

리듬청각자극을 동반한 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력에 미치는 영향

송수영 · 송요한 · 이현민[†]

호남대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공, ¹호남대학교 물리치료학과

The Effects of Action Observational Physical Training with Rhythmic Auditory Stimulation on Muscle Activity of the Lower Extremity and Gait Ability in Patients with Chronic Stroke

Su-Young Song, PT · Yo-Han Song · Hyun-Min Lee[†]

Major in Physical Therapy, Dept. of Rehabilitation Science, Graduate School of Honam University

¹Dept. of Physical Therapy, Honam University

Received: April 19, 2018 / Revised: April 20, 2018 / Accepted: May 9, 2018

© 2018 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to investigate the effect of action observational physical training with rhythmic auditory stimulation on muscle activity and gait ability in patients with stroke.

METHODS: Twenty-six chronic stroke patients participated in this study were assigned into three groups, experimental group 1 (10% faster tempo rhythmic auditory stimulation with action observation training) n=8, experimental group 2 (average tempo rhythmic auditory stimulation with action observation training) n=9, and control group (action observation training) n=9. In this experiment, the corresponding exercise

were applied into the subjects of three group for 30 minute a day, 3 time a week during 4 weeks. All participants were measured to muscle activity of lower limb, 10 meter walking test, Figure of 8 walk test, Dynamic gait Index. The collected data were analyzed by using SPSS (version 18.0 for window) and verified that each data was a normal distribution based on Shapiro-Wilk test. Between-group and within-group comparison was analyzed by using One-way ANOVA test, Paired t-test respectively. In all statistical analyses, significance level, α was set by .05.

RESULTS: The above results revealed that the all experimental group 1 and experimental group 2 and control group were all effective to improve the lower limb muscle activities, gait ability. However more positive effects shown action observational physical training with rhythmic auditory stimulation experimental group.

CONCLUSION: This study suggest that action observation physical training with rhythmic auditory stimulation is effective intervention for improvement of muscle activity and walking ability in chronic stroke patients.

†Corresponding Author : Hyun-Min Lee

leehm00@honam.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0001-8001-5066>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Key Words: Action observation training, Auditory stimulation, Electromyography, Gait, Stroke

I. 서론

뇌졸중 환자는 운동기능 손상으로 인해 근력약화, 비정상적인 움직임, 긴장도 감소, 수의적 조절의 저하를 나타내고, 이는 일상생활 능력과 보행과 같은 기능적 활동 능력을 제한하게 된다(Higginson 등, 2006; Kautz과 Patten, 2005). 이러한 뇌졸중 환자들의 궁극적인 목표는 뇌신경 가소성을 증진해 저하된 기능을 회복하는 것으로 이는 기능적 독립성을 이루는 보행 능력의 회복과 손상 이전의 기능으로 돌아가는데 있어 가장 크게 고려되어야 하는 부분이다(Bohannon 등, 1988).

기능을 회복하기 위해서 다양한 신경재활 접근법들이 사용되고 있으며, 보행능력을 향상하기 위해 마비된 지절을 이용하여 능동적이고 반복적인 훈련을 통해 운동기능을 회복하는데 초점을 주는 중재 방안들이 제시되고 있다(Van Peppen 등, 2004; Hayden 등, 2009; Pelton 등, 2010). 운동기능 회복을 위한 뇌신경 가소성 촉진은 적절한 운동중재와 함께 시각, 청각, 촉각, 고유수용성 감각 되먹임 등의 자극이 통합될 때 재활훈련에서 효율성을 증가시킬 수 있고, 운동 기능 회복이 가속화 된다고 알려지고 있다(Hummelsheim, 1999; Kwakkel 등, 2004). 뇌 영역의 가소성을 활성화시켜 운동기능을 학습하려는 방법으로 운동 및 감각신경과 감각자극을 활용한 인지재활훈련이 연구되고 있다(Cicinelli 등, 2005). 이중 최근 많이 연구되는 방법은 시지각 감각자극을 기반의 동작관찰 훈련이다(Park 등, 2014; Kim과 Lee, 2015). 동작관찰 훈련은 수행하고자 하는 행동이나 동작을 관찰하고 관찰한 동작을 모방하여 반복적으로 훈련하여 대상자의 운동기술과 수행능력을 향상시키는 방법이다(Mulder 등, 2007). 이러한 동작관찰 훈련은 관찰, 상상, 실행의 과정이 포함된 인지과정으로 시각, 청각, 촉각, 고유감각과 같은 다양한 감각을 사용하여 이미 학습된 신경네트워크를 이용하므로 운동기능 회복을 위한 효과적인 접근법이라고 할 수 있다(De Vries과 Mulder, 2007). 또한, 최근에 동작관찰 훈련이 보행능

력과 균형능력에 효과적이라는 연구들이 보고되고 있다(Bang 등, 2013; Song과 Lee, 2016).

감각자극을 활용해 뇌가소성을 활성화하는 또 다른 재활 중재법으로 리듬청각자극이 있다. 리듬청각자극은 일정한 청각자극을 통해 리듬감각을 자극하여 운동 체계에 영향을 주고 안정된 시간 내에 운동영역과 지각영역을 동기화시켜 뇌의 각 영역의 활성화를 유도하는 방법이다(Thaut 등, 2009). 특히, 리듬청각자극훈련은 선행 연구들에서 신경계환자 대상으로 보행능력 향상에 효과적인 중재방법이라고 보고되고 있다(Goldstrom 등, 2010; Kim과 Son, 2017).

이렇게 뇌졸중 환자들의 운동기능을 회복시켜 신체 움직임 활동을 증진하는 방법으로 다양한 감각자극이 적용되고 있지만, 현재 대부분의 연구들은 시각을 이용한 동작관찰이나 리듬청각자극, 촉각자극 등 개별적인 감각 자극만을 적용한 연구들이 대부분이다. 따라서, 본 연구의 목적은 리듬청각자극을 동반한 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력에 미치는 영향을 알아봄으로써 뇌졸중 환자의 재활에서 다감각을 적용한 훈련방법의 기초자료로 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 광주광역시 C재활병원에 입원중인 뇌졸중 환자 26명을 대상으로 하였다. 연구 참여 전에 연구 목적, 중재 방법, 평가에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적인 동의를 한 환자들이 참여하였고, 호남대학교 생명윤리위원회의 승인을 얻고 검토 받았다(1041223-201601-HR-006).

연구대상자의 선정 조건은 다음과 같다.

- 1) 뇌졸중 진단을 받고 6개월 이상이 경과한 자
- 2) 인지적 손상이 없는 자(MMSE-K 24점 이상인 자)
- 3) 시각 및 청각에 이상이 없는 자
- 4) 하지에 정형 외과적 질환이 없는 자
- 5) 보조도구를 이용하거나 독립적으로 10 m 이상 보행할 수 있는 자

2. 연구설계

본 연구는 선정 기준에 부합된 26명의 뇌졸중 환자를 대상으로 동의서를 작성하고, 제비뽑기를 통해 무작위로 실험군1, 실험군2, 대조군에 배정하였다.

실험군1은 10% 빠른 속도의 리듬청각자극 동작관찰 신체훈련, 실험군2는 편안한 속도의 리듬 청각자극 동작관찰 신체훈련, 대조군은 동작관찰과 신체훈련을 적용하였다. 훈련은 1일 30분, 주 3회, 4주 동안 총 12회를 적용하였다. 훈련 강도는 환자의 기능적 상태와 컨디션을 고려하여 시행하였다(Fig. 1).

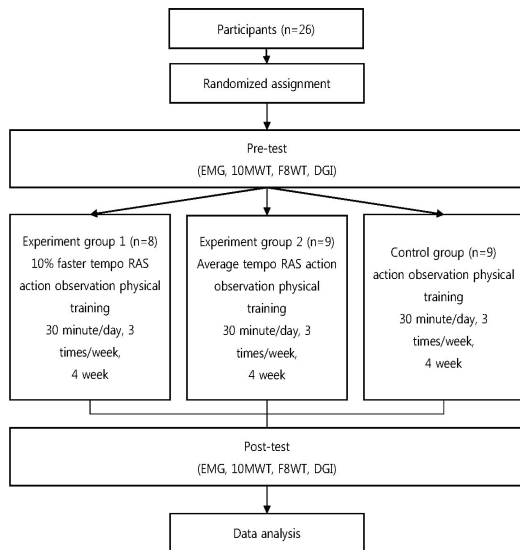


Fig. 1. Study flowchart, EMG: Electromyography, 10 MWT: 10 meter walk test, F8WT: figure of 8 walk test, DGI: dynamic gait index, RAS: rhythmic auditory stimulation⁴.

3. 훈련 방법

관찰 동영상은 일반 성인이 편안한 속도로 똑바로 걷는 직선보행과 직선과 회전 구간이 포함된 타원형 형태의 보행으로 청각자극은 동영상속 대상자가 편안한 속도로 걷는 1분 동안의 분속수를 3회 측정하여 평균 분속수를 메트로놈을 이용하여 제공하였다. 동영상은 앞면, 옆면에서 촬영하여 입체적으로 움직임을 관찰할 수 있도록 하였다. 동작관찰 동안 제시된 동영상을 3분 간 관찰한 후, 12분 간 해당 과제를 수행하도록 하여

15분씩 총 2회기를 훈련하였다.

실험군1은 분속 수보다 10% 빠른 청각자극이 포함된 동영상을 관찰하고, 훈련은 관찰한 영상과 같은 동작을 각 개인의 분속수보다 10% 빠른 청각자극을 들으며 반복적인 훈련을 하였다. 실험군2는 편안한 속도의 분속수 청각자극이 포함된 동영상을 관찰하고, 훈련도 역시 관찰한 영상과 동일한 동작을 각 개인의 분속수에 맞춰진 청각자극을 들으며 반복적인 훈련을 하였다. 대조군은 청각자극이 제외된 동영상을 관찰한 후, 관찰한 동작과 같은 동작을 청각자극 없이 반복적으로 연습하였다.

4. 평가도구 및 방법

1) 하지 근활성도 측정

대상자의 마비측 하지 근활성도를 측정하기 위하여 무선 표면근전도(FREE EMG, BTS co, Italy)를 사용하였다. 근전도의 전극은 Ag-AgCl 타입의 유착성 전극을 사용하였고, 부착된 근육에서 발생된 근전도 신호는 증폭기를 거쳐 10배로 증폭되어 잡음 및 간섭을 막고, 케이블을 따라 환자 키트로 이동된 뒤 16비트 analog/digital 변환기를 사용하여 디지털 데이터로 전환된다. 수집된 데이터는 무선통신시스템을 통해 무선공유기로 수신된다. 수집된 근전도 신호는 전용프로그램(MYOLAB software, BTS co, Italy)을 이용하여 분석하였다. 주파수 대역폭은 20~500 Hz로 설정하여 필터 과정을 거쳤다. 각 동작별 해당 근육의 근전도 신호에 대한 RMS (root mean square) 값을 구하기 위하여, 원데이터에서 전환하고, 적분한 뒤 RMS 과정을 거쳐 자료를 분석하였다.

(1) 전극 부착 부위

대상자의 근활성도를 알아보기 위한 근육은 마비측 하지의 넓다리근은근(rectus femoris muscle), 넓다리두갈래근(biceps femoris muscle), 앞정강근(tibialis anterior muscle), 장딴지근(gastrocnemius muscle)에 각각 부착하였다.

(2) 근활성도 측정(% reference voluntary contraction; RVC)

근전도 신호를 표준화하는 방법은 특정 동작의 근수

축을 기준 수축으로 하고 이를 기준으로 표준화하는 %RVC 방법을 사용하였다(Criswell, 2010). 특정 동작기준 수축값은 최대수축값에 비해 기능적인 움직임 동작에 유리하고 최대근수축의 제한이 있는 환자에게는 최대수축값을 사용하지 않는다고 알려져 있다(Bolgia와 Uhl, 2007). 본 연구에서는 편마비 환자를 대상으로 하였기 때문에 특정 동작기준 수축값을 사용하였다.

기준 수축값은 보행의 준비 동작인 양발 지지기 동작을 5초간 측정 후 전후 1초를 제외한 3초의 신호를 표준화하여 사용하였고, 특정 동작기준 수축값은 마비측 하지의 4개의 근육에서 초기 접지기(initial contact)부터 전유각기(pre swing)까지 구간을 1회로 하여 3회를 시행하여 평균값으로 각 근육의 근전도 신호를 표준화하였다.

2) 10 m 걷기 검사(10 meter walk test; 10MWT)

대상자의 보행능력을 측정하기 위해 10m 걷기 검사를 사용하였다. 10 MWT는 짧은 시간에 신경학적 손상 환자의 보행속도 평가방법으로 신뢰도와 타당도가 검증된 방법이다(Dean 등, 2000). 평평한 치료실 바닥에 14 m의 직선거리를 표시하고 측정자의 관찰하에 편안한 속도로 걷게하여 가속기간과 감속기간인 시작과 끝 범위 2 m를 제외한 중간 10 m 거리에 대한 시간을 측정하였다.

3) 8자 모양 걷기 검사(Figure-of-8 walk test; F8WT)

대상자의 보행능력을 평가하기 위해 8자 모양 걷기 검사를 사용하였다. F8WT는 이동능력에 어려움이 있는 노인의 보행 기술을 평가하는 것으로, 직선보행시 나타나지 않는 일상생활에서의 곡선보행능력을 측정할 수 있다(Hess 등, 2010). 대상자들은 원뿔 사이 중앙에 정면을 향해 서서, 곡선 주행방향을 선택하고 평상시 속도로 8자 모양을 그리며 걸어 다시 시작 자세로 돌아오는 방법이다. 출발점에서 첫 스텝이 시작하는 순간부터 두발이 제자리로 돌아와 종료되는 시점까지를 초시계로 측정하였다.

4) 동적보행지표 검사(Dynamic gait index; DGI)

대상자의 균형과 보행 능력을 평가하기 위해 동적보

행지표를 사용하였다. DGI는 일상생활에서 많이 요구되는 균형과 전정계 장애를 가진 사람 또는 노인에서 균형과 보행을 평가하고, 보행과제에 반응하는 기능적 보행능력을 평가하는 표준화된 평가도구이다. DGI는 8가지 보행 과제로 이루어져있으며, 점수는 0~24점까지이며 22점 이상은 안전하게 이동할 수 있고, 점수가 낮을수록 기능적 이동 능력의 손상이 더 크다는 것을 나타낸다. 검사-재검사 신뢰도 $r=0.96$, 측정자 간 신뢰도 $r=0.96$ 으로 신뢰할 만한 도구이다(Jonsdottir과 Cattaneo, 2007).

5) 자료 분석

증재를 통해 수집된 모든 자료는 부호화하여 기록하였으며, 자료 분석과 가설 검정은 윈도우용 SPSS ver. 18.0을 이용하여 통계처리 하였다. 만성 뇌졸중 연구대상자들의 일반적 특성과 측정 항목들의 정규성 검정을 위해 Kolmogorov-Sminov 검정을 사용하였다. 세 군의 동질성 검정과, 군간 전 후 비교는 일원배치 분산분석을 이용하였고, 각 군 내 증재 전과 후의 보행능력과 하지 근활성도의 변화를 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 사용하였다. 사후검정은 Bonferroni 검정을 실시하였다. 통계학적 유의 수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

대상자들의 나이, 성별, 유병기간, 손상부위, 손상형태에서 군간의 동질성 검정 및 정규성 검정에서 유의한 차이가 없었다($p<0.05$).

2. 근활성도 비교

본 연구의 근활성도 비교는 다음과 같다(Table 2). 세군의 훈련 전과 후에 근활성도는 유의하게 증가하였고($p<0.05$), 군간 차이 비교 또한 유의한 차이가 나타났다($p<0.05$). 대응별 비교를 통한 사후검정에서는 넙다리내갈래근, 넙다리두갈래근, 장딴지근에서 실험군1

Table 1. General characteristics of the subjects

		Experiment group 1	Experiment group 2	Control group	X ²	p
Gender	Male	5	6	7	.15	.22
	Female	3	3	2		
Hemiplegic side	Left	5	6	4	.60	.47
	Right	3	3	5		
Stroke type	Infarction	2	3	4	.69	.32
	Hemorrhage	6	6	5		
Time since stroke(month)		43.88±43.18	43.56±39.4	49.00±30.17	.57	.05
Age(years)		57.25±4.59	59.11±7.57	59.00±9.25	.49	.16

Table 2. Comparison of the muscle activity in the variances within in each group

	RFM (%RVC)			BFM (%RVC)			GCM (%RVC)			TAM (%RVC)		
	Pre	Post	p	Pre	Post	p	Pre	Post	p	Pre	Post	p
Experiment group 1	99.53±2.73	107.39±2.94	.001	100.04±4.22	107.94±4.55	.001	102.43±3.02	106.47±2.45	.001	99.69±1.60	107.57±1.73	.00
Experiment group 2	99.66±1.36	104.74±1.43	.01	98.23±1.99	103.24±2.09	.01	101.82±2.63	104.50±2.71	.01	100.37±1.09	105.49±1.14	.01
Control group	100.23±5.03	102.43±5.14	.01	96.17±8.00	98.23±8.18	.01	101.06±2.06	103.28±2.10	.01	102.72±0.99	104.98±1.02	.01
Follow up	.90	.02	a>c	.34	.00	a>c	.55	.04	a>c	.64	.00	a>b>c

RFM: rectus femoris muscle, BFM: biceps femoris muscle, GCM: gastrocnemius, TAM: tibialis anterior muscle, RVC: reference voluntary contraction

과 대조군 사이에서 유의한 차이가 나타났고(p<.05), 앞정강근에서는 실험군1과 대조군, 실험군2와 대조군 사이에서 유의한 차이가 나타났다(p<.05).

3. 보행능력 비교

본 연구의 보행능력 비교는 다음과 같다(Table 3).

세군의 훈련 전과 후 보행속도, 동적보행지표는 유의하게 증가하였고(p<.05), 시기별 세 군간의 차이에서 유의한 차이가 나타났고(p<.05), 대응별 비교를 통한 사후검정에서 실험군1과 대조군, 실험군2와 대조군 사이에서 유의한 차이가 나타났다(p<.05).

8자 모양 걷기 검사의 세 군 모두 중재 후 시간이 감소하였지만, 유의한 차이는 없었고 군간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 걸음수에서는 훈련 전과 후 유의하게 감소하였고(p<.05), 군간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

IV. 고찰

본 연구에서는 보행시 중요한 역할을 수행하는 근육 중 마비측 하지의 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근, 장딴지근, 앞정강근의 근활성도를 측정하였다. 마비측 하지의 근활성도는 세 군 모두에서 군내 유의한 차이가 있었고, 군간 비교에서는 실험군1이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다.

Prassas 등(1997)은 편마비 환자의 보행 운동학적 매개 변수에 대한 리듬청각자극의 효과를 알아보기 위하여 뇌졸중 환자 8명을 대상으로 주 3회, 5주간 리듬청각자극을 메트로놈을 적용하여 보행훈련을 한 결과, 비마비측과 마비측 하지의 활보장과 엉덩관절의 각도가 비슷해졌음을 보고하였다. 또한 Roerdink 등(2007)은 뇌졸중 환자 10명과 일반노인 9명을 대상으로 한 단면연구에서 청각자극을 다양한 빠르기로 속도 변화를 주어

Table 3. Comparison of the gait ability in the variances within in each group

	10MWT (s)			F8WT (time[s])			F8WT (step)			DGI (score)		
	Pre	Post	p	Pre	Post	p	Pre	Post	p	Pre	Post	p
Experiment group 1	18.84±6.45	15.57±6.25	.001	27.00±7.69	24.50±5.88	.078	33.88±6.08	26.25±6.11	.001	15.63±2.77	21.63±1.77	.00
Experiment group 2	18.78±6.22	16.80±5.52	.006	32.00±15.87	30.89±14.12	.514	32.00±8.03	26.11±7.77	.001	16.00±2.50	21.44±2.24	.00
Control group	24.54±4.87	23.44±4.51	.013	42.11±2.58	37.44±11.38	.238	34.78±7.90	30.44±7.35	.01	14.78±2.77	18.55±2.19	.01
Follow up	.08	.01	a,b>c	.15	.07		.72	.36		.62	.00	a,b>c

10MWT: 10 meter walk test, F8WT: figure of 8 walk test, DGI: dynamic gait index

트레드밀에서 보행훈련을 실시한 결과, 청각 자극의 속도가 빠를수록 활보장과 보장시간의 증가, 보행대칭율의 향상을 보인다고 하였다. 뇌졸중 환자의 하지 근 활성화도 증가는 보행시에 활보 시간, 활보장의 길이에 긍정적인 영향을 준다(Dunsky 등, 2008). 따라서, 본 연구에서도 10% 빠른 리듬청각자극을 적용한 실험군1에서 보행 시 활보장의 길이와 엉덩관절과 무릎관절의 굽힘에 주요한 역할을 하는 넙다리곧은근과 넙다리두갈래근이 실험군2와 대조군에 비해 유의한 향상을 보여 선행 연구들과 비슷한 결과를 보였다. 또한, 선행 연구에서는 신경학적 손상을 가진 환자를 대상으로 메트로놈 리듬청각자극을 제공하고 보행훈련을 실시한 결과, 장딴지근과 앞정강근에서 근전도의 활성화도 증진되었다고 보고하였다(Fernández-del-Olmo과 Cudeiro Mazaira, 2003; Thaut 등, 1997). 동작관찰 훈련을 적용한 연구에서는 동작관찰을 적용한 환자에게서 앉고 일어 서기시 마비측 넙다리곧은근과 장딴지근의 근수축 개시시간이 단축되고, 양하지가 대칭적인 수축을 보인다고 하였다(Yi 등, 2014). 본 연구에서도 리듬청각자극을 동시에 적용한 동작관찰 신체훈련이 마비측 장딴지근과 앞정강근의 근활성도 향상에 긍정적인 영향을 미쳐 선행연구들의 결과와 유사하게 나타났다.

에너지를 최소화하고 능숙한 보행을 하기 위해서는 속도가 가장 중요한 변수이고, 임상적으로 보행 기능을 측정할 때 가장 중요한 요소이다(Carr과 Shepherd, 2003). 속도 변화를 알아보기 위해 실시한 10 m 걷기 검사는 세군 모두에서 군내 유의한 차이가 있었고, 군

간 비교에서는 실험군1과 실험군2가 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다.

Arias와 Cudeiro (2008)은 파킨슨 환자를 대상으로 진행된 연구에서 음악의 템포를 90%에서 110%로 점진적으로 변화시켜 보행훈련을 한 결과, 리듬의 템포가 빨라질수록 보행 속도가 향상되었다. 또한 Bang 등 (2013)은 뇌졸중 환자를 대상으로 동작관찰 훈련 후 트레드밀 훈련을 시행한 결과 보행속도가 향상되었다고 보고하였다. 선행연구들과 같이 본 연구에서는 세군 모두 보행에 관한 동작을 관찰하고 보행훈련을 실시하였기 때문에 세군 모두에서 보행속도의 증진이 나타난 것으로 사료된다. 리듬청각자극을 동시에 적용하여 동작관찰 신체훈련을 한 실험군에서 대조군에 비해 군간 유의한 차이를 보였다. 이는 동작관찰영상에 편안한 속도와 빠른 속도의 리듬청각자극이 포함되었고, 신체 훈련 시에도 동일하게 적용되어 리듬에 맞춰진 보행속도를 관찰하면서 모방하여 반복적으로 훈련한 것이 학습된 결과라고 사료된다.

본 연구에서 곡선보행 검사는 시간의 변화에서 세군 모두 훈련 전보다 훈련 후에 시간이 감소되었으나, 군내 시기별, 군간 비교에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 두 번째 측정요소인 걸음수의 변화에서는 세군 모두 마비측보다 훈련 후에 통계학적으로 유의하게 걸음수가 감소되었으나, 군간 비교에서는 유의한 차이가 없었다. Willems 등(2007)은 파킨슨 환자와 일반 성인을 대상으로 리듬청각자극을 이용하여 회전 보행을 실시하였는데, 실험군과 대조군 모두에서 회전

하는 동안 보행 타이밍의 변동성이 감소되었고 군간 비교에서는 차이를 보이지 않았다고 보고하여 본 연구의 결과와 일부 일치하였다. 본 연구에서 곡선보행이 군간 유의한 차이가 없는 것은 동작관찰 훈련의 중재구성이 직선보행 위주로 이루어져 곡선보행과 관련된 중재가 부족하였고 리듬청각자극의 적용 또한 직선보행에서의 분속수에 맞춰져 있기 때문에 곡선보행시 일정한 청각자극에 받을 맞춰 적용하기에 제한이 있었을 것으로 생각된다.

동적보행지표 검사에서는 세 군 모두 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 향상되었고, 군간 비교에서는 실험군1과 실험군 2가 대조군에 비해 유의한 향상을 보였다. 이는 직선보행 위주로 구성된 동영상의 집중적 동작관찰이 운동모방과 운동 수행에 긍정적 영향을 주었을 것으로 사료되고, 리듬청각자극을 동반한 동작관찰 신체훈련군이 청각자극에 받을 맞춰 보행하는 모습을 인지시켜 더욱 집중하여 관찰을 하고 훈련 시에도 인지한 동작을 실제 리듬청각자극에 맞춰 연습함으로써 더 큰 기능의 향상을 보였을 것으로 사료된다.

Ju와 Kim (2010)은 일반 성인 5명을 대상으로 시각과 촉각의 다감각 작용이 일어나는 뇌의 신경기전에 대해 알아본 결과, 두 개 이상의 다중감각을 동시에 제공하는 것이 그와 관련된 추가적인 신경세포의 활동을 일으켜 뇌의 활동을 촉진한다는 결과를 얻었다. 또한 시각과 청각자극을 각각 제공하는 것보다 두 자극의 통합적 제공이 보다 빠르게 대뇌겉질에 도달하여 활성화됨을 제시하는 연구결과도 있다(Alpert 등, 2008). 이러한 결과는 뇌졸중 환자의 재활에서 동작관찰과 리듬청각의 동시 적용이 대뇌의 겉질 활동을 촉진시켜 운동영역을 활성화시키는데 효과적이라는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

선행연구들은 다감각의 정보를 제공한 신경생리학적 변화를 확인한 부분에 있어 의미가 있지만, 본 연구에서는 대상자들에게 직접적인 신경생리학적 변화를 보지 못한 제한점이 있었다. 하지만 선행 연구들의 결과들을 토대로 여러 감각을 적용한 신체 훈련을 통해 기능적 능력에 유의한 향상이 있어 의미가 있다고 생각한다.

본 연구는 리듬청각자극을 동시에 적용한 동작관찰 신체훈련을 통해 만성 뇌졸중 환자의 근활성도와 보행 능력에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과, 리듬청각자극을 동시에 적용한 동작관찰 신체훈련이 단일 동작관찰 신체훈련보다 하지 근활성도를 향상시켜 보행 속도와 기능적 보행능력 향상에 효과적임을 알 수 있었다. 이는 선행 연구의 결과와 같이 감각요소의 동시 적용이 신경과학에 기초한 운동학습과 감각운동 촉진에 긍정적인 영향을 주어 중추신경계의 가소성을 더욱 촉진시킨 것으로 사료된다. 하지만 본 연구는 연구조건을 충족하는 26명을 대상으로 연구를 시행하여 대상자 수가 많지 않았던 관계로 본 연구의 결과를 모든 뇌졸중 환자에게 일반화시키는데 어려움이 있다. 그리고, 4주간의 훈련을 통해 효과를 확인한 것으로 경과(follow-up)를 평가하지 않아 훈련효과의 지속성을 알아 볼 수 없었다. 따라서 향후 연구들에서는 리듬청각자극과 동작관찰을 동시에 적용한 다양한 연구들을 통해 뇌졸중 환자들의 기능증진을 향상시키는 치료법에 대한 효과를 규명할 수 있도록 지속적인 연구들이 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 발병 후 6개월 이상 경과한 뇌졸중 환자 26명을 대상으로 실험군1(10% 빠른 속도의 리듬청각자극 동작관찰과 신체훈련군) 8명, 실험군2(편안한 속도의 리듬청각자극 동작관찰과 신체훈련군) 9명, 대조군(동작관찰 신체훈련군) 9명으로 무작위 할당하여 진행하였다. 리듬청각자극을 동반한 동작관찰 신체훈련이 만성 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 표면근전도를 이용한 근활성도와 보행능력을 평가하는 기능적 평가도구 10 m 걷기 검사, 8자 모양 걷기 검사, 동적보행지표를 측정하였다. 리듬청각자극을 동반한 동작관찰 신체훈련을 적용한 결과, 세 군 모두 근활성도와 보행능력의 향상이 있었고, 리듬청각자극이 동반된 실험군에서 더 유의한 향상을 보였다.

본 연구 결과를 통해 10% 빠른 속도의 리듬청각자극

과 동작관찰의 동시적용이 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력 향상을 이끌어 낼 수 있음을 입증하였다. 따라서 10% 빠른 리듬청각자극과 동작관찰의 동시적용이 만성 뇌졸중 환자의 하지 근활성도와 보행능력 향상에 효과적인 중재 방법이 될 수 있을 것이라고 판단된다.

References

- Alpert GF, Hein G, Tsai N, et al. Temporal characteristics of audiovisual information processing. *Journal of neuroscience*. 2008;28(20):5344-9.
- Arias P, Cudeiro J. Effects of rhythmic sensory stimulation (auditory, visual) on gait in Parkinson's disease patients. *Experimental Brain Research*. 2008;186(4):589-601
- Bang DH, Shin WS, Kim SY, et al. The effects of action observational training on walking ability in chronic stroke patients: a double-blind randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2013;27(12):1118-25.
- Bohannon RW, Andrews AW, Smith MB. Rehabilitation goals of patients with hemiplegia. *International Journal of Rehabilitation Research*. 1988;11(2):181-4.
- Bolgla LA, Uhl TL. Reliability of electromyographic normalization methods for evaluating the hip musculature. *Journal of electromyography and kinesiology*. 2007;17(1):102-11.
- Carr JH, Shepherd RB. *Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill*. Butterworth-Heinemann Medical. 2003.
- Cicinelli P, Marconi B, Zaccagnini M, et al. Imagery-induced cortical excitability changes in stroke: a transcranial magnetic stimulation study. *Cerebral Cortex*. 2005;16(2):247-53.
- Criswell E. *Cram's introduction to surface electromyography*. Jones & Bartlett Publishers. 2010.
- De Vries S, Mulder T. Motor imagery and stroke rehabilitation: a critical discussion. *Journal of rehabilitation medicine*. 2007;39(1):5-13.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(4):409-17.
- Dunsky A, Dickstein R, Marcovitz E, et al. Home-based motor imagery training for gait rehabilitation of people with chronic poststroke hemiparesis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2008;89(8):1580-8.
- Fernández-del-Olmo M, Cudeiro Mazaira FJ. A simple procedure using auditory stimuli to improve movement in Parkinson's disease: a pilot study. 2003.
- Gentili R, Papaxanthis C, Pozzo T. Improvement and generalization of arm motor performance through motor imagery practice. *Neuroscience*. 2006;137(3):761-72.
- Goldstrom Y, Knorr G, Goldstrom I. Rhythmic exercises in rehabilitation of TBI patients: a case report. *Journal of bodywork and movement therapies*. 2010;14(4):336-45.
- Hayden R, Clair AA, Johnson G, et al. The effect of rhythmic auditory stimulation (RAS) on physical therapy outcomes for patients in gait training following stroke: a feasibility study. *International Journal of Neuroscience*. 2009;119(12):2183-95.
- Hess RJ, Brach JS, Piva SR, et al. Walking skill can be assessed in older adults: validity of the Figure-of-8 Walk Test. *Physical therapy*. 2010;90(1):89-99.
- Higginson J, Zajac F, Neptune R, et al. Muscle contributions to support during gait in an individual with post-stroke hemiparesis. *Journal of Biomechanics*. 2006;39(10):1769-77.
- Hummelsheim H. Rationales for improving motor function. *Current opinion in Neurology*. 1999;12(6):697-701.
- Jonsdottir J, Cattaneo D. Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2007;88(11):

- 1410-5.
- Ju YM, Kim JH. Temporal and Spatial Characteristics of Visual and Somatosensory Integration in Normal Adult Brain. *Journal of Korean Society of Sensory Integration Therapists*. 2010;8(1):41-50.
- Kautz SA, Patten C. Interlimb influences on paretic leg function in poststroke hemiparesis. *Journal of neurophysiology*. 2005;93(5):2460-73.
- Kim HM, Son SM. Effect of Action Observation Training with Auditory Feedback for Gait Function of Stroke Patients with Hemiparesis. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2017;29(5):246-54.
- Kim JC, Lee HM. The effect of action observation training on sit to walk with chronic stroke patients. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2015;27(6):413-18.
- Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis. *Stroke*. 2004;35(11):2529-39.
- Mulder T, Hochstenbach J, Van Heuvelen M, et al. Motor imagery: the relation between age and imagery capacity. *Human Movement Science*. 2007;26(2):203-11.
- Park HR, Kim JM, Lee MK, et al. Clinical feasibility of action observation training for walking function of patients with post-stroke hemiparesis: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*. 2014;28(8):794-803.
- Pelton TA, Johannsen L, Chen H, et al. Hemiparetic stepping to the beat: asymmetric response to metronome phase shift during treadmill gait. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010;24(5):428-34.
- Prassas S, Thaut M, McIntosh G, et al. Effect of auditory rhythmic cuing on gait kinematic parameters of stroke patients. *Gait & Posture*. 1997;6(3):218-23.
- Roerdink M, Lamoth CJ, Kwakkel G, et al. Gait coordination after stroke: benefits of acoustically paced treadmill walking. *Physical Therapy*. 2007;87(8):1009-22.
- Song Yh, Lee Hm. The Effect of Treadmill Training Applied Simultaneously with Action Observation on Walking Ability in Chronic Stroke Patients. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2016;28(3):176-82.
- Thaut MH, McIntosh G, Rice R. Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of the neurological sciences*. 1997;151(2):207-12.
- Thaut MH, Stephan KM, Wunderlich G, et al. Distinct cortico-cerebellar activations in rhythmic auditory motor synchronization. *cortex*. 2009;45(1):44-53.
- Van Peppen RP, Kwakkel G, Wood-Dauphinee S, et al. The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clinical rehabilitation*. 2004;18(8):833-62.
- Willems AM, Nieuwboer A, Chavret F, et al. Turning in Parkinson's disease patients and controls: the effect of auditory cues. *Movement disorders*. 2007;22(13):1871-8.
- Yi MY, Shin WS, Kim KH, et al. The Effects of Action Observational Training on Muscle Onset Time and Asymmetry to Stand Up in with Stroke Patients. *Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*. 2014;12(1):19-25.