

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2023. 03. Vol. 30, No.1, pp. 41-51

바드라가즈 링 기법이 만성 뇌졸중 환자의 몸통 조절과 다리 근육의 근활성도에 미치는 효과

박재철¹ · 이동규¹

¹전남과학대학교 물리치료과

Effects of Bad Ragaz Ring Method on Trunk Control and Lower Extremity Muscle Activity of Chronic Stroke Patients

Jae Cheol Park¹, Ph.D., P.T. · Dong Kyu Lee¹, Ph.D., P.T.

¹Dept. of Physical Therapy Chunnam Techno University

Abstract

Background: The purpose of this study was to identify the effects of underwater and ground proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern exercise on trunk control and lower extremity muscle activity of chronic stroke patients.

Design: Pretest-posttest design: single blind.

Methods: The subjects were 28 patients (experimental group, $n=14$ or control group, $n=14$) diagnosed with chronic stroke. The experimental group performed underwater proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern exercise. The control group performed ground proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern exercise. Training was conducted once a day for 30 minutes, five days per week for six. Trunk control was measured using the Trunk Impairment Scale. Lower extremity muscle activity was measured using surface electromyography.

Results: As a result of comparison within groups, the experimental and control group showed significant difference for trunk control after the experiment ($p<0.05$). In comparison between two groups, the experimental group showed more significant difference in trunk control than the control group ($p<0.05$). In comparison within groups, the experimental group showed significant difference for lower extremity muscle activity after the experiment ($p<0.05$). In com-

parison between two groups, the experimental group showed more significant difference in lower extremity muscle activity than the control group ($p<0.05$).

Conclusion: Based on these results, underwater proprioceptive neuromuscular facilitation lower extremity pattern exercise effectively improved the trunk control and lower extremity muscle activity of chronic stroke patients.

Key words: muscle activities, proprioceptive neuromuscular facilitation, stroke, trunk control.

교신저자

이동규

전남 곡성군 옥과면 대학로 113

T: 061-360-5304, E: entu@cnu.ac.kr

I. 서론

뇌졸중(stroke)은 손상 부위 정도와 원인에 따라 증상은 다양하게 나타나며 신체적 장애와 인지적, 정서적 장애와 같은 신경학적 증상을 동반한다(Smania 등, 2008; Ward, 2017). 뇌의 가역성 손상은 근육의 위축과 함께 고유수용성 감각의 상실, 비정상적인 근육 움직임, 자세의 불균형을 만들고(Peurala 등, 2007) 신체적 기능을 제한한다(Duncan 등, 2005). 신체적 기능 결핍은 몸통과 팔, 다리의 기능 조절 장애로 이어져 균형과 보행 능력 장애(Verheyden 등, 2007; 박동천 등, 2021) 및 낙상과 같은 여러 위험성을 증가시킨다(Taylor-Piliae 등, 2014). 현재 우리 사회는 고령화로 인해 뇌졸중 발병률은 지속해서 증가하고 있으며(Krishnamurthi 등, 2013) 뇌졸중 치료에 대한 다양한 검증은 임상 연구에서 중요한 과제로 남아 있다(Liu 등, 2022).

최근 물리치료 분야에서는 뇌졸중 환자의 몸통 조절 및 기능 개선 중재를 위해 발목-발 보조기 적용(Choo과 Chang, 2021), 복합 유산소 운동(Valkenborghs 등, 2018), 진동운동(Yang 등, 2021), 가상현실 훈련(Lee 등, 2019), PNF 몸통안정 로봇 훈련(Moon과 Kim, 2021), 수중운동(신영준과 신형수, 2022) 등이 다양하게 이용되고 있다.

대부분의 연구들은 지상과 수중에서 실시하는 방법으로 분류되어 있으며 이중 물속에서 실시하는 수중운동의 경우 물의 고유 특성인 부력과 정수압을 이용하여 지상에서 할 수 없는 움직임을 수중에서 조기에 가능하게 하고(Kim 등, 2000) 낙상과 같은 위험성에서 안전하게 운동을 할 수 있다(Matsumoto 등, 2016). 또한, 마찰과 점성저항과 같은 물의 특성은 팔과 다리의 움직임을 하는 동안 관절에 무리를 주지 않으면서 저항을 제공할 수 있어(Kumar 등, 2015) 지상의 운동보다 장점이 매우 크다. 수중운동 방법으로는 할리윅 기법(haliwick method), 왓츠 기법(watsu method), 바드라가즈 링 기법(bad ragaz ring method) 등이 있다. 이중 바드라가즈 링 기법은 수중에서 고유수용성신경근촉진법을 기반으로 하여 관절의 고유수용성 감각을 자극하고 신경근의 조절과 기능을 증가시키는 방법이다(Klein 등, 2002). 수중에서 고유수용성신경근촉진법은 뇌졸중 환자의 자세 조절과 근육 강화에 효과적으로 작용하여(Noh 등, 2008) 뇌졸중 환자의 재활에 자주 이용되고 있다(Cha 등, 2017).

Scremim 등(2019)은 근-뼈대계 질환 예방을 위해 수중에서 고유수용성신경근촉진법 패턴을 이용한 운동이 몸통 근육 강화에 효과적이라고 언급하였다. So 등(2019)는 만성 허리통증이 있는 환자를 대상으로 수중 PNF 기법 적용은 코어 근육의 지구력에서 치료 전후에 상당한 개선을 보고하였고, Cha 등(2017)은 만성 뇌졸중 환자에게 수중에서 고유수용성신경근촉진법 패턴 운동은 가자미근과 앞정강근의 활성화를 높이며 균형을 개선한다고 하여 수중에서 실시되는 여러 중재 방법이 신체적 기능과 심리적 문제를 개선하고 삶의 질을 개선할 수 있는 것을 확인할 수 있었다(Oh과 lee 2021).

하지만 대부분 선행연구 들은 수중운동 후 신체 기능의 변화를 확인 하였고 본 연구처럼 수중과 지상에서 고유수용성신경근촉진법 패턴 운동을 실시하여 만성 뇌졸중 환자의 몸통 조절 및 균형과 관계되는 다리 근육의 근활성도의 비교 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 수중과 지상에서 고유수용성신경근촉진법을 이용한 중재가 만성 뇌졸중 환자의 몸통 조절 능력과 넙다리곧은근과 넙다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근의 활성화에 미치는 영향을 확인하여 임상에서 뇌졸중 환자의 운동 치료 인자와 수중에서 고유수용성신경근촉진법의 학술 자료로 활용 가능성을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 실험에 참여한 대상자는 신경외과 의사로부터 만성 뇌졸중으로 진단을 받고 입원한 자를 대상으로 하였다. 연구 대상자 총 28명은 수중에서 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동을 적용한 실험군 14명과 지상에서 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동을 적용한 14명으로 체비뽑기 방식을 이용하여 무작위 배치하였다. 연구 대상자 선정 기준은 뇌졸중이 발병한 지 6개월 이상인 자, 시각과 청각에 이상이 없는 자, 수중 환경에 두려움이 없고 독립적으로 서 있는 자세를 30초 이상 유지할 수 있는 자, 정형외과 질환이 없는 자로 선정하였다. 본 연구의 목적을 이해하고 참여 동의한 자를 대상으로 연구의 목적과 절차에 관해 설명하고 동의서를 작성한 후 실험을 진행하였다.

2. 실험 방법

실험군은 수심 1m, 온도는 32°C~34°C로 높게 유지한 수중 환경에서 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동을 실시하였다. 운동을 실시하기 전에 목에 Neck collar와 5번째 허리뼈와 1번 엉치뼈 사이에 Body ring이라는 부력 보조기구를 착용하였다. 수중에서 바로 누운 자세에서 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동을 적용하였다. 수중에서 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동은 6개의 다리 패턴 운동으로 구성하였다. 패턴 1은 엉덩관절 굽힘, 모음, 바깥돌림과 함께 무릎 굽힘 운동을 한 후 엉덩관절 펴, 모음, 바깥돌림 과 함께 무릎 펴 등장성 운동을 하였다. 패턴 2는 엉덩관절 굽힘, 벌림, 안쪽돌림과 함께 무릎 굽힘 운동을 한 후 엉덩관절 펴, 모음, 안쪽 돌림과 함께 무릎 펴 등장성 운동을 하였다. 패턴 3은 엉덩관절 굽힘, 모음, 바깥돌림과 함께 무릎, 몸통 굽힘 등장성 운동을 하였다. 패턴 4는 엉덩관절 펴, 벌림, 안쪽돌림과 함께 무릎, 몸통 펴 등장성 운동을 하였다. 패턴 5는 엉덩관절 굽힘, 벌림, 안쪽돌림과 함께 무릎, 몸통 굽힘 등장성 운동을 하였다. 패턴 6은 엉덩관절 펴, 모음, 바깥돌림과 함께 무릎, 몸통 펴의 등장성 운동을 하였다. 각 패턴을 10회씩 1세트로 정하여 총 3세트를 마비 측과 비마비 측에 적용하였다. 운동 전과 후에 간단한 스트레칭을 하였다(Figure 1).

대조군은 지상 환경에 있는 매트에서 6개의 패턴 운동으로 구성된 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동을 적용하였으며 각각 패턴마다 세트 당 10회씩 총 3세트를 마비 측과 비마비 측에 적용하였다. 운동 전과 후에 간단한 스트레칭을 하였으며 모든 군의 적용 기간은 6주로 주 5회 하루 30분씩 적용하였다(Figure 2).



Pattern 1



Pattern 2



Pattern 1



Pattern 2



Pattern 3



Pattern 4



Pattern 3



Pattern 4



Pattern 5



Pattern 6



Pattern 5



Pattern 6

Figure 1. application method of the experimental group.

Figure 2. application method of the control group.

3. 측정 방법

1) 몸통 조절 능력

만성 뇌졸중 환자에 몸통 조절 능력 기능을 평가하기 위하여 몸통 손상 척도(Trunk impairment scale: TIS)를 이용하였고 TIS는 정적, 동적 균형과 몸통 협응 능력을 측정할 수 있는 도구이다. 몸통 손상 척도는 정적 균형 3항목에 7점, 동적 균형 10항목에 10점, 체간 협응 능력은 4항목에 6점으로 구성되어 있다. 환자가 기대거나 손을 짚지 않고 10초간 앉은 자세를 유지하는 능력, 검사자가 비마비 측 다리를 마비 측 다리 위로 교차 할 때 자세 유지 능력, 환자가 직접 비 마비 측 다리를 마비 측 다리 위로 교차하여 팔이나 몸통에서 보상적 움직임이 있는지를 평가한다. 총 17개 항목으로 최고 23점에서 최소 0점으로 이루어져 있고 높은 점수일수록 몸통 조절 능력이 향상되었음을 의미한다. 항목마다 3회 수행 후 높은 점수를 선택하였다. 이 척도의 검사-재검사 신뢰도는 $r=0.87$ 에서 $r=0.96$ 이고 검사자 간 신뢰도는 $r=0.85$ 에서 $r=0.99$ 이다(Verheyden 등, 2007).

2) 다리 근활성도 측정

만성 뇌졸중 환자의 다리 근활성도를 측정하기 위하여 표면 근전도(surface electromyogram, sEMG) 장비 WEMG-8 System(LXM 5308, Laxtha Inc., Korea)을 사용하였다. 표면 근전도 전극은 은/염화은 재질로 만들어진 일회용 전극을 사용하였다. 표면 근전도 전극을 부착하기 전에 피부 저항으로 생기는 오차를 줄이기 위하여 부착 부위 주변을 제모하고 사포를 이용하여 피부 각질층을 제거하고 의료용 알코올 솜을 이용하여 소독하였다. 활성 전극과 기준 전극을 근섬유 방향과 평행하도록 근육에 부착하였고 두 전극 간 거리는 2cm 이하로 유지하였으며 접지 전극은 피하근육 조직이 적고 움직임에 방해가 되지 않도록 하기 위하여 목뼈 7번 가시돌기에 부착하였고, 마비 측 다리 근육에 활성 전극과 기준 전극을 부착하였다.

표면 전극을 부착한 부위로 넙다리곧은근(Rectus femoris)은 앞위엉덩뼈가시와 무릎뼈 위쪽 가장자리 사이 중간 부위에 부착하였으며, 넙다리두갈래근(Biceps femoris)은 궁둥뼈결절과 정강뼈 바깥쪽 위관절 융기 사이 선상의 중간에 부착하였다. 앞정강근(Tibialis anterior)은 정강뼈 선상 바깥쪽 2cm 부위에 부착하였으며, 장딴지근(Gastrocnemius)은 오금부위 중심선에서 아래쪽으로 2cm 거리의 안쪽 표면에 부착하였다.

실험에서 수집된 표면 근전도 자료는 컴퓨터와 연동된 표면 근전도 소프트웨어(Telescan 3.11, Laxtha Inc., Korea) 프로그램을 사용하였다. 표면 근전도 측정을 위하여 표본 추출률은 1,024Hz, 근전도의 잡음 제거를 위한 주파수 대역통과 필터는 20Hz~450Hz, 노치 필터는 60Hz로 설정하였다. 수집된 근육별 표면 근전도 신호를 Root Mean Square(RMS)로 처리하였다.

본 연구에서 표면 근전도 분석 방법은 특정 동작 근수축을 기준 수축(Reference Voluntary Contraction, RVC)으로 정하여 %RVC 방법을 사용하였다. 기준 수축 값 산출은 등받이와 팔걸이가 없는 의자에서 발 사이 거리는 대상자의 볼기뼈 넓이로 유지하게 하였으며 엉덩관절과 무릎관절이 90도 굽힘 된 앉은 자세에서 측정하였다. 자발적 기준 수축의 측정 자세는 과제 수행 시 먼저 대상자가 의도적인 근 수축 동작을 일으키지 않도록 편안한 자세에서 몸통을 곧게 펼 수 있도록 지시하였다. 대상자는 측정자의 “시작”이라는 음성 지시에 따라 자연스럽게 앉은 자세에서 일어나기 동작을 시작하였다. 앉은 자세에서 일어나기 동작 시 속도는 대상자가 자연스럽게 할 수 있는 속도로 진행하였다. 측정 오차를 줄이기 위하여 3회 반복 측정하였으며 평균값을 적용하였다. 측정 시간은 5초 동안 측정되어 기록된 근전도 신호에서 처음과 마지막 각각 1초를 제외한 중간의 3초 신호를 수집하여 자발적 기준 수축을 구하였다.

4. 자료 분석

모든 자료는 SPSS 19.0 for Windows(SPSS Inc., Chicago, USA) 통계 프로그램을 이용하였다. 수집된 자료는 샤피로-윌크 검정을 사용하여 정규성 검정을 실시하였다. 기술 통계를 사용하여 대상자의 일반적인 특성을 사용하였고 일반적 특성에 대한 차이 확인을 위해 독립표본 *t*-검정(Independent *t*-test)을 하였다. 집단 내 실험 전과 6주 후 비교는 대응표본 *t*-검정(paired *t*-test)을 하였고, 집단 간 실험 전과 6주후의 비교를 위해서는 독립표본 *t*-검정(independent *t*-test)을 하였다. 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구 대상자는 총 28명으로 실험군은 남자 7명, 여자 7명으로 총 14명이었고, 평균 신장은 169.64±8.07cm, 평균 연령은 58.14±9.22세, 평균 체중은 67.85±8.44kg, 평균 유병 기간은 14.15±1.58개월, 한국형 간이 정신 상태 판별 점수는 26.64±0.84점, 마비 측은 좌측 6명, 우측 8명이었다. 대조군은 남자 7명, 여자 7명으로 총 14명이었고, 평균 신장은 168.64±7.08cm, 평균 연령은 58.92±7.19세, 평균 체중은 64.85±8.31kg, 평균 유병 기간은 13.02±1.57개월, 한국형 간이 정신 상태 판별 점수는 27.21±0.80점, 마비 측은 좌측 7명, 우측 7명이었다. 일반적인 특성은 집단 유의한 차이가 없었다($p>.05$)<Table 1>.

Table 1. General characteristics of subjects (N=28)

	EG (n=14)	CG (n=14)	<i>p</i>
Gender (M/F)	7/7	6/8	
Height (cm)	169.64±8.07	168.64±7.08	0.73
Age (years)	58.14±9.22	58.92±7.19	0.80
Weight (kg)	67.85±8.44	64.85±8.31	0.35
Duration of onset (months)	14.15±1.58	13.02±1.57	0.08
MMSE-K (score)	26.64±0.84	27.21±0.80	0.07
Paretic side (n)			
Right	8	7	
Left	6	7	

CG=controll group; EG=experimental groupon; MMSE-K=mini mental state examination-Korea; Mean±SD.

2. 몸통 조절 능력 변화

몸통 조절 능력 변화는 실험 전과 후에 실험군과 대조군 모두에서 유의한 증가를 보였으며($p<0.05$), 군 간 몸통 조절 능력 변화 차이는 대조군 보다 실험군에서 6주 후에 유의한 증가를 보였다($p<0.05$)<Table 2>.

Table 2. Changes in TIS, RF, BF, TA, GM in this study (N=28)

		EG	CG	<i>t</i>	<i>p</i>
TIS (score)	Pre	12.50±1.22	12.71±1.13		
	Post	16.07±1.20	13.92±1.38		
	Post-Pre	3.57±1.45	1.21±1.57	4.11	0.000*
	<i>t</i>	-9.20	-2.88		
	<i>p</i>	0.000*	0.013*		
RF (%RVC)	pre	15.18±2.64	15.97±2.13		
	post	20.50±3.24	18.41±4.38		
	Post-Pre	5.32±3.62	2.43±4.39	1.89	0.049*
	<i>t</i>	-5.49	-2.07		
	<i>p</i>	0.000*	0.049*		
BF (%RVC)	pre	14.16±3.30	16.67±3.37		
	post	21.22±5.24	19.57±4.29		
	Post-Pre	7.06±5.04	2.89±4.04	2.40	0.023*
	<i>t</i>	-5.23	-2.68		
	<i>p</i>	0.000*	0.019*		
TA (%RVC)	pre	18.11±4.52	16.35±2.27		
	post	24.51±4.08	19.19±5.17		

	Post-Pre	6.39±3.40	2.84±5.51	2.05	0.049*
	<i>t</i>	-7.03	-1.93		
	<i>p</i>	0.000*	0.049*		
	pre	10.04±2.24	10.70±4.82		
	post	16.05±2.47	13.35±5.48		
GM	Post-Pre	6.00±4.11	2.65±4.41	2.07	0.048*
(%RVC)	<i>t</i>	-5.46	-2.25		
	<i>p</i>	0.000*	0.042*		

BF=biceps femoris; CG=controll group; EG=experimental group; GM=gastrocnemius; RF=rectus femoris; TIS=trunk impairment scale; TA=tibialis anterior. * $p<0.05$.

3. 다리 근활성도 변화

다리 근활성도 변화는 실험 전과 후에 실험군과 대조군 모두에서 유의한 증가를 보였으며($p<0.05$), 군 간 다리 근활성도 변화 차이는 대조군 보다 실험군에서 6주 후에 유의한 증가를 보였다($p<0.05$)<Table 2>.

IV. 고 찰

본 연구는 수중과 지상에서 고유수용성신경근축진법 다리 패턴을 이용한 중재 방법이 만성 뇌졸중 환자의 몸통 조절 능력과 다리 근육의 근활성도에 미치는 효과를 확인하고자 하였다. 그 결과 몸통 조절 능력에서 실험군과 대조군의 집단 내 변화와 6주 후의 집단 간 변화에서 유의한 증가를 했다.

뇌졸중 환자는 몸통 근육의 마비로 인해 몸통 회전의 움직임의 어려움과 함께 다리 근육의 과도한 긴장으로 기능적 독립 수행이 어렵다(Karatas 등, 2004). 이러한 기능 장애는 일상생활 동작에 부정적인 영향을 미친다. 몸통 움직임은 몸통 조절과 관계되고 몸통 조절 능력과 밀접한 상관관계가 있는 요인으로는 균형 능력이 언급된다(안승헌 등, 2010). Taube 등(2007)는 균형 능력의 증가는 몸통 자세 조절과 몸통 안정성의 능력이 증가된다고 하여 균형 능력의 개선은 몸통 조절 능력을 개선할 수 있다. 몸통 조절에 미치는 요소는 다양하지만 균형 능력 상실은 몸통 조절 능력에 영향을 미치기 때문에 균형의 개선의 결과를 몸통 조절 능력의 개선으로 볼 수 있다. 이러한 관점에서 선행연구를 보면 Song과 Kim(2008)은 수중에서 실시한 대각선 패턴 운동은 뇌졸중 환자의 신체 균형 능력을 개선한다고 보고하였다. Kim과 Lee(2012)는 대각선 다리 패턴을 수중에서 적용하여 정상 성인의 균형 능력의 개선을 보고하였다. 또한, 뇌졸중 환자의 다리 근력 강화를 주제로 한 과제 중심 훈련 프로그램을 통해 몸통 조절 능력의 개선 연구도 확인하여(Kim 등, 2012) 수중에서 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동을 적용한 본 연구의 실험군에서 유사한 결과를 보였다.

몸통 조절 능력을 개선하기 위해서는 안전한 지지면 보다 불안정 지지면에서 운동이 효과적이다(Bayouk 등, 2006). 수중이라는 불안정한 환경에서 실시된 운동은 불안정 지지면의 장점을 가져와 대조군에 비해 실험군에서 몸통 조절 능력이 증가된 것으로 보인다. 또한, 수중운동에서 시행한 고유수용성신경근축진법 다리 패턴 운동을 통한 중재는 움직임을 통해 관절과 근육 주변 조직에 있는 고유수용성 감각 수용기에 움직임 비율에 대한 정보를 제공하고 그로 인해 몸통의 움직임 조절을 유발하여(Carpenter 등,1998) 대조군에 비해 실험군에서 측정 항목에서

유의한 증가를 한 것으로 생각된다.

본 연구에서 실험군과 대조군 모두 집단 내 차이에서 유의한 차이가 있었는데 이는 다음과 같이 해석할 수 있다. 신체에 적용되는 모든 운동은 신생혈관을 유발하고 혈관 운동 반응성 및 신경영양인자를 방출을 촉진하여 독성과 염증의 감소 효과를 가져오며 신경학적 기능을 향상함으로써 손상된 조직의 미세 환경을 개선한다 (Pin-Barre과 Laurin, 2015; Malá과 Rasmussen, 2017). 임상에서 신체 운동은 뇌 및 척수 손상 환자에 대한 수술 후 재활 방법으로 널리 권장되어 왔고 많은 연구로 입증되어(Vanderbeken과 Kerckhofs, 2017; Liu 등, 2019) 운동을 증대한다는 맥락에서 본 연구의 두 집단에서 발생한 결과와 일치함을 알 수 있다. 하지만 각 군의 차이 값의 변화를 보면 6주 후에 실험군은 3.57의 증가를 보였고, 대조군은 1.21의 증가를 보여 수중에서 고유수용성신경근 촉진법 다리 패턴 운동 적용이 뇌졸중 환자의 몸통 조절 능력에 보다 긍정적으로 작용한 것으로 보인다.

뇌졸중 환자의 독립적인 삶을 위한 일상생활 동작을 보면 앉은 상태에서 일어서기 동작이 중요하다(Demura 등, 2003). 이 동적 움직임은 큰볼기근, 넓다리곧은근, 넓다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근이 관여하여 가능하다 (Goulart과 Valls-Solé, 1999). 하지만 대부분의 뇌졸중 환자들은 다리 근육의 뻣뻣함 증가나 약화로 보행의 어려움과(da Silva et al., 2022) 낙상과 같은 위험성이 증가하게 된다(Shigematsu 등, 2002). 따라서 다리 근육의 강화는 임상에서 중요한 주제로 다뤄지고 있어 본 연구에서 확인하고자 하였고 넓다리곧은근과 넓다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근의 근활성도 변화는 집단 내에서 실험군과 대조군의 변화와 6주 후의 집단 간 변화에서 유의한 증가를 보였다.

박희석과 최공집(2016)은 퇴행성 관절염 환자에게 수중운동 적용을 통해 넓다리두갈래근과 안쪽넓은근의 근활성도의 유의한 증가를 보고하였다. Lee과 Kim(2021)은 수중운동이 전치환술을 시행한 환자의 무릎 굽힘근의 근력을 개선한다고 하였다. 이동규와 김용남(2013)은 수중에서 대각선 다리 패턴 운동을 통해 엉덩관절 굽힘근과 펴근 무릎관절 굽힘근과 펴근에서 최대수의적 등척성 수축이 증가 하였다고 보고하였다. Jeong 등(2012)은 지상에서 바드라가즈 링과 같은 고유신경성신경근촉진법 결합 패턴 운동을 적용한 후 뇌졸중 환자의 넓다리곧은근과 앞정강근 장딴지근에서 유의한 증가를 보고하여 본 연구와 적용 방법과 환경이 다르지만 본 연구 결과와 유사하였다.

본 연구의 이러한 결과는 고유수용성신경근 촉진법의 원리인 방사 효과로 생각된다. 방사는 강한 측에 적용된 운동 방법이 반대 측의 다리 근육을 간접적으로 활성화한다는 원리로(Adler 등, 2007) 신체 한쪽에 적용된 자극을 통해 교차훈련 효과처럼 반대 측의 다리와 몸통 근육을 수축을 유도하여 근력의 증가를 보고한(Munn 등, 2004) 선행연구와 같은 결과로 생각된다. 또한, 김희권과 서연순(2015)는 대각선 패턴 운동을 벽에 발바닥을 위치하게 하여 닫힌 사슬 운동을 하게 되면 넓다리두갈래근과 앞정강근, 장딴지근의 근활성도가 높게 발생한다고 하였다. 본 연구에서 고유수용성신경근촉진법 다리 패턴 운동을 적용할 때 발목을 잡고 운동을 하여 닫힌 사슬 운동이 발생하고 신체 먼 쪽 부위는 많은 움직임이 발생한다(Kim과 Lee, 2012). 이러한 현상은 다리 움직임을 통해 반대 측의 다리 근육의 활성화를 유도할 수 있는 점과 함께 수중에서 운동이 물의 물리적 특성인 저항과 난류가 저항으로 작용하였고 이를 이겨 내기 위해 다리 근육의 수축을 더욱 증가시킨 결과로 모든 측정 항목에서 대조군보다 실험군에서 다리 근육 근활성도가 큰 폭으로 증가한 것으로 생각된다.

본 연구는 특정 지역에 있는 소수의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 하여 수중과 지상에서 다양한 기법을 적용하지 않고 특정 기법만을 이용하여 적용하였고 몸통 조절 능력과 다리 근육의 근활성도만을 확인하여 본 연구 결과를 일반화하기에는 부족함이 있다. 하지만 본 연구를 통해 확인된 몸통 조절 능력과 다리 근육의 근활성도의 증가는 긍정적으로 생각된다. 향후에 본 연구에서 확인하지 못한 다양한 증재 방법을 여러 환경에서 적용하여 비교하는 질적인 연구와 근육의 형태학적 변화의 연구가 필요해 보인다.

V. 결 론

본 연구는 수중과 지상에서 고유수용성신경근촉진법 다리 패턴 운동을 이용하여 만성 뇌졸중 환자의 몸통 조절 능력과 다리 근육의 근활성도에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. 수중에서 고유수용성신경근촉진법 다리 패턴 운동 적용은 뇌졸중 환자의 몸통 조절능력과 다리 근육인 넙다리곧은근, 넙다리두갈래근, 앞정강근, 장딴지근의 근활성도에 유의한 증가를 보여 향후 임상에서 뇌졸중 환자의 몸통 조절과 다리 근육에 강화를 위한 운동 방법과 수중운동의 기초 자료로 활용되길 바란다.

참고문헌

- 김희권, 서연순. 사슬운동 자세에 따른 고유수용성신경근촉진법 팔 패턴이 다리의 근활성도에 미치는 효과. 대한 고유수용성신경근촉진법학회지. 2015;13(2):95-102.
- 박동천, 정정희, 김원득, 손일현, 이양진 and 이규창. (2021). 발목관절 보조 도구에 따른 만성 뇌졸중 편마비 장애인 보행 비교. 대한물리치료과학회지, 2021;28(2):30-39.
- 박희석, 최공집. 수중재활운동이 노인여성 퇴행성관절염 환자의 하지 근활성도 및 노화지연 호르몬에 미치는 영향. 한국체육학회지. 2016;55(2):579-89.
- 이동규, 김용남. 수중에서 고유수용성신경근촉진법 하지 패턴이 근력 및 유연성에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2013;25(2):49-55.
- 안승현, 정이정, 박세연. 뇌졸중 환자의 체간 조절 수준이 균형과 보행 및 기능적 수행 능력에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회. 2010;17(2):33-42.
- 신영준, 신형수. 수중에서 보행 및 균형 훈련이 뇌졸중 환자의 정적 균형과 보행에 미치는 영향. 한국산학기술학회. 2022;23(2):423-30.
- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice: an illustrated guide. 3hd ed. Berlin. Springer. 2007.
- Bayouk JF, Boucher JP, Leroux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. Int J Rehabil Res. 2006;29(1):51-9.
- Carpenter JE, Blasler RB, Pellizzon GG. The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. Am J Sports Med. 1998;26(2):262-5.
- Cha HG, Shin YJ, Kim MK. Effects of the bad ragaz ring method on muscle activation of the lower limbs and balance ability in chronic stroke: A randomised controlled trial. Hong Kong Physiother J. 2017;21(37):39-45.
- Choo YJ, Chang MC. Effectiveness of an ankle-foot orthosis on walking in patients with stroke: A systematic review and meta-analysis. Sci Rep. 2021;11(1):1-12.
- da Silva RS, Cerqueira MS, Maciel DG, et al. Rate of torque development of paretic lower limb is an excellent predictor of walking speed in chronic stroke individuals. Clin Biomech. 2022;91:105527.
- Demura S, Sato S, Minami M, et al. Gender and age differences in basic ADL ability on the elderly: comparison between the independent and the dependent elderly. J Physiol Anthropol Appl Human Sci. 2003;22(1):19-27.

- Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, et al. Management of adult stroke rehabilitation care: a clinical practice guideline. *stroke*. 2005;36(9):e100-e143.
- Goulart FR-d-P, Valls-Solé J. Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clin Neurophysiol*. 1999;110(9):1634-40.
- Jeong WS, Park SK, Park JH, et al. Effect of PNF combination patterns on muscle activity of the lower extremities and gait ability in stroke patients. *Jour. of KoCon. A*. 2012;12(1):318-28.
- Karatas M, Çetin N, Bayramoglu M, et al. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83(2):81-7.
- Kim BH, Lee SM, Bae YH, et al. The effect of a task-oriented training on trunk control ability, balance and gait of stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2012;24(6):519-22.
- Kim TY, Kim GY, Lambeck J. Hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *J Kor Phys Ther*. 2000;12(3):407-14.
- Kim YN, Lee DK. Comparison between aquatic and ground environments of rhythmic initiation for postural control. *J Phys Ther Sci*. 2012;24(12):1269-71.
- Klein DA, Stone WJ, Phillips WT, et al. PNF training and physical function in assisted-living older adults. *JAPA*. 2002;10(4):476-88.
- Krishnamurthi RV, Feigin VL, Forouzanfar MH, et al. Global and regional burden of first-ever ischaemic and haemorrhagic stroke during 1990–2010: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet Glob Health*. 2013;1(5):e259-e281.
- Kumar VK, Regima SE, Vikranth G. Effectiveness of land based endurance training versus aquatic based endurance training on improving endurance in normal individuals. *IJPHY*. 2015;2(3):466-71.
- Lee HS, Park YJ, Park SW. The effects of virtual reality training on function in chronic stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Biomed Res Int*. 2019;18:2019:7595639.
- Liu Y, Fang Y, Zhang Z, et al. Ferroptosis: An emerging therapeutic target in stroke. *J Neurochem*. 2022;160(1):64-73.
- Liu Y, Yan T, Chu JM-T, et al. The beneficial effects of physical exercise in the brain and related pathophysiological mechanisms in neurodegenerative diseases. *Lab Invest*. 2019;99(7):943-57.
- Malá H, Rasmussen CP. The effect of combined therapies on recovery after acquired brain injury: systematic review of preclinical studies combining enriched environment, exercise, or task-specific training with other therapies. *Restor Neurol Neurosci*. 2017;35(1):25-64.
- Matsumoto S, Uema T, Ikeda K, et al. *Effect of underwater exercise on lower-extremity function and quality of life in post-stroke patients: A pilot controlled clinical trial. J Altern Complement Med*. 2016;22(8):635-41.
- Moon HM, Kim DH. The Effects of PNF and trunk stabilization robot training on trunk stability and balance in patients with chronic stroke. *PNF and Movement*. 2021;19(1):67-77.
- Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. *J Appl Physiol*. 2004;96(5):1861-66.
- Noh DK, Lim JY, Shin HI, et al. The effect of aquatic therapy on postural balance and muscle strength in stroke survivors—a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil*. 2008;22(10-11):966-76.
- Oh S, Lee S. Effect of aquatic exercise on physical function and QOL in individuals with neurological disorder: Asystematic review and meta-analysis. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;Jul(27):67-76.
-

- Peurala SH, Könönen P, Pitkänen K, et al. Postural instability in patients with chronic stroke. *Restor Neurol Neurosci*. 2007;25(2):101-8.
- Pin-Barre C, Laurin J. Physical exercise as a diagnostic, rehabilitation, and preventive tool: influence on neuroplasticity and motor recovery after stroke. *Neural Plast*. 2015;2015:608581.
- Scremim CF, Preis C, Karam LZ, et al. Trunk stabilization by the bad ragaz method in sedentary women. *J Balneol, Climatol Phys Med*. 2019;82(2):53-8.
- Shigematsu R, Chang M, Yabushita N, et al. Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. *Age Ageing*. 2002;31(4):261-6.
- Smania N, Picelli A, Gandolfi M, et al. Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study. *Neurol Sci*. 2008;29(5):313-9.
- So BC, Ng JK-F, Au KC. A 4-week community aquatic physiotherapy program with ai chi or bad ragaz ring method improves disability and trunk muscle endurance in adults with chronic low back pain: A pilot study. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2019;32(5):755-67.
- Song JM, Kim SM. The effect of aquatic exercise applied PNF patterns on body composition and balance performance in stroke patients. *PNF and Movement*. 2008;6(2):1-10.
- Taube W, Gruber M, Beck S, et al. Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiol*. 2007;189(4):347-58.
- Taylor-Piliae RE, Hoke TM, Hepworth JT, et al. Effect of tai chi on physical function, fall rates and quality of life among older stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(5):816-24.
- Valkenborghs S, Visser M, Nilsson M, et al. Aerobic exercise prior to task-specific training to improve poststroke motor function: A case series. *Physiother Res Int*. 2018;23(2):e1707.
- Vanderbeken I, Kerckhofs E. A systematic review of the effect of physical exercise on cognition in stroke and traumatic brain injury patients. *NeuroRehabilitation*. 2017;40(1):33-48.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Van de Winckel A, et al. Clinical tools to measure trunk performance after stroke: a systematic review of the literature. *Clin Rehabil*. 2007;21(5):387-94.
- Ward NS. Restoring brain function after stroke—bridging the gap between animals and humans. *Nat Rev Neurol*. 2017;13(4):244-55.
- Yang Z, Miller T, Xiang Z, et al. Effects of different vibration frequencies on muscle strength, bone turnover and walking endurance in chronic stroke. *Sci Rep*. 2021;11(1):121.
-