

런지자세에서의 자가 신장운동과 능동운동을 동반한 가동술이 만성 뇌졸중 환자의 근활성도 및 균형에 미치는 영향

정용식*
목포중앙병원

Effects of self stretching exercise and movement with mobilization in lunge position on the muscle activity and balance in chronic stroke patients

Yong-Sik Jeong*
Jung-Ang General Hospital*

요약 본 연구는 만성 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 런지자세에서 자가신장과 움직임을 동반한 가동술을 적용후에 하지근육 근활성도와 안정성한계에 미치는 영향을 알아보는데 있다. 대상자 16명을 무작위 추출하여 실험군과 대조군으로 분류하였다. 실험군은 런지자세에서 자가신장을 중재하였고, 대조군은 런지자세에서 움직임을 동반한 가동술을 중재하였다. 중재는 8주 동안 주 5회, 1회 20분의 중재를 시행하였다. 통계학적 처리는 반복 측정분산 분석을 이용하여 실시하였다. 결과는 실험군과 대조군의 그룹간 하지근육 근활성도(%MVIC)와 안정성 한계(LOS)는 통계학적 유의성이 없었다($p>.05$). 하지만 실험군과 대조군의 그룹 내의 근활성도와 안정성 한계는 통계학적으로 유의하였다($p<.05$). 따라서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들에게 런지자세에서 자가신장이 근력 및 균형에 긍정적인 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

주제어 : 런지자세, 자가신장, 움직임을 동반한 가동술, 근활성도, 안정성 한계

Abstract In this study, we investigated the effects of stretching and movement with mobilization in lunge position on the muscle activity of the lower limb and limited of stability in chronic stroke patients with hemiplegia. Sixteen subjects were randomly selected and classified into the experimental and control groups. The experimental group performed self stretching exercises in the lunge position, and in the control group performed movement with mobilization in the lunge position. The interventions were conducted for 20 min, 5 times a week for 8 weeks. Statistical analyses were performed using repeated ANOVA. The analysis results showed no statistically significant between-group differences with respect to the muscle activity(%MVIC;maximum voluntary isometric contraction) of lower limb and limited of stability(LOS)($p>.05$). However, statistically significant within-group differences were observed in the maximum voluntary isometric contraction and limited of stability for both the groups ($p<.05$). Therefore, self stretching in the lunge position is considered to have positive influences on the muscle strength and balance in stroke patients with hemiplegia.

Key Words : Lunge posture, Self stretching, Movement with mobilization, Muscle activity, Limited of stability

Received 10 August 2013, Revised 30 August 2013

Accepted 20 October 2013

Corresponding Author: Yong-Sik Jeong (The Society of Digital Policy)

Email: ys48044@gmail.com

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. 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.

1. 서론

뇌졸중(stroke, cerebrovascular accident)은 혈전에 의한 허혈성 뇌졸중(ischemic stroke)또는 출혈성 뇌졸중(hemorrhagic stroke)에 의해 뇌의 혈액 공급이 차단되었을 때 발생한다[1]. 뇌졸중은 병변부위에 따라 운동기능장애, 인지 및 지각기능장애, 감각장애, 언어장애, 정서장애 등 다양한 기능장애를 보인다[2]. 뇌졸중으로 인한 편마비는 사지의 편측 부위에 운동 장애가 나타나고, 균형능력이 저하되어 기립자세를 유지하는데 어려움이 발생한다[3]. 운동장애는 근 약화, 강직(spasticity)과 같은 비정상적인 근긴장, 비정상적인 움직임 패턴, 비정상적인 자세, 균형능력의 결함, 체중이동능력의 감소 등으로 운동조절에 문제가 생김으로써 발생한다[4]. 더구나 발목관절의 비정상적 근 긴장도와 근 약화에 의한 움직임 제한은 앉은 자세에서 일어서기, 보행, 계단 오르기 등의 기능적 활동을 하는데 있어 제한을 가져온다[5]. 뇌 손상으로 입원한 환자 중 84%에서 관절 구축이 발생하였으며, 그 중 76%는 발목관절의 구축이 동반된다고 한다[6]. 특히, 장딴지 근육의 구축은 발목관절을 뻣뻣하게(stiffness) 만들어 관절의 저가동성(hypo-mobility)과 관절운동의 저항증가, 수동관절범위 감소를 초래하여 발목관절의 움직임에 제한을 준다[7]. 결과적으로 뻣뻣한 발목관절은 균형능력 저하, 보행 시 체중을 마비측으로 지지할 수 있는 능력을 감소시킨다[8].

균형은 일상생활을 하는 중에 매우 중요한 인체 기능 중의 하나로 신체를 평형상태로 유지시켜주는 능력을 말한다[9]. 뇌졸중으로 인한 편마비가 발생하면 자세 흔들림의 증가, 마비된 다리에서 체중지지의 감소와 낙상 위험 증가의 결과를 가져온다[10]. 특히 신체적 안정성을 위한 균형조절의 중요한 역할을 하는 발목의 운동능력 결여는 보행능력과 균형에 영향을 미친다고 하였다[11].

발목은 체중부하과정에서 하지 근육의 기능과 협력작용을 통해 신체를 지지해주고, 신체의 자세에 대한 감각 정보 및 감각 되먹임 정보를 제공한다[12]. 이러한 발목의 고유한 기능에 의해 발목은 신체의 작은 흔들림을 조절해주는 역할을 하며, 이는 균형조절 능력의 회복과 관계된다[13].

편마비 환자의 발목기능을 증진시키기 위해 유연성

훈련, 발목근력훈련, 발란스 패드를 이용한 훈련, 고유수용성 조절 훈련, 족저압 이동훈련, 체중지지훈련, 관절가동술 등이 시행되고 있다[14][15][16][17][18][19]. 발목의 기능적 능력 향상을 위한 관절의 새로운 움직임 획득시 수동적 움직임 향상과 더불어 근력 향상이 동반된 능동적 움직임 향상이 있어야 한다[18]. 최근 연구에 의하면 편마비 환자에게 런지자세에서 발목관절에 적용한 움직임을 동반한 가동술이 관절가동범위, 하지근력 및 보행속도가 증가되었다[20]. Son[21]등의 연구에서도 런지자세에서 능동운동을 동반한 발목관절 가동술이 균형 및 보행속도를 증가하였다고 보고하였다. 하지만 편마비 환자에게 런지자세에서 적용한 체중부하를 동반한 자가신장 운동의 효과인지 아니면 관절가동술이 더해진 결과인지 정확히 파악하기 어렵다고 하였다[20].

런지 자세에서의 자가 신장운동은 단힌-사슬 운동이며, 기능적 다관절 운동으로 하지 재활에 일반적으로 제시되는 운동 프로그램으로 사용된다[21]. 단힌 사슬운동은 관절의 움직임이 상호 의존적이기 때문에 관절축의 원위와 근위에서 일어나는 움직임을 예상할 수 있다.[22] 근수축의 동원은 종적인 근육의 안정성을 위한 동시수축으로 원심성 수축이 우세하며 더 많은 관절 압박력은 전단력을 감소시켜 관절의 안정성을 제공한다[23]. 즉 런지 자세는 넵다리 네갈래근과 장딴지근의 원심성 수축을 일으키며[24] 동작 초반 넵다리 뒷근육의 등척성 수축을 일으킨다고 한다[25].

따라서 본 연구의 목적은 만성뇌졸중 환자를 대상으로 런지자세에서 환측 체중부하를 동반한 자가 신장운동과 능동운동을 동반한 관절가동술이 만성 편마비 환자의 하지 근 활성도, 그리고 균형에 영향을 알아보는 데 있다.

2. 실험방법

2.1 연구 대상자

본 연구의 대상자는 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단 받고 1년이 경과된 16명을 대상으로 하였다. 자가 신장군(실험군)과 움직임을 동반한 가동술군(대조군)은 8명씩 동전 던지기 방법을 이용하여 무작위로 배정하였으며, 연구의 취지를 이해하고 참여하겠다는 동의서를 작성한

환자를 대상으로 하였다. 2013년 4월 30부터 7월 3까지 전남 소재 ○○재활병원에 입원하여 뇌졸중 진단을 받고 물리치료를 받고 있는 환자 16명을 대상으로 시행하였다. 본 연구에 참여한 대상자의 선정기준은 뇌 단층화 촬영(CT)이나 자기공명영상(MRI)에 의해 편측 뇌손상으로 확인된 자, 실험에 영향을 줄 수 있는 근골격계 질환이 없으며 균형에 영향을 주는 약물이나 알코올을 섭취하지 않은 자, 한국형 간이 정신상태 판별검사(MMSE-K)에서 연령과 교육 수준을 고려한 점수가 최소 24점 이상인 자. 보조도구 없이 10m이상 보행이 가능한 환자로 제한하였다. 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

〈Table 1〉 Physical characteristics of subjects(n=16)

Variation	Number(%)	
Gender	Male	9(55)
		7(45)
Age	55-60	10(62)
	60-65	6(38)
Causes	Hemorrhage	9(55)
	Infarction	7(45)
Affected side	Rt.	6(38)
	Lt.	10(62)
Duration(month)	12-18	16(100)

2.2 측정도구 및 방법

2.2.1 표면근전도 시스템

하지의 근활성도를 측정하기 위해 MP100표면 근전도 시스템(Biopac System Inc., USA)을 이용하였고 여기에서 전환된 디지털 신호는 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.91 소프트웨어(Biopac System Inc.)를 이용하여 자료처리 하였다. 표면 근전도의 신호에 대한 피부저항을 감소시키기 위하여 부착부위의 털을 제거하고 가는 사포로 3-4회 문질러 피부 각질층을 제거한 후, 소독용 알코올로 피부를 깨끗이 하였다. 표면추출률(sampling rate)은 1,204 Hz로 설정하였고, 잡음을 최소화하기 위하여 대역 여과필터(notch filter) 60 Hz, 대역 통과 필터(band pass filter) 30-500 Hz를 사용하였다. 근육 활성도는 보행요소를 측정하는 동안 동시에 측정하였으며, 표면 전극의 위치는 넙다리 곧은근은 위앞엉덩뼈 가시와

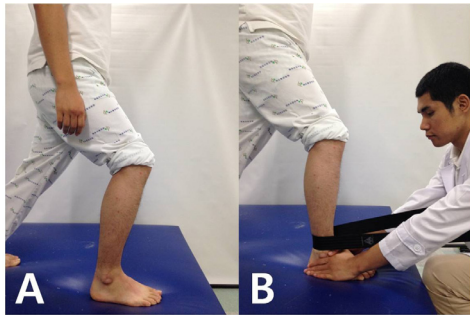
무릎뼈의 위쪽 가장자리 사이의 중간부위에 부착하였고, 장딴지근의 장딴지근 근복의 원위부에서 발뒤꿈치 힘줄의 전 내측 사이에 위치하게 하였다. 수집된 신호는 root mean square 처리하였다. 1 총 3회 측정된 값의 평균값을 이용하였으며, 근전도 신호는 최대 수의적 등척성 근 수축(%MVIC: maximum voluntary isometric contraction)으로 표준화 하였다. 도수근력검사 자세에서 총 5초 수축 동안의 근전도 신호 중 처음과 마지막 1초씩을 제외한 3초의 신호를 이용하여 %MVIC값으로 구하였으며, 총 3회 측정된 값의 평균값을 구해 자료 분석에 이용하였다.

2.2.1 균형측정 시스템

균형능력을 측정하기 위해 Biorescue(RM Ingenierie, France)를 이용하였으며, 압력중심(center of pressure)의 이동을 측정하기 위한 힘판(force plate)과 압력중심의 이동을 보여주는 모니터로 구성되어있다. 동적 균형능력을 측정하기 위해 안정성한계(limited of stability)를 측정하였다. 측정은 전, 후, 좌, 우로 구성된 8개의 방향으로 체중 이동시 중심점에서의 거리를 측정하였고 총 3회 측정된 값의 평균값을 이용하였다.

2.3 중재방법 및 절차

자가신장근(실험군)과 움직임 동반한 가동술군(대조군) 모두 주 5회 중추신경발달치료를 포함한 일반적인 운동치료를 시행하고 있었으며 두군 모두 하루 20분, 주 5회, 8주간 총 40회에 걸쳐 적용하였다. 실험군(SS; self stretching)은 Bloomfield가 제시한 중재방법으로 대상자가 능동적으로 무릎을 구부려 체중을 마비측 하지로 이동시켜 발등 굽힘 움직임을 하도록 하였다(figure 1-A)[26]. 전방으로 체중이동 하여 10초간 유지 후, 시작 자세로 돌아가 5초간 휴식을 취하며 10회 반복을 한 세트로 총 6세트를 반복 실시하였다. 대조군(MWM: movement with mobilization)은 Son등이 제시한 방법으로 움직임을 동반한 가동술을 적용하였다[21]. 대조군은 대상자가 마비측 하지를 발등 굽힘 움직임과 동시에 치료사는 목발뼈를 고정하고 치료용 벨트를 원위 정강뼈부에 걸쳐 뒤에서 앞으로 활주 시킨다. (figure 1-B) 관절 가동성 향상을 위해 활주는 grade 3로 적용하였다.



[Figure 1] Intervention method(A: Self stretching, B: Movement with mobilization)

2.4 자료분석

측정된 자료는 IBM SPSS statistics 19.0(IBM Co., USA)를 이용하여 통계처리 하였으며, 두 집단 간의 정규성 검증을 위해 독립표본 t검정을 하였다. 그룹 간 훈련 수행 기간에 따른 근 활성도와 균형능력의 차이를 검증하기 위해 반복 측정분산분석(repeated ANOVA)을 사용

하였다. Mauchly의 구형성 검정에서 유의한 차이가 없는 경우 구형성 가정으로 유의성을 검증하고, 유의한 차이가 있을 경우 Greenhouse-Geisser의 값을 이용하여 측정 시기와 그룹 간 상호작용의 유의성을 검정하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

3. 결과

3.1 하지 근 활성도 비교

실험군(SS)과 대조군(MWM)의 훈련수행 시간변화에 따른 근활성도의 집단 간 효과검정에서 넵다리곧은근, 압정강근, 가자미근이 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며($p>0.05$), 또한 집단 간 상호작용도 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 하지만 실험군(SS)의 넵다리곧은근, 앞정강근, 가자미근의 근활성도(MVIC)는 시간의 변화에 따른 반복측정에서 기간이 경과함에 따라 근활성도는 유의하게 증가하였고, 대조군(MWM)도 시간에 따른 반복

[Table 2] Comparisons of muscle activity(%MVIC) in SS group and MWM group following periods.

Variable	Period	SS	MWM	F	p
RF(μV)	Pre	40.55±6.09	43.82±7.96	2.73	0.12
	4 weeks	59.80±6.35	67.44±6.45		
	8 weeks	76.69±5.61	80.33±6.45		
	F	Pre-4 weeks	309.57	143.12	
		4-8 weeks	157.57	91.89	
	P	Pre-4 weeks	0.01*	0.01*	
	4-8 weeks	0.01*	0.01*		
TA(μV)	Pre	37.37±5.77	40.01±6.03	3.98	0.07
	4 weeks	48.86±6.05	55.00±9.92		
	8 weeks	57.82±6.04	68.80±9.92		
	F	Pre-4 weeks	91.47	31.03	
		4-8 weeks	174.97	91.89	
	P	Pre-4 weeks	0.01*	0.01*	
	4-8 weeks	0.01*	0.01*		
GCM(μV)	Pre	48.05±5.13	52.47±6.79	1.08	0.12
	4 weeks	71.22±7.34	74.02±7.34		
	8 weeks	88.81±5.41	90.24±9.03		
	F	Pre-4 weeks	208.15	65.11	
		4-8 weeks	91.24	256.38	
	P	Pre-4 weeks	0.01*	0.01*	
	4-8 weeks	0.01*	0.01*		

Values are presented as mean±standard deviation.

SS: Static stretching, MWM: Movement with mobilization

RF: rectus femoris, TA: tabialis anterior, GCM: Gastrocnemius

* $p<0.05$

〈Table 3〉 Comparison of Balance ability in SS group and MWM group following periods.

Variable	Period	SS	MWM	F	p	
LOS	Pre	107.86±12.86	109.04±16.05	0.03	0.86	
	4 weeks	125.28±18.88	125.78±18.88			
	8 weeks	146.01±17.03	148.34±16.92			
	F	Pre-4 weeks	36.11			25.98
		4-8 weeks	15.86			15.44
	P	Pre-4 weeks	0.01*			0.01*
		4-8 weeks	0.01*			0.01*

Values are presented as mean±standard deviation.

SS: Static stretching, MWM: Movement with mobilization

LOS: limited of stability

* $p < .05$

측정에서 시간이 경과함에 따라 근활성도가 유의하게 증가하였다($p < .01$)(Table 2).

3.2 균형능력 비교

실험군(SS)과 대조군(MWM)의 훈련수행 시간변화에 따른 근활성도의 집단간 효과검정에서 동적 균형능력이 통계학적 유의한 차이가 없었으며($p > .05$), 또한 집단 간 상호작용도 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 하지만 실험군(SS)의 시간의 변화에 따른 반복측정에서 시간이 경과함에 따라 동적 균형능력이 유의하게 증가하였고($p < .01$), 대조군(MWM)도 시간의 변화에 따른 반복측정에서 시간이 경과함에 따라 동적 균형능력(LOS)가 유의하게 증가하였다($p < .01$)(Table 3).

4. 논의

뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 근육의 생 역학적 변화로 초래되는 발목관절의 뻣뻣함과 관절구축으로 마비 측으로의 체중이동 능력이 저하되며 균형의 감소가 나타난다[27]. 하지만 재활치료가 있어서 편마비 환자들을 위하여 사용되는 시간은 한정되어 있으며, 재활 훈련을 하는 시간이 장기화 되면서 과도한 비용 지출이 요구되어진다[28]. 따라서 본 연구에서는 발병 1년 이후의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자를 대상으로 런지자세에서의 자가신장과 움직임을 동반한 가동술을 만성뇌졸중 환자들에게 8주간 (주 5회, 회당 20분)의 집중적인 훈련이 하지 근활성도와 균형능력향상에 어떠한 차이를 보이는지 알아보

고자 실시하였다. 그리고 각 군의 시간이 경과함에 따른 근활성도와 균형능력의 증가를 알아보고자 하였다. 그 결과 실험군(SS)과 대조군(MWM)의 집단 간 차이는 볼 수 없었으나, 집단내의 훈련 수행 시간 변화에 따른 하지의 근활성도와 균형이 유의한 증가를 보였다.

An[20]등은 편마비 환자 15명을 대상으로 대조군에 비해 런지자세에서 움직임을 동반한 가동술을 받은 군에서 무릎뻣근, 발바닥 굽힘근의 근력이 유의하게 증가하였다. 또, Jan [29]등의 연구에서는 무릎 골관절염 105명을 대상으로 8주간 단련 사슬운동을 한 결과 대조군과 비교하여 무릎 뻣근의 근력이 유의하게 증가하였으며, Ferrell [30]등의 연구에서도 무릎 골관절염 환자를 대상으로 8주간의 런지 자세를 포함한 단련 사슬 운동을 한 그룹에서 무릎 관절의 뻣근의 근력이 유의하게 증가를 보여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다. 본 연구에서도 선행연구와 같이 런지자세에서 시행한 자가 신장과 움직임을 동반한 가동술군 모두 넙다리갈래근, 앞정강이근, 가자미근의 근활성도가 유의하게 증가하는 동일한 결과를 얻었다. 이는 편마비의 런지자세에서의 체중지지를 동반한 움직임이 하지의 근육의 동시수축을 일으켜 근활성도를 증진시킨 것으로 생각된다. 이는 편마비로 인해 근력약화를 가진 환자들에게도 런지자세에서의 자가신장운동이 필요하다는 것을 뒷받침해 줄 수 있다.

Bloomfield[26]는 90명의 여성노인을 대상으로 6주간의 런지운동이 대조군에 비해 균형의 증진으로 낙상 발생율이 감소되었다고 하였다. Goo[19]등의 연구에서는 편마비 환자를 13명을 대상으로 6주간 런지자세가 포함된 체중지지 훈련 후에 동적균형을 평가할 수 있는 안정

화 지수가 4.05 ± 2.56 에서 2.41 ± 1.29 로 유의하게 감소하였다고 한다. 또, Son[21]등은 편마비 환자를 대상으로 2주간 런지자세에서의 발목에 적용한 움직임을 동반한 가동술을 적용한 그룹이 동적균형을 평가할 수 있는 기능적 전방 팔 뻗기 검사와 일어나 걸어가기 검사에서 대조군에 비교하여 유의한 차이를 보였다고 한다. 본 연구에서도 런지자세에서의 자가 신장군과 움직임을 동반한 가동술군 모두 동적균형능력을 평가할 수 있는 안정성한계가 증가하는 동일한 결과를 얻었다. 본 연구의 런지자세에서의 자가 신장 동안에 발목관절의 움직임을 만들어 발목의 뻗뻗함의 감소와 마비측 하지로 체중이동을 도와 균형이 향상 되었다고 생각된다. 또한 자가 신장은 움직임을 동반한 가동술과는 달리 환자 스스로 수행할 수 있는 운동이므로 가정운동으로 적합할 것으로 생각된다.

Park[22]등의 연구에서 편마비 환자의 하지 펌근의 근육활성도가 클수록 동적균형이 좋다고 하였으며, Yang[31]등의 연구에서는 앞정강이근과 장딴지근의 근전도의 실효치 진폭 값이 클수록 안정성 한계가 증가한다고 하였다. 또 Yang의[32] 연구에서 편마비 환자에게 과제 지향적 훈련을 통해 근활성도가 증가되어 동적 균형능력을 평가하는 버그균형척도와 일어나 걸어가기 검사, 10m 걷기검사와 같은 균형능력 평가에서 유의한 증가를 보였다. 본 연구에서도 각 그룹에서 시간이 경과함에 따라 근활성도가 증가하고 안정성 한계가 증가함을 알 수 있었다. 이는 하지 근 활성도의 증가는 균형과 높은 상관관계가 있음을 알 수 있으며[33], 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형 향상을 위해서는 하지근육의 근력의 향상이 필수적이라고 생각된다. 본연구의 제한점으로는 연구 대상자의 지역적 제한으로 인해 모든 뇌졸중환자에게 일반화 하는데 어려우며, 연구 대상자의 일상생활 통제에 어려움이 있었다. 향후 본 연구를 바탕으로 런지자세의 자가 신장 중재 후 보행의 운동형상적 분석과 근육특성에 관한 연구가 필요할 것이다.

5. 결론

본 연구의 목적은 런지자세에서의 체중지지를 동반한 자가 신장과 움직임을 동반한 가동술이 뇌졸중 환자의 하지 근활성도 및 안정성한계에 어떠한 효과를 나타내는

지 알아보려고 하였다. 그 결과는 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 런지자세에서의 자가신장을 적용한 그룹과 움직임을 동반한 가동술을 적용한 그룹에서 시간이 따른 하자 근육(넙다리 곧은근, 앞정강이근, 가자미근)의 근활성도(%MVIC) 값과 안정성한계(LOS)는 두 그룹 간 통계학적 유의성이 없었다.

둘째, 런지 자세에서의 자가신장을 적용한 그룹에서는 시간이 경과함에 따라 하지근육(넙다리 곧은근, 앞정강이근, 가자미근)의 근활성도(%MVIC) 값과 안정성한계(LOS)는 통계학적으로 유의하게 증가하였다.

셋째, 런지자세에서의 움직임을 동반한 가동술을 적용한 그룹에서 시간이 경과함에 따라 하지근육(넙다리 곧은근, 앞정강이근, 가자미근)의 근활성도(%MVIC) 값과 안정성한계(LOS)는 통계학적으로 유의하게 증가하였다.

이러한 결과로 보아 뇌졸중 환자의 근력과 균형능력을 증진시키기 위해서는 런지자세에서의 자가신장이 좋은 영향을 주며, 환자 스스로 쉽게 수행할 수 있는 운동으로 가정운동으로 적합할 것이다. 그리고 런지자세에서의 자가 신장은 기능증진과 건강한 삶을 살기 위해 조금이나마 도움을 줄 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] M. Glanz., S. Klawansky., W. Stason., C. Berkey., T.C. Chalmers. Functional electrostimulation in poststroke rehabilitation: a meta-analysis of the randomized controlled trials. Arch Phy Medicine Rehab. 77(6):549-553, 1996.
- [2] D. Mahabir., L. Bickran., M.C. Gullifort. Stroke in trinidad and tobago: Burden of illness and risk factors. Rev Panam Salud Publica. 4(4): 233-237, 1998.
- [3] L.R. Swanson., J.A. Sandford. Motor learning concepts applied to rehabilitation. In: Pickles B, Compton A, Cott C, et al, eds. Physiotherapy With Older People. London, England: WB Saunders Co Ltd. 1995.
- [4] S.A. Sharp., B.J. Brouwer. Isokinetic strength

- training of the hemiparetic knee: Effect on function and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil.* 78(11): 1231-1236, 1997.
- [5] G.A. Wu. Review of body segmental displacement, velocity, and acceleration in human gait. In: Craik, R., Oatis, C.A, eds. *Gait Analysis: Theory and application.* St, Louis, Mosby, 205-222, 1995.
- [6] G. Yarkony., E. Roth., A. Heinemann., Y. WU., R. Katz., L. Lovell. Benefits of rehabilitation for traumatic spinal cord injury: multivariate analysis in 711 patients. *Arch Neurol.* 44(1): 93-96, 1987.
- [7] J. Harlaar., J.G. Becher., C.J. Snijders., G.J. Lankhorst. Passive stiffness characteristics of ankle plantar flexors in hemiplegia. *Clin Biomech.* 15(4): 261-270, 2000.
- [8] C.M. Kim., J.J. Eng. The relationship of lower extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. *Phys Ther.* 83(1): 49-57, 2003
- [9] H. Cohen., C.A. Blatchly., L.L. Gombash. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Phys Ther.* 73(6): 346-54, 1993.
- [10] M. Haart de., A.C. Geurts., M.C. Dault., B. Nienhuis., J. Duysens. Restoration of weight shifting capacity in patients with postacute stroke: A rehabilitations cohort study. *Arch Phys Med Rehabil.* 86(4): 755-762, 2005.
- [11] A. Lamontagne., F. Malouin., C.L. Richards. Contribution of passive stiffness to ankle plantar flexor moment during gait after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 81(3): 351-358, 2000.
- [12] H.B. Menz., M.E. Morris., S.R. Lord. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 60(12): 1546-52, 2005.
- [13] C.F. Runge., C.L. Shupent., F.B. Horak., F.E. Zajac. Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait Posture.* 1999;10(2):161-70.
- [14] B.J. Kim., S.K. Lee., M.K. Kim. The effects of ankle strength exercise and functional electrical stimulation on the ability of balance control and gait in stroke patients. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 31: 921-931, 2007.
- [15] W.H. Ahn., M.K. Jeong. C.K. Kim. The training effect of balance pad in stroke. *Journal of Sport and Leisure Studies.* 32: 803-811, 2008.
- [16] B.Y. Hwang. The effects of the proprioceptive control and visual feedback for the limits of stability in patients with chronic hemiplegia. *J Kor Soc Phys Ther.* 19(6): 37-41, 2007.
- [17] J.S. Chang. S.Y. Lee. M.H. Lee., Y.Y. Chol., H.M. Lee., H. Oh. The correlations between gait speed and muscle activation or foot pressure in stroke patients. *J Kor Soc Phys Ther.* 21(3):47-52, 2009.
- [18] P.M. Kluding., M. Santos. Effects of Ankle Joint Mobilizations in Adults Poststroke: A Pilot Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 89(3): 449-456, 2008.
- [19] Goo, B.O., Shim, J.M., Lee S.Y., Kim, H.S., Lee M.H., Park M.C. The effect of Functional weight bearing exercise on balance and gait in stroke. *Korean Soc Phys Med.* 5(1): 35-42. 2010.
- [20] C.M. An. J.I. Won. Effect of ankle joint mobilization with movement on lower extremity muscle strength and spatiotemporal gait parameters in chronic hemiplegic patients. *Phys Ther Kor.* 19(3): 20 - 30. 2012.
- [21] H.Y. Son., J.D. Choi. The effect of weight shift training with joint mobilization on balance and gait velocity of hemiplegic patients. *Phys Ther Kor.* 19(1): 1-9, 2012.
- [22] S.G. Park. D.J. Yang., J.H. Kim., Y.S. Jeong. Correlation Between BBS, TUG and Lower Extremity Muscle Activity during Semi-Squat in Stroke Patients. *J Kor Acad Clin Elec.* 9(2): 7-12, 2011.
- [23] J.H. Jang. K.H. Kim., T.H. Kim., D.Y. Han. The effects of foot and knee position on Electromyographic activity of the vastus medialis and vastus lateralis for hemiplegic patients. *J Kor Soc Phys Ther.* 22(4):21-28, 2012.
- [24] S.N. Boudreau., M.K. Dwyer., C.G. Mattacola., C. Lattermann., T.L. Uhl. J.M. McKeon. Hip-muscle

activation during the lunge, single-leg squat, and step up and over exercises. *J Sport Rehabil.* 18(1): 91-103, 2009.

[25] S. Jönhagen, K. Halvorsen., D.L. Benoit. Muscle activation and length changes during two lunge exercise: Implications for rehabilitation. *Scand J Med Sci Sports.*19(4):561-568,2009.

[26] L. Bloomfield. Effects of Forward Lunge Training on Balance Control in Elderly Women. *Electronic Theses and Dissertations.* 253, 2009.

[27] F. Gao., T.H. Grant. E.J. Roth., L.Q. Zhang. Changes in passive mechanical properties of the gastrocnemius muscle at the muscle fascicle and joint levels in stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 90(5): 819-826, 2009.

[28] J.S. Kim., K. Kim. Effect of Motor Imagery Training with Visual and Kinesthetic Imagery Training on Balance Ability in Post Stroke Hemiparesis. *Korean Soc Phys Med.* 5(4): 517-525. 2010.

[29] M.H. Jan., C.H. Lin., Y.F. Lin., D.H. Lin. Effects of weight-bearing versus non-weight bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Arch Phys med Rehabil.* 90(6): 897-904, 2009.

[30] W.R. Ferrell., N. Tennant., R.D. Sturrock., L. Ashton., G. Creed., G. Brydson., D. Rafferty. Amelioration of symptoms by enhancement of proprioception in patients with joint hypermobility syndrome. *Arthritis Rheum.* 50(10): 3323-3328, 2004.

[30] L. Bloomfield. Effects of Forward Lunge Training on Balance Control in Elderly Women. *Electronic Theses and Dissertations.* 253, 2009.

[31] D.J. Yang., J.H. Kim. Y.S. Jung., Y.H. Uhm. S.G. Park. Correlation between Balance and Lower Extremity Muscle Activity in Stroke Patients. *J Kor Acad Clin Elec.* 10(1): 1-6, 2012.

[32] D.J. Yang. Effects of biofeedback with task-related training on motor function and neural plasticity in

subject with stroke. Dongsin University. *Dissertation of Doctorate Degree.* 2011.

[33] Y.H. Kim. Effects of realignment at lower extremities on the balance and walking in the people with chronic stroke. Yongin University. *Dissertation of Master's Degree.* 2002.

정 용 식(Jeong yong sik)



· 2011년 2월 : 세한대학교(보건학석사)
 · 2012년 3월 ~ : 세한대학교 일반대학원 물리치료학과 (박사과정 중)
 · 관심분야 : 신경계물리치료, 정형물리치료
 · E-Mail : ys48044@gmail.com