

PNF의 Sprinter Pattern을 통한 하지의 근 활성도가 균형능력에 미치는 영향

Effect of Lower Limb Muscle Activity on Balancing through Sprinter Patterns of PNF

정우식*, 정재영**, 김찬규***, 정대인***, 김경윤****
 씨티재활병원 재활센터*, 서강정보대학 물리치료과**,
 광주보건대학 물리치료과***, 동신대학교 물리치료학과****

Woo-Sik Jeong(woosikkorea@gmail.com)*, Jae-Young Jeong(hl4rng@skc.ac.kr)**,
 Chan-Kyu Kim(kchk@ghc.ac.kr)***, Dae-In Jung(kchk@ghc.ac.kr)***,
 Kyung-Yoon Kim(redbead7@hanmail.net)****

요약

본 연구는 PNF 중 스프린터 패턴 적용 시 하지의 근 활성도가 균형 능력에 미치는 영향을 알아보고자 다음과 같이 실시하였다. 편마비 환자 24명을 대조군과 실험군으로 나누어 실험군에 주 3회, 6주 동안 PNF의 상·하지 패턴의 결합인 스프린터 패턴(Sprinter pattern)을 실시하였다. 하지 근활성도는 내·외측 광근, 내·외측슬괏근, 외측비복근의 활동전위의 실효치 값을 분석하였다. 균형 능력 검사는 FICSIT-4, FSST, MTD-Balance system 이용하여 측정하였다. 운동 적용 방법에 따른 측정 시점에 대한 대조군과 실험군의 유의성 검정은 Two-way repeated measure ANOVA를 실시하였고, 각 측정 항목들 간의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson correlation으로 분석하였다. 그 결과, 스프린터 패턴의 적용은 마비측 하지의 근 활성도를 증가시켜 정적 및 동적 균형능력을 향상시키는데 효과가 있었음을 확인할 수 있었다. 따라서 마비측 하지의 효율적 근동원을 위한 치료적 중재프로그램으로 적극적인 활용과 함께 다양한 운동 패턴들과 결합시켜 새로운 중재를 개발할 필요가 있을 것으로 생각된다.

■ 중심어 : | 균형 | 근 활성도 | 뇌졸중 | PNF | Sprinter Pattern |

Abstract

In this study, for examining an effect of lower limbs' muscle activity on balance capability when applying sprinter pattern among the PNF, the experiment was conducted as followed. Under the object of 24 people diagnosed by hemiplegia, they were divided into control group and experimental group and the experiment was conducted on the experimental group, three times per a week for six weeks. Experimental group received Sprinter pattern of combined PNF upper extremity and lower extremity pattern. For the lower limbs' muscle activity, effective values of Vastus medialis·laterails, medial·lateral hamstrings, lateral gastrocnemius' action potential were analyzed. The balance ability tests was conducted with FICSIT-4, FSST and MTD-Balance system. For the significance test of control group and experimental group for measuring time by exercise application method, two-way repeated measure ANOVA was conducted and for the significance test among the groups by each measuring time, independent t-test was conducted. Also, for examining the correlation among the measuring item, pearson correlation was used for the analysis. As the result, the application of sprinter pattern increased muscle activity of lower limbs in paretic side and improve static and dynamic balance ability effectively. Therefore, it will be necessary to develop new intervention by combining active application of the therapeutic intervention program for lower limbs' effective muscle mobilizing in paretic side with various exercising patterns.

■ keyword : | Stroke | PNF | Sprinter Pattern | Muscle Activity | Balance |

I. 서론

WHO[1]에서는 뇌졸중을 혈관의 파열이나 혈전에 의해 혈관이 막혀 뇌로 가는 산소(oxygen)와 영양분(nutrition)의 운반을 차단하게 되고 이로 인해 뇌 조직에 손상을 입게 되는 질병으로 정의한다. 대부분의 뇌졸중 환자들은 운동장애를 가장 많이 경험하게 되며, 운동장애 중 하나인 편마비가 발생 시 일상생활 동작의 수행과 하지 기능의 손상이 초래된다[2].

편마비 환자의 하지 기능 손상은 양측의 비대칭성, 비정상적인 신체 균형, 보행 장애의 문제를 일으키며 특히, 마비측과 비 마비측의 비대칭성 문제는 기립균형 시 안정성 저하로 낙상의 위험을 증가시킨다[3][4]. 편마비로 인한 하지의 생리학적 문제로는 정상적 수준의 자발적 근 수축 생성 능력 부족, 적절한 타이밍 및 근 활성화 강도 조절이 어렵다는 점이며[5], 이는 운동단위(motor unit)의 수, 동원 단위의 유형 및 흥분율(rate of firing)의 장애로 발생된다[6].

최근 편마비 환자를 대상으로 하는 신경계 물리치료 관련 연구들은 균형과 보행의 문제를 다각도로 연구하고 있다[7-9]. Laroche[10], Laughton[11], Ryerson[12] 등은 편마비 환자나 노인들의 균형에 있어서 문제점 중 하나를 하지 근육에 대한 근 활성도의 감소라고 하였고, 목적에 맞는 기능 훈련, 근력 강화 훈련 등 각자 다양한 치료들을 제시하여 근 활성화 증가를 통해 균형 능력을 개선시키려고 하였다.

뇌졸중 환자의 균형능력 향상을 위해서는 하지의 근 활성화[10]와 안정성의 향상[13][14]이 가장 중요한 요소라고 볼 수 있으며, 이를 해결하기 위해 지금까지 PNF의 다양한 기법들을 정량화하여 객관화시키려는 시도들이 많았는데, 이를 토대로 좀 더 효율적이면서 기능적인 동작들을 개발하고 적용하려는 시도가 늘어나고 있는 추세이다.

Knott와 Voss[15]는 치료적 목적으로 저항이 적용될 때 강한 쪽에 작용되어 약한 쪽을 강화할 수 있는데 이것을 방산(irradiation)이라 정의하였다. 특히, 신체의 비 마비측인 강한 부분에 저항운동을 적용하여 마비측의 근 활성화 촉진이 가능하며, 이러한 간접치료의 적용

을 임상에서는 교차훈련(cross-training)으로 설명되고 있다[16].

방산에 대한 신경생리학적 개념을 교차훈련으로 적용한 PNF는 근육과 건 내의 고유수용기를 자극함으로써 기능을 향상시키고 근활성, 유연성, 평형성을 증가시키며[17], 주로 근력, 유연성 그리고 근신경계 자극에 반응하는 협응력을 증가시켜 운동단위가 최대로 반응하는데 효과적이다. 이와 같은 방산을 이용하는 반응은 한 개의 패턴을 사용하였을 경우 치료사와 자세에 따라 방향과 범위가 다양하게 나타날 수 있으며[18], Dietz[19]는 여러 가지 패턴을 동시에 적용하였을 경우에는 더욱 큰 힘을 발휘시켜 근력 및 안정성에 더욱 큰 영향을 준다고 하였다.

Dietz[19]는 보행주기 중 일어나는 운동 패턴과 동작을 PNF의 개별 패턴을 통합하여 보행을 분석하고 치료하는 것을 소개하였는데, 이것을 달리는 사람(sprinter)과 스케이터 타는 사람(skater)의 두 동작으로 구분하여 분석하고 치료하였다. 이러한 스프린터 패턴(sprinter pattern)과 스케이터 패턴(skater pattern)은 가장 효율적이고 기능적인 동작을 가장 잘 표현한 것이며, 패턴의 결합을 이용하는 것은 체간의 안정성을 향상시키고 사지의 고유수용성 감각을 증진시킨다고 하였다.

하지만 현재까지는 PNF의 단순 패턴을 적용하여 일부 평가 도구로 치료결과를 밝히거나 정상인을 대상으로 해당 결과를 내놓는 연구들이 대부분이며, 근육의 활동 정도를 정확히 객관화시킬 수 있는 평가도구를 사용한 연구들이 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 뇌졸중 환자를 대상으로 PNF의 결합패턴 중 하나인 스프린터 패턴 적용 시 하지의 근 활성화도가 균형능력에 어떠한 영향을 미치는지 근육 활동 정도 분석을 위해 EMG를 통해 알아보고, 균형능력의 평가를 위해 FICSIT-4, FSST, MTD-Balance system을 사용하여 운동치료의 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 뇌졸중으로 인해 편마비로 진단받은 환자 24명을 대상으로 하였으며, 스프린터 패턴을 이용하여 운동을 실시하는 실험군과 일반적인 운동치료를 받는 대조군, 두 그룹으로 나누어 연구를 진행하였다. 대조군은 균형훈련 및 기능훈련 등을 포함한 일반적인 운동치료를 1일 1회, 30분씩 실시하였으며, 그 외에 실시하는 언어치료나 작업치료를 실시하는 대상자는 제외하였다. 연구대상자는 다음의 조건을 충족시키는 자로 제한하였다.

- 1) 뇌졸중으로 진단을 받고 6개월 이상 경과한 자
- 2) 버그 균형 척도(Berg Balance Scale) 점수가 21점 이상인 자
- 3) 한국형 간이 정신 상태 판별 검사(K-MMSE)에서 점수가 21점 이상인 자
- 4) 시야결손과 전정기관에 이상이 없는 자
- 5) 의사소통이 가능하고 치료사의 지시를 따를 수 있는 자
- 6) 상지와 하지에 근 골격계 질환이 없는 자
- 7) 30분 이상의 운동이 가능한 자

2. 연구도구

2.1 측정도구

2.1.1 근전도 데이터 측정

본 연구에서는 균형 능력에 영향을 주는 근육들의 근 활성도를 측정하기 위해 표면근전도(Bagnoli EMG system, Delsys Inc., U.S.A.)를 사용하였다. 기록전극은 균형능력의 유지를 위해 가장 중요하게 작용하는 근육들 중 내측광근(VM), 외측광근(VL), 내측슬딕근(MH), 외측슬딕근(LH), 외측비복근(LG)의 근복(muscle belly)에 부착하였으며[20], 접지전극(ground electrode)은 운동에 방해가 되지 않는 가까운 부위에 부착하였다.

근육의 활성도를 측정하기 전 대상자의 강직으로 인한 측정의 오류를 줄이기 위해, 대상자에게 “최대한으로 힘을 빼고 편안하게 계세요”라는 지시를 함으로써 최대의 이완이 이루어지도록 하였다. 대상자가 최대한으로 편안함을 느끼는 정도가 되면 먼저 각 근육의 도수근력검사 자세를 기본으로 하여 최대 수의적 등척성

수축(maximal voluntary isometric contraction; MVIC)을 유도한 후, 5초 동안 자료값을 선형필터한 후 초기와 마지막 1초를 제외한 3초 동안의 평균값을 측정하였다. 각 근육 측정간의 사이에는 5분간의 휴식시간을 부여하여 최대수축으로 근긴장도의 증가에 대한 영향을 최소화 하였다.

신호의 표본 추출율(sampling rate)은 1024 Hz로 설정하였고, 주파수 대역폭은 Bagnoli EMG system의 측정 주파수 대역 필터인 20~450 Hz와 60 Hz의 노치 필터(notch filter)를 사용하였다. 수집된 근전도 신호의 저장과 분석은 Acquisition and Analysis Software(Delsys, U.S.A.) 프로그램을 이용하여 실효치 진폭(root mean square; RMS)을 분석하였다.

2.1.2 정적 균형 능력 검사

FICSIT-4(Frailty and Injuries Cooperative Studies of Intervention Techniques)는 정적 균형능력을 알아보기 위한 것으로 노인을 대상으로 한 연구에서 신뢰도와 균형에 대한 타당도가 높게 나타났고, 신체적 기능 측정과 높은 관계를 갖고 있는 측정도구이다[21]. 총 7가지 항목으로 이루어져 있고, 측정의 총점은 28점이며 각 항목 당 점수는 최소 0점에서 최대 4점으로 구성되어 있다. 측정은 양발을 모으고 선 자세(parallel), 한 다리의 발뒤꿈치를 반대쪽 다리의 엄지발가락 옆에 위치시키고 선 자세(semi-tandem), 한 다리의 발뒤꿈치를 반대쪽 발 앞에 일렬로 위치시키고 선 자세(tandem), 한 발로 선 자세(one-leg standing)인 총 4가지 자세에서 시행한다.

2.1.3 동적 균형 능력 검사

FSST(Four Square Step Test)는 동적균형을 측정하기 위한 도구로서, 뇌졸중 환자들을 대상으로 한 연구에서 이 검사의 타당도가 입증되었다[22]. FSST는 지면에 ‘+(plus sign)’와 같은 모양인 90도로 놓여있는 높이 2.5 cm, 길이 90 cm인 4개의 막대를 넘어가며 실시하는 측정도구이다. 환자는 전방을 바라보며 시계방향으로 막대를 넘어 회전을 한 후 즉시, 시계 반대방향으로 되돌아간다. 시간 측정은 첫 발이 2번 구역에 발이

집속할 때 시작하였으며, 모든 대상자들은 3번 측정 후 평균값을 결과값으로 사용하였다.

2.1.4 MTD - Balance System

MTD-Balance System(Measurement Training and Documentation-Balance System)(Apsun, Germany)은 양 발에 주어지는 체중 부하량을 통해 자세의 흔들림을 측정하는 도구로서 정적, 동적 균형능력을 모두 측정할 수 있는 도구이다. 실험대상자는 측정을 하는 동안 힘 판(force plate) 위에 올라가서 시선은 정면을 응시하도록 하였고, 모니터를 대상자가 보지 못하게 함으로써 시각적 정보의 피드백을 주지 않았다.

정적 균형능력의 평가를 위하여 힘 판 위에 올라간 후 60초 동안 서 있는 자세를 유지하도록 하여 2번을 측정한 후에 평균값을 데이터 처리 하였고, 동적인 균형능력을 평가하기 위하여 MTD-Balance System Software에 있는 항목인 Bend & Straighten knees로 설정한 후에 제자리에서 일어섰다 앉았다 하는 동작을 10회를 수행하게 하였고, 총 3세트를 실시한 후 평균값을 사용하였다.



그림 1. MTD-Balance System

3. 연구절차

스프린터 패턴은 Dietz[19]에 의해 소개되었던 패턴으로, 마비측 상지의 D1 굴곡 패턴과 동시에 비 마비측 하지의 D1 굴곡 패턴의 움직임을 유도하였다. 그리고 비 마비측 상지의 D2 신전 패턴과 동시에 마비측 하지의 D2 신전 패턴의 움직임을 유도하였다. 이 모든 움직임이 통합적으로 유도 되어질 때 스프린터 패턴이라고 하는데, 패턴의 적용은 환자에게 독립적으로 수행하게

하였으며, 독립적으로 수행하지 못하는 경우에는 치료사가 마비측 상지의 움직임을 보조해 주었고 다른 부분의 움직임은 구두지시로 격려해 주었다.

본 연구에서는 스프린터 패턴을 옆으로 누운 자세(sidelying position), 반 선 자세(half standing) 그리고 수정된 척행 자세(modified plantigrade position)에서 각각 실시하였다[그림 1]. 이러한 중재는 1주일에 3일, 6주 동안 총 18회를 실시하였으며, 패턴 수행시간은 패턴 정렬완료 후 10초씩 10회를 실시하였고 중간 휴식시간은 10초를 부여하였다.

4. 통계방법

실험에서 얻어진 자료 값은 SPSS ver. 12.0 for windows®을 사용하였다. 대상자의 일반적 특성과 변수에 대한 정규성 검정은 Chi-square test, Fisher's exact test, t-test를 실시하였고, 운동 적용 방법에 따른 세 시점에 대한 대조군과 실험군의 유의성 검정은 Two-way repeated measure ANOVA를 실시하였다. 집단 간 유의성 검정을 위해 Independent t-test, 각 측정 항목들 간의 상관관계를 알아보기 위하여 Pearson correlation으로 분석하였다. 분석 시 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.



그림 2. 스프린터 패턴(Sprinter Pattern) 옆으로 누운 자세, 반-선 자세, 수정된 척행 자세

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총24명으로 대상자의 일반적 특성으로 평균연령은 대조군은 57.5±8.98세, 실험

군은 57.67±5.23세였으며, 평균 신장과 몸무게는 대조군 163.75±10.35 cm, 59.2±11.88 kg, 실험군 166.25±9.42 cm, 68.33±10.68 kg이었다. 발병원인은 대조군에서 경색이 7명, 출혈이 5명이었으며, 실험군에서는 경색이 8명, 출혈이 4명이었다. 마비부위는 대조군과 실험군에서 좌측마비가 7명, 우측마비가 5명이었다. 손상 유병기간은 대조군이 14.25±4.88개월, 실험군이 19.25±9.59개월이었고, 한국형 간이정신검사는 대조군 26.84±2.34점, 실험군 26.12±3.12 점으로 나타났다. 모든 범위에서 대조군과 실험군 간의 유의한 차이가 없었다[표 1].

표 1. 대상자의 일반적 특성

	대조군(n=12)	실험군(n=12)
나이	57.5±8.98	57.67±5.23
키(cm)	163.75±10.35	166.25±9.42
몸무게(kg)	59.2±11.88	68.33±10.68
발병원인	경색(7), 출혈(5)	경색(8), 출혈(4)
마비부위	좌측(7), 우측(5)	좌측(7), 우측(5)
유병기간(개월)	14.25±4.88	19.25±9.59
K-MMSE(점수)	26.84±2.34	26.12±3.12

표 2. Sprinter Pattern의 적용 후 RMS의 변화

	Group	pre	3 week	6 week	Source	F	P
VM	대조군(n=12)	36.83±6.11	40.92±5.93	41.98±6.15	Group	5.849	.024*
	실험군(n=12)	37.90±7.04	48.02±6.63	51.79±5.99	Time	128.683	.000***
	t	-.400	-2.765	-3.963	G*T	26.291	.000***
	p	.693	.011*	.001**			
VL	대조군(n=12)	50.97±13.55	51.22±13.51	52.48±12.01	Group	1.020	.323
	실험군(n=12)	49.49±13.35	59.77±14.91	63.30±23.03	Time	7.901	.001**
	t	.269	-1.472	-1.442	G*T	5.502	.007**
	p	.791	.155	.168			
MH	대조군(n=12)	46.49±10.09	46.23±9.96	47.23±9.49	Group	.005	.944
	실험군(n=12)	44.65±9.93	46.21±9.48	49.93±9.07	Time	67.770	.000***
	t	.451	.963	-.711	G*T	35.170	.000***
	p	.657	.997	.485			
LH	대조군(n=12)	41.93±7.75	43.86±8.00	44.16±8.78	Group	.206	.655
	실험군(n=12)	39.47±7.53	43.81±7.09	50.91±7.01	Time	138.329	.000***
	t	.788	.015	-2.079	G*T	67.200	.000***
	p	.439	.988	.049*			
LG	대조군(n=12)	46.13±7.62	49.14±7.68	50.37±7.32	Group	.051	.824
	실험군(n=12)	44.25±8.50	49.22±8.67	54.38±8.71	Time	125.262	.000***
	t	.572	-.024	-1.220	G*T	21.735	.000***
	p	.573	.981	.236			

* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

2. 스프린터 패턴이 하지의 근 활성도에 미치는 효과

스프린터 패턴을 통한 마비측 하지의 근 활성도를 알아본 결과 VM(p<.001), VL(p<.01), MH(p<.001), LH(p<.001), LG(p<.001) 모두에서 측정 시기 간 유의한 차이가 있었으며, 모든 근육들에서 교호작용이 있음을 보여주었다(p<.001).

각 측정 시기별에 따른 집단 간 비교에서 VM은 3주(p<.05)와 6주(p<.01)에 유의한 차이를 보이기 시작하였으며, LH은 6주(p<.05)에서 유의한 차이를 보이기 시작하였다. VL, MH, LG에서의 그룹 간 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(p>.05)[표 2].

3. 스프린터 패턴이 정적 균형 능력에 미치는 효과

스프린터 패턴을 통한 정적 균형 능력을 알아본 결과 FICSIT-4(p<.001), MTD-Balance system-static(p<.001)에서 측정 시기 간 유의한 차이가 있었으며, 교호작용에 유의한 차이가 있음을 보여주었다. 각 측정 시기별에 따른 집단 간 비교에서 FICSIT-4는 3주(p<.05), 6주(p<.01)에서, MTD-Balance system-static은 3주

($p<.05$), 6주($p<.05$)에서 각각 유의한 차이가 있었다[표 3].

4. 스프린터 패턴이 동적 균형 능력에 미치는 효과
스프린터 패턴을 통한 동적 균형 능력을 알아본 결과 FSST($p<.001$), MTD-Balance system-dynamic($p<.001$)에서 측정 시기 간 유의한 차이가 있었으며, 교호작용에 유의한 차이가 있음을 보여주었다($p<.001$). 각 측정 시기별에 따른 집단 간 비교에서 FSST는 3주($p<.05$), 6주($p<.001$)에서, MTD-Balance system-dynamic은 3주($p<.05$), 6주($p<.01$)에서 각각 유의한 차이가 있었다 [표 4].

5. 측정 항목들의 변수 간 상관관계

스프린터 패턴 적용에 따른 하지 근 활성도와 정적 균형 능력과의 상관관계에서 FICIST-4는 VM($p<.001$),

LH($p<.001$), LG($p<.01$), MTD system-static은 VM($p<.001$), VL($p<.01$), LH($p<.01$), LG($p<.05$)으로 유의한 상관성을 나타내었고[표 5], 동적균형 능력에서 FSST는 VM($p<.001$), VL($p<.05$), LH($p<.001$), MTD system-dynamic은 VM($p<.001$), LG($p<.05$)으로 유의한 상관성을 나타내었다[표 6].

IV. 결론 및 고찰

운동조절 요소 중 균형은 주어진 환경 내에서 자신의 지지 기저면 위에 신체 중심을 유지하는 능력으로 전정계, 시각, 체성감각 등이 중요하게 작용한다[23]. 이들 요소 중 어느 한 부분이라도 결함이 생기면 신체 균형 유지가 어렵고, 결국 넘어지거나 기능적 활동에 제한을 초래한다[24].

표 3. Sprinter Pattern의 적용 후 정적균형능력의 변화

	Group	pre	3 week	6 week	Source	F	P
FICSIT-4	대조군(n=12)	17.91±2.31	18.58±2.50	20.25±2.18	Group	1.991	.172
					Time	92.41	.000***
	실험군(n=12)	16.83±2.25	20.75±2.00	22.58±1.51	G*T	20.87	.000***
	t	1.163	-2.340	-3.052			
	p	.257	.029*	.006**			
MTD-Balance system static	대조군(n=12)	115.92±14.61	103.92±9.23	94.50±7.09	Group	2.769	.110
					Time	81.809	.000***
	실험군(n=12)	114.83±17.54	93.58±14.20	79.92±16.60	G*T	4.835	.019*
	t	.164	2.113	2.799			
	p	.871	.048*	.014*			

* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$

표 4. Sprinter Pattern의 적용 후 동적균형능력의 변화

	Group	pre	3 week	6 week	Source	F	P
FSST	대조군(n=12)	52.27±5.78	50.26±5.41	48.26±6.46	Group	5.230	.032*
					Time	139.093	.000***
	실험군(n=12)	52.51±8.29	43.32±7.51	37.29±5.02	G*T	48.180	.000***
	t	-.085	2.597	4.646			
	p	.933	.017*	.000***			
MTD-Balance system dynamic	대조군(n=12)	207.33±20.59	190.33±12.60	177.00±12.35	Group	3.840	.063
					Time	186.424	.000***
	실험군(n=12)	205.25±26.85	169.67±23.89	151.08±25.97	G*T	16.058	.000***
	t	.213	2.650	3.122			
	p	.833	.017*	.007**			

* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$, *** : $p<0.001$

표 5. 정적균형 항목들과 근 활성도 간의 상관관계

	FICSIT-4	MTD-static	VM	VL	MH	LH	LG
FICSIT-4	1						
MTD-static	-.510***	1					
VM	.591***	-.581***	1				
VL	.096	-.396**	.305*	1			
MH	.263	-.249	.346*	.078	1		
LH	.475***	-.423**	.393**	.435**	.293*	1	
LG	.376**	-.293*	.422**	.058	.137	.186	1

Pearson correlation coefficients r and p values,* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

표 6. 동적균형 항목들과 근 활성도 간의 상관관계

	FSST	MTD-dynamic	VM	VL	MH	LH	LG
FSST	1						
MTD-dynamic	.504***	1					
VM	-.611***	-.457***	1				
VL	-.342*	-.092	.305*	1			
MH	-.152	-.038	.346*	.078	1		
LH	-.595***	-.279	.393**	.435**	.293*	1	
LG	-.204	-.357*	.422**	.058	.137	.186	1

Pearson correlation coefficients r and p values,* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

뇌졸중 환자에게 주로 발생하는 하지의 근 활성도 저하로 인한 근력 약화는 균형능력 및 일상생활에서의 기능적인 능력의 저하를 의미한다[25]. 뇌졸중 환자의 균형능력의 향상을 위해서는 하지의 근 활성도의 증가가 우선시 되어야 하며[10], 그 후 근 비대에 의해 근력 증가가 이루어지며 기능적 향상을 가져온다[26][27].

본 연구는 균형능력 증진을 위하여 PNF의 스프린터 패턴 적용 시 하지의 근 활성도에 미치는 영향을 알아보고자 근전도를 이용하여 근 활성도를 알아보았고, 그에 따른 균형능력 변화 측정을 위해 정적균형 측정(FICSIT-4) 및 동적 균형 측정(FSST)을 하였으며, MTD-Balance system를 사용하여 정량적인 정적·동적 균형능력을 알아보았다.

PNF는 특유의 나선형 및 대각선 패턴을 사용하여 근의 길이나 장력에 대해서 구심성 흥분을 발산하는 근방추 등 고유수용성 감각을 자극하여 신경근 메커니즘의 반응을 촉진하는 치료기술이며, 신경근계 자극에 반응하는 협응력을 증가시켜 운동단위가 최대로 반응하는데 효과적이라고 알려져 있다[15]. 또한, O'Sullivan과 Schmitz[28]는 특정 근육군의 강화와 이완을 위한 고유수용기 자극으로 기능을 향상시키는 운동치료법으로

마비측 사지를 자발적으로 사용하게 하여 체중이동과 부하훈련을 통해 균형과 운동조절 능력을 향상시킬 수 있다고 하였다[29][30].

정상 신경 지배를 받는 정상인을 대상으로 저항훈련 시 근 활성의 특성의 변화를 연구하였던 기존의 연구들과 다르게 환자를 대상으로 단련 사슬 운동 적용하여 마비측의 자발적 근 활성 유도를 위해 본 연구에서는 교차훈련(cross-training) 또는 방산(irradiation)의 개념을 이용하였다[31][32]. 교차훈련은 손상 받지 않은 측에 훈련이 손상 받은 측의 기능에 영향을 미친다는 연구결과들이 발표되면서 지지받기 시작하였는데 [33][34], Shima 등[35]과 Bembem와 Murphy[36]은 편측 저항이 반대측 근력변화에 영향을 주었음을 보고하였고, 이문규[37]는 비 마비측 하지 훈련을 통해 마비측 상지의 근 활성 변화를 보고하였다. 최근에는 손상된 신체 부위의 문제 해결을 위해 해당 신체 부분들을 최대로 동원하여 방산 효과를 극대화할 것을 요구하고 있으며[38]. 기능적 활동이나 상황과 관련하여 사용할 것을 강조하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 PNF의 스프린터 패턴 적용 동안 근육에서 발생하는 생체 전기 신호로 근육의 활동정도를 파

악하기 위해 근전도를 사용하여 각 근육별 MVIC를 통한 RMS를 측정하였는데, 스프린트 패턴 적용 유무에 따른 집단 간 차이는 내측광근(VM), 외측슬괘근(LH)에서 유의한 차이가 있었고, 측정 시기 간 차이는 내측광근(VM), 외측광근(VL), 내측슬괘근(MH), 외측슬괘근(LH), 그리고 외측비복근(LG) 모두에서 유의한 차이가 있었고, 모든 근육들에서 교호작용이 있는 것으로 나타났다. 또한 각 측정 시기별 집단 간 차이는 VM은 3주($p<.05$)와 6주($p<.001$), LH는 6주($p<.05$)에서 유의한 차이를 나타내었다. 이는 대조군에 비해 스프린트 패턴 적용이 하지근의 고유수용기 활성화에 매우 효과적임을 알 수 있었다.

스프린트 패턴은 보행주기 중 일어나는 신체 각 분절의 상호 연관된 움직임을 패턴 결합화하여 고안한 방법 [19]으로 본 연구에서는 마비측의 효율적 근 동원과 활성화 유도를 위해 지면이나 물체에 고정점 또는 안정점을 두어 닫힌 사슬의 형태로 패턴을 적용하였는데, 이때 마비측의 하지 주요 근육들은 옆으로 누운 자세, 반선 자세, 수정된 척행 자세로 기저면의 다양한 변화에서 스프린트 패턴 자세를 유지하기 위한 안정근이나 협력근으로 강하게 작용하려 한 것으로 생각된다.

스프린트 패턴 역시 방산을 이용하여 마비측 근 활성화 및 균형능력 향상을 유도하는데, 그 기전은 아직 명확하게 밝혀지지 않았으나 근육성, 신경성, 척수, 피질과 피질하성일 수 있으며[39], 운동 방산으로 인한 다른 부위의 근력증가는 조직학적 변화로 인한 것이 아님을 밝히고 있다[40]. 그러나 최근 연구들은 근력훈련의 교차 훈련 효과가 척수 기전이라기보다는 상위 척수 기전으로 인해 발생하는 것일 수도 있다고 제안하고 있다[41]. 한편, 뇌졸중 환자 치료 시 방산과 관련하여 공동운동 [31], 연합반응[42], 강직[43] 등을 고려해야 할 것으로 생각된다.

한편, 하지 근 활성화도에 따른 균형능력 변화 측정을 위해 정적균형 측정(FICSIT-4) 및 동적 균형 측정(FSST)을 하였으며, 정량적 측정 장비로 MTD-Balance system를 사용하였다. 먼저, 정적균형 측정을 위한 FICSIT-4와 MTD-Balance system 측정에서 스프린트 패턴 적용 유무에 따른 집단 간 차이는

없었으나 측정 시기 간 및 교호작용에는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고, 각 측정 시기별 집단 간 차이는 FICSIT-4는 3주($p<.05$)와 6주($p<.01$)에서, MTD-Balance system는 3주($p<.05$)와 6주($p<.05$)에서 각각 유의한 차이가 있었다.

또한, 동적균형 측정을 위한 FSST 측정에서 스프린트 패턴 적용 유무에 따른 집단 간 차이는 있었으나 MTD-Balance system 측정에서는 차이가 없는 것으로 나타났고, 측정 시기 간 차이 및 교호작용에서는 모두 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 각 측정 시기별 집단 간 차이에서는 FSST는 3주($p<.05$)와 6주($p<.001$)에서, MTD-Balance system는 3주($p<.05$)와 6주($p<.01$)에서 각각 유의한 차이가 있었다. 스프린트 패턴 적용에 따른 하지 근 활성화와 정적균형 능력과의 상관관계에서 FICSIT-4는 VM($p<.001$), LH($p<.001$), LG($p<.01$), MTD system-static은 VM($p<.001$), VL($p<.01$), LH($p<.01$), LG($p<.05$)으로 유의한 상관성을 나타내었고, 동적균형 능력에서 FSST는 VM($p<.001$), VL($p<.05$), LH($p<.001$), MTD system-dynamic은 VM($p<.001$), LG($p<.05$)으로 유의한 상관성을 나타내었다.

스프린트 패턴 적용을 통한 마비측 하지의 자발적 근 활성화 유도는 고유수용성 감각 촉진을 바탕으로 주요 하지 근들이 안정근 또는 협력근으로 작용하여 정적 및 동적 균형 향상에 상당한 영향을 주었음을 확인할 수 있었다. 이는 균형에 있어서 하지의 근 활성화도가 중요함을 연구한 지상구[44], 유경태[45], 박승규[46]의 결과와 일치하였다.

이상의 결과로 보아 스프린트 패턴은 근전도를 통한 하지의 근 활성화와 정적(FICSIT-4) 및 동적(FSST), 그리고 MTD-Balance system을 통한 균형능력 검사에서 상당한 효과가 있었음을 확인할 수 있었다. 효율적인 균형은 신체 어느 한 부분의 독립적 움직임만으로 이루어지지 않고 신체 여러 분절이 서로 상호작용하여 이루어지는데, 스프린트 패턴은 인체의 협응적인 구조를 이용한 것으로서 신체 각 분절의 상호 연관된 움직임을 패턴화하여 고안된 방법으로 마비측 근 활성화에 효율적으로 작용하여 기능적인 움직임을 이끌어내기

적절한 방법이라 생각되며, 추후에는 하나의 패턴이 아닌 다양한 패턴 적용과 함께 관련 근육들의 관계 및 적용 환경 등 다양한 조건에서의 연구들이 더 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] http://www.who.int/topics/cerebrovascular_accident/en/
- [2] 강현숙, 강지순, 석소현, “뇌졸중 환자를 위한 환측 상지 경혈자침마사지와 손마사지의 효과 비교 연구”, 대한기본간호학회지, 제14권, 제3호, pp.270-279, 2007.
- [3] J. Liepert, H. Bauder, W. Miltner, E. Taub, and C. Weiller, “Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans,” *J of Stroke*, Vol.31, No.6, p.1210, 2000.
- [4] H. Jorgensen, H. Nakayama, H. Raaschou, and T. Olsen, “Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study,” *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.76, No.1, pp.27-32, 1995.
- [5] S. Olney and C. Richards, “Hemiparetic gait following stroke. Part I: Characteristics,” *Gait & Posture*, Vol.4, No.2, pp.136-148, 1996.
- [6] M. Weightman, “Motor unit behavior following cerebrovascular accident,” *Neurol Rep*, Vol.18, No.1, pp.26-28, 1994.
- [7] M. Nallegowda, U. Singh, G. Handa, M. Khanna S. Wadhwa, S. Yadav, G. Kumar, and M. Behari, “Role of sensory input and muscle strength in maintenance of balance, gait, and posture in Parkinson’s disease: a pilot study,” *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol.83, No.12, p.898, 2004.
- [8] K. Ringsberg, P. Gerdhem, J. Johansson, and K. Obrant, “Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women?” *Age and aging*, Vol.28, No.3, p.289, 1999.
- [9] L. Wolfson, J. Judge, R. Whipple, and M. King, “Strength Is a Major Factor in Balance, Gait, and the Occurrence of Falls,” *The Journals of Gerontology*, Vol.50, p.64, 1995.
- [10] D. P. Laroche, K. A. Cremin, B. Greenleaf, and R. Croce, “Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: A comparison across lower-extremity muscles,” *J Electromyogr Kinesiol*, 2009.
- [11] C. Laughton, M. Slavin, K. Katdare, L. Nolan, J. Bean, D. Kerrigan, E. Phillips, L. Lipsitz, and J. Collins, “Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment,” *Gait & Posture*, Vol.18, No.2, pp.101-108, 2003.
- [12] S. Ryerson and K. Levit, *Functional movement reeducation*, New York: Churchill Livingstone, 1997.
- [13] P. Marshall and B. Murphy, “Core stability exercises on and off a Swiss ball,” *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.86, No.2, pp.242-249, 2005.
- [14] V. Akuthota and S. Nadler, “Core strengthening,” *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.85, No.1, pp.86-92, 2004.
- [15] M. Knott and D. Voss, *Proprioceptive neuromuscular facilitation: pattern and technique 2nd*, New York: Harper and Row, 1968.
- [16] J. Munn, R. Herbert, and S. Gandevia, “Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis,” *Journal of Applied Physiology*, Vol.96, No.5, p.1861, 2004.
- [17] D. Klein, W. Stone, W. Phillips, J. Gangi, and S. Hartman, “PNF training and physical

- function in assisted-living older adults," *Journal of Aging and Physical Activity*, Vol.10, No.4, pp.476-488, 2002.
- [18] 김태윤, "均衡 訓練이 中樞神經系 損傷者의 姿勢 調節 및 體性感覺 誘發電位에 미치는 影響", 전남대학교 체육대학원 박사학위논문, 1998.
- [19] B. Dietz, *Let's Sprint, Let's Skate: Innovationen im PNF-konzept*: Springer, 2009.
- [20] 권유정, "열린사슬과 닫힌 사슬 운동이 정상 성인의 동적 균형 능력과 근활성도 변화에 미치는 영향", 대구대학교 재활과학대학원 석사학위논문, 2008.
- [21] J. Rossiter-Fornoff, S. Wolf, L. Wolfson, and D. Buchner, "A cross-sectional validation study of the FICSIT common data base static balance measures," *Journal of Gerontology*, Vol.50, No.6, pp.291-297, 1995.
- [22] J. Blennerhassett and V. Jayalath, "The Four Square Step Test is a feasible and Valid clinical test of dynamic standing balance for use in ambulant people poststroke," *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.89, No.11, pp.2156-2161, 2008.
- [23] P. Cheng, S. Wu, M. Liaw, A. Wong, and F. Tang, "Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention," *Archives of physical medicine and rehabilitation*, Vol.82, No.12, pp.1650-1654, 2001.
- [24] T. Kauffman, "Impact of aging-related musculoskeletal and postural changes on falls," *Topics in Geriatric Rehabilitation*, Vol.5, No.2, p.34, 1990.
- [25] R. Enoka, "Muscle strength and its development. New perspectives," *Sports medicine (Auckland, NZ)*, Vol.6, No.3, p.146, 1988.
- [26] K. Hakkinen, A. Pakarinen, W. Kraemer, A. Hakkinen, H. Valkeinen, and M. Alen, "Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women," *Journal of Applied Physiology*, Vol.91, No.2, p.569, 2001.
- [27] 배성수, 정현옥, 구봉오, 김상수, 김태윤, 황성수, "고유수용성신경근축진법의 변화와 발전", 대한고유수용성신경근축진법학회지, 제1권, 제1호, pp.27-32, 2003.
- [28] S. O'Sullivan and T. Schmitz, *Physical rehabilitation: assessment and treatment*: F. A. Davis Company, 1988.
- [29] S. Page, S. Sisto, M. Johnston, and P. Levine, "Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: a preliminary study," *Neurorehabilitation and Neural Repair*, Vol.16, No.3, p.290, 2002.
- [30] J. ENG, K. CHU, and K. MARIA, "A community-based group exercise program for persons with chronic stroke," *Medicine & Science in Sports & Exercise*, Vol.35, No.8, p.1271, 2003.
- [31] S. Adler and D. Beckers, M. Buck, *PNF in practice: an illustrated guide*, Springer Verlag, 2008.
- [32] V. De, M. Ionta, and B. Myers, *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*: Philadelphia, PA, JB Lippincott Co, 1985.
- [33] T. Hortobagyi, K. Scott, J. Lambert, G. Hamilton, and J. Tracy, "Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions," *Motor Control*, Vol.3, No.2, p.205, 1999.
- [34] B. Stromberg, "Contralateral therapy in upper extremity rehabilitation," *American journal of physical medicine*, Vol.65, No.3, pp.135-143, 1986.
- [35] N. Shima, K. Ishida, K. Katayama, Y. Morotome, Y. Sato, and M. Miyamura, "Cross

- education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining," *European Journal of Applied Physiology*, Vol.86, No.4, pp.287-294, 2002.
- [36] M. Bemben and R. Murphy, "Age related neural adaptation following short term resistance training in women," *The Journal of sports medicine and physical fitness*, Vol.41, No.3, p.291, 2001.
- [37] 이문규, "고유수용성 신경근 촉진법 하지 패턴이 뇌졸중 환자의 상지 근활성도에 미치는 영향", 서남대학교 보건대학원 석사학위논문, 2008.
- [38] B. Dietz, *Proprioceptive neuromuscular facilitation, Level I & II Course*. Gwangju. 2007.
- [39] T. Carroll, R. Herbert, J. Munn, M. Lee S. and Gandevia, "Contralateral effects of unilateral strength training : evidence and possible mechanisms," *Journal of Applied Physiology*, Vol.101, No5, p.1514, 2006.
- [40] M. Houston, E. Froese, S. Valeriotte, H. Green, and D. Ranney, "Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg mode," *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, Vol.51 No.1, pp.25-35, 1983.
- [41] O. E. Lagerquist, D. Zehr, and Docherty, "Increased spinal reflex excitability is not associated with neural plasticity underlying the cross-education effect," *Journal of Applied Physiology*, Vol.100, No.1, p.83, 2006.
- [42] B. Bhakta, J. Cozens, M. Chamberlain, and J. Bamford, "Quantifying associated reactions in the paretic arm in stroke and their relationship to spasticity," *Clin Rehabil*, Vol.15, No.2, pp.195-206, 2001.
- [43] J. Carr J. and R. Shepherd, *A motor relearning*

programme for stroke: Aspen Pub, 1987.

- [44] 지상구, "고유수용성 신경근 촉진법의 등장성 수축 결합 기법이 편마비 환자의 균형능력과 대퇴사두근의 근활성도 및 근피로도에 미치는 효과", 을지대학교 보건대학원 석사학위논문, 2008.
- [45] 유경태, "12주간의 복합 운동이 편마비 환자의 일상생활체력, 고유수용성 감각, 근활성도 및 균형능력에 미치는 영향", 경희대학교 체육대학원 박사학위논문, 2008.
- [46] 박승규, "편마비 환자의 시청각 피드백 훈련이 신체 균형과 하지의 근활성도 및 운동수행에 미치는 효과", 전남대학교 체육대학원 박사학위논문, 2006.

저자소개

정우식(Woo-Sik Jeong)

정회원



- 2005년 8월 : 대불대학교 물리치료학과 졸업
- 2010년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 석사졸업(이학석사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 박사과정 중

<관심분야> : 신경계 물리치료, 운동치료

정재영(Jae-Young Jeong)

정회원



- 2006년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 석사졸업
- 2002년 3월 ~ 현재 : 서강정보대학 물리치료과 조교수

<관심분야> : 전기생리학

