

Effects of Semi-Squat Exercise on Joint Position Sense and Balance to the Types of Support Surface in Hemiplegic Patients

Juyeong Oh¹, Joong Hwi Kim²

¹Department of Physical Therapy, Graduate School, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Republic of Korea; ²Department of Physical Therapy, College of Biomed, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Republic of Korea

Purpose: This study investigates the effect of 60° semi-squat exercises according to three different types of support surfaces. The effects were examined on joint position sense and balancing ability using stable and unstable surfaces in patients afflicted with post-stroke hemiplegia.

Methods: Subjects were instructed to perform three sets of 60° semi-squat exercises according to the characteristics of the support surface conditions. The three ground states were bilateral stable surface (BSS), nonaffected side unstable surface (NUS), and bilateral unstable surface (BUS). The joint position sense, characteristics of body sway, and dynamic balance were analyzed according to floor conditions before and after the experiment. A balance-pad (50 cm W × 41 cm L × 6 cm H; Alcan Airex AG, Sins, Switzerland) was used for the unstable floor.

Results: The 60° semi-squat exercises applied to hemiplegic patients showed the highest statistical significance in joint position sense in the NUS group, and Timed Up and Go test (TUG) in the BUS group ($p < 0.05$).

Conclusion: Functional training using an unstable surface can be applied as a meaningful intervention method for improving the balance and joint position sense of stroke patients.

Keywords: Hemiplegia, Semi-squat, Joint position sense, Balance

서론

뇌졸중은 뇌의 정상적인 혈액 공급에 문제가 발생하여 일어나는 질환이다.¹ 보통 65세 이후에 뇌의 출혈성 손상이나 허혈성 손상으로 인해 오랫동안 장애를 남게 한다.² 임상적으로 다양한 신경학적 증상을 보고한 Susan과 Thomas³는 주로 의식 수준의 변화, 감각 및 운동기능 상실, 지각과 인지능력 손상, 언어장애가 나타난다고 하였다. 균형 및 자세조절에 어려움을 지닌 편마비 환자들은 비대칭적인 자세, 신체의 균형유지와 체중을 이동하는 능력의 결함 및 섬세한 기능을 수행하는 특수한 운동요소의 상실 등으로 기립과 보행에 장애를 보인다.⁴ 특히 마비측의 근력약화 등으로 인해 비마비측으로 체중을 과도하게 지지해 비정상적 자세와 균형능력이 저하되고, 결국 보행능력의 감소를 가져와 일상생활의 제한을 발생시킨다.^{5,6}

보행은 신체 안정성과 균형을 유지하면서 체중을 자연스럽게 이동시켜 고유수용성감각, 균형능력, 협응력, 운동감각, 관절 및 근육의

통합작용 등이 요구되는 기본적인 동작이라 할 수 있으며, 균형조절 기능은 신체가 이동할 때 중력에 대해 무게 중심을 잡고 보폭과 보행을 안정적으로 유지하며 다양한 자세를 취하게 하는 것이 자동운동 조절 능력이다.⁷ 특히 뇌졸중 환자에게 보행능력과 동적 균형능력은 일상생활에 필요한 동작과 상관관계가 상당히 높고, 특히 뇌졸중 환자에게 균형조절은 가장 중요하고 필요한 기술이다.⁸

균형을 유지하기 위한 다양한 요인 중에서도 체성감각(somatosensory) 정보가 특히 중요하다고 하였는데, 그래서 안정적인 지지면보다 불안정한 지지면 위에서 훈련하는 것이 감각 및 운동계를 빨리 수정해서 자세 전략을 수립하여 스스로 자세조절을 할 수 있는 능력을 증가시켜 동적 균형이 향상된다고 했다.⁹ 또한, 불안정성이 높은 짐볼 및 밸런스 패드와 같은 소도구를 이용한 운동은 안정면에서 운동하는 것보다 신체에 가해지는 근신경계 자극을 높일 수 있다고 보고하였다.¹⁰ 이렇게 동적인 환경에서 운동을 수행하는 것은 고유수용기와 대뇌의 운동기관을 자극해서 균형을 유지하는 능력을 극대화하고, 불안정한 지

Received Sep 23, 2022 Revised Sep 26, 2022

Accepted Oct 6, 2022

Corresponding author Joong Hwi Kim

E-mail charmpt@gmail.com

Copyright ©2022 The Korean Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

지면은 안정한 면과 상대적으로 부정확한 한 안정성을 확보하기 위해서 근 활성도를 증가시키기 때문에 균형유지에 도움이 된다.^{11,12}

고유수용성감각은 똑바로 서 있는 동안 균형을 유지하기 위한 감각 피드백의 중요한 요소로 신체 분절 위치를 인식하고 움직임을 조절하기 위해 사용된다.¹³ 뇌졸중 환자의 비정상적인 고유수용성감각이 보행 속도 저하와 보폭의 감소를 유발하기 때문에 고유수용성감각을 고려한 운동을 권장하였고, 고유수용성감각 증진 운동이 균형 능력에도 영향을 미친다고 보고되었다.^{14,15} 닫힌 사슬 운동은 안정성을 위한 동적인 근육의 동시수축으로 원심성 수축이 우세하며, 관절을 압박해 전단력을 감소시키고 안정성을 증진시키는데, 기계적 수용기는 관절낭의 압력변화에 반응해 고유수용성감각을 촉진한다.¹⁶ 대표적인 닫힌 사슬 운동 중 하나인 쪼그려 앉기 운동은 사지의 원위부가 고정되어 열린 사슬 운동보다 다관절 움직임과 기능적인 근 동원 패턴을 촉진한다고 하고, 무릎의 안정성을 증가시켜줄 뿐만 아니라 고유수용성 감각을 제공할 수 있기 때문에 닫힌 사슬 운동의 필요성이 제기되고 있다.^{17,18}

편마비환자의 60° 반 쪼그려 앉기(semi-squat) 동작 시 지지면 형태에 따른 근 활성도와 체중분포에 대한 Yang과 Roh¹⁹의 연구와 고유수용성 감각(무릎 관절위치감각)과 근력 향상에 영향을 미친 Kang 등²⁰의 연구는 있지만, 지지면 형태에 따른 관절위치감각과 균형에 관한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다양한 형태의 지지면에서 60° 반 쪼그려 앉기 훈련 후 뇌졸중 환자의 관절위치감각, 균형능력에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 대구에 있는 J병원에 입원하여 재활 치료를 받는 뇌졸중으로 인한 편마비환자 30명을 대상으로 실험방법과 목적에 대해 이해하기 쉽게 설명한 후, 연구 참여 동의서를 얻은 27명을 최종대상자로 하였다. 본 연구의 대상자 선정기준은 다음과 같다. 1) 뇌졸중(뇌출혈 및 뇌경색)으로 진단받고 발병 기간이 6개월 이상인 편마비 환자, 2) 앉은 자세에서 일어서기 동작을 독립적으로 수행할 수 있는 자, 3) 의사소통이 가능하고 연구자의 지시를 이해하고 적절하게 따를 수 있는 자, 4) 최근 6개월 이내에 하지에 다른 정형외과적 골절이나 수술과 같은 병력이 없는 자, 5) 편측 무시 증상이 없는 자, 6) 약시(amblyopia), 현훈(vertigo), 전정기능이상(vestibular dysfunction)이 없는 자.

모집된 대상자들에 대하여 양측 다 안정면(bilateral stable surface, BSS) 그룹, 비마비측 만 불안정면(nonaffected side unstable surface, NUS) 그룹, 양측 다 불안정면(bilateral unstable surface, BUS) 그룹으로 나누었으며 무작위 선별을 통해 각 그룹당 9명씩 총 세 그룹으로 나

누어 연구를 실시하였다. 본 연구는 대구가톨릭대학교 생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)에 승인(CUIRB-2021-0090)을 받고 진행하였다.

2. 측정 및 실험도구

1) 디지털 각도계(digital goniometer)

iGaging 디지털 각도계를 사용했으며 iGaging (iGaging, CA, USA) 은 의료용 디지털 각도계로써 각도계 내부에 센서로 자석이 다이얼 회전을 하는데 마그네틱 인코더가 자석의 위치를 파악해 LCD 화면에 각도를 표시한다.

2) 균형능력측정 시스템(Biorescue, RM ingenierie, Rodes, France)

대상자가 일어서거나 앉을 때 등 다양한 자세에서 동적·정적 균형 및 체중 분포도를 분석할 수 있으며 특정 움직임 동안 신체의 압력 중심 이동 경로선 면적(mm²), 이동 거리(cm)를 측정하는 안정성 한계(limits of stability)를 사용하였다. 이 도구의 검사-재검사 급내상관계수인 ICC = 0.84 이상으로 신뢰도는 높은 수준으로 입증되었다.²¹

3) 지지면

그룹별 적용되는 지지면은 불안정면과 안정면으로 사용하였다. 불안정면은 밸런스 패드(Balance-pad Elite, 50cm (W)×41cm (W)×6cm (H), Alcan airex AG, Sins, Switzerland)를 사용하였고, 안정면은 불안정면과 같은 높이의 안정판을 사용하였다.

3. 실험방법

대상자 30명은 제비뽑기를 통해 지지면 형태를 양측 다 안정면(BSS), 마비측 안정면과 비마비측 불안정면(NUS), 양측 다 불안정면(BUS)으로 10명씩 무작위로 배치되었다. 각 그룹은 안정판 위에서 무릎 관절 60° 반 쪼그려 앉기를 1회 연습하고 사전측정한 후, 그룹별 지지면 형



Figure 1. 60° semi-squat exercise.

태에서 60° 반 쪼그려 앉기 훈련을 10개씩 3세트 실시하였다. 상지 움직임에 의한 영향을 받지 않고 하지의 역학적 요인에 집중하기 위해 양팔은 가슴 앞에 X자 형태로 교차하여 고정함으로써 움직임을 최대한 통제하고, 무릎 관절 굽힘 시 엉덩관절 모음이 되지 않게 두 번째 발가락과 수직으로 위치하도록 하였다(Figure 1).^{19,22}

측정은 일어난 자세에서 시작이라는 구두지시와 함께 대상자는 천천히 무릎을 굽히며 60° 반 쪼그려 앉기 훈련용으로 제작한 각도기를 이용하여 무릎 관절 60°가 되었을 때 무릎 관절 신전근에 5초간 등척성 수축을 유도한 후 다시 시작 자세로 돌아와 5초간 휴식을 취하게 하였다. 이와 같은 방법으로 10개씩 3세트를 실시하였으며 대상자의 피로도를 줄이기 위해 각 세트 사이에는 1분간 휴식시간을 가졌다.²⁰

1) 관절위치감각(Joint position sense) 측정

관절위치감각(고유수용성 감각) 측정을 위해 디지털 각도계를 이용하여 무릎 관절 위치감각을 측정하는 방법을 사용했다. 측정은 BSS, NUS, BUS 각 그룹에 모두 60° 반 쪼그려 앉기 훈련 후 눈을 감고 그대로 자세를 재현해보라는 구두지시와 함께 디지털 각도계로 무릎 관절 각도 3회를 측정하여 평균값을 사용하였다.

2) 균형능력 측정

(1) Biorescue

전·후·좌·우로 구성된 8개의 방향으로 이동 시 중심점에서 거리를 측정하였다. 측정 장비에 대하여 대상자의 숙련도 및 이해에 따른 오차를 줄이기 위해 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

(2) 일어나 걸어가기 검사(Timed Up and Go test, TUG)

동적 균형 및 보행 속도와 기능적인 동작을 평가하는 데 적합하며 측정자 간 신뢰도는 $r=0.98$ 이고, 측정자 내 신뢰도는 $r=0.99$ 로 타당도가 높은 수준으로 나타났다.²³ 측정방법은 연구 대상자가 의자에 앉은 자세에서 시작이라는 구두지시와 함께 일어나 전방에 표시된 3m 지점의 반환점을 돌아 다시 의자에 독립적으로 앉을 때까지 걸리는 시간(초)을 측정한다. 본 연구에서는 3회 측정하여 평균값을 사용하였다.

4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료에 대한 통계분석은 SPSS ver. 28.0 프로그램 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였고, 연구 대상자들의 일반적 특성은 기술통계를 이용하여 평균 및 표준편차를 산출하여 표시하였고, 정규성 검정을 위해 사피로-윌크(Shapiro-Wilk) 검정을 시행하였다. 각 그룹군 내에서 관절위치감각과 균형능력 전·후 차이를 비교하기 위해 대응표본 t-검정(paired t-test)을 하였다. 세 그룹의 지지면 형태에 따른 훈련 결과 차이를 비교하기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA) 방법으로 검정하였고, 모든 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 연구 대상자들의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자들은 대구 J병원에서 입원 치료 중인 환자 27명을 대상으로 하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같으며, 모든 항목에서 각 그룹 간 통계학적 유의한 차이는 없었다($p>0.05$)(Table 1). 또한 운동 중재 전 세 그룹의 동질성 검사에서 균형과 보행능력의 모든 항목에서 집단 간 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

2. 실험 전·후 관절위치감각 변화

그룹별 60° 반 쪼그려 앉기 운동에 따른 관절위치감각 변화는 무릎 관절 60° 각도를 기준으로 오차를 표시했다. BSS 그룹과 NUS 그룹에서 오차값이 유의하게 감소하였고, 특히 마비측 불안정면을 사용한 NUS그룹이 오차값이 가장 크게 감소하였다($p<0.05$)(Table 2).

3. 실험 전·후 균형능력의 변화

1) 중심이동 면적 비교

그룹별 60° 반 쪼그려 앉기 운동에 따른 균형능력 변화를 보기 위해 마비측, 비마비측, 전방, 후방으로 총 네 가지 항목으로 중심이동 면적을 비교하였다(Table 3). 그 결과 BSS와 NUS 그룹에서 마비측으로 중심이동 면적이 유의하게 증가하였고($p<0.05$), BSS그룹에서 비마비측

Table 1. General characteristics of subjects

(N=27)

Variable	BSS (n=9)	NUS (n=9)	BUS (n=9)	p
Gender (male/female)	7/2	7/2	8/1	0.86
Type of stroke (infarction/ hemorrhage)	6/3	5/4	5/4	0.87
Paretic side (Rt/Lt)	2/7	3/6	4/5	0.63
Age (yr)	61.55±3.74	62.44±4.39	59.44±3.67	0.86
Height (cm)	166.33±2.33	165.77±2.58	170.44±3.46	0.94
Weight (kg)	61.88±5.55	60.78±3.70	62.82±3.53	0.45
Time since onset (month)	31.44±5.33	29.55±8.15	33.11±4.97	0.92

Mean±SD. BSS: Bilateral stable surface, NUS: Nonaffected side unstable surface, BUS: Bilateral unstable surface.

Table 2. Comparison of joint position sense (JPS) in the three group

		BSS	NUS	BUS	F
JPS (°)	Pre	4.92±3.44	5.67±4.08	4.36±2.83	0.73
	Post	1.86±1.82	2.46±1.86	4.16±6.04	0.42
	Pre-post	3.05±3.61	3.21±3.72	0.20±5.35	0.26
	t	2.53*	2.59*	0.11	

Mean±SD. BSS: Bilateral stable surface, NUS: Nonaffected side unstable surface, BUS: Bilateral unstable surface, JPS: Joint position sense. *p<0.05.

Table 4. Comparison of Timed up and go test in the three group

		BSS	NUS	BUS	F
TUG (sec)	Pre	25.47±23.39	25.71±31.17	24.40±15.90	0.007
	Post	25.12±21.85	24.92±30.32	22.74±14.82	0.029
	Pre-post	0.35±3.11	0.79±1.60	1.66±1.50	0.818
	t	0.34	1.48	3.30*	

Mean±SD. BSS: Bilateral stable surface, NUS: Nonaffected side unstable surface, BUS: Bilateral unstable surface, TUG: Timed up and go test. *p<0.05.

으로 중심이동 면적이 유의하게 증가하였다(p<0.05). 또한 BSS그룹과 NUS그룹에서 전방 중심이동 면적이 유의하게 증가하였고(p<0.05), BSS그룹과 BUS그룹에서 후방 중심이동 면적이 유의하게 증가하였다(p<0.05).

2) 일어나서 걸어가기 검사(TUG) 비교

양측 다 불안정면인 BUS그룹에서 1.66±1.50으로 유의하게 감소하였다(p<0.05)(Table 4).

4. 집단 간 관절위치감각 및 균형능력 비교

모든 집단 간의 관절위치감각 및 균형능력에서는 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05).

고찰

본 연구에서는 뇌졸중으로 인한 비대칭적인 체중분포로 인한 균형 능력과 고유수용감각 저하를 해결할 수 있는 보다 객관적이고 효과적인 운동방법을 제시하기 위해 다양한 지지면 형태에 따라 닫힌 사슬 운동인 60° 반 쪼그려 앉기 훈련이 무릎 관절위치감각 향상과 균형능력에 어떤 영향을 미치는가에 대해 알아보고자 하였다.

무릎 관절위치감각 검사는 선행적으로 움직였던 관절 위치를 재현하는 방법을 이용하여 측정하였으며, 일반적으로 많이 사용하고 있는 방법 중 하나를 사용했다.²⁴ 지지면 형태에 따른 운동 후 관절위치감각 결과를 요약하자면, 지지면 형태가 비마비측은 불안정면, 마비측은 안정면을 사용한 NUS군이 운동 전보다 운동 후 무릎 관절 60° 오차 평균값이 가장 크게 감소하였다. 이는 고유수용성 감각 훈련을 통해 신체적 기능이 향상되었다는 연구와 마찬가지로 관절위치감각을 개선하는 데 효과가 있음을 알 수 있었다.²⁵ 반면 지지면 형태가 양측 다 불안정면을 사용한 BUS군은 유의하게 감소하지 않았는데, 고유수용성 관절위치감각의 정확성을 비교하기 위한 연구에서 양측 다 불안정한 지지면에서 정확도가 떨어진 결과가 나타났고, 이는 본 연구와 방법이나 조건이 다르기 때문에 직접적인 결과를 비교할 수는 없지만 불안정한 지지면에서 고유수용성 감각의 정확성을 감소시킨다는 연구를 뒷받침할 수 있다고 생각된다.²⁶

Table 3. Comparison of limits of stability in the three group

		BSS	NUS	BUS	F
Affected side (cm ²)					
Pre	Pre	14.01±16.07	12.73±10.32	16.58±13.07	0.19
	Post	18.13±18.53	21.91±18.59	22.64±20.34	0.14
	Pre-post	-4.11±3.80	-9.18±9.06	-6.45±7.69	0.99
	t	-3.24*	-3.05*	-2.00	
Nonaffected side (cm ²)					
Pre	Pre	16.22±16.75	11.67±9.60	17.65±13.78	0.46
	Post	22.49±18.56	18.40±19.41	21.93±18.95	0.12
	Pre-post	-6.27±5.56	-6.72±11.22	-4.27±11.94	0.15
	t	-3.38*	-1.79	-1.07	
Forward (cm ²)					
Pre	Pre	17.86±19.21	13.68±10.77	17.31±13.92	0.20
	Post	23.42±22.59	23.07±19.02	20.96±15.95	0.42
	Pre-post	-5.56±5.92	-9.38±12.13	-3.64±12.30	0.69
	t	-2.81*	-2.32*	-0.89	
Back (cm ²)					
Pre	Pre	12.04±13.38	12.28±12.80	16.91±15.03	0.35
	Post	17.33±16.32	14.42±20.03	23.61±23.04	0.49
	Pre-post	-5.28±6.19	-2.14±9.12	-6.69±8.55	0.75
	t	-2.55*	-0.70	-2.34*	

Mean±SD. BSS: Bilateral stable surface, NUS: Nonaffected side unstable surface, BUS: Bilateral unstable surface. *p<0.05.

균형능력의 변화를 알아보기 위해 운동 전-후 Bioresque를 통한 안정성 한계(limits of stability)와 일어나서 걸어가기 검사(TUG test)를 실시하였다. 안정성 한계는 마비측, 비마비측, 전방, 후방으로 중심이동 면적으로 4가지 항목으로 비교하였다. 마비측으로 중심이동 면적은 지지면 형태가 비마비측에 불안정면, 마비측에 안정면을 사용한 NUS군에서 증가하였다. 이는 본 연구와 방법이나 조건이 달랐지만 비마비측에 불안정면, 마비측 안정면을 적용한 조건에서 양측 체중분포가 증가되고 근활성도 차이가 유의하게 감소하여 양측 하지의 대칭성이 증가한 연구와 비슷한 결과가 나타났다.¹⁹ 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 60° 반 쪼그려 앉기 운동은 마비측 하지 사용을 증가시켜 대칭성이 향상되면 낙상위험과 비마비측의 과도한 보상작용을 감소시킬 수 있을 것이다. 비마비측으로 중심이동 면적은 지지면 형태가 양측 다 안정면을 사용한 BSS군에서만 유의하게 증가하였다.

이러한 결과는 편마비 환자의 기립 자세에서 마비측 하지의 체중 부하율은 약 30-37%라고 보고하고 있는 기존의 연구들처럼 BSS군에서만 비마비측에 체중이 다른 군에 비해 유의하게 증가하여 오히려 마비측과 비대칭성이 증가하였음을 볼 수 있다.²⁷⁻²⁹

전방으로 중심이동 면적은 지지면 형태가 비마비측에 불안정면, 마비측에 안정면을 사용한 NUS군에서 증가하였고, 후방으로 중심이동 면적은 양측 다 불안정면을 사용한 BUS군에서 증가하였다. 일어서서 걸어가기 검사(TUG test)에서는 세 군 내에서 모두 차이를 보였지만 양측 다 불안정면인 BUS군에서 전·후 차이값이 가장 컸으며, 통계적으로도 유의하였다. 불안정 지지면인 밸런스패드를 사용한 훈련 후 동적균형검사로 TUG를 측정할 결과 실험 전·후 유의한 감소를 보였다는 연구 결과와 노인을 대상으로 한 불안정 지지면에서의 훈련 후 TUG 감소와 균형능력이 향상되었다는 연구 결과와 유사하였다.^{30,31} 이러한 결과는 지지면 형태로 양측 다 불안정면을 사용한 BUS군에서 후방으로의 중심이동 면적 증가와 기능적 균형 개선에 효과가 있음을 알 수 있었다.

본 연구 결과들을 통해 편마비 환자의 60° 반 쪼그려 앉기 운동 시 지지면 형태가 비마비측에 불안정면, 마비측에 안정면을 적용했을 때 양하지의 대칭성이 증가함을 볼 수 있었던 선행연구¹⁹의 결과와 같이 체중분포율과 근 활성화 차이뿐만 아니라 관절 위치감각과 균형 증진에도 효과가 있었음을 알 수 있었다. 이는 비마비측의 불안정면이 고유수용성감각 활성화를 자극하고 주로 마비측으로 체중이동을 촉진해 양측 체중지지 대칭성 향상과 균형능력 개선을 가져왔다고 생각한다. 또한, 양측 다 안정면을 사용한 BSS군보다 밸런스패드를 사용했던 NUS군과 BUS군에서 균형을 유지하며 훈련하는 것이 신체 동요를 증가시킴으로써 운동 효율을 향상시킨다는 연구 결과와 안정된 지지면보다 불안정한 지지면에서 자세조절과 동적 균형을 촉진시킨다고 보고된 연구 결과를 뒷받침한다.³²⁻³⁴ 따라서 안정면보다 불안정한 지면인 밸런스패드를 이용한 60° 반 쪼그려 앉기 훈련은 뇌졸중 환자의 재활에 있어 균형능력과 관절위치감각 증진시키기 위한 의미 있는 중재 방법으로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구의 제한점으로는 연구에 참여한 그룹별 대상자 수가 적었고, 일정 기간 훈련이 아닌 일회성이었기 때문에 훈련효과를 일반화하기에는 어려움이 있다. 이러한 결과를 바탕으로 중재 기간을 늘리고 다양한 지지면 형태에 따른 60° 반 쪼그려 앉기 운동이 뇌졸중 환자의 관절위치감각과 균형능력 및 보행기능의 변화에 어떠한 영향을 미치는 지에 관한 추가연구가 필요하다고 사료된다.

REFERENCES

1. Song MS, Kang SH. Effect of mirror therapy on the balance, gait and mo-

tor function in patients with subacute stroke. *J Kor Phys Ther.* 2021;33(2):62-8.

2. American Heart Association. Heart disease and stroke statistics 2004 update. Texas, Am Heart Assoc, 2003.

3. Susan BO, Thomas JS. Physical rehabilitation: assessment and treatment. 4th ed. Philadelphia, FA Davis, 2001:42-621.

4. Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L et al. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Phys Ther.* 1985;65(2):175-80.

5. Mauritz KH. Gait training in hemiplegia. *Eur J Neurol.* 2002;9:23-9.

6. Caty GD, Arnould C, Stoquart GG et al. ABILOCO: a Rasch-built 13-item questionnaire to assess locomotion ability in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(2):284-90.

7. Berg KO, Wood Dauphinee SL, Williams JI et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health.* 1992;83(2):S7-11.

8. Langhammer B, Stanghelle JK. Co-variation of tests commonly used in stroke rehabilitation. *Physiother Res Int.* 2006;11(4):228-34.

9. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance: suggestion from the field. *Phys Ther.* 1986;66(10):1548-50.

10. Anderson K, Behm DG. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. *Can J Appl Physiol.* 2005;30(1):33-45.

11. O'Sullivan PB, Phytty GD, Twomey LT et al. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine.* 1992;22(24):2959-67.

12. Lee SC, Kim TH, Cynn HS et al. The influence of instability of supporting surface on trunk and lower extremity muscle activities during bridging exercise combined with core-stabilization exercise. *Phys Ther Korea.* 2010;17(1):17-25.

13. Gu JS, Choi SJ, Choi HS, Shin WS. Effects of pelvic tilt training using inclinometer on joint position sense and postural alignment in patients with chronic stroke. *J Kor Phys Ther.* 2016;28(1):33-8.

14. Lin SI. Motor function and joint position sense in relation to gait performance in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(2):197-203.

15. Song HS, Park HR, Bae SJ et al. The effects of proprioceptive exercises on balance ability after stroke. *KPNF Assoc.* 2010;8(2):1-8.

16. Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H et al. Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle contraction. *Tohoku J Exp Med.* 2006;209(1):33-40.

17. Selseth A, Dayton M, Cordova M et al. Quadriceps concentric EMG activity is greater than eccentric EMG activity during the lateral step-up exercise. *J Sport Rehabil.* 2000;9(2):124-34.

18. Kwon SB, Lee HO. Effect of closed and open kinetic chain exercise after cruciate ligament reconstruction. *J Kor Phys Ther.* 2005;17(3):297-310.

19. Yang YP, Roh JS. The effect of types of weight-bearing surfaces on muscle activities of lower limbs and weight distribution during semi-squat movement of patients with hemiplegia. *Phys Ther Korea.* 2012;19(1):28-36.

20. Kang DH, Yu IY, Lee GC. The effect of knee extensor, flexor muscle strength and joint position sense in squat exercise on varley surface. *J Kor Phys Ther.* 2013;2(1):47-57.

21. Song GB, Park EC. The effects of balance training on balance pad and sand on balance and gait ability in stroke patients. *J Kor Phys Ther.* 2016; 11(1):45-52.
22. Chae WS, Jeong HK, Jang JI. Effect of different heel plates on muscle activities during the squat. *Korean soc Sport Biomech.* 2007;17(2):113-21.
23. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2): 142-8.
24. Kwon OY, Park DS. Effects of muscle fatigue on knee proprioception. *JKARM.* 1998;22(4):960-5.
25. Eyigor S. A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol.* 2004;23(2):109-15.
26. Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: Its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 1988;69(6):395-400.
27. Dickstein R, Nissan M, Pillar T et al. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of impairment. *Phys Ther.* 1984;64(1):19-23.
28. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. 3rd ed. Baltimore, Lippincott Williams and Wilkins, 2006:41-584.
29. Sackley CM. The relationships between weight-bearing asymmetry after stroke, motor function and activities of daily living. *Physiother Theory Pract.* 1990;6(4):179-85.
30. Lee SE, Bae SS, Kim SM. Effect of traditional balance training on balance in older adults. *Korean Soc Phys Med.* 2006;1(1):77-92.
31. Kim EJ, Choi YD, Kim MJ. The effects of unstable surface training on balance and lower extremity muscle activity of elderly women. *Neurotherapy.* 2016;20(2):17-23.
32. Lee SH. The differences between aero step exercises and weight training on posture, physical fitness, balance, and hormone levels in the elderly. Ewha Womans University, Dissertation of Master's Degree. 2007.
33. Tung FL, Yang YR, Lee CC et al. Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010;24(6):533-42.
34. Irion JM. Use of the zymball in rehabilitation of spinal dysfunction. *J Am Orthopaedic Phys Ther Clin.* 1992;1(2):375-98.