

Medical Exercise Therapy가 만성 뇌졸중 환자의 보행능력 및 족관절 근활성도에 미치는 영향

조영환 · 박종항¹ · 김경윤² · 남기원²

씨티재활병원 물리치료실, ¹광양보건대학 물리치료과, ²동신대학교 물리치료학과

Effects of Medical Exercise Therapy on Walking Ability and Ankle Muscles Activation after Chronic Stroke

Yuong-Hwan Cho, PT, MS, Jong-Hang Park, PT, MS¹
Kyung-Yoon Kim, PT, PhD², Ki-Won Nam, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, City Rehabilitation Hospital

¹Department of Physical Therapy, Kwangyang Health College

²Department of Physical Therapy, Dongshin University

<Abstract>

Purpose : The purpose of this study was to determine effect of Medical Exercise therapy on walking ability and ankle muscles activation after stroke.

Method : Participants were randomly divided into either MET training group(n=12) and control group(n=12). All of participants had been receiving a traditional rehabilitation program, 5 days a week. MET training group have additionally undergone for six weeks, 3 days a week, the MET program. But control group was not received any additional program except the traditional rehabilitation program. The 10 mWT, F8WT and 2 MWT to measure walking ability were carried out twice before and after training. Muscular activity of the ankle was estimated by analyzing the RMS of action potential for EMG in terms of tibialis anterior muscle(TA), soleus(SO), gastrocnemius medial head(GM), gastrocnemius lateral head(GL).

Results : At the walking ability, MET training group demonstrated a significant improvement in the score of the 10 mWT(p<0.001), 2 MWT(p<0.05), but F8WT was not significant improvement(p>0.05). At the ankle muscle activation, MET training group demonstrated a significant improvement in the RMS of the TA(p<0.01) and SO(p<0.05) but GM(p>0.05) and GL(p>0.05) were not significant improvement.

Conclusion : From these results of this study, MET training for 6 weeks has an effect on improvement of walking

ability and ankle muscles activation after stroke.

Key Words : MET, Stroke, Walking Ability, Muscle Activation

I. 서 론

뇌졸중은 빈번하게 발생하는 신경계 질환으로 뇌가 정상적인 성숙과 발달을 한 후 정상적인 혈액공급에 문제가 생기는 질환으로(Foster 등, 2008), 우리나라 인구 10만 명당 사망자 수가 27,932명으로 단일질환 사망률 56.5%의 1위 질환이다(통계청, 2008). 뇌졸중의 증상은 다양하며 손상 위치, 크기, 원인에 따라 감각, 운동, 지각, 인지, 언어 장애와 같은 문제가 나타나며 주된 증상은 편마비이다(Kelley와 Borazanci, 2009). 그 중에서 운동과 관련된 문제점은 비정상적인 신체 균형과 자세, 체중 이동 능력의 결함 등이 있다. 이와 같은 문제점은 편마비 환자가 선 자세에서 균형을 유지하거나 보행 시 장애를 초래하게 된다(Carr와 Sherphed, 1985).

선행연구에 의하면 뇌손상으로 입원한 환자들 중 84%에서 관절 구축이 발생되었으며 그 중 76%는 족관절의 구축이 동반되었다고 보고하였다(Yarkony 등, 1987). 또한 Myometry를 사용하여 하지 근약화의 전형적인 패턴이 있는지를 조사하기 위해 건강한 대상자와 뇌졸중 대상자의 약화된 하지와 임상적으로 손상받지 않은 하지 모두에서 8개 근육(flexors and extensors of hip, knee, ankle and hallux)의 자발적인 근력을 평가했다. 편마비 하지에서 근약화의 일관성있는 패턴은 없었다. 때때로 굴곡근이 다른 굴곡근과는 반대로 한 굴곡근에서 보다 더 영향을 받은 것으로 보인다고 했고 임상적으로 건축에서 측정된 근력 또한 대조군과 비교해서 감소했으며 평균적으로, 족관절 저축굴곡근이 가장 많이 영향을 받았다고 보고하였다(Adams, 1990).

보행 주기 동안 주요한 힘은 push-off를 하는 동안 족관절의 저축굴곡(Winter, 1987)에 의해 생산되기 때문에 저축굴곡 활동을 강화하고 훈련하는 것이 중요하다. 족관절의 모든 움직임은 보행 시 발과 지면 사이의 상호작용을 조절하므로 걷기에 필수적인 요소이다(Wolfson 등, 1993). 또한 인체의 구성

중 족관절과 발의 일차적 기능은 자세 동요에 대한 균형조절과 보행 시 충격을 흡수하고, 하지의 전진을 제공하는 것이다. 이를 위해서는 충분한 족관절 가동범위와 근력 및 고유수용성 감각이 필요하다(Donald, 2002). 따라서 뇌졸중 환자의 보행능력 향상을 위해서는 발목관절의 운동능력을 향상시키고 발목관절 주변근육을 강화시켜 줄 수 있는 운동이 필요하다.

Medical Exercise Therapy(MET)는 노르웨이의 물리치료사이자 국가대표 스피드 스케이팅 감독이었던 Oddvar Holten에 의해 창시되었으며, MET는 수동적 도수치료 후 운동을 체계적으로 실행하고 적용할 수 있도록 하는 치료적 도구로(Wouters, 2005), 아주 적은 저항의 적용이 가능할 뿐 아니라 근골격계의 기능적 필요에 따라 부분적 체중지지가 가능하고 신경근육계, 관절계, 순환계 및 호흡계에 필요한 최적의 자극을 줄 수 있도록 고안되어 있다(구희서, 2000).

보행능력과 균형능력에 영향을 주기 위한 운동프로그램들로 손진철(2005)은 배측굴곡 강화운동을 실시하였으며 이성은(2005)은 고정자전거와 족관절 스트레칭 그리고 탄력밴드를 이용한 점진적 저항운동을 실시하였다. 또한 김용선(2005)은 기능적 전가 자극을 적용하여 보행을 실시하여 근활성도의 변화를 관찰하였다.

하지만 선행연구들은 환자의 각각의 능력에 상관없이 일괄적으로 운동이 적용이 되었으나 MET를 족관절에 적용한 운동은 환자의 능력에 따라 정량화된 운동처방이 이루어지므로 효과적인 족관절 강화운동을 적용할 수 있을 것이라 생각된다. 하지만 이에 관한 연구가 거의 없는 실정이며, 국내에서는 구희서(2000)가 요통에 MET를 적용한 연구가 발표된 바가 있지만 그 이후로 추가적인 연구가 없었고 신경계 질환에 적용한 연구논문은 찾아보기가 힘든 실정이다. MET가 근골격계 환자를 대상으로 만들어 졌지만 신경계 손상 환자 또한 근력의 약화

와 관절가동범위의 제한이 나타나기 때문에 MET의 정량화된 능동, 반복 운동이 효과가 있을 것이라고 생각되며, MET를 통한 족관절 운동은 치료방법을 다양화 시키고 체계적인 운동처방을 위한 자료로 활용될 수 있으리라 생각한다.

따라서 본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자의 족관절에 MET를 적용한 후 직선보행능력, 곡선보행능력, 보행지구력 및 족관절 주위 근육의 근활성도를 평가하여 신경계 손상 환자에게 MET 적용의 가능성을 알아보고 임상 활용도를 평가하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 연구 기간

대상자 기준은 뇌졸중 확정 진단을 받고 6개월 이상이 경과한 자, 보행 보조도구 사용 유무와 관련 없이 50 m 이상 독립 보행이 가능한 자, 하지에 정형외과적 질환이 없는 자, 연구 내용을 이해하고 의사소통이 가능한 자 30명이 본 연구에 참여하였다. 이 중 6명은 개인적인 사정과 퇴원 등으로 인해 연구진행 중에 제외되었고 MET 훈련군 12명과 대조군 12명으로 분류하여 6주간 진행되었다.

2. 연구 설계

본 연구는 뇌졸중 환자에게 MET shoe(Steens Industry, 노르웨이)를 발목관절에 적용하였을 때 근활성도와 보행능력에 미치는 변화를 알아보기 위해 실시하였다. 총 30명의 대상자를 MET훈련 및 전통적 운동치료를 받는 군과 전통적 운동치료만을 받는 대조군으로 각각 15명씩 무작위 배치하였으며 훈련은 6주간 실시하였다. 훈련 전후 근활성도의 변화를 보기위해 전경골근, 가자미근, 내·외측 비복근의 최대근수축력(MVIC)에 대한 실효치 진폭(RMS)값을 구하였고, 보행능력을 평가하기 위해 F8WT, 10 mWT, 2 MWT를 실시하였다.

3. MET 적용방법

운동을 시작하기 전에 먼저 환자의 능력을 알아보기 위해 1RM을 측정하여 사용하며 1RM을 결정하기 위해서는 일반적으로 Delorme의 원칙을 사용하지만 이는 정상 성인에 맞게 고안된 것이므로 환자의 치료에는 적용이 어렵다(구희서, 2000). Oddvar Holten은 1RM에 대한 %를 알기위해 일정한 저항에 대한 같은 움직임을 얼마나 많이 정확히 할 수 있는지 실험을 하였다.

즉, 최대 반복횟수를 통해 최대무게(1 RM)의 %를 역추적하여 계산 할 수 있게 하였다. Oddvar Holten은 Delorme의 1RM측정 방식을 변형 시켜서 1RM을 안전하고 쉽게 계산 할 수 있는 Holten 곡선표를 만들었다(Figure 1).

예를 들어, A라는 사람이 3 kg(입의 저항)의 저항을 가지고 25회의 움직임을 하고 근피로, 대상 작용, 통증의 이유로 움직임이 중단되면 25회의 반복수가 3 kg에 대한 최대 반복수가 된다. 이는 1RM의 65%에 해당한다. 이를 바탕으로 1RM을 계산하면 $3 \text{ kg} : 65\% = X \text{ kg} : 100\%$, $X \text{ kg} \approx 4.6 \text{ kg}$ 다음과 같은 등식이 성립한다. 즉, A라는 사람의 1RM을 저항량으로 하면 4.6 kg이 된다. 만일 1RM의 80%에 해당하는 근력훈련을 목표로 운동을 한다면 위와 같은 방법으로 저항량을 계산하면 3.6 kg이다. 확인을 위해 3.6 kg으로 같은 움직임을 반복하면 약 8회에서 12회 범위 안에 드는 반복수가 나오면 정확하게 계산이 된 것으로 볼 수 있다.

본 연구는 MET 이론에 근거하여 족관절의 근력강화 및 가동범위 증진을 위한 훈련을 구성하였다. MET Shoe를 착용하고 운동방법을 숙지시키기 위해 저항없이 4-5회 족관절 배측굴곡과 저측굴곡을 실시한 후 휴식 시간을 가진 다음 높낮이가 조절되는 매트위에서 무릎의 굴곡 각도는 90도($\pm 10^\circ$)를 기준으로 편안하게 앉도록 하고 MET 훈련을 시작하였다. 각각 최대반복을 20회~36회 범위내에서 실시할 수 있는 저항(무게)을 측정해 각각의 움직임에 대하여 3세트, 세트 사이 휴식 시간은 1분으로 하고 2회 씩 실시하였다. 훈련시 반복횟수는 최대반복수에서 20%를 빼거나 저항의 10%를 뺀 후 실시하였다. 저항은 250 g, 500 g, 750 g, 1 kg, 2 kg의 저항추를 이용하여 1 cm 단위로 표시가 되어있는 레버 압

(lever arm)을 이용하여 저항을 주었다(Figure 2, 3, 4, 5).

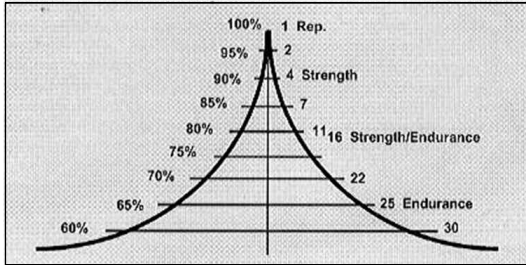


Figure 1. Holten curve

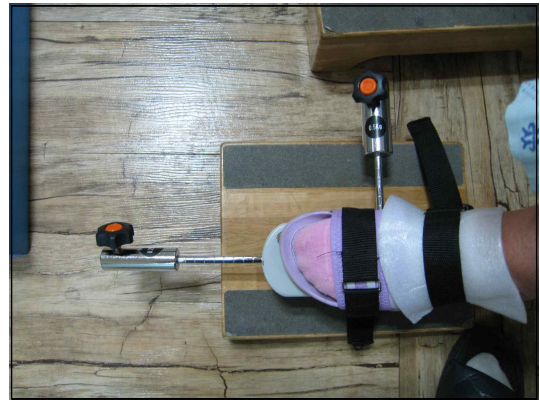


Figure 4. Wear the MET equipment (superior view).



Figure 2. MET shoe.



Figure 5. Wear the MET equipment(side view).



Figure 3. Posture of MET training.

4. 측정 및 평가

1) 기능적 평가

(1) 직선 보행 능력 평가

직선 보행 능력을 평가하기 위한 척도로 여러 연구에서 신뢰도와 타당도가 검증된 10 meter walking test(10 mWT)를 이용하였다(Dean 등, 2001). 10 mWT는 두 지점간의 직선거리 14 m를 연결한 보행 통로에서 실시하였다. 14 m의 보행통로 양쪽 끝에서 2 m되는 지점에 표시선을 만들어 가속과 감속을 위한 구간을 설정하였다. 보행통로 중 10 m의 거리에 대한 보행시간을 초시계로 3회 측정하여 보행속도를 측정하였으며 걸음 수도 함께 측정하여 그 평균값을 보행수행 능력의 측정 변수로 사용하였다.

(2) 곡선 보행 능력 평가

곡선 보행 능력을 평가하기 위한 Figure 8 walk test(F8WT) 방법은 약 1.5 m(5 feet) 거리에 원뿔(Figure 8에서 X표시)을 설치하고 대상자가 원뿔 사이 중앙에 원뿔면으로부터 바깥쪽으로 향해 서게 한 후 곡선주행 방향을 선택하고 준비가 되면 평상시 속도로 걷게 하였다. 그리고 나서 시작자세로 돌아오면 된다. 측정요소는 완주하는데 걸린 시간, 측정동안 걸음수로 하였다(Hess 등, 2010)(Figure 6).

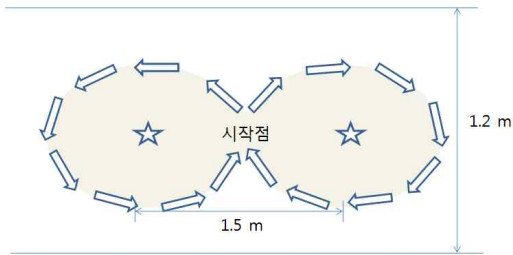


Figure 6. Figure 8 walk test.

(3) 보행 지구력 평가

보행지구력을 평가하기 위해 지면에서 2분 동안 걷는 방법인 2 minute walking test(2 MWT)는 12분 걷기의 변형된 검사 방법이며 뇌졸중 환자의 보행 검사에서 높은 신뢰성이 있다(Kosak과 Smith, 2005). 측정 시 대상자의 필요에 따라 휴식을 제공하였고, 휴식 횟수와 휴식시간을 기록하였다. 요구에 따라 대상자는 보행 도구를 사용할 수 있게 하였다(Guyatt 등, 1984). 20 m 지점의 처음과 끝을 표시한 후 반복해서 2분 동안 걷도록 하고 줄자를 이용하여 거리를 측정하였다.

2) 운동단위 활동전위 측정

(1) 표면 근전도 측정

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 족관절에 MET을 적용한 전과 후에 족관절 주변근육(전경골근, 가자미근, 내측 비복근, 외측 비복근)의 근 활성도를 측정하기 위해 표면 근전도인 Bagnoli EMG System(Delsys inc., U.S.A)를 사용하였다. 근전도 신호를 수집하기 위해 신호 표본 추출율(sampling rate)은 1024 Hz로 하였고, 주파수 대역폭은 Bagnoli EMG

system의 측정 주파수 대역 필터인 20~450 Hz와 60 Hz의 노치 필터(notch filter)를 하였으며 2개 채널을 이용하여 기록하였다. 수집된 근전도 신호의 저장과 분석은 Acquisition and Analysis Software(Delsys inc., U.S.A) 프로그램을 이용하여 실효치 진폭(root mean square; RMS)을 분석하였다. 전극을 부착하기 전에 피부저항을 최소화하기 위해 알코올로 깨끗이 닦은 후 전극을 부착시켰다. 전경골근의 전극배치로 전극은 전경골근의 기시점과 종지의 중간부에서 가장 발달한 부위인 운동점에 부착하였다. 가자미근은 비복근과 아킬레스건의 근전도 신호 방해를 피해 비복근의 하방 2 cm지점, 아킬레스건의 안쪽에 전극을 부착하였다. 접지전극은 운동에 방해를 주지 않는 가까운 부위에 부착하였다(강양훈, 2007; 문근성, 2005).

(2) 최대 수의적 등척성 수축 시 근 활성화도 측정(MVIC)

전경골근, 가자미근, 내·외측 비복근의 활성도를 측정하기 위해 앉은 자세에서 각 근육의 최대 수의적 등척성 수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 유도하였다. 5초 동안 자료값을 선형필터한 후 초기와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균값을 측정하였다(Figure 7).



Figure 7. Locations of sEMG electrodes attachment.

5. 분석방법

대상자의 일반적 특성에 대한 자료는 기술통계와

빈도분석을 실시하였다. 대상자의 일반적인 특성을 비교하기 위해 대조군과 실험군에 대한 independent t-test를 실시하였으며, 족관절에 MET를 적용하기 전과 후의 보행과 근육의 근활성도 차이를 비교하기 위해 paired t-test를 실시하였으며, 실험 전과 후의 각 군간의 차이를 비교하기 위해 independent t-test를 실시하였다. 자료는 윈도우용 SPSS version 17.0 통계 프로그램을 사용하여 분석하였으며, 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

일반적 특성에서 평균 연령은 대조군이 59.16±4.49세, MET 훈련군이 58.00±2.57세였다. 평균 신장과 몸무게는 대조군이 165.75±2.47 cm, 62.83±0.80 kg이었고, MET 훈련군이 163.91±1.67 cm, 63.16±0.36 kg이었다. 유병기간은 대조군이 20.41±1.66개월, MET 훈련군이 16.58±2.77개월이었다. 모든 항목에서 대조군과 MET 훈련군 사이에서 유의한 차

이가 없었다($p>.05$)(Table 1).

2. MET 적용 전과 후의 직선 보행 능력 평가

뇌졸중 환자의 족관절에 MET를 적용한 후 직선 보행 능력을 평가하기 위해 10 mWT를 실시한 후 보행속도와 걸음수의 변화를 측정한 결과, 대조군은 치료 전과 후에 보행속도와 걸음수에서 유의한 증가를 보이지 않았으나($p>.05$), 실험군은 보행속도와 걸음수가 유의하게 증가하였다($p<.05$). 또한 실험 전에는 보행속도와 걸음수에서 대조군과 실험군 간에 유의한 차이를 보이지 않았으나($p>.05$) 실험 후에는 대조군과 실험군 간에 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 2).

3. MET 적용 전과 후의 곡선 보행 능력 평가

뇌졸중 환자의 족관절에 MET를 적용한 후 곡선 보행 능력을 평가하기 위해 F8WT를 실시한 후 보행속도와 걸음수의 변화를 측정한 결과, 대조군과 실험군 모두 치료 전과 후에 보행속도와 걸음수에서 수치상의 증가는 관찰되었으나 통계학적으로 유

Table 1. General characteristic of subjects

	Experimental Group (n=12)	Control Group (n=12)	t	p
Age	58.00±2.57	59.16±4.49	0.225	0.824
Height(cm)	163.91±1.67	165.75±2.47	0.614	0.546
Weight(kg)	63.16±0.36	62.83±0.80	-0.377	0.710
Prevalance(month)	16.58±2.77	20.41±1.66	1.185	0.249

Table 2. Change of 10 mWT after MET application

	Group	Pre	Post	t	p
Velocity	Control group	36.11±21.64	34.68±22.64	0.632	0.540
	Experimental group	32.01±14.48	19.54±11.56	5.183	0.000
	t	0.528	2.082		
	p	0.603	0.049		
Step	Control group	32.23±16.52	30.15±5.43	0.641	0.535
	Experimental group	28.83±12.51	22.67±11.77	2.571	0.026
	t	0.945	1.165		
	p	0.355	0.048		

Table 3. Change of F8WT after MET application

Group		Pre	Post	t	p
Velocity	Control group	36.16±22.69	29.08±29.73	0.435	0.672
	Experimental group	35.88±25.48	20.83±15.49	1.625	0.133
	t	0.123	1.584		
	p	0.904	0.132		
Step	Control group	28.83±10.46	24.75±12.11	0.874	0.401
	Experimental group	26.35±10.79	22.45±13.42	0.736	0.477
	t	0.437	0.480		
	p	0.667	0.636		

Table 4. Change of 2 MWT after MET application

Group		Pre	Post	t	p
Control group		53.55±25.82	57.13±43.66	-0.660	0.523
Experimental group		59.25±28.92	86.51±36.61	-0.299	0.007
t		-0.875	-1.786		
p		0.336	0.88		

의한 증가를 보이지는 않았다($p>.05$). 또한 각 군간의 차이에서도 실험 전과 후에 대조군과 실험군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(Table 3).

4. MET 적용 전과 후의 보행 지구력 평가

뇌졸중 환자의 족관절에 MET를 적용한 후 보행

Table 5. Change of RMS after MET application

Muscle	Group	Pre	Post	t	p
Tibialis anterior	Control group	1012.83±513.92	1093.58±461.47	-1.717	0.114
	Experimental group	820.08±285.43	1596.92±650.26	-3.220	0.008
	t	1.136	-2.187		
	p	0.268	0.040		
Soleus	Control group	1119.45±604.83	1129.25±609.42	-0.138	0.893
	Experimental group	958.17±373.43	1665.83±619.10	-3.487	0.005
	t	0.785	-2.140		
	p	0.441	0.044		
GM	Control group	1210.83±711.38	1249.01±719.51	-1.328	0.211
	Experimental group	1244.92±453.21	1309.92±469.68	-0.953	0.361
	t	-0.133	-0.308		
	p	0.895	0.761		
GL	Control group	1184.08±773.05	1201.54±779.97	-0.194	0.774
	Experimental group	1365.33±490.68	1435.83±609.23	-1.122	0.286
	t	-0.652	-0.914		
	p	0.521	0.371		

GM; Gastrocnemius medial head, GL; Gastrocnemius lateral head

지구력을 평가하기 위해 2 MWT를 실시한 결과, 대조군은 치료 전과 후에 보행거리에서 유의한 증가를 보이지 않았으나($p>.05$), 실험군은 보행거리가 유의하게 증가하였다($p<.05$). 하지만 각 군간의 차이에서는 실험 전과 후 모두 대조군과 실험군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(Table 4).

5. MET 적용 전과 후의 근활성도 변화

뇌졸중 환자의 족관절에 MET를 적용한 후 족관절 배측굴곡근과 저측굴곡근의 근활성도 변화를 관찰하기 위해 전경골근, 가자미근, 비복근의 최대수축에 대한 실효치 진폭을 측정된 결과, 전경골근과 가자미근에서 대조군은 치료 전과 후에 근활성도가 유의하게 증가하지 않았으나($p>.05$), 실험군에서는 유의하게 증가하였다($p<.05$). 내측 비복근과 외측 비복근에서는 대조군과 실험군 모두 치료 전과 후의 근활성도에서 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 군간 변화에서 전경골근과 가자미근은 실험 전에는 대조군과 실험군에서 유의한 차이를 보이지 않았으나($p>.05$) 실험 후에는 유의한 차이를 보였으며($p<.05$), 내측 비복근과 외측 비복근에서는 실험 전과 후 모두 유의한 차이를 보이지 않았다($p>.05$)(Table 5).

IV. 고 찰

뇌졸중 환자에게서 발생하는 근력의 약화는 기능적 회복을 제한시키는 요소 중 하나로 근력, 균형 능력, 기능적 독립성의 저하를 가져오며(Whitney 등, 1998), 족관절 근력 약화는 균형유지와 보행에 문제를 발생시킨다(황병용, 1999). 따라서 뇌졸중 발생 후 보행능력과 균형능력을 회복시키기 위해 족관절의 근력강화 및 관절가동범위를 증진시킬 수 있는 운동이 필요하다. 또한 뇌졸중 환자는 대다수가 고령이므로 환자 각각에게 적합한 강도의 훈련이 필요하다. 고령자에게 근력 향상을 위해 적용하는 근저항훈련은 운동강도(IRM) 설정과 적용하는 운동의 종류, 운동 시 동원되는 근육군의 선택 및 세트간의 휴식 시간 등에 세심한 주의를 기울여야 하며(American College of Sports Medicine, 2006), 개개인의 체력,

체격조건, 영양상태, 훈련방법 등도 고려하여야 한다(Kraemer 등, 2002).

정경렬 등(2010)은 최근까지의 고령자들을 대상으로 근저항훈련을 적용한 연구들은 운동기간이 증가함에 따라 IRM의 강도를 40%에서 최대 80%까지 증가시켜 실시하여 근저항훈련의 효과를 극대화시키기 위해 노력하고 있지만, 근저항훈련 시 적절한 운동 강도 범위를 초과하는 경우 참여자의 심리적 부담과 운동참여도의 저하, 근골격계 상해의 위험 등의 부정적인 영향을 미칠 수 있으며, 따라서 고령자들을 대상으로 하는 근저항훈련의 적용은 운동효과와 더불어 상해의 위험을 최소화하고 안정성 있는 근저항훈련 프로그램의 활용이 매우 중요하다고 주장하고 있다. 근저항훈련의 강도로 사용하는 IRM의 경우, 직접적인 방법과 간접적인 방법이 있지만(Hutchins 등, 2002; Ben과 Mildred, 2000) 고령자가 많은 뇌졸중 환자에게는 특히 위험성을 내포하고 있다. 하지만 MET는 낮은 강도의 저항량과 반복횟수를 이용하여 IRM을 역추적 하는 방법을 사용하는 체계적이고 정량화된 운동방법으로 고령자가 많은 뇌졸중 환자에게도 적합한 운동이라고 생각한다. MET는 근골격계 질환자를 대상으로 창시된 이론이며 장비이지만(Wouters, 2005), 뇌졸중 환자 역시 2차적 손상으로 근골격계적인 문제인 근력약화와 관절가동범위의 제한이 생기며 환자 각각에게 능동적이며 반복적으로 적절한 운동강도를 적용할 수 있는 MET의 적용이 효과가 있을 것이라 여겨진다.

본 연구는 MET를 뇌졸중 환자의 족관절에 6주간 적용하여 직선보행능력을 평가하기 위해서는 10 mWT를 이용하였고, 곡선보행능력을 평가하기 위해서 Hess 등(2010)이 발표한 F8WT를, 보행지구력을 평가하기 위해서 2 MWT를 실시하였다. 또한 전경골근, 가자미근, 내·외측 비복근의 근활성도의 변화를 측정하였다.

일반적으로 뇌졸중 환자의 보행속도는 0.66 m/s로 건강한 동일 연령 집단의 평균보행 속도인 1.2 m/s에 비하여 절반 수준까지 떨어지고(Aniansson 등, 1980), 이러한 느린 보행 속도는 뇌졸중 환자의 낙상과도 높은 관련을 가지고 있다(Wolfson 등, 1995).

다양한 환경과 일상생활에서 독립적인 활동이 가능한 기능적 속도로는 0.80 m/s로 제시되고 있는데 (Perry 등, 1995), 이는 보행 속도의 증진은 보행능력의 향상을 의미한다고 할 수 있다. 본 연구에서 보행속도의 향상을 위해 MET를 적용한 후 10 mWT를 통해 보행속도와 걸음수를 평가했을 때 보행속도의 변화는 0.43 m/s에서 0.59 m/s로 39%의 향상이 있었으며 걸음수 또한 18%의 향상이 있었다.

가정과 지역사회에서 일상생활 활동은 곡선 보행능력(예를 들어, 테이블 주변을 걷는 것, 장애물을 피하는 것, 모퉁이를 도는 것)을 필요로 한다(Courtine과 Schieppati, 2003). 본 연구에서 MET를 뇌졸중 환자의 족관절에 적용 후 보행능력 평가 중 곡선 보행능력에 변화가 있었는지 평가 하기위해 F8WT를 실시한 결과, F8WT에서는 보행속도와 걸음수에서 향상은 있었지만 유의한 차이는 보이지 않았다. F8WT는 8자로 된 곡선 길을 걸어서 장애물을 돌아와야 하기 때문에 족관절의 배측굴곡과 저측굴곡 운동과 근력 외에도 복합적인 능력을 요구하므로 천정효과가 일어난 것으로 보인다.

2 MWT에서는 MET 적용 후 20%의 향상이 있었다. Kathryn 등(2005)에 의하면 보행속도의 증가가 보행 효율성을 높이고 만일 보행 속도가 느려지면 에너지 교환은 일어나지 않게 되고 이동거리 당 소비되는 에너지가 높아지게 되며 느리게 걷는 사람이 빠르게 걸을 때 추가적인 에너지 소비를 하지 않으므로 효율적인 보행을 할 수 있다고 하였다. 이는 2 MWT는 보편적으로 보행지구력을 평가하는 도구인 6 MWT 또는 12 MWT에 비해서 상대적으로 짧은 시간동안 걷게 되고 MET 중재 후 보행속도의 증진으로 보행의 효율성이 증가되어 에너지 소모가 줄어들므로 정해진 시간에 더 많은 거리를 걸을 수가 있어서 유의한 향상이 있었다고 여겨진다.

김복조 등(2007)은 뇌졸중 환자에게 족관절 강화 운동과 기능적 전기자극 치료를 병행하여 적용하였을 때 균형과 보행기능의 향상을 보고하였고, 손진철(2005)은 족관절 강화 운동이 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 증진시키는데 효과가 있다고 하여 본 연구 결과와 일치함을 보여주었다.

MET 적용 후 족관절의 근활성도는 전경골근과

가자미근에서만 유의한 향상이 있었다. 전경골근은 MET 적용 전보다 94%의 증가율을 보였으며 가자미근은 73%의 증가율을 보였다. 내·외측 비복근은 향상은 있었지만 유의한 차이는 없었다.

임상에서 근전도 시행 시 모든 변수를 통계한다는 것은 거의 불가능하다. 이러한 변수에 의한 실험 결과의 오염정도를 최대한 줄이기 위해 최대 자의적 수축에서 얻어지는 최대값을 100%화하여 최대 근수축력(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)에 대한 실험치 진폭(Root means square, RMS) 값을 구하여 그 신호량을 분석에 사용하였다. 이 값은 수축하는 동안 활동하는 운동단위의 수를 대표하고 특히 등척성 근수축시 근의 활성도와 힘은 선형적 관계를 갖게 되므로 근육에 의한 힘을 나타내는데 흔히 사용된다. 그러므로 근육에 의해 발생하는 힘을 정량화한 근전도 신호값으로 추정하여 연구에서 이용하고 있다(Basmajian과 De Luca, 1985). 따라서 본 연구에서는 MET를 통한 근력강화 훈련이 전경골근과 가자미근의 근활성도를 증가시킴을 확인해 근력증진에 효과가 있었음을 입증하였다. 하지만 비복근에서는 근활성도의 차이를 확인할 수 없었는데 이는 MET 훈련이 테이블위에 앉은 자세(무릎관절이 90° 굴곡된 상태)에서 시행이 되었기 때문에 두 관절을 지나는 내·외측 비복근은 한 관절을 지나는 가자미근에 비해서 근 활성도가 떨어지고 족관절의 내반과 외반에 대한 중재가 이루어지지 않았으므로 비복근이 활성화되지 못해 유의한 차이를 보이지 못한 것으로 생각되며 추가적인 연구가 필요할 것이다.

본 연구 결과 MET를 뇌졸중 환자의 족관절에 적용하였을 때 근활성도와 보행능력에 긍정적인 영향을 미칠 수 있고, 현재 MET는 근골격계 환자를 대상으로 주로 이용되고 있지만 신경계 환자에게도 효과적임을 알 수 있었다. 하지만 MET는 고가의 장비를 이용하기 때문에 다양한 치료도구를 사용하기가 어려웠고 MET Shoe의 경우는 장비의 특성상 보다 다양하고 효과적인 자세로 운동을 하기가 어려웠다. 또한 다른 족관절 운동과 비교했을 때 더 효과적이라는 것을 입증하지 못했다. 따라서 향후 MET 장비를 국산화 시켜 장비의 가격을 낮추고 다

양한 MET 장비를 이용한 연구가 진행되어 효과가 계속해서 입증이 된다면 보다 활발하게 MET가 근 골격계 뿐만 아니라 신경계 치료에도 이용 될 수 있으리라 생각한다.

V. 결 론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 족관절에 MET를 적용하여 보행능력 및 근 활성도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실시하였다.

MET를 이용한 족관절 훈련은 족관절 주변근육을 활성화시키며 직선보행 능력과 보행지구력에 향상을 가져올 수 있는 것으로 나타났다. 따라서 MET가 근골격계 환자 뿐만 아니라 신경계 환자에게도 적용이 가능함을 확인할 수 있었다. 하지만 MET장비를 착용하고 훈련을 할 수 있는 대상자가 한정적이고 본 연구에서 사용된 MET 장비 중 MET Shoe의 경우에는 기능적 움직임과 결합된 운동이 어려웠으며, 특정 근육에 집중적인 훈련만 하기 때문에 보다 복합적이고 기능적 움직임이 요구되는 F8WT와 같은 평가 결과를 향상시키는 데는 한계가 있었다. 추가적인 연구를 통해 보다 다양한 MET 장비와 신체 전반적인 근육군에 적용을 하면 보다 효과적인 치료방법으로 사용 할 수 있으리라 생각된다.

참 고 문 헌

강양훈. 기능적 전기자극을 이용한 보행훈련이 편마비 환자의 기능회복에 미치는 영향. 동신대학교 대학원. 석사학위 논문. 2007.

김복조, 이성기, 김명기. 발목 강화 운동과 기능적 전기 자극치료가 뇌졸중 환자의 보행기능 및 균형능력에 미치는 영향. 한국사회체육학회지. 2007; 31:921-931

구희서. Medical Exercise Therapy의 이론과 적용에 관한 연구. 대한물리치료학회지. 2000;12(3):361-368

김용선. 기능적인 전기자극이 뇌졸중 환자의 발목 배측굴근의 근활성도에 미치는 효과. 단국대학교 특수대학원. 석사학위 논문. 2005.

문근성. 보행 속도 변화에 따른 발목 관절의 운동학적 분석과 하퇴 근육의 근전도 분석. 한국운동역학회지. 2005;15(1):177-195.

손진철. 뇌졸중 환자의 발목 강화 운동이 균형 조절 능력에 미치는 효과. 용인대학교 대학원. 석사학위 논문. 2005.

이성은. 발목관절 가동범위 증진 프로그램이 노인의 보행과 균형능력 향상에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지. 2005;12(2):28-36.

정경렬, 김사엽, 박기덕 등. 고령여성의 근저항트레이닝 시 1RM과 RPE의 운동강도 설정에 따른 근력향상 효과에 관한 연구. 한국체육학회지. 2010; 49(1):535-541.

통계청. 성, 연령, 사망원인별 사망지수 및 사망률. 2008.

황병용. 문제해결법에 의한 신경물리치료학. 서울. 현문사. 1999.

Adams, R., Gandevia, S. & Skuse, N. (1990). The distribution of muscle weakness in upper motoneuron lesions affecting the lower limb. *Brain*,113,1459.

American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 7th ed. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 2006.

Aniansson A, Rundgren A, sperling L. (1980). Evaluation of functional capacity in activities of daily living in 70-year-old men and women. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*. 1980;12(4):145-154.

Basmajian JV, De Luca CJ. *Muscles A live*. 5th ed. Baltimore. Williams & Wilkins. 1985.

Ben RA, Mildred CW. Prediction of one repetition maximal strength from a 5-10 repetition submaximal strength test in college-aged females. *JEP online*. 2000;4(2):1-6.

Carr J, Shepherd R. *Physiotherapy in Disorders of the Brain*. Heinemann Medical Books. 1985.

Courtine G, Schieppati M. Human walking along a curved path. I. Body trajectory, segment orientation and the effect of vision. *European Journal of Neuroscience*. 2003; 18(1):177-190.

- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Walking speed over 10 meters overestimates locomotor capacity after stroke. *ClinRehabili.* 2001;15:415-4212.
- Donald AN. *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Founsatons for Physical Rehabilitation.* ST. Louis. Mosby. 2002.
- Foster A, Szabo K, HennericiM G. Mechanisms of disease: pathophysiological concepts of stroke in hemodynamic risk zones-do hypoperfusion and embolism interact. *Nature Clinical Practice Neurology.* 2008;4(4):216-225.
- Guyatt GH, Pugsley SO, Sullivan MJ et al. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax.* 1984;39(11):818-822.
- Hess RJ, Brach JS, Piva SR et al. Walking Skill Can Be Assessed in Older Adults: Validity of the Figure-of-8 Walk Test. *Phys Ther.* 2010;90(1):89-99.
- Hutchins MD, Becque MD, Gearhart RF et al. Accuracy of 1 RM predication equations for the bench press and biceps curl. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2002;34(5): 535.
- Kathryn R, Louise A, Elizabeth E et al. *Science based rehabilitation theories into practice,* Elsevier. 2005.
- Kelley R, Borazanci A. Stroke rehabilitation. *Neurological Research.* 2009;31:832-840.
- Kosak M, Smith T. Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk tests in patients with stroke. *Journal of rehabilitation research and development.* 2005;42(1):103-107.
- Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E. American College Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medical Science Sports Exercise.* 2002;.34(2): 364-380.
- Leo Wouters. *Medical exercise therapy. course note.* Belguim. 2005.
- Perry J, Garrett M, Gronley JK et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke.* 1995;26(6):982-989.
- Wolfson L, Judge J, Whipple R et al. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *The journals of gerontology. Series A, Biologicals sciences and medical sciences.* 1995; 50:64-67.
- Wolfson L, Whipple R, Judge J, et al. Training balance and strength in the elderly to improve function. *J AM Geriatr Soc.* 1993;41:341-343
- Whitney SL, Poole JL, Cass SP. A review of balance instruments for older adults. *Am J Occup Ther.* 1998;52(8):666-671.
- Yarkony G, Roth E, Heinemann A et al. Benefits of rehabilitation for traumatic spinal cord injury: multivariate analysis in 711 patient. *Archi Neurol.* 1987;44(1):93-96.