도는 유의한 차이를 보이지 않았다(표 4). 이는 저항운동으로 인해 연합반응이 항진되었다기보다는 저항운동에 따른 자연스러운 생리적 과유출(overflow)로 생각된다. 반면, Brunnstrom 치료접근법에서는 특정 근육군에서 반사적으로 근 수축을 촉진시키는 방법으로 연합반응을 적극 이용하도록 권장하였다. 또한 MacPhail과 Kramer(1995)는 17명의 뇌성마비 성인을 대상으로 1주일에 세 차례씩 8주 동안 무릎 신전근과 굽힘근에 등속성 근력강화 운동을 시행한 결과 일반 성인과 비슷한 비율로 근력이 향상되었고, 운동 후 3개월 뒤에도 일반 성인과 비슷한 비율로 약간의 근력 감소만

을 보였지만, 강직에는 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 본 연구의 결과에서도 마비측의 슬관절 운동을 하는 동안 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 11.75 mV, 상완삼두근의 근전도 RMS 값은 평균 21.92 mV이었고, 건측에서는 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 13.57 mV, 상완삼두근의 근전도 RMS 값은 평균 9.92 mV이었다(표 5). 운동을 마치고 5분이 지난 다음 측정된 값은 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값이 평균 2.40 mV, 상완삼두근은 평균 2.15 mV로 유의한 감소를 보였다(표 5). 운동 후 5분이 경과한 시점에서 건측에서의 상완이두근과 상완삼두근의 근전도 RMS 값은 각각 2.00 mV와 2.00 mV로 운동시보다 유의한 감소를 보여 주었다(표 5). 이러한 결과는 저항운동 후 연합반응이 감소된다는 Ada와 O'Dwyer(2001)의 결과와 부합한다고 할 수 있으며, MacPhail과 Kramer(1995)의 연구결과에서 저항운동이 강직에는 영향을 미치지 않는다는 결과를 뒷받침하고 있다.

본 연구에서는 강직성 편부전마비 환자에 대한 하지 근력강화 운동을 마치고 5분 뒤에 측정된 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값이 유의하게 감소하는 것을 볼 수 있었다. 즉 운동 전 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값은 평균 3.75 mV, 상완삼두근은 평균 2.85 mV이었고, 운동 후 5분에는 마비측 상완이두근의 근전도 RMS 값이 평균 2.40 mV, 상완삼두근은 평균 2.15 mV이었다(표 5). 따라서 선행 연구들과 종합하여 볼 때 마비측 상완이두근에서는 운동전보다 연합반응이 감소되었다고 할 수 있으며, 강직성 편부전마비 환자에게 근력강화를 위한 저항운동이 강직에 미치는 영향이 적고 연합반응을 감소시킬 수 있다는 것을 보여주었다.

이상의 논의에서 볼 때 편마비 환자에서 사지의 전반적인 치료의 일부분으로써 비정상인 동시수축을 감소시키는 치료전략은 연구들에 의해 지지되지 못하고 있다. 또한 동시수축의 비정상적인 정도가 움직임을 차단한다는 가정은 타당한 것으로 여겨지지 않았다. 따라서 효과적인 치료를 위해서는 근육약화의 원인인 감소된 운동단위 동원을 증가시키는 전략이 필요하다. 저항을 이용한 근력강화 운동은 환자의 근력을 증가시킬 수 있으며 이로 인해 기능도 개선시킬 것이다.

결론적으로 슬관절 근력강화 운동이 상지의 연합반응과는 관련이 없었고, 오히려 근력강화 운동을 하기 전보다 감소하는 결과를 보여 주었다. 따라서 근력강화 운동으로 인한 부정적인 효과인 강직이나 연합반응의

상승 또는 고착 없이, 적극적인 저항운동은 뇌졸중 후 기능회복에 도움이 되리라 여겨진다.

본 연구의 제한점으로 근력강화를 1회 실시하여 연합반응을 측정하였기 때문에 장기간 근력강화 훈련을 실시하여 운동 후 상지의 연합반응을 측정하였을 때와 비교를 하지 못하였고, 실험대상이 비교적 적어 이 결과를 일반화하기는 어렵다. 차후 연구에서는 장기간 근력강화를 통해 연합반응을 측정하는 연구가 필요하다고 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 표면 근전도를 이용하여 뇌졸중으로 인한 편부전마비 환자를 대상으로 최대 노력이 요구되는 일회적 근력강화 운동이 상지 근육인 상완이두근과 상완삼두근의 연합반응에 미치는 영향을 알아보았으며 연구 결과는 아래와 같았다.

1. 뇌졸중환자에서 마비측과 건측의 슬관절 신전 및 굴곡근의 최대우력은 건측이 유의하게 높았다( $p < .05$ ).
2. 운동 전 및 운동시, 마비측과 건측에 따른 상완이두근과 상완삼두근의 근전도 RMS 값의 차이는 보이지 않았다( $p > .05$ ).
3. 슬관절 굽힘과 신전 운동 전, 운동 시, 그리고 운동 2분과 5분 후에 따른 상완이두근과 상완삼두근의 근전도 RMS 값은 유의한 차이를 보였다. 상완이두근은 운동 전과 운동 시, 운동 시와 운동 5분 후 사이에서 유의한 차이를 보였고( $p < .05$ ), 상완삼두근도 운동 시와 운동 5분 후 사이에서 유의한 차이를 보였다( $p < .05$ ).

슬관절 근력강화 운동이 상지의 연합반응과는 관련이 없었고, 오히려 근력강화 운동을 하기 전보다 감소하는 경향을 보였다. 따라서 근력강화 운동으로 인한 부정적인 효과인 강직이나 연합반응의 상승 또는 고착 없이, 적극적인 저항운동은 뇌졸중 후 기능회복에 도움이 되리라 여겨진다.

## 인용문헌

김종만, 이충휘, 양희송. PLS(Posterior Leaf Spring) 착용이 편마비 환자의 동적균형에 미치는 영향. 한국

- 전문물리치료학회지. 1999;6(1):15-22.
- 김종만, 이충휘. 신경계물리치료학. 정담출판사, 2001.
- 김종만, 안덕현. 강직성 편마비 환자에서의 운동장애는 강직 때문인가? 근육약화 때문인가? 한국전문물리치료학회지. 2002;9(3):125-135.
- 박은영. 의자차 정추진 방식과 역추진 방식에서 상지 근전도 신호와 생리적 부담지수의 비교. 연세대학교, 석사학위논문, 1998.
- 전중선. 편마비환자에 대한 등속성 운동치료의 효과. 연세대학교, 석사학위논문, 1990.
- Ada L, O'Dwyer N. Do associated reactions in the upper limb after stroke contribute to contracture formation? Clin Rehabil. 2001;15(2):186-194.
- Anderson DS, Jackson MF, Kropf DS. Electromyographic analysis of selected muscles during sitting push-ups: Effects of position and sex. Phys Ther. 1984;64:24-28.
- Bobath B. Adult Hemiplegia: Evaluation and treatment, 3rd ed. London, Heinemann pub., 1990.
- Bohannon RW. Relative decreases in knee extension torque with increased knee extension velocities in stroke patients with hemiparesis. Phys Ther. 1987;67:1218-1220.
- Bourbonnais D, Vanden Noven S. Weakness in patients with hemiparesis. Am J Occup Ther. 1989;43(5):313-319.
- Brunnstrom S. Recording gait patterns of adult hemiplegic patients. Phys Ther. 1964;44:11-18.
- Carey JR, Allison JD, Mundale MO. Electromyographic study of muscular overflow during precision hand grip. Phys Ther. 1983;63(4):505-511.
- Casale R, Buonocore M, Di Massa A, et al. Electromyographic signal frequency analysis in evaluating muscle fatigue of patients with peripheral arterial disease. Arch Phys Med Rehabil. 1994;75:1118-1121.
- Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil. 1998;79(2):119-125.
- De Lateur B, Lehmann JF, Warren CG, et al. Comparison of effectiveness of isokinetic and isotonic exercise in quadriceps strengthening. Arch Phys Med Rehabil. 1972;53:60-64.
- Devine KL, LeVeau BF, Yack HJ. Electromyographic activity recorded from an unexercised muscle during maximal isometric exercise of the contralateral agonists and antagonists. Phys Ther. 1981;61(6):898-903.
- Dietz V, Berger W. Interlimb coordination of posture in patients with spastic paresis. Impaired function of spinal reflexes. Brain. 1984;107(3):965-978.
- Dietz V, Kowalewski R, Nakaxawa K, et al. Effects of changing stance conditions on anticipatory postural adjustment and reaction time to voluntary arm movement in humans. J Physiol. 2000;15:617-627.
- Hald RD, Bottjen EJ. Effect of visual feedback on maximal and submaximal isokinetic test measurements of normal quadriceps and hamstrings. J Orthop Sports Phys Ther. 1987;9:86-93.
- Harris SR. Challenging myths in physical therapy. Phys Ther. 2001;81(6):1180-1182.
- Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. Phys Ther. 1967;47:114-117.
- Karlqvist LK, Bernmark E, Ekenvall L, et al. Computer mouse position as a determinant of posture, muscular load and perceived exertion. Scand J Work Environ Health. 1998;24:62-73.
- Knutsson E, Martensson A. Dynamic motor capacity in spastic paresis and its relation to prime mover dysfunction, spastic reflexes and antagonist co-activation. Scand J Rehabil Med. 1980;12(3):93-106.
- Leiderman J, Foley LM. A modified finger lift test reveals an asymmetry of motor overflow in adults. J Clin Exp Neuropsychol. 1987;9(5):498-510.
- MacPhail HE, Kramer JF. Effect of isokinetic strength-training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1995;37(9):763-775.
- McComas AJ, Sica RE, Upton AR, et al. Functional changes in motoneurons of hemiparetic patients. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1973;36(2):183-193.
- Miller GJT, Light KE. Strength training in spastic



- hemiparesis: Should it be avoided?  
*NeuroRehabilitation*. 1997;9:17-28.
- Olney SJ, Richards C. Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics. *Gait Posture*. 1996;4:136-148.
- Perrine K. Differential aspects of conceptual processing in the category test and Wisconsin card sorting test. *J Clin Exp Neuropsychol*. 1993;15(4):461-473.
- Portney LG. Electromyography and nerve conduction velocity tests. In: O'sullivan SB, Schmitz TJ, eds. *Physical Rehabilitation: Assessment and treatment*. Philadelphia, FA Davis Co., 1994:133-165.
- Sharp SA, Brouwer BJ. Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: Effects on function and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78:1231-1236.
- Soderberg GL, Cook TM. Electromyography in biomechanics. *Phys Ther*. 1984;64:1813-1820.
- Tang A, Rymer WZ. Abnormal force-EMG relations in paretic limbs of hemiparetic human subjects. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1981;44(8):690-698.
- Thistle HG, Hislop HJ, Maffroid M, et al. Isokinetic contraction: A new concept of resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil*. 1967;48(6):279-282.
- Walshe FMR. On certain tonic or postural reflexes in hemiplegia, with special reference to the so-called associated movements. *Brain*. 1923;46:1-37.
- Webster JG. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. New York, John Wiley & Sone, 1988.
- Zülch KJ, Muller N. Associated movements in man. In: Bruyn GW, Vinken PJ, eds. *Disturbances of Nervous Function: Handbook of clinical neurology*. Elsevier Science, 1969:404-426.

---

논문접수일            2006년 2월 3일

논문게재승인일        2006년 2월 28일