



운동유형별 뇌졸중 환자의 기능적 수행능력 변화 I : 보행시 하지근육 활성화도 분석

Changes of Functional Performance Ability in Stroke Patients by Exercise Types I : Analysis of Lower Extremity Muscle Activity during Walking

박성현*(한국국제대학교) · 김정태(창원대학교)

Park, Sung-Hyun*(International University of Korea) · Kim, Jung-Tae(Changwon National University)

국문요약

본 연구는 운동유형별 운동 전후 뇌졸중 환자의 보행시 하지근육 활성화도의 차이를 비교 분석하여 임상에서 기능적 수행능력의 개선을 위한 효과적인 근력강화 방법을 제시하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 운동치료군, 탄성밴드군 및 신장반사군으로 구분하여 각각 7명씩 총 21명을 대상으로 하였고, 운동프로그램은 8주 동안 주 5회 실시하였다. 1차 단하지 지지기에서 장요근 및 대퇴이두근의 %MVIC는 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군보다 높은 수준을 보였고, 반면 전경골근의 %MVIC는 탄성밴드군이 운동치료군보다 낮은 수준을 보였다. 2차 양하지 지지기에서 장요근의 %MVIC는 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군보다 높은 수준을 보였고, 반면 내측 비복근의 %MVIC는 신장반사군이 운동치료군보다 낮은 수준을 보였다. 결론적으로 신장반사 운동은 운동치료와 탄성밴드를 이용한 근력강화 운동보다 고관절의 안정성 및 하지 분절의 운동성을 제공하는 주요 근육의 활성화도에 효과적인 영향을 미침으로써 임상에서 근 약화로 인한 운동 기능이 제한된 편마비 환자에게 실용적으로 접근할 수 있는 운동방법이라고 판단된다.

ABSTRACT

S. H. PARK, and J. T. KIM, Changes of Functional Performance Ability in Stroke Patients by Exercise Types I: Analysis of Lower Extremity Muscle Activity during Walking. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 18, No. 1, pp. 63-72, 2008. The purpose of this study was to compare and analyze the effects of exercise types on lower extremity muscle activity in stroke patients. For the purpose, the subjects of this study were classified into three groups such as therapeutic exercise group(n=7), elastic band group(n=7), and stretch reflex group(n=7). The three exercise programs were 5 times a week for 8 weeks. The stretch reflex group revealed higher in iliopsoas and biceps femoris %MVIC than the therapeutic exercise group and elastic band group, whereas elastic band group revealed lower in tibialis anterior %MVIC than therapeutic exercise group in the primary single-limb support. The stretch reflex group revealed higher in iliopsoas %MVIC than the therapeutic exercise group and elastic band group, whereas stretch reflex group revealed lower in medial gastrocnemius %MVIC than therapeutic exercise group in the secondary double support phase.

KEYWORDS : ELASTIC BAND, STRETCH REFLEX, STROKE, LOWER EXTREMITY MUSCLE ACTIVITY

I. 서론

뇌졸중 환자의 대부분은 시상면에서 신체의 한쪽이 마비되는 편마비를 나타내고, 주요 증상 중 하나는 기립자세에서 비마비측 하지에 체중의 61-80%가 부하되는 비대칭적인 현상을 보인다(Sackley & Baguly, 1993). 이러한 편마비나 편부전마비에 의한 운동장애의 문제점은 비대칭적인 자세, 비정상적인 균형, 체중이동 능력의 결함 및 섬세한 기능수행 능력의 상실 등으로 인하여 기립과 보행을 하는데 장애가 있다(Carr & Shepherd, 1985).

뇌졸중 이후 편마비 환자들에게 있어 궁극적 치료의 목표는 발병 전 일상생활로의 복귀이며, 이를 위해서는 보행 능력이 필요한 요소들 가운데 하나이다. 편마비 환자들이 보행을 수행하는데 있어 가장 어려운 문제는 정상적인 수준의 자발적 근 수축을 생성할 능력이 부족하다는 것과 부적절한 타이밍 그리고 근 활성화 강도를 맞출 수 없다는 것이다(Olney & Richards, 1996). 결국 근력의 결핍으로 인해 자세유지, 운동의 시작 및 근골격계의 부하상태 동안의 움직임 조절에 필요한 근육의 능력이 감소된다. 이렇듯 신경근계의 손상 후 근력생성과 조절의 감소로 인해 운동장애가 발생하지만, 근력강화 운동은 지난 50여년 이상 동안 많은 치료 프로그램에서 제외되어 왔다. 그 이유로는 첫째, 근 약화는 척수 운동신경원으로부터 하행하는 감각입력의 감소에 의한 것이라는 직접적인 결과보다는 경직성 길항근의 억제에 의한 것으로 생각되어 왔다. 둘째, 과도한 힘을 발생시키는 운동은 경직, 동시수축 및 비정상적인 운동패턴을 증가시키게 되므로 바람직하지 않다고 여겼다. 이러한 과학적 이론이나 임상적 증거에 의해 검증되지 않은 견해는 많은 임상학자들의 치료적 접근에 있어 여전히 적용되어지고 있다(Carr & Shepherd, 2004). 하지만 최근에 뇌졸중 환자의 근 약화는 변화될 수 있다는 근거가 제시되고 있으며(Bohannon & Andrews, 1990; Sharp & Brouwer, 1997; Teixeira-salmela, Olney, Nadeau & Brouwer, 1999), 뇌졸중 이후의 강화운동이 근력을 증가시키는 결과를 나타냈을 뿐만 아니라, 기능적 수행을 증가시키고 경직을 감소시키거나 신장반사 항진 및 동시수

축을 감소시켰다(Miller & Light, 1997; Smith, Silver & Goldberg, 1999; Teixeira-Salmela et al., 1999). 특히 하지 근력의 증가는 보행속도의 향상과 연관되어 있으며 가장 약한 환자에서 근력의 증가 현상이 가장 큰 영향을 받는다(Buchner, Larson & Wagner, 1996). 그리고 대퇴사두근의 근력은 선 자세에서 동적 안정성에 중요하다는 근거가 제시되고 있으며 대둔근, 중둔근, 슬건근, 대퇴사두근 및 장딴지근과 같은 하지의 신전근에 근력운동을 강조했다(Scarborough, Krebs & Harris, 1999).

일반적으로 강화운동은 Fiatarone, Marks & Ryan(1990)에 의해 기술된 것과 같이 등척성, 단축성 및 신장성 운동으로 구성되며 저항은 체중, 모래주머니와 탄성밴드에 의해 제공된다. 건강한 사람들의 경우, 강화운동에서 단축성과 신장성의 근 수축 두 가지 모두를 사용하는 것이 단축성 수축만을 사용했을 때보다 근력이 더 크게 증가하지만(Hakkinen & Komi, 1981), 신경운동학적 손상을 가진 환자들에게는 신경 수준에서 약한 근육의 단축성 활동이 신장성에서 단축성 근 활동으로 빠르게 변화되면서 발생하는 근방추 활동의 강화에 의해 촉진될 수 있다(Burke, Hagbarth & Lofstedt, 1978). 따라서 근육의 역학적 특성 변화, 운동패턴의 변형 등의 적응성 특성을 나타내는 뇌졸중 환자들을 위한 강화운동은 선행되는 근 수축의 형태에 의해 다른 효과를 기대할 수 있다. 다시 말해서 단축성 수축이 선행되는 일반적인 저항성 운동 형태보다는 신장반사를 포함하는 운동 형태의 적용이 근 수축 동안 동원되는 운동단위의 수와 자극 빈도를 증가시킴으로써 근력의 발현능력을 향상시키고, 일상생활 동작의 기능적 수행능력에 보다 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다. 그러므로 근육의 역학적인 관점에서 등장성 수축 형태의 차이가 뇌졸중 환자의 근력 생성에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구 보고는 미흡한 실정 이므로 그 효과에 대한 규명이 필요하다고 여겨진다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 임상에서 실시되는 일반적 접근법인 운동치료와 탄성밴드를 이용한 근력강화 운동 및 메디슨 볼과 스텝상자를 이용한 신장반사 운동을 8주 동안 주 5회 적용하였다. 그리하여 이러한 운동유형이 운동 후에 이들의 하지근육 활성화도에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 알아봄

으로써 뇌졸중 환자의 기능적 수행능력의 개선을 위한 효과적인 근력강화 방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

동조기기에 부착된 스위치를 눌러 비디오카메라를 통해 발광다이오드 영상을 기록하였다. 이와 동시에 동조기기와 연결된 근전도 데이터에 5 V의 전압이 기록되어 이 두 신호가 발생된 순간을 기준으로 비디오 영상과 근전도 자료를 동조하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단을 받고 병원에서 입원 또는 외래를 통한 치료를 받고 있는 환자들 중에서 의식수준이 명료하고 정형외과적 질환이 없는 자, 수정된 운동기능 평가 척도의 보행 수준이 3점 이상인 자, 수정된 애쉬워스 척도의 경직 정도가 2등급 이하인 자로써 환자 본인뿐만 아니라 보호자 및 담당의사의 실험 참가 동의를 얻은 자에 한하여 실시하였다. 실험집단은 운동치료군 10명, 탄성밴드군 10명, 신장반사군 9명의 세 집단으로 구성하여 시작하였으나, 실험 중 운동치료군에서 퇴원자 3명, 탄성밴드군에서 퇴원자 2명과 탈락자 1명, 신장반사군에서 탈락자 2명을 제외시켰다. 따라서 최종적으로 운동치료군 7명, 탄성밴드군 7명, 신장반사군 7명을 대상으로 하였으며, 각 집단에 따른 이들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 측정방법

본 연구에서 비디오 영상과 근전도 자료의 동조를 위하여 동조기기(Visol, Korea)를 이용하여 보행동작시

1) 분석구간

뇌졸중 환자의 하지근육 활성도를 알아보기 위하여 보행동작시 분석구간으로 <그림 1>과 같이 1차 마비측 초기 닿기(first affected side initial contact; ASIC1), 비마비측 발가락 떼기(non-affected side toe off; NASTO), 비마비측 초기 닿기(non-affected side initial contact; NASIC), 마비측 발가락 떼기(affected side toe off; ASTO), 2차 마비측 초기 닿기(second affected side initial contact; ASIC2)의 6개 이벤트(event)로 구분하고, 이 시점을 기준으로 1차 양하지 지지기(primary double-limb support; PDLs : ASIC1에서 NASTO까지), 1차 단하지 지지기(primary single-limb support; PSLs : NASTO에서 NASIC까지), 2차 양하지 지지기(secondary double-limb support; SDLs : NASIC에서 ASTO까지), 2차 단하지 지지기(secondary single-limb support; SSLs : ASTO에서 ASIC2까지)의 4개 구간을 대상으로 분석하였다.

2) 표면전극의 부착 위치

실험 대상근육은 마비측 하지 근육 중 장요근, 대둔근, 대퇴직근, 대퇴이두근, 전경골근, 가지미근, 내측 비

표 1. 연구대상자의 신체적 특징

항목	그룹	운동치료군 (n=7)	탄성밴드군 (n=7)	신장반사군 (n=7)
나이(세)		60.29±6.68	63.57±6.02	62.71±6.55
신장(cm)		160.40±6.35	158.07±5.56	160.04±8.85
체중(kg)		61.07±7.49	62.34±8.22	60.64±9.80
유병기간(개월)		21.71±4.64	23.29±5.68	22.14±4.53
성별	남	4	4	4
	여	3	3	3
발병원인	뇌출혈	1	3	2
	뇌경색	6	4	5
마비측	좌측	1	1	0
	우측	6	6	7

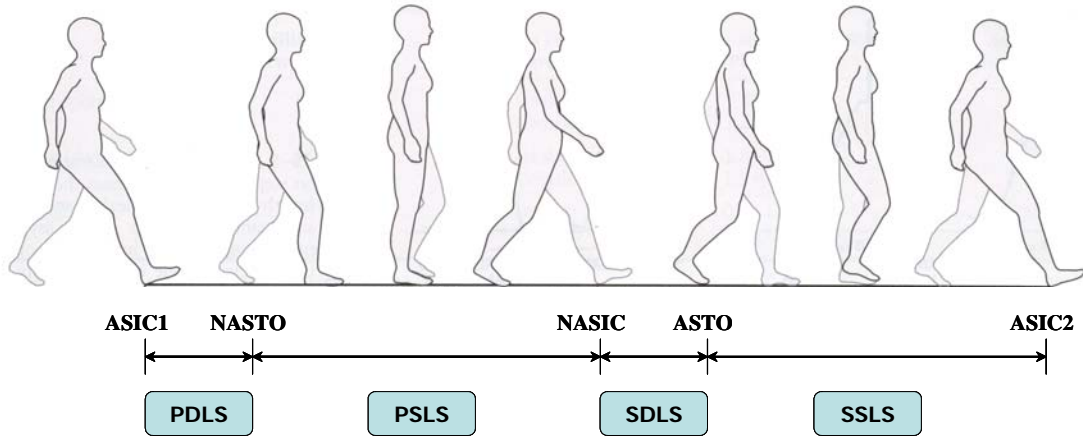


그림 1. 분석구간 설정

복근 및 외측 비복근의 8부위를 대상으로 실시하였다. 이 근육들의 표면전극 부착 위치는 Edward & Aldo(1981)의 방법을 기초로 하였는데, 그 내용은 <표 2>와 같다.

3) 근전도 자료수집

근전도 측정은 Laxtha Co.(Korea)의 Telescan Ver 2.81 프로그램(gain=1000, input impedance>1012 Ω, CMRR>100 dB, center-to-center distance=4.5 cm)을 이

용하였고, 이 때 샘플링 주파수는 1024 Hz로 설정하였다. 최대 정적 수축 근전도 값(MVIC)은 도수근력검사(이재학, 함용운 및 장수경, 1996)를 근거로 등척성 저항에 대항하여 최대한의 힘을 발휘할 때 각 근육에 대한 자료를 3초 동안 수집하였고, 운동프로그램 적용 전 후에 걸쳐 측정하였다. 장요근은 슬관절 90° 굴곡상태로 검사대에 걸쳐 앉은 자세에서 골반을 후경상태로 고정 후 고관절 굴곡 동작시 슬관절 근위부에 저항을 가하여 측정하였고, 대둔근은 슬관절 90° 굴곡상태로 검사대에 엎드려 누운 자세에서 골반을 고정 후 고관절 신전 동작시 슬관절 근위부에 저항을 가하여 측정하였다. 대퇴직근은 체간을 비스듬히 하여 슬관절 90° 굴곡상태로 검사대에 걸쳐 앉은 자세에서 슬관절 신전 동작시 족관절 상부에 저항을 가하여 측정하였고, 대퇴이두근은 슬관절 90° 굴곡상태로 검사대에 엎드려 누운 자세에서 골반을 고정하고 하퇴의 외회전을 유도한 후 슬관절 굴곡 동작시 족관절 상부에 저항을 가하여 측정하였다. 전경골근은 족관절 중립상태로 검사대에 걸쳐 앉은 자세에서 상부의 하퇴를 고정한 후 배측굴곡 동작시 발의 배측면에 저항을 가하여 측정하였고, 비복근은 족관절 중립상태로 무릎 밑에 패드를 놓고 검사대에 바로 누운자세에서 상부의 하퇴를 고정한 후 저측굴곡 동작시 발의 저측면에 저항을 가하여 측정하였다. 그리고 보행동작시 일차적으로 얻어진 원 자료는 10 Hz의 고역 통과 필터와 350 Hz의 저역 통과 필터를 사용하여 필터

표 2. 표면전극의 부착 위치

근육	부착 위치
장요근	대퇴동맥 외측으로 손가락 2개의 폭에 해당되는 지점과 서혜인대 아래로 손가락 1개의 폭에 해당되는 지점이 교차되는 부위
대둔근	천골 중심과 대퇴골의 대전자 사이의 중앙 부위
대퇴직근	전상장골극과 슬개골 상연 사이 중앙 부위
대퇴이두근	좌골조면과 비골두 사이 중앙 부위
전경골근	경골조면 아래로 손가락 4개의 폭에 해당되는 지점과 경골능 외측으로 손가락 1개의 폭에 해당되는 지점이 교차되는 부위
가자미근	아킬레스건의 전내측 부위
내측 비복근	슬외부 내측 아래의 손가락 5개의 폭에 해당되는 지점
외측 비복근	슬외부 외측 아래의 손가락 5개의 폭에 해당되는 지점

링 한 후 전과 정류하였으며, 이후 얻어진 실제 실험 결과의 근전도 값과 최대 정적 수축 근전도 값을 이용하여 표준화된 적분 근전도 값을 계산하여 분석하였다.

3. 운동프로그램의 구성

운동프로그램은 운동치료군, 탄성밴드군 및 신장반사군의 세 집단으로 구분하여 적용하였다. 운동시간은 준비운동 약 10분, 본 운동 약 30분, 정리운동 약 10분의 총 약 50분으로 구성하였고, 운동빈도는 8주 동안 주 5회로 실시하였다.

1) 준비운동 및 정리운동

운동치료 프로그램은 병원에서 일반적으로 적용되는 치료적 접근 방법으로 준비운동 및 정리운동은 자전거 타기를 약 10분 실시하였다. 탄성밴드 및 신장반사 운동 프로그램의 준비운동은 자전거 타기를 5분 실시한 후 경직의 정도가 심한 부위의 근육을 대상으로 고유수용성 신경근 촉진법의 수축-이완 기법 또는 유지-이완기법을 5분 동안 실시하였고, 정리운동은 5분 동안 느린 속도의 걷기 운동을 실시한 후 고유수용성 신경근 촉진법의 수축-이완 기법 또는 유지-이완 기법을 5분 동안 적용하였다. 준비운동 및 정리운동의 강도는 운동자각도 11(가벼움)의 수준으로 설정하였다.

2) 본 운동프로그램

운동치료 프로그램의 본 운동은 고유수용성 신경근 촉진법을 이용하여 수축-이완 및 유지-이완의 신장기법, 율동적 개시, 등장성 혼합, 길항근 반전 및 반복신장을 통한 강화기법 및 보행훈련으로 구성하고, 운동강도는 치료사의 도수저항에 의하여 등척성, 단축성 및 신장성 형태의 부하를 적용하였다.

탄성밴드 운동프로그램은 김현수와 김남정(2003), Teixeira-Salmela, Nadeau, McBride & Olney(2001)의 연구방법을 기초로 각각의 색상을 가진 고무밴드를 이용하여 근력강화 운동을 실시하였다. 운동강도는 일반적으로 노약자 및 어린이를 대상으로 사용하는 노란색 탄성밴드를 초기 저항으로 설정하여 매 2주마다 재평가하였는데, 2세트 동안 10회의 목표 반복횟수를 2회 초과 달성하였을 경우 다음의 부하를 적용하였다 (Baechle & Earle, 1995; Baechle & Groves, 1998). 부하량은 노란색(2kg), 적색(6.5kg) 및 녹색(11kg)의 순으로 점증적인 증가를 통하여 녹색의 강도를 유지하도록 하였다. 운동량은 10회의 반복횟수를 2세트 동안 실시하였고, 휴식시간은 세트 사이 약 1분, 종목 사이 약 30초로 하였다.

신장반사 운동프로그램은 Baechle & Earle(2000)의 방법을 기초로 메디슨 볼과 스텝상자를 이용하여 근력 강화 운동을 실시하였다. 운동강도는 스텝상자의 초기

표 3. 본 운동프로그램

구성요소	운동치료	탄성밴드 운동	신장반사 운동
운동형태	수축-이완, 유지-이완 율동적 개시 등장성 혼합 길항근 반전 반복신장 보행훈련	가슴 누르기 견관절 30-45° 거상 고관절 굴곡과 신전 고관절 외전 슬관절 굴곡과 신전 족관절 굴곡과 신전	가슴 던지기 두 손으로 머리 위에서 던지기 한 다리로 상자 오르내리기 측면으로 상자 오르내리기 다리 바꿔 상자 오르내리기 두발 모아 뛰기
운동강도	도수저항	노란색(2kg), 적색(6.5kg) 및 녹색(11kg)	볼(1-3kg), 스텝상자(5-15cm)
운동량	10회 반복횟수×2세트	10회 반복횟수×2세트	10회 반복횟수×2세트
운동시간		약 30분	
운동빈도		8주(5회/주)	

저항을 높이 5cm부터 적용하여 탄성밴드 운동프로그램에서와 동일한 방법으로 매 2주마다 재평가를 실시하였으며, 부하량은 5cm씩 점진적으로 높여주어 15cm를 유지하도록 하였다. 운동량은 10회의 반복횟수를 3세트 동안 실시하였고, 휴식시간은 세트 간 90초, 종목 간 1분으로 하였다.

운동프로그램 실시 중 환자가 부적절한 움직임을 나타낼 때는 치료사의 보조에 의하여 정확한 동작이 일어날 수 있게 능동보조운동을 실시하였고, 특히 신장반사 운동프로그램의 모든 동작은 5초 이내에 수행하도록 하였다. 이에 대한 운동프로그램의 내용은 <표 3>에서 제시하였다.

4. 자료처리 방법

본 연구에서 독립변인은 운동유형(운동치료군, 탄성밴드군 및 신장반사군)이고, 종속변인은 하지근육의 운동

후와 운동 전 %MVIC의 차이 값으로 유사실험 설계에 기초하여 실시하였다. 따라서 이에 대한 분석을 위해 SPSS WIN(version 12.0) 프로그램을 이용하여 운동유형별 하지근육 활성화도의 평균 차이를 알아보고자 유의수준 $\alpha=.05$ 에서 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였고, 사후검정으로 Scheffe 방법을 사용하였다.

III. 결 과

1. 1차 양하지 지지기에서 하지근육 활성화도 변화

1차 양하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후의 하지근육 %MVIC의 차이는 <표 4>에서 제시하였다. 모든 하지근육의 %MVIC에서 통계적으로 유의한 차이가 없었지만($p>.05$) 특징적인 두 가지 현상으로써 장요근, 대둔근, 대퇴직근 및 대퇴이두근의 %MVIC에서 신장반

표 4. 1차 양하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후 하지근육 %MVIC의 차이 (단위: %MVIC)

근육	운동유형	운동 후 - 운동 전		F	p
		M	SD		
장요근	운동치료군	0.75	1.69	.360	.700
	탄성밴드군	0.89	2.09		
	신장반사군	1.36	2.12		
대둔근	운동치료군	0.36	3.09	.617	.545
	탄성밴드군	0.84	2.25		
	신장반사군	1.45	2.38		
대퇴직근	운동치료군	0.21	0.81	.938	.400
	탄성밴드군	0.99	2.16		
	신장반사군	1.08	2.22		
대퇴이두근	운동치료군	1.04	2.32	2.007	.148
	탄성밴드군	2.50	1.53		
	신장반사군	2.54	2.74		
전경골근	운동치료군	-0.16	1.75	.048	.953
	탄성밴드군	-0.24	2.30		
	신장반사군	0.00	2.14		
가자미근	운동치료군	1.30	2.32	.434	.651
	탄성밴드군	2.18	2.07		
	신장반사군	1.79	3.03		
내측 비복근	운동치료군	-0.42	1.72	.499	.611
	탄성밴드군	-1.13	3.00		
	신장반사군	-1.24	2.17		
외측 비복근	운동치료군	-1.46	1.38	.181	.835
	탄성밴드군	-1.87	2.20		
	신장반사군	-1.72	1.76		

* $p<.05$

표 5. 1차 단하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후 하지근육 %MVIC의 차이 (단위: %MVIC)

근육	운동유형	운동 후 - 운동 전		F	p
		M	SD		
장요근	운동치료군	-0.46	2.22	4.142	.018*
	탄성밴드군	0.29	1.92		
	신장반사군	0.73	2.04		
대둔근	운동치료군	-0.12	1.53	.460	.632
	탄성밴드군	0.22	1.43		
	신장반사군	0.01	2.24		
대퇴직근	운동치료군	0.08	1.32	.288	.751
	탄성밴드군	0.25	2.61		
	신장반사군	0.37	1.44		
대퇴이두근	운동치료군	0.51	1.34	12.658	.000*
	탄성밴드군	0.63	1.68		
	신장반사군	2.02	1.88		
전경골근	운동치료군	0.16	2.21	4.370	.014*
	탄성밴드군	-1.29	2.37		
	신장반사군	-0.72	2.71		
가자미근	운동치료군	1.89	2.47	.578	.562
	탄성밴드군	2.17	3.28		
	신장반사군	2.56	3.50		
내측 비복근	운동치료군	0.73	2.79	1.053	.351
	탄성밴드군	1.16	1.80		
	신장반사군	0.53	1.88		
외측 비복근	운동치료군	-0.07	1.23	.362	.697
	탄성밴드군	0.03	1.84		
	신장반사군	0.29	2.43		

* $p<.05$

사군이 다른 집단에 비하여 보다 많이 증가하는 양상을 보였고, 다른 근육에 비하여 전경골근 및 내·외측 비복근의 %MVIC는 감소하는 양상을 보였다.

2. 1차 단하지 지지기에서 하지근육 활성화도 변화

1차 단하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후 하지근육 %MVIC의 차이는 <표 5>에서 제시하였다. 장요근, 대퇴이두근 및 전경골근의 %MVIC는 통계적으로 유의한 차이가 있었지만($p<.05$) 대둔근, 대퇴직근, 가자미근 및 내·외측 비복근의 %MVIC는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 따라서 장요근 및 대퇴이두근에 대한 사후검증을 실시한 결과, 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군에 비하여 높게 나타났고, 전경골근에 대한 사후검증 결과에서는 탄성밴드군이 운동치료군에 비하여 낮게 나타났다.

3. 2차 양하지 지지기에서 하지근육 활성화도 변화

2차 양하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후 하지근육 %MVIC의 차이는 <표 6>에서 제시하였다. 장요근 및 내측 비복근의 %MVIC는 통계적으로 유의한 차이가 있었지만($p<.05$) 대둔근, 대퇴직근, 대퇴이두근, 전경골근, 가자미근 및 외측 비복근은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>.05$). 따라서 장요근에 대한 사후검증을 실시한 결과 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군에 비하여 높게 나타났고, 내측 비복근에 대한 사후검증 결과에서는 신장반사군이 운동치료군에 비하여 높게 나타났다.

4. 2차 단하지 지지기에서 하지근육 활성화도 변화

2차 단하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후 하지근육 %MVIC의 차이는 <표 7>에서 제시하였다. 모든

표 6. 2차 양하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후 하지근육 %MVIC의 차이 (단위: %MVIC)

근육	운동유형	운동 후 - 운동 전		F	p
		M	SD		
장요근	운동치료군	-0.21	1.22	7.848	.001*
	탄성밴드군	0.40	1.18		
	신장반사군	1.76	2.31		
대둔근	운동치료군	0.15	1.11	1.418	.250
	탄성밴드군	0.77	2.25		
	신장반사군	1.07	1.90		
대퇴직근	운동치료군	0.07	0.97	.490	.615
	탄성밴드군	0.52	1.78		
	신장반사군	0.11	1.92		
대퇴이두근	운동치료군	0.09	0.56	.287	.751
	탄성밴드군	0.26	1.16		
	신장반사군	0.22	1.02		
전경골근	운동치료군	0.10	2.12	.611	.546
	탄성밴드군	-0.50	2.45		
	신장반사군	-0.51	1.44		
가자미근	운동치료군	-0.14	3.27	.192	.826
	탄성밴드군	-0.22	2.97		
	신장반사군	0.30	2.41		
내측 비복근	운동치료군	0.19	1.49	5.329	.007*
	탄성밴드군	-0.62	1.95		
	신장반사군	-1.47	1.45		
외측 비복근	운동치료군	-0.15	0.78	.221	.802
	탄성밴드군	0.02	2.29		
	신장반사군	-0.30	1.27		

* $p<.05$

표 7. 2차 단하지 지지기에서 운동유형별 운동 전후 하지근육 %MVIC의 차이 (단위: %MVIC)

근육	운동유형	운동 후 - 운동 전		F	p
		M	SD		
장요근	운동치료군	0.29	1.88	.503	.606
	탄성밴드군	0.63	2.07		
	신장반사군	0.71	2.57		
대둔근	운동치료군	0.34	1.95	.390	.678
	탄성밴드군	0.63	2.07		
	신장반사군	0.71	2.57		
대퇴직근	운동치료군	-0.04	0.79	1.899	.153
	탄성밴드군	0.64	2.21		
	신장반사군	0.61	2.45		
대퇴이두근	운동치료군	0.65	2.16	2.591	.078
	탄성밴드군	1.41	2.23		
	신장반사군	1.83	3.29		
전경골근	운동치료군	-0.71	2.35	.362	.697
	탄성밴드군	-1.08	1.83		
	신장반사군	-0.84	2.24		
가자미근	운동치료군	-0.80	1.35	.766	.467
	탄성밴드군	-0.43	1.87		
	신장반사군	-0.84	2.15		
내측 비복근	운동치료군	-1.20	3.14	1.511	.224
	탄성밴드군	-1.34	2.14		
	신장반사군	-2.03	2.25		
외측 비복근	운동치료군	-0.67	2.46	.084	.919
	탄성밴드군	-0.83	1.90		
	신장반사군	-0.72	1.50		

* $p<.05$

하지근육의 %MVIC는 통계적으로 유의한 차이가 없었지만($p>.05$) 특징적인 현상으로는써 장요근, 대둔근 및 대퇴이두근의 %MVIC에서 신장반사군이 다른 집단에 비하여 보다 많이 증가하는 양상을 보였다. 또한 대퇴 분절에 위치하는 근육들의 %MVIC는 증가하는 반면, 하퇴분절에 위치하는 근육들의 %MVIC는 감소하는 양상을 보였다.

IV. 논의

정상 보행은 항중력근이 정상 긴장성을 유지하고 상호 신경지배에 의한 신경과 골격근이 총체적으로 사용되는 복잡한 과정이다(Bohannon & Smith, 1987). 그리고 체간 및 상·하지의 근력과 협응력, 고유수용감각, 관절 및 근육의 상호작용을 필요로 하며 많은 요소들의 조화에 의해 에너지 소모를 최소화하여 효과적이고 부드럽게 신체 무게중심의 이동을 가능하게 한다. 반면 비정상 보행은 뇌졸중 환자에서 나타나는 주요 증상이며, 부분적인 패턴의 변화와 근 약화 또는 마비의 정도 및 협응 감소의 결과로 인해 발생한다(Carr & Shepherd, 2004).

Peat, Dubo 및 Winter(1976)는 뇌졸중 환자의 보행 시 근전도 값이 모든 근육에서 초기 달기부터 증가하기 시작하여 중간 지지기까지 정점을 이룬다고 하였으며, 채정병(2006)은 편마비 환자 36명을 대상으로 체성감각 운동 및 시각되먹임 운동을 8주 동안 주 5회 실시한 후 보행동작시 체성감각 운동군에서 전경골근의 활성화도가 유의하게 증가한 반면, 가자미근 및 내측 비복근의 활성화도는 유의하게 감소하였다고 보고하였다. 또한 김정태와 박성현(2007)은 보행동작시 신전형 팔걸이를 착용하였을 때, 부하반응기와 중간지지기에서 전경골근의 활성화가 유의하게 증가하였고, 말기 지지기에서 비복근의 활성화가 유의하게 증가하였다고 보고하였다.

이에 대하여 본 연구에서는 운동유형별 하지근육 활성화도의 운동 전후 차이를 분석한 결과, 1차 양하지 지지기와 2차 단하지 지지기에서는 모든 하지근육의 %MVIC에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이는

신체의 비대칭적인 정렬로 인하여 마비측 하지로의 체중부하 현상이 부족함과 동시에 마비측 체간근육의 과활성을 일으키는 보상작용에 의하여 발생될 수 있기 때문에 체간의 대칭성을 확보하기 위한 운동이 부가적으로 필요하다고 여겨진다. 그리고 1차 단하지 지지기에서는 장요근 및 대퇴이두근의 %MVIC에서 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군보다 유의하게 높은 수준을 보였는데, 이것은 하지의 전방 추진력을 얻기 위한 장요근의 신장성 활성이 증가되고, 이에 대한 부가적인 힘을 제공하기 위하여 대퇴이두근의 활성을 증가시킴으로써 고관절의 안정성을 유지하기 위한 활동으로 여겨진다. 반면 전경골근의 %MVIC는 탄성밴드군이 운동치료군보다 유의하게 낮은 수준을 보였는데, 이는 전방동요에 대한 균형을 회복하기 위해 족관절 전략을 이용함으로써 외측 비복근에 대한 상대적인 반응에 의한 것이라 생각된다. 따라서 이 구간에서 하지 분절에 대한 안정성을 제공하는 전체적인 근육의 작용은 신장반사군이 보다 효율적인 활동을 일으키는 것으로 설명할 수 있다. 결국 이러한 활동들은 이후에 진행되는 체공기에서 일어나는 고관절 굴곡에 대한 대퇴 분절의 전방 운동량을 증가시키고, 장요근의 활성화에 의하여 발생된 전방 추진력을 상쇄시킬 수 있는 슬관절 과신전 현상을 방지하기 위한 효과적인 활동으로 생각된다. 또한 2차 양하지 지지기에서는 장요근의 %MVIC에서 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군보다 유의하게 높은 수준을 보였는데, 이것은 고관절 굴곡운동을 일으키기 위한 부가적인 활동이 증가되어 나타나는 것으로 생각된다. 반면 내측 비복근의 %MVIC에서 신장반사군이 운동치료군에 비하여 낮은 수준을 보였는데, 이것은 하지분절의 전방 이동시 슬관절의 굴곡운동을 제공하기 위한 활동이 증가되어 나타나는 것으로 생각된다. 따라서 이 구간에서 하지 분절의 전방 이동에 대한 전체적인 근육의 작용은 신장반사군이 보다 효율적인 활동을 일으키는 것으로 설명할 수 있다. 결국 이러한 활동은 하지분절의 모멘트암을 감소시켜 각운동량을 증가시킴으로써 뇌졸중 환자들에서 일반적으로 나타나는 족허수 현상을 방지하기 위한 효과적인 활동으로 여겨진다.

따라서 본 연구의 논의를 종합하면, 신장반사 운동은 하지 분절의 동적 안정성을 제공하는 장요근 및 대퇴이

두근, 족부에 대한 하퇴 분절의 운동을 조절하는 내측 비복근의 활성을 향상시키거나 적절하게 조절함으로써 특정 구간에서 하지 분절의 움직임에 동원되는 근육의 기여도를 높이는데 효과적인 운동방법으로 여겨진다.

V. 결론

본 연구는 운동유형별 운동 전후 뇌졸중 환자의 하지근육 활성화도에 대한 차이를 분석하여 이들의 기능적 수행능력의 개선을 위한 효과적인 근력강화 방법을 제시하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 운동치료군, 탄성밴드군 및 신장반사군으로 구분하여 각각 7명씩 총 21명을 대상으로 8주 동안 주 5회의 운동을 실시한 후 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 1차 단하지 지지기에서 장요근 및 대퇴이두근의 %MVIC는 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군보다 높은 수준을 보였고, 반면 전경골근의 %MVIC는 탄성밴드군이 운동치료군보다 낮은 수준을 보였다. 2차 양하지 지지기에서 장요근 및 대퇴직근의 %MVIC는 신장반사군이 운동치료군과 탄성밴드군보다 높은 수준을 보였고, 반면 내측 비복근의 %MVIC는 신장반사군이 운동치료군보다 낮은 수준을 보였다. 결론적으로 신장반사 운동은 운동치료와 탄성밴드를 이용한 근력강화 운동보다 고관절의 안정성을 부여하는 장요근, 하지 분절의 운동성을 제공하는 대퇴이두근의 활성화도에 효과적인 영향을 미침으로써 임상에서 근 약화로 인한 운동 기능이 제한된 편마비 환자에게 실용적으로 접근할 수 있는 운동방법이라고 판단된다.

참고 문헌

김정태, 박성현 (2007). 팔걸이 착용시 편마비 환자의 보행 지지기 동안 하지 근육의 활성화도에 미치는 영향. *한국체육학회지*, 46(1), 713-722.

김현수, 김남정 (2003). 고무밴드 운동이 뇌졸중 환자의 일상활동체력에 미치는 효과. *한국체육학회지*,

42(5), 649-655.

이재학, 함용운, 장수경 (1996). 측정 및 평가. 서울: 도서출판 대학서림.

채정병 (2006). *고유수용성 운동조절이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향*. 박사학위논문, 대구대학교 대학원.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (1995). *Fitness weight training*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2000). *Essentials of strength training and conditioning*, 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.

Baechle, T. R., & Groves, B. R. (1998). *Weight training steps to success*, 2nd edition. Champaign, IL: Human Kinetics.

Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1987). Interrater reliability of modification ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*, 67, 206-207.

Bohannon, R. W., & Andrews, A. W. (1990). Correlation of knee extensor muscle torque and spasticity with gait speed in patients with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 71, 330-333.

Buchner, D. M., Larson, E. B., & Wagner, E. H. (1996). Evidence for a non-linear relationship between leg strength and gait speed. *Age and Ageing*, 25, 38-391.

Burke, D., Hagbarth, K. E., & Lofstedt, L. (1978). Muscle spindle activity in man during shortening and lengthening contractions. *The Journal of Physiology*, 277, 131-142.

Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (1985). Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients, *Physical Therapy*, 65, 175-180.

Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2004). *Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill*. Singapore, Elsevier.

Edward, F. D., & Aldo, P. (1981). *Anatomic guide for the electromyograph*, 2nd edition. Springfield,

- Charles C Tomas.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., & Ryan, N. D. (1990). High-intensity strength training in nonagenarians. *The Journal of the American Medical Association*, 263, 3029-3034.
- Hakkinen, K., & Komi, P. V. (1981). Effect of different combined concentric and eccentric muscle work regimens on maximal strength development. *Journal of Human Movement Study*, 7, 33-44.
- Miller, G. J. T., & Light, K. E. (1997). Strength training in spastic hemiparesis: Should it be avoided?. *Neurology and Rehabilitation*, 9, 17-28.
- Olney, S. J., & Richard, C. (1996). Hemiplegic gait following stroke. Part I: Characteristics. *Gait & Posture*, 4, 134-148.
- Peat, M., Dubo, H. I., & Winter, D. A. (1976). Electromyographic temporal analysis of gait: Hemiplegic locomotion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 57, 421-425.
- Sackley, C. M., & Baguly, B. I. (1993). Visual feedback after stroke with balance performance monitor: Two single case studies. *Clinical Rehabilitation*, 7, 189-195.
- Scarborough, D. M., Krebs, D. E., & Harris, B. A. (1999). Quadriceps muscle strength and dynamic stability in elderly persons. *Gait & Posture*, 10, 10-20.
- Sharp, S. A., & Brouwer, B. J. (1997). Isokinetic strength training of the hemiplegic knee: effects on function and spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78, 1231-1236.
- Smith, G. V., Silver, K. H. C., & Goldberg, A. P. (1999). Task-oriented exercise improves hamstring strength and spastic reflexes in chronic stroke patients. *Stroke*, 30, 2112-2118.
- Teixeira-Salmela, L. F., Olney, S. J., Nadeau, S., & Brouwer, B. B. (1999). Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80, 1211-1218.
- Teixeira-Salmela, L. F., Nadeau, S., McBride, I., & Olney, S. J. (2001). Effects of muscle strengthening and physical conditioning training on temporal, kinematic and kinetic variables during gait in chronic stroke survivors. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 33, 53-60.

투 고 일 : 1월 30일

심 사 일 : 3월 4일

심사완료일 : 3월 19일