

The Effect of Side-Step Tasks Based Circular Training Program on Balance and Gait in Stroke Patients

Sang Jun Son^{a,b} and Joong-Hwi Kim^{c*}

^aDepartment of Physical Therapy, Graduate School of Kyungnam University

^bDepartment of Physical Therapy, Happy Hospital

^cDepartment of Physical Therapy, Daegu Catholic University

Objective: The purpose of this study was to investigate the effect of the side-step tasks based circular training program (STCT) on balance and gait characteristics in stroke patients.

Design: A randomized controlled trial

Methods: Twenty-four stroke patients were randomly divided into two groups of twelve patients each. One group was applied with the STCT whereas the other group was treated with conservative physiotherapy (CP). The ability of gait was measured in 10m walking test and stride length on both side using BTS G-WALK (BTS Bioengineering S.p.A, Italy) and the ability of balance was measured in Berg Balance Scale (BBS) and Timed Up and Go Test (TUG).

Results: The STCT group was significant differences in the balance parameters of BBS and TUG ($p < 0.05$) and showed significant differences in gait variables in 10m walking speed, stride length of affected and non-affected side after the experiment before and after the experiment ($p < 0.05$). In addition, the STCT group showed a significant difference in BBS compared to the control group ($p < 0.05$).

Conclusions: The results of this study confirmed that the side-step tasks based circular training program (STCT) improves balance and walking ability in stroke patients. STCT is expected to be used as a useful intervention method for stroke rehabilitation.

Key Words: Stroke, Side step, Circular training, Balance, Gait

서론

뇌졸중 환자들은 근육 약화, 강직, 통증, 감각기관과 균형 소실, 감각 이상이 발생한다. 이러한 문제점들로 인하여 보행이나 보행과 관련된 활동에 제한을 받는 장애가 나타나며, 보행의 제한은 일상생활의 장애로 작용하여 개인의 독립성을 저하시키고 그에 따른 결과로 사회적 활동의 제약을 만들게 된다[1].

대부분의 뇌졸중 환자들은 동일 연령의 정상인 등에 비해 정적 자세에서의 신체 동요가 약 2배 정도 커지고, 안정성 한계도 감소한다[2,3]. 안정성 한계의 감소에 따라 환측 다리와 건측 다리의 불균형은 편마비 환자의 보행 능력을 현저히 감소시키며 정상인에 비해 정적 자세

에서의 신체 동요가 증가하면서 양다리에 비대칭적으로 체중이 부하되고, 마비 측으로의 무게 중심 이동능력이 저하된다[1,2]. 그러므로 균형과 보행 재훈련은 뇌졸중 환자의 재활프로그램에서 중요한 요소 중 하나이다[4].

뇌졸중 후 편마비 환자들의 균형과 보행능력 회복을 위해 다양한 훈련 방법이 시행되고 있는데, 외측 체중 이동, 측방보행훈련, 시각차단 훈련, 시각 되먹임 훈련, 보행적응훈련 등이 시행되고 있다[5-9]. 이와 같은 훈련 방법 중에서도 특히 측방보행훈련은 측면의 안정성을 강화할 수 있고 관상 면에서 마비 측 다리로 체중 이동을 증가시킬 수 있어 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력 향상에 효과적이라고 하였으며, 중둔근 활성화를 통한 체간 안정성 증가에 효과적이다[10,11].

Received: Jul 9, 2022 Revised: Aug 21, 2022 Accepted: Sep 16, 2022

Corresponding author: Joong-Hwi Kim

Department of Physical Therapy, Daegu Catholic University

13-13, Hayang-ro, Hayang-eup P.O.Box 38430, Gyeongsan Republic of Korea

Tel: E-mail: charmpt@gmail.com

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://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.

Copyright © 2022 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

선행연구에서는 뇌졸중 환자가 편측의 손상으로 정상인에 비해 보행의 시간적, 공간적 변수에서 비대칭성을 나타내어 효율적인 보행에 어려움을 느낀다고 하였다 [15,16]. 보행은 팔과 다리의 협응이 필요하며, 각 분절의 연속적이고 반복적인 움직임으로 이루어지는 복합적인 동작으로서 이러한 분절들 사이의 협응은 기능적인 보행을 위한 필수적인 요소이기도 하다[14]. 선행연구에서는 뇌경색 및 뇌출혈로 인하여 뇌졸중으로 진단받은 입원 중인 환자 50명을 대상으로 직선 보행을 실시한 대조군과 8자 모양 트랙에서의 보행 훈련을 실시한 실험군으로 나누어 훈련을 적용하여, 정적 및 동적 자세 균형 능력과 보행 능력의 변화를 측정하였는데, 그 결과로 정적 및 동적 균형 능력 측정에 보다 좋은 결과를 얻었고, 또한 일어나 걸어가기 검사와 4 스퀘어 스텝 검사를 통한 보행능력에 있어서도 향상이 있었다고 보고하였다[15].

순환식 과제지향훈련(circular task-oriented program)은 Carr[16]에 의해 처음으로 뇌졸중 환자에게 적용된 훈련으로 일상생활에 유용한 실제적인 기능적 과제들과 운동집단을 형성해서 집단 치료를 진행하는 두 가지 모두의 개념이 효과적으로 제시되는 운동 재학습프로그램이다. 선행연구에서 환자의 삶의 질 변화 및 일상생활활동 능력 향상에 더 효과적으로 보고되었으며, 순환 과제 지향훈련을 시킨 뇌졸중 환자에게 보행 및 균형 능력의 증가를 보고하였다[17,18].

현재 임상에서도 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 개선시키기 위해 과제지향적 순환훈련과 측방보행훈련이 다양하게 시도되고 있다. 하지만 측방으로의 스텝과제를 기본으로 하는 순환훈련에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 측방 스텝 과제를 기본으로 하는 순환훈련이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 어떠한 영향을 미치며, 뇌졸중 기능 회복

을 위한 중재방법으로 효용성을 갖는 지 알아보는 데 그 목적이 있다.

연구 방법

1) 연구대상

본 연구는 창원시에 소재한 H요양병원에 입원중이며 본 연구에 대하여 충분히 환자에게 설명한 뒤에 적극적으로 참여 의사를 밝힌 뇌졸중 환자 24명을 대상으로 실험을 진행하였다. 대상자 선정 기준은 다음과 같다.

- 1) 의학적으로 뇌졸중이나 뇌손상에 의한 편마비 환자로 진단을 받은 후 6개월 이상 경과된 자
- 2) 치료에 영향을 줄 수 있는 정형 외과적, 내과적 질환 및 시야 결손이 없는 자
- 3) 한글판 간이 정신상태 검사 결과 24점 이상인 자
- 4) 연구 목적을 이해하고 실험 참여에 동의한 자
- 5) 치료사의 도움이나 도구의 사용없이 10m이상 보행이 가능한 자로 하였으며, 제외 기준은 1) 보행에 영향을 미치는 정형외과적 질환이나 다른 신경학적 질환이 있는 자 2) 보행 및 균형에 영향을 미치는 약물을 복용하고 있는 자 3) 심혈관, 호흡기, 시각적인 문제가 있는 자 4) 심박 조절기를 착용하거나 소뇌 질환이 있는 자로 하였다. 연구 자료들을 수집하기 전에 실험에 참여하는 모든 대상자들에게 정보를 제공한 후, 연구 참여 동의를 받았다. 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

2) 실험절차

본 연구에 참여한 측방 스텝과제를 기본으로 하는 순환훈련을 시행한 집단(훈련군)과 보존적 물리치료 집단(대조군)은 각각 12명씩 무작위로 분배하였다. 실험군은

Table 1. General characteristics of the subjects (n=24)

	STCT group (n=12)	CP group(n=12)	p
Sex (male/female)	9/3	8/4	
Age (years)	54.5 (13.04)	61.66 (14.09)	0.581
Height (cm)	168.41 (8.73)	164.91 (9.43)	0.353
Weight (kg)	73.25 (14.06)	65.91 (14.08)	0.582
Onset (month)	17.50 (21.69)	14.58 (11.22)	0.544
MMSE-K	26.08 (1.78)	26.66 (1.87)	0.774

The values are presented mean (SD)

STCT: side-step tasks based circular training, CP: conservative physiotherapy, MMSE-K: Mini mental state examination-Korea version

4주 동안 주 3회 측방 스텝과제 순환훈련을 시행하였다. 대조군은 4주 동안 주 3회 마비 측 체중 이동 훈련, 근력 강화 운동과 같은 일반적인 운동치료와 보행훈련을 시행하였다. 중재 전후 환자들의 균형과 보행 기능의 평가는 연구에 참여한 연구 보조원 2명을 통해 이루어졌다.

3) 중재방법

6개의 수행 지점에서 각각의 측방 스텝과제를 완료하는 형태 이루어진 순환훈련 프로그램은 선행연구에서 제안한 내용을 참고하여 본 연구자가 수정 보완하여 고안 하였다(Table 2)(Figure 1)[16-18]. 순환훈련 과제의

구성요소는 1) 서있는 상태에서 측면의 물건을 잡기위해 팔을 뻗어 측방 스텝 하기, 2) 2개의 높이가 다른 의자를 사용에 일어서서 측방으로 이동하여 앉기, 3) 높이가 다른 장애물을 측면으로 넘어가기, 4) 서서 측방으로 다리 들기, 5) 지그재그로 측방 스텝하기, 6) 지그재그로 측방 스텝하며 걷기

6가지 순환훈련 프로그램의 각 수행지점에 치료사와 1:1로 5분간 실행하였으며 총 30분간 훈련하는 것으로 진행하였다. 모든 훈련은 마비측과 비마비측을 교대로 실시하였고, 도움이 필요할 경우 치료사에 의해 제공되며, 훈련 시 불편함을 호소할 경우 휴식을 취하도록 하였다.

Table 2. Side-step tasks based circular training program (STCT)

Steps	Methods
Step 1	Reaching exercise with side-step for an object beyond the arm length through side-step
Step 2	Up and side-step exercise using chairs with uneven heights
Step 3	Jump exercise over bricks with uneven heights
Step 4	Side leg raise exercise
Step 5	Side-step shift exercise using out-toed track
Step 6	Side-step gait exercise using out-toed track



Figure 1. Side-step tasks based circular training program (from step 1 to step 6)

4) 측정도구

(1) 일어나 걷기 검사

일어나 걷기 검사(TUG, Timed up and go test)는 기능적 이동성과 동적 균형을 검사하는 방법으로, 높이 50cm의 의자에서 일어나서 3m를 걸어간 후 방향을 전환하여 돌아와 앉을 때까지의 시간을 측정한다[19]. 측정자 내 신뢰도 $r = .99$ 이고, 측정자 간 신뢰도 $r = .98$ 이다.

(2) 버그 균형 척도

버그 균형 척도(BBS, Berg balance scale)는 Berg 등[20]에 의해서 개발되어 일상생활에서 일반적으로 수행되는 기능적인 과제들인 앉기, 서기, 자세 변화 등의 3개의 영역에서 14개의 항목으로 구성되어, 각 항목 당 최소 0점에서 최고 4점을 적용하여 총 56점을 만점으로 한다. 도구의 검사자 내 신뢰도 $r = .99$ 와 검사자 간 신뢰도 $r = .98$ 로 보고되었다.

(3) 보행분석

본 연구에서는 대상자의 보행 측정을 위해 무선 관성 감지 장치(BTS G-WALK, BTS Bioengineering S.p.A, Italy)를 사용하였다(Figure. 2). 무선 관성 감지 장치는 가속도계와 자이로스코프를 내장하여, x축, y축, z축의 체중심 가속도 변화의 특성을 이용하여 시간-거리 보행 변수를 측정한다. 본 장치의 시간-거리 변수의 측정에 대한 속도, 한걸음길이(stride length) 측정 시 뇌졸중 환자의 보행속도에 대해 신뢰도 급내상관계수 $r = .98$ 을 나타내었고 분속수에 대해 $r = .99$ 의 신뢰도를 나타내었다[21].

무선 관성 감지 장치의 G-sensor를 전용 벨크로에 넣고 대상자에게 부착하여 착용시키고, 대상자가 보행하는 동안 시간-거리에 대한 데이터가 무선으로 블루투스 시스템을 통해 컴퓨터에 전달되어, G-studio Software (BTS Bioengineering S.p.A, Italy)를 통해 질량중심(center of mass)에 대한 값을 환산하여 시간-거리 보행 변수에 대한 데이터가 도출된다[22-23]. 본 연구에서는 보행속도와 한걸음길이를 보행 변수로 사용하였다.

5) 자료분석

본 연구에서 수집된 자료에 대한 통계 분석은 SPSS ver. 21 프로그램 (SPSS Inc., hicago, IL, USA)을 사용하였다. 두 집단 간의 일반적인 특성을 비교하기 위해 독립표본 t 검정(independent t-test)을 사용하였고, 각 집단 내 균형과 보행 변수들의 전후 비교를 위해 대응표본 t 검정(paired t-test), 균형과 보행 변수들의 전후 차이 값 비교를 위해 독립표본 t 검정(independent t-test)을 사용하였다. 통계학적 유의수준은 α 는 0.05로 정하였다.

연구결과

스텝과제 기반 순환훈련군(훈련군)에서 실험 전후 10m 보행속도, 마비측 한걸음길이, 비마비측 한걸음길이, BBS, TUG검사에서 모두 유의한 차이가 나타났고($p < 0.05$), 보존적 물리치료군(대조군)에서는 실험 전후 10m 보행속도와 TUG 검사에서 유의한 차이가 나타났다($p < 0.05$). 훈련군과 대조군의 실험 전후 균형과 보행



Figure 2. Gait analyzer

Table 3. Comparison of balance and gait variables between groups

		STCT group (n = 12)	CP group (n = 12)
10MWT (sec)	Pre	7.33 (2.99)	4.81 (2.44)
	Post	8.32 (3.58)*	5.23 (2.77)*
	Post-pre (Difference)	0.99 (1.07)	0.41 (0.55)
Stride length of affected side (cm)	Pre	9.15 (2.05)	8.20 (3.22)
	Post	9.7 (2.39)*	8.36 (3.15)
	Post-pre (Difference)	0.55 (0.80)	0.15 (0.81)
Stride length of non-affected side (cm)	Pre	8.98 (2.08)	8.25 (3.26)
	Post	10.06 (2.77)*	8.43 (3.13)
	Post-pre (Difference)	1.08 (1.14)	0.18 (0.73)
BBS (point)	Pre	46.08 (4.92)	38.83 (6.72)
	Post	48.16 (5.21)*	38.75 (6.59)
	Post-pre (Difference)	2.08 (1.92)*	-0.08 (1.62)
TUG (sec)	Pre	18.81 (4.26)	29.49 (24.06)
	Post	17.75 (4.39)*	28.8 (24.37)*
	Post-pre (Difference)	1.03 (0.67)	0.66 (0.82)

The values are presented mean (SD)

*p < 0.05

STCT: side-step tasks based circular training, CP: conservative physiotherapy, 10MWT: 10m walking test, BBS: Berg balance scale, TUG: Timed up and go test.

변수들 간의 평균 차이 값 비교에서 BBS에서 만 유의한 차이가 나타났다(p < 0.05)(Table 3).

고찰

뇌졸중 환자의 약화된 기능과 자신감의 회복을 통한 신체활동의 증가를 유도하기 위해 일상생활에서 흔히 쓰이는 실제적인 과제들이 재활에서 중재되고 있다. 이러한 중재는 퇴원 후 환자들의 환경적 혼란을 줄여서 일상생활 환경으로 빠르게 복귀시키고 자신감 회복을 통한 독립성을 길러주며, 환자의 삶의 질을 증진시키는 데 효과적이라는 보고가 있다[24-28]. 이러한 선행연구 결과를 토대로 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 측방 스텝과제 기반 순환훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 능력에 미치는 영향에 대해 알아보려고 하였다.

본 연구 결과 뇌졸중 환자를 대상으로 스텝과제 기반 순환훈련 프로그램을 적용한 집단에서 마비측 한걸음길이, 비마비측 한걸음길이, 10m 보행속도에서 유의한 증가를 나타냈으며, 보존적 물리치료를 적용한 집단에서

도 10m 보행속도에서 유의한 증가를 나타냈다. 이는 뇌졸중 환자 스스로 수행할 수 있는 고강도 순환과제훈련 형태의 프로그램의 실시를 통해 10m 보행속도가 개선되었다고 보고한 기존 연구의 결과[29]와 유사하지만 기존 연구의 순환훈련 프로그램에는 전문가가 개입되어 있지 않아 10m 보행속도에서 만 변화가 나타났다고 생각한다. 본 연구의 중재 과정에서는 6 종류의 스텝 기반 순환훈련 프로그램에 전문가가 직접 참여함으로써 환자에게 보다 정확한 운동 지도를 제공하였다. 본 연구 결과는 Fujisawa와 Takeda[10] 뇌졸중 환자에게 측방 보행훈련을 시행한 결과 보행속도, 한걸음길이, 균형능력이 향상되었다고 보고하였고, Kim과 Kim[33]은 측방 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행속도, 마비측 체중 지지 시간, 한걸음길이를 증가 시킨다는 선행연구 결과와 유사하다. 이는 뇌졸중 환자를 대상으로 관상면에서의 측방으로의 보행 및 스텝 훈련이 보행능력 개선에 유의미한 효과를 제공한다는 사실을 증명한다. Balasubramanian 등[9]은 뇌졸중 환자의 보행능력을 개선하기 위해 마비측 다리의 강하고 목표 지향적인 훈련 자극이 과제 목적이나 환경적 요구에 맞게 제공되어야 하며 보행에서

의 적응을 요구하는 과제를 사용해야 한다고 주장하였다. 본 연구에서 스텝과제 기반 순환훈련 중재 후에 실험 전후 모든 보행 변수에서 유의미한 개선을 나타냈으나 대조군과의 차이 값 비교에서는 일부 변수에서 유의한 차이가 나타났다. 이는 본 연구의 순환훈련의 요소가 주로 측방으로의 스텝을 위한 과제들로 구성되어 있어 보행요소의 측면을 더 투입하지 못한 이유 때문이라 사료된다.

Park 등[31]은 뇌졸중 환자에게 적용한 과제 중심의 순환 보행 훈련이 뇌졸중 환자의 BBS와 TUG에서의 균형 능력선과 ABC (Activity-specific Balance Confidence)의 균형 자신감 척도에서 의미 있는 개선을 나타냈다고 하였으며, Song 등[32]은 뇌졸중환자에게 과제 중심의 서킷 훈련을 적용한 결과 보행속도에서 의미 있는 개선을 보고하였다. Nonnekes 등[33]은 측방 보행훈련은 뇌졸중 환자의 관상면에서 균형 장애를 치료하는데 유용하고, 측방 보행거리가 증가하면 한발서기시간이 증가하여 TUG, BBS 등 균형능력 향상에 도움을 주며, 보행시 이중과제를 성취하기 위한 균형능력을 보장한다고 하였다. 기존 연구와 마찬가지로 본 연구의 측방 스텝과제 기반 순환훈련 에서 TUG, BBS 항목에서 의미 있는 개선을 나타냈는데 이는 관상면에서 제공된 측방 스텝 훈련의 효과와 순환훈련 효과가 결합되어 나타난 효과일 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점은 대상자의 수가 적어서 결과에 대한 해석을 일반화 하기 어렵고, 환자 개개인의 동기부여에 따라 측정값이 변할 수 있었으며 반복 측정으로 인한 학습 효과 또한 완전히 배제 할 수 없었다. 또한, 연구 시간 이외의 치료시간에 대해 통제, 개개인의 운동 시간 또한 결과에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

결론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 측방 스텝과제 기반 순환훈련 프로그램을 중재로 적용하여 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 뇌졸중 환자의 동적 균형에서의 기능향상과 보행에서의 시공간적 변수에서 의미 있는 개선을 보였다.

따라서 측방 균형 및 보행의 요소를 포함하는 측방 스텝과제 기반 순환훈련은 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 향상시키는 효과적인 중재 방법이라 생각한다. 본 연구의 중재 방법이 임상에서 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력을 향상시키는 데 의미 있게 활용될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

1. Perry J, Garrett M, Gronley JK, Mulroy SJ. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*. 1995;266:982-9.
2. Brown AD, Goldacre MJ, Hicks N, Rourke JT, McMurtry RY, Brown JD. Hospitalization for ambulatory care-sensitive conditions: a method for comparative access and quality studies using routinely collected statistics. *Canadian J public health*. 2001;922:155-9.
3. Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, Hicks RR. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without bio-feedback/forceplate training. *Phys Ther*. 2001;814:995-1005.
4. Park J, Kim T. The effects of balance and gait function on quality of life of stroke patients. *NeuroRehabilitation*. 2019;44(1):37-41.
5. Chen Y, Abel KT, Janecek JT, Y, Zheng K, Cramer SC. Home-based technologies for stroke rehabilitation: A systematic review. *Int J Med Inf*. 2019;123:11-22.
6. Lee BS, Sim JG, Jung SD, Yoon JW. Effect of goal-directed lateral gait training on balance and gait in chronic stroke patients. *PNF and Movement*. 2018;16(1):93-103.
7. Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, Vicaut E, Eisenfisz M, Huy PTB. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;852:268-73.
8. Stinear CM, Lang CE, Zeiler S, Byblow WD. Advances and challenges in stroke rehabilitation. *The Lancet Neurology*. 2020;19(4):348-360.
9. Balasubramanian CK, Clark DJ, Fox EJ. Walking adaptability after a stroke and its assessment in clinical settings. *Stroke research and treatment*. 2014;2014.
10. Fujisawa H, Takeda R. A new clinical test of dynamic standing balance in the frontal plane: the side-step test. *Clin Rehabil*. 2006;204:340-6.
11. Kim I, Jeon S, Lee G, An B. Effects on balance and gait for chronic stroke patients with side walking training. *J The Korean Society of Integrative Med*. 2013;11:1-9

12. Hesse S, Reiter F, Jahnke M, Dawson M, Sarkodie-Gyan T, Mauritz K-H. Asymmetry of gait initiation in hemiparetic stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;787:719-24
13. Kim JH. Effect of virtual reality program on balance, gait and brain activation in stroke patients. Daegu University; 2005.
14. Roerdink M, Lamoth CJ, Kwakkel G, Van Wieringen PC, Beek PJ. Gait coordination after stroke: benefits of acoustically paced treadmill walking. *Phys Ther*. 2007;878:1009-22
15. Kim MG, Kim JH, Park JW. The effect of direction change training using figure 8 track on balance and gait in stroke patients. *J Korean Phys Ther Association*. 2012;242:143-50.
16. Carr JH, Shepherd RB, Nordholm L, Lynne D. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. *Phys Ther*. 1985;652:175-80.
17. Park HS. Effect of group rotation task-oriented training on functional independence and quality of life of stroke patients. Dankook University; 2005.
18. Kim BG. Effects of a circular task-oriented program and imagination exercise on balance and gait in stroke patients. Yong In University; 2010.
19. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J American geriatrics Society*. 1991;392:142-8.
20. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams J. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scandinavian J Rehabil Med*. 1995;271:27-36.
21. Zago M, Sforza C, Pacifici I, Cimolin V, Camerota F, Celletti C, et al. Gait evaluation using inertial measurement units in subjects with Parkinson's disease. *J Electromyography and Kinesiology*. 2018;42:44-8.
22. De Ridder R, Lebleu J, Willems T, De Blaiser C, Detrembleur C, Roosen P. Concurrent validity of a commercial wireless trunk triaxial accelerometer system for gait analysis. *J sport rehabil*. 2019;286.
23. Dobkin BH, Xu X, Batalin M, Thomas S, Kaiser W. Reliability and validity of bilateral ankle accelerometer algorithms for activity recognition and walking speed after stroke. *Stroke*. 2011;428:2246-50.
24. Moon Y-S, Kim S-J, Kim H-C, Won M-H, Kim D-H. Correlates of quality of life after stroke. *J Neurol Sci*. 2004;2241-2:37-41.
25. Ramos-Lima MJM, Brasileiro IdC, Lima TLd, et al. Quality of life after stroke: Impact of clinical and sociodemographic factors. *Clinics*. 2018;73.
26. Tsalta-Mladenov M, Andonova S. Health-related quality of life after ischemic stroke: Impact of sociodemographic and clinical factors. *Neurol Res*. 2021;43(7):553-561.
27. Risi S, Lord C, Gotham K, Corsello C, Chrysler C, Szatmari P, et al. Combining information from multiple sources in the diagnosis of autism spectrum disorders. *J American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*. 2006;459:1094-103.
28. Salbach N, Mayo N, Wood-Dauphinee S, Hanley J, Richards C, Cote R. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2004;185:509-19.
29. Kim S-j, Cho H-y, Kim YL, Lee S-m. Effects of stationary cycling exercise on the balance and gait abilities of chronic stroke patients. *J Physical Therapy Sci*. 2015;2711:3529-31
30. Kim T-W, Kim Y-W. Effects of visual cue deprivation during sideways treadmill training on balance and walking in stroke patients. *Phys Ther Korea*. 2014;211:20-8.
31. Park S, Kim S, Yoon TY, et al. Effects of circular gait training on balance, balance confidence in patients with stroke: A pilot study. *Journal of Physical Therapy Science*. 2018;30(5):685-8.
32. Song HS, Kim JY, Park SD. Effect of the class and individual applications of task-oriented circuit training on gait ability in patients with chronic stroke. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(1):187-9.
33. Nonnekes JH, Talelli P, de Niet M, Reynolds RF, Weerdesteyn V, Day BL. Deficits underlying impaired visually triggered step adjustments in mildly affected stroke patients. *NeuroRehabil neural repair*. 2010;244:393-400.