

트레드밀 유산소 운동이 뇌성마비학생의 등속성 근력에 미치는 영향

청주과학대학 물리치료과
강 순 희

The Effects of Treadmill Aerobic Exercise Training on Isokinetic Muscle Strength in Students with Cerebral Palsy

Kang, Soon-Hee, P.T., Ph.D.

Dept. of Physical Therapy, Chongju National College of Science & Technology

< ABSTRACT >

The purpose of this study was to investigate the effects of treadmill aerobic exercise training on isokinetic muscle strength in students with cerebral palsy.

The subjects consisted of 9 female students with cerebral palsy between the ages of 10 to 22. The subjects performed treadmill aerobic exercise training with 0% grade by free speed with three times a week for 20 minutes a session and 12 weeks. Concentric peak torque of knee flexors and knee extensors was measured before training and after training at 30°/sec and 60°/sec by isokinetic dynamometer. Paired t-test was used to assess changes in variables of isokinetic muscle strength .

The results of analysis are as followings.

- 1) After training, concentric peak torque of the least affected knee flexors($p < .01$) and the most affected knee flexors ($p < .01$) and concentric peak torque of the least affected knee extensors($p < .01$) and the most affected knee extensors($p < .01$) at 30°/sec significantly increased.
- 2) After training, concentric peak torque of the least affected knee flexors($p < .05$) and the most affected knee flexors($p < .01$) and concentric peak torque of the least affected knee extensors($p < .05$) and the most affected knee extensors($p < .01$) at 60°/sec significantly increased.

These findings provide evidence that treadmill aerobic exercise training improves isokinetic muscle strength in students with cerebral palsy.

I. 서론

근력(muscle strength)은 자세를 유지하고 협응된 운동을 만들기 위해 적절히 긴장을 만들고 등급화된 근육의 능력이다(Smidt와 Rogers, 1982). 근력은 동원된 운동단위의 수와 유형, 초기 근길이 및 운동단위의 신경자극의 특성 등과 같은 요인들에 좌우되며, 훈련에 의하여 근력을 증가시킬 수 있다. 단기(8-20주간) 훈련에 의한 근력 증가는 신경 적응(neural adaptation)의 결과로 일어나는 것이고, 신경적응은 운동단위 발사의 동시화의 증진, 운동단위를 동원하는 능력의 향상을 포함한다. 또한 장기 훈련의 근력증가는 근육의 크기의 증가에 의한 것이다(Howley와 Powers, 1994).

뇌성마비아의 근육에 대한 병태생리학적 기전을 보면 굴곡근과 신전근의 운동신경원 간에 상호관계가 완전 차단되어 굴곡근과 신전근의 동시적 활성화(동시수축)가 일어나는 것으로 나타난다(Millner-Brown와 Penn, 1979). 뇌성마비아들과 일반아동들의 근육 생검을 비교 분석한 결과 뇌성마비아들의 근섬유 크기의 변이는 일반아동의 것보다 증가되어 있고 특히 1형 섬유가 더 우세한 반면에 2형 섬유는 부족한 것과 같은 근육의 구조적 변화를 보인다(Rose와 McGill, 1998). 뇌성마비아들은 흔히 비정상적인 순서로 근육들이 활성화되고, 여러 근육군이 동시에 수축할 때와 주동근과 길항근이 동시수축(co-contraction)이 일어날 때 근 조절(muscle control)의 부족으로 비정상적인 근 패턴을 야기할 수 있다. 이런 근육 활성화 패턴을 조절하는 데 있어서의 어려움은 흔히 과긴장과 경직 때문으로 알려져 있다. 그러나 선택적 척수신경후근 절단술(selective posterior rhizotomy)로 경직은 감소될 수 있지만 근력, 운동조절능력 및 협응된 운동패턴의 증진은 치료를 통하여 장기간 후에 서서히 얻어질 수 있는 것은 경직만으로 비정상적인 운동패턴을 설명할 수 없음을 나타내는 것이다(Giuliani, 1991).

최근에 뇌성마비아들의 근력에 대한 평가(Damiano 등, 1995b; Berg-Emons van den 등, 1996; Damiano와 Abel, 1998; Wiley와 Damiano, 1998)와 근력과 운동기능의 관계(Damiano와 Abel, 1998)가 보고됨으로써 뇌성마비아들의 근력과 근력강화에 대한 관심이 주목되고 있다. 경직성 뇌성마비아동들의 하지의 8개 근육의 최대 등척성 근력은 같은 연령의 일반아동들의 최대 등척성 근력의 50% 이하이고(Damiano와 Abel, 1998), 경직성 편마비의 환측뿐만 아니라 비환측에서도 일반아동들의 근력보다 약하고, 경직성 뇌성마비아동들의 고관절 굴곡근과 발목 저굴근은 길항근보다 상대적으로 더 강한 경향이 있다(Wiley와 Damiano, 1998).

경직성 양마비아동들의 슬관절 신전근과 굴곡근의 등척성 근력을 같은 연령의 일반아동들의 등척성 근력과 비교해 보면, 슬관절 굴곡 90°에서 정상치의 69%, 60°에서 정상치의 53%, 30°에서 정상치의 37%, 슬관절 굴곡근의 등척성 근력은 정상치의 52%인 것으로 나타나고 있다(Damiano 등, 1995b). 등속성 근력에 있어서도 뇌성마비아동들은 일반아동들에 비해 30°/sec, 60°/sec, 120°/sec에서 슬관절 굴곡과 신전의 최대 토크(peak torque)는 각각 평균 53%, 48%가 더 낮다. 이와 같이 뇌성마비아동들이 일반아동들에 비해 등속성 근력이 현저하게 낮은 것은 근섬유 수의 감소와 위축(atrophy), 근섬유의 활동수준의 감소, 주동근/길항근 동시수축, 낮은 근 질량, 구축(contracture), 탈 훈련 및 주의력 결함과 같은 뇌성마비의 특성 때문인 것으로 나타나고 있다(Berg-Emons van den 등, 1996).

뇌성마비아동들의 근력과 운동기능은 관계가 있는 데, 근력이 더 강한 아동들이 보행속도가 더 빠르고 분속수(cadence)가 더 많고 전체 대운동 기능(gross motor function)이 더 좋

아지는 경향이 있다(Damiano와 Abel, 1998).

뇌성마비아들의 근육이 약한 것으로 알려져 있으나 다음과 같은 이유로 인하여 임상에서 뇌성마비아들의 근력강화가 강조되지 않았다. 첫째, 웨이트 훈련으로 인한 신체의 노력의 증가로 관절 강직과 구축이 있는 근육에서 경직이 증가될 수 있고 둘째, 뇌성마비아들은 목표 근육의 근력을 증가시키기 위한 충분한 분리된 근육조절이 부족하기 때문에 웨이트 훈련에서 이익이 거의 없거나, 아주 없을 것이며 셋째, 근육의 약화가 있을지라도 그것이 운동기능 장애에 일차적인 요인으로 생각되지 않는다는 점이다. 그러나 이런 주장에 대한 과학적 근거가 없다(Damiano 등, 1995b).

Bobath(1990)는 상위운동신경원(upper motor neuron)에 병변이 있는 뇌성마비인들은 저항 훈련시에 과긴장과 연합반응을 야기할 수 있기 때문에 저항훈련은 피해야 된다고 제안하지만, 등속성 근력강화(MacPhail과 Kramer, 1995) 또는 등장성 근력강화 훈련(Damiano, Kelly와 Vaughn, 1995a; Damiano, Vaughn와 Abel, 1995b; Damiano와 Abel, 1998)을 하더라도 경직이 증가되지 않고 근력이 향상될 수 있거나 하지 근력과 함께 보행 기능이 향상될 수 있다. 이와 같이 근력과 운동기능과의 밀접한 관계를 고려할 때 뇌성마비학생들에게 있어서 정상적인 운동기능을 성취하기 위해서 근력강화를 위한 다양한 운동치료프로그램의 개발이 시급히 요구된다고 볼 수 있다.

이에 본 연구에서는 뇌성마비학생들에게 12주 동안의 트레드밀 유산소 운동이 그들의 등속성 근력에 어떤 영향을 미치는지를 규명함으로써 뇌성마비학생들의 근력강화를 위한 운동처방에 관한 자료를 얻고자 하는 데 그 목적이 있다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구의 가설을 설정하였다.

가설 1. 트레드밀 유산소 운동으로 슬관절 굴곡근의 등속성 근력이 향상될 것이다.

가설 2. 트레드밀 유산소 운동으로 슬관절 신전근의 등속성 근력이 향상될 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 첫째, 뇌성마비로 진단을 받고 둘째, 지시에 따를 수 있고, 셋째, 현재 심폐 질환이 없으며, 넷째, 각 대상자가 편안하게 느끼는 속도에 맞추어 트레드밀에서 보행이 가능한 자(보호 손잡이를 잡아도 됨)를 연구 대상의 기준으로 선정하였다. 선정된 대상자는 모두 9명이었고 이들의 연령범위는 10-22세(평균 16.9세)로서 충북지역에 위치한 지체부자유 학교에 재학하고 있는 여학생들이었다.

대상자들의 뇌성마비 유형은 경직형 5명, 무정위 운동형 2명, 혼합형(경직형과 운동이상증) 2명이었다. 마비부위는 양마비 2, 양 편마비 1명, 사지마비 6명이었다. 이동상태는 독립 보행은 명, 명은 보행기 또는 휠체어를 사용하여 이동하였다.

대상자들의 Modified Bathel Index 점수의 범위는 62-100점(평균 91.8점)이었다. 대상자들 모두는 본 연구에 참여하기 전에 다른 운동을 규칙적으로 하지 않았다. 대상자들의 특성은 표 2-1과 같다.

표 2-1. 연구 대상의 특성

| 대상 | 연령 (세) | 신장 (cm) | 체중 (kg) | 뇌성마비 유형 | 마비부위 | 중복장애 | 이동상태 | MBI점수 |
|----|--------|---------|---------|----------------|-------|------|-------|-------|
| 1 | 18 | 146 | 42.7 | 혼합형(경직, 운동이상증) | 양마비 | | 독립 보행 | 96 |
| 2 | 10 | 134 | 31.1 | 경직형 | 사지마비 | | 독립 보행 | 91 |
| 3 | 18 | 163 | 47.6 | 혼합형(경직, 운동이상증) | 사지마비 | | 독립 보행 | 95 |
| 4 | 17 | 154 | 44.8 | 경직형 | 양마비 | 정신지체 | 독립보행 | 92 |
| 5 | 18 | 152 | 52.4 | 무장위 운동형 | 사지마비 | | 독립 보행 | 100 |
| 6 | 19 | 151 | 40.9 | 경직형 | 양 편마비 | | 독립 보행 | 100 |
| 7 | 22 | 148 | 51.7 | 무장위 운동형 | 사지마비 | | | 62 |
| 8 | 12 | 126 | 24.3 | 경직형 | 사지마비 | | 독립 보행 | 95 |
| 9 | 18 | 151 | 46.9 | 경직형 | 사지마비 | | 독립 보행 | 95 |

MBI=Modified Barrthel Index-

2. 측정도구 및 측정방법

1) 측정도구

(1) 등속성 근력계

등속성 근력(isokinetic muscle strength)은 등속성 근력계(Cybex 770, 미국)를 사용하여 측정하였다. 등속성 장비는 높은 정확성으로 근 수행의 측정이 가능하다(Thistle et al., 1967). 정상지능을 가진 아동들과 정신지체아동들을 대상으로 등속성 근력검사에 의한 양적 근력 측정을 한 결과 검사내, 검사간 및 검사자간 변산성(variability)에서 유의한 차이가 없음이 밝혀짐으로써 등속성 근력검사에 대한 신뢰도가 입증되었다(Molnar 등, 1979).

슬관절 등속성 근력을 측정하기 위한 합리적이고 편안한 검사 각속도의 범위는 60°/sec과 180°/sec 사이로서 이 범위가 기능적 범위에서의 근수행에 대한 정보를 위한 요구와 검사 타당도의 기본적인 요구와 상응하는 것으로 알려져 있다(Dvir, 1995). 뇌성마비아동들에 대해서는 등속성 근력계(Cybex II, 미국)를 사용하여 30°/sec에서 등속성 근력을 측정하는 것이 신뢰로운 측정 방법이다(Berg-Emons 등, 1996).

2) 측정방법

대상자는 등속성 근력계의 의자에서 등이 약 80°정도로 앉은 자세를 취하고 등속성 근력계의 축을 대퇴골의 외측 상과와 일치시킨 다음 대퇴와 골반을 고정하고 저항패드는 내측 내과(medial malleolus)의 바로 상위수준에 위치시켰다. 슬관절의 관절가동범위는 능동적으로 슬관절 굴곡 약 75-90°에서 최대한 신전을 허용하는 개별 관절가동범위를 결정하여 컴퓨터에 입력시켰다. 등속성 근력은 30°/sec와 60°/sec의 각속도에서 양측의 슬관절 신전근과 굴곡근의 구심성 최대 토크(concentric peak torque)를 3회 측정하였고, 3회 측정값 중 가장 높은 값을 구심성 최대 토크 값으로 정하였다. 측정 전 대상자는 최대하의 노력으로 3회 연

습의 기회를 가졌다. 측정시 대상자의 최대 노력을 도출하기 위하여 언어적 강화를 하였다.

3. 트레드밀 유산소 운동

대상자들은 트레드밀(JK-618C, 대만)을 사용하여 트레드밀 유산소 운동을 12주 동안 일주일에 3회기, 회기당 30분을 수행하였다. 훈련기간 동안 대상자들은 그들이 재학하고 있는 지체부자유학교 물리치료실에서 물리치료사의 감독하에 트레드밀 유산소 운동을 수행하였다.

훈련방법은 대상자들에게 트레드밀의 경사도 0%와 각 대상자가 원하는 속도에서 걷도록 하였다. 트레드밀의 훈련속도 범위는 1.5-3.5mph 이었다. 훈련기간 동안 대상자들 모두에게 보조 손잡이를 잡도록 허용하였다.

4. 절차

연구 대상의 기준에 합당한 뇌성마비 여학생 9명을 선정한 다음, 연구자는 연구의 내용과 절차에 관해 대상자들에게 설명을 하였고 트레드밀 유산소 운동프로그램 참여 및 검사에 대한 부모의 서면 동의서를 받았다. 연구자는 대상자들에게 일상생활동작 평가에 대한 설명을 한 다음 연구자가 빈안한 Modified Bathel Index의 일상생활동작 평가항목을 대상자들 스스로가 기록하게 하였고 일상생활동작 평가를 스스로 할 수 없는 학생 1명에 대한 평가는 그 학생의 담당 물리치료사가 작성하게 하였다. 훈련 전후에 대상자들에게 등속성 근력측정 절차에 관해 설명을 한 다음, 등속성 근력계를 사용하여 30°/sec와 60°/sec에서 경도측 및 중도측의 슬관절 굴곡근과 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크를 측정하였다.

5. 자료처리

훈련 전과 훈련 후의 30°/sec와 60°/sec에서 양측 슬관절 굴곡근 및 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크 값의 평균 및 표준편차를 산출한 후, 훈련 전후의 차이 검증은 paired t-test를 실시하였다. 이상의 통계처리는 개인용 PC에 의한 SPSS 프로그램을 사용하였다.

III. 연구결과

뇌성마비아들에 대한 12주 동안의 트레드밀 유산소 운동에 따른 30°/sec와 60°/sec에서의 슬관절 굴곡근 및 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크의 변화를 알아보기 위해 훈련 전후의 평균, 표준 편차 및 paired t-test를 실시한 결과는 표 3과 같다.

1. 30°/sec에서 경도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 경도측의 슬관절 굴곡근에 있어서 30°/sec에서의 최대 토크의 평균치는 훈련 전에는 19.22±12.06 Nm, 훈련 후에는 24.89±14.74 Nm로 통계적으로 유의하게 증가를 보였다($t=-3.1, p<.01$).

표 3. 훈련 전·후의 등속성 근력에 대한 paired t-test 결과

| 각속도 | 변인 | 훈련 전 | 훈련 후 | t-value | p-value |
|---------|-------------|--------------|--------------|---------|---------|
| | | M (SD) | M (SD) | | |
| 30°/sec | 경도측 슬관절 굴곡근 | 19.22(12.06) | 24.89(14.74) | -3.1 | 0.007 |
| | 중도측 슬관절 굴곡근 | 10.89(8.89) | 19.56(13.79) | -3.1 | 0.008 |
| | 경도측 슬관절 신전근 | 46.22(25.79) | 61.56(22.90) | -3.0 | 0.009 |
| | 중도측 슬관절 신전근 | 36.11(23.59) | 51.67(25.93) | -3.9 | 0.002 |
| 60°/sec | 경도측 슬관절 굴곡근 | 17.89(14.50) | 21.00(15.56) | -1.9 | 0.047 |
| | 중도측 슬관절 굴곡근 | 8.67(8.75) | 18.56(13.48) | -3.0 | 0.009 |
| | 경도측 슬관절 신전근 | 38.44(20.83) | 47.56(20.66) | -2.7 | 0.013 |
| | 중도측 슬관절신전근 | 30.78(18.57) | 38.33(19.18) | -3.4 | 0.005 |

단위: Newtonmeter(Nm)

* p-value 는 본 논문상의 가설(2쪽)에 대응하는 유의확률임

2. 30°/sec에서 중도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 중도측의 슬관절 굴곡근에 있어서 30°/sec에서의 최대 토크의 평균치는 훈련 전에는 10.89±8.89 Nm, 훈련 후에는 19.56±13.79 Nm로 통계적으로 유의한 수준의 증가를 보였다($t=-3.1, p<.01$).

3. 30°/sec에서 경도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 30°/sec에서의 경도측 슬관절 신전근의 최대 토크 평균치는 훈련 전에는 46.22±25.79 Nm, 훈련 후에는 61.56±22.90 Nm로 통계적으로 유의한 수준의 증가를 보였다($t=-3.0, p<.01$).

4. 30°/sec에서 중도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 30°/sec에서의 중도측 슬관절 신전근의 최대 토크 평균치는 훈련 전에는 36.11±23.59 Nm, 훈련 후에는 51.67±25.93 Nm로 유의하게 증가하였다($t=-3.9, p<.01$).

5. 60°/sec에서 경도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 경도측의 슬관절 굴곡근에 있어서 60°/sec에서의 최대 토크의 평균치는 훈련 전에는 17.89±14.50 Nm, 훈련 후에는 21.00±15.56 Nm로 통계적으로 유의하게 증가하였다($t=-1.9, p<.05$).

6. 60°/sec에서 중도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 중도측의 슬관절 굴곡근에 있어서 60°/sec에서의 최대 토크의 평균치는 훈련 전에는 8.67±8.75 Nm, 훈련 후에는 18.56±13.48 Nm로 통계적으로 유의하게 증가하였다($t=-3.0$, $p<.01$).

7. 60°/sec에서 경도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 60°/sec에서의 경도측 슬관절 신전근의 최대 토크 평균치는 훈련 전에는 38.44±20.83 Nm, 훈련 후에는 47.56±20.66 Nm로 통계적으로 유의하게 증가하였다($t=-2.7$, $p<.05$).

8. 60°/sec에서 중도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크

표 3에서 제시된 바와 같이 60°/sec에서의 중도측 슬관절 신전근의 최대 토크 평균치는 훈련 전에는 30.78±18.57 Nm, 훈련 후에는 38.33±19.18 Nm로 통계적으로 유의하게 증가하였다($t=-3.4$, $p<.01$).

IV. 고 찰

뇌성마비아들에게 있어서 근 약화(muscular weakness)가 있음이 이미 알려진 사실이지만 임상에서 이들에 대한 신경발달치료가 우세하는 동안 이런 장애 요소가 무시되어 왔다. 경직과 비정상 운동의 증가에 대한 두려움 때문에 근력 강화를 강조하지 않았고 그래서 운동 조절이 이루어지지 못하고 있다(Semans, 1967). 신경발달치료의 주창자들은 전통적으로 뇌성마비에서 운동기능부전(movement dysfunction)의 주 원인을 과긴장(hypertonia)과 주동근과 길항근의 동시수축으로 보았다. 근육의 약화는 경직성 길항근 군의 과도한 저항에 기인한 것이고 과긴장을 감소시키면 근력도 적당해질 것이라고 생각하였다(Bobath, 1971). 따라서 저항훈련은 과긴장과 연합반응을 야기할 수 있기 때문에 상위운동신경원 병변(upper motor neuron condition)에서는 피해야 한다고 제안하였다(Bobath, 1990). 그러나 많은 선행 연구들에서 경직 뇌성마비아들을 대상으로 척수 후근 절제술을 시행한 결과 경직은 감소되었지만 외과적 절차만으로는 근력이 증가되지 않으며 수술 후에 물리치료를 할 때만이 근력뿐 아니라 기능도 함께 증진할 수 있다고 보고함으로써 수술 후에 근력증가를 위해 적합한 운동치료가 강조되고 있다.

본 연구에서는 12주 동안의 트레드밀 유산소 운동에 의하여 훈련 전보다 뇌성마비 여학생들의 30°/sec 및 60°/sec의 각속도에서 슬관절 굴곡근과 슬관절 신전근의 등속성 근력이 유의하게 증가하였다. 이와 같은 근력의 증가는 근 질량의 증가, 운동단위 동원의 동시화, 주동근과 길항근의 동시수축의 감소에 의한 결과일 것으로 사료된다.

본 연구결과와 유사하게 강순희(2000)의 연구에서는 14-25세의 뇌성마비 남학생 10명을 대상으로 12주 동안 주당 3회, 회기당 32-44분간(준비운동과 정리운동 포함)의 자전거 에르고미터 운동을 실시한 결과, 훈련 전보다 훈련 후에 30°/sec에서 경도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크($p<.05$), 중도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크($p<.0001$), 경도측 슬관절

신전근의 구심성 최대 토크($p < .001$)와 중도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크($p < .001$)는 유의한 증가가 있는 것으로 나타났다. $60^\circ/\text{sec}$ 에서 훈련 전보다 훈련 후에 경도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크는 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다($p > .05$), 중도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크($p < .001$), 경도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크($p < .01$), 중도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크($p < .01$)는 유의한 증가가 있는 것으로 나타났다.

Berg-Emons 등(1998)의 연구에서도 뇌성마비아동들의 등속성 근력에 대한 긍정적인 훈련효과를 보고하였다. Berg-Emons 등(1998)의 연구에서 7-13세의 경직성 뇌성마비아동들을 대상으로 자전거타기, 의자차 운전, 달리기, 비행접시 훈련과 매트운동과 같은 유산소 운동을 주당 2회, 회기당 45분을 실시한 결과, 훈련 2개월 후 경도측 슬관절 굴곡 최대토크는 32%, 훈련 9개월 후 39%까지 증가되었다. 중도측 슬관절 굴곡 최대토크는 훈련 2개월 후 28%로 증가되었고 훈련 9개월 후에는 더 증가가 없었다. 훈련 전보다 훈련 9개월 후에 슬관절 신전 최대토크는 경도측에서 12%, 중도측에서 24%의 증가를 보였다.

좌우 슬관절 굴곡근과 신전근의 근력차이가 10%이상이면 근육의 불균형으로 볼 수 있고 이런 경우에 부상을 입을 가능성이 많으므로 좌우 토크를 비교하는 것이 중요하다(Gleim, Nicholas와 Weff, 1978). 본 연구의 결과에서 두 각속도에서 슬관절 굴곡근과 슬관절 신전근 모두에서 경도측보다 중도측의 등속성 근력의 증가율이 더 높은 것으로 나타났다. 따라서 뇌성마비아들에 대한 트레드밀 유산소 운동이 양측의 슬관절 굴곡근과 슬관절 신전근에 있어서 근력 비대칭성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

MacPhail과 Kramer(1995)는 뇌성마비청소년들에 대한 등속성 근력훈련프로그램으로 최대 토크가 증진된 반면에 경직은 유의한 변화가 없음을 보고하였다. 여러 선행연구들(Damino와 Abel, 1998; Damino 등, 1995a; Damino 등, 1995b)에서 근력강화 훈련프로그램에 의해 뇌성마비아들의 하지근력이 증가되고 보행과 같은 기능이 증진되었음이 보고되었다.

본 연구에서 훈련을 마친 후에 뇌성마비 학생들과의 면담에서 훈련 후에 보행할 때 어떤 느낌이 드는 지를 묻는 질문에 9명중 7명의 학생들은 훈련 전보다 훈련 후에 '더 먼 거리를 걸을 수 있다' '층계를 쉽게 오를 수 있다' '같은 거리를 걷는 데 힘이 덜 든다' '다리가 부드러워졌다' '손잡이 또는 벽을 잡지 않고 더 많이 걸어 다닐 수 있다' '빨리 걸을 수 있다' '힘이 좋아진 것 같다' 고 훈련의 긍정적인 효과를 보고하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 트레드밀 유산소 운동은 뇌성마비학생의 등속성 근력을 향상시키는 데 효과이라고 할 수 있다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 트레드밀 유산소 운동이 뇌성마비 학생들의 등속성 근력에 어떤 영향을 미치는 지를 규명하는 것이었다. 10-22세의 뇌성마비가 있는 여학생 9명을 대상으로 트레드밀 유산소 운동을 경사도 0%에서 각 대상자들이 원하는 속도에서 12주 동안 주당 3회, 1회기당 20분을 실시하였다. 등속성 근력의 변화를 평가하기 위하여 $30^\circ/\text{sec}$ 와 $60^\circ/\text{sec}$ 에서 슬관절 굴곡근과 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크를 훈련 전후에 등속성 근력계로 측정하였다. Paired t-test를 사용하여 등속성 근력의 변인들을 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 훈련 전보다 훈련 후에 $30^\circ/\text{sec}$ 에서 경도측 슬관절 굴곡근 구심성 최대 토크($p < .01$),

중도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크($p<.01$), 경도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크($p<.01$) 및 중도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크($p<.01$)는 통계적으로 유의하게 증가하였다.

둘째, 훈련 전보다 훈련 후에 $60^\circ/\text{sec}$ 에서 경도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크($p<.05$), 중도측 슬관절 굴곡근의 구심성 최대 토크($p<.01$), 경도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크($p<.05$) 및 중도측 슬관절 신전근의 구심성 최대 토크($p<.01$)는 통계적으로 유의하게 증가하였다.

이상의 결과를 볼 때 뇌성마비학생들의 등속성 근력을 증가하는 데 있어서 트레드밀 유산소 운동이 효과적임을 제안한다. 앞으로 뇌성마비학생들의 경직에 대한 트레드밀 유산소 운동의 효과를 밝히는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

< 참고 문헌 >

강순희: 에르고미터운동이 뇌성마비학생의 심폐지구력, 등속성 근력 및 신체구성에 미치는 영향, 단국대학교 대학원 박사학위 논문.

Bax, M.C.O.(1964). Terminology and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 6, 295.

Berg-Emons van den , R.J.G., van Baak M.A., de Barbanson D.C., Speth, L., & Saris W.H.M.(1996). Reliability of tests to determine peak aerobic power, anaerobic power and isokinetic muscle strength in children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 1117-1125.

Berg-Emons van den, R.J., van Baak, M.A., Speth, L., & Saris, W.H.(1998a). Physical training of school children with spastic cerebral palsy: effects on daily activity, fat mass and fitness. *International Journal of Rehabilitation Research*, 21, 179-194.

Berg-Emons van den, R.J.G., van Baak, M.A., & Westerterp, K.R.(1998b). Are skinfold measurements suitable to compare body fat between children with spastic cerebral palsy and healthy controls? *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 335-339.

Bobath, B.(1971). Motor development, its effect on general development, and application to the treatment of cerebral palsy. *Physiotherapy*, 57, 526-532.

Bobath, B.(1990). Adult hemiplegia: Evaluation and treatment, 3rd Ed. Oxford, Great Britain : Heinmann Medical Books.

Damino D.L., & Abel, M.F.(1998). Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79, 119-125.

Damino D.L., Kelly, L.E., & Vaughn,, C.L.(1995a). Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. *Physical Therapy*, 75, 8, 658-671.

Damino D.L., Vaughn, C.L.& Abel, M.F.(1995b). Muscle response to heavy resistance

- exercise in children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 37, 731-739.
- Dvir, Z.(1995). Isokinetics; Muscle testing, interpretation and clinical applications. New York, Churchill Livingstone.
- Giuliani, C.A.(1991). Dorsal rhizotomy for children with cerebral palsy: Support for concepts of motor control. *Physical Therapy*, 71, 3, 248-259.
- Gleim, G., Nicholas, J., & Weff, J.(1978). Isokinetic evaluation following leg injuries. *Physical Sports Medicine*, 6, 75-82.
- MacPhail, H.E.A. & Kramer, J.F.(1995). Effect of isokinetic strength training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 37, 763-775.
- Molnar, G.E., Alexander, J.(1973). Objective, quantitative muscle testing in children: a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 54, 224-228.
- Molnar, G.E., Alexander, J., Gutfeld, N.(1979). Reliability of quantitative strength measurements in children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 60, 218-221.
- Semans, S.(1967). The bobath concept in treatment of neurological disorders. *American Journal of Physical Medicine*, 46, 1, 732-785.
- Thistle, H.G., Hislop, H.J., Moffroid, M. & Lowman, E.W.(1967). Isokinetic contraction :a new concept of resistive exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 279-282.