

## 과제-지향 순회 훈련이 뇌졸중 장애인의 이동 능력에 미치는 효과

김 수 민

울산과학대학교 물리치료과

### Effects of Task-Oriented Circuit Class Training on Improves Performance of Locomotor in Disabled Persons after Stroke

Soo-Min Kim

*Dept. Physical Therapy, Ulsan Science College*

<Abstract>

**Purpose** : The purpose of this study was to identify the effects of circuit class training on the performance of locomotor tasks in chronic stroke.

**Methods** : The study included 45 patients with chronic stroke randomly divided into experimental group and control group. Both groups participated in exercise classes three times a week for 8 weeks. The experimental group had 10 workstation of circuit class designed to improve walking. The control group practiced fitness exercises by equipment in health center. Walking performance was assessed by measuring walking speed (timed 10-meter walk and TUG), GAITRite analysis and peak vertical ground reaction force through the affected foot during walking.

**Results** : The experimental group demonstrated significant improvement ( $p < .05$ ) compared with the control group in 10-meter walking and vertical ground reaction force after training. The experimental group showed significant improvements in the walking velocity and cadence by GAITRite system ( $p < .05$ ).

**Conclusion** : Task-oriented circuit class training leads to improvements in locomotor function in chronic stroke. Further studies are necessary to occur in usual environments to improve walking performance.

---

**Key Words** : Locomotor tasks, Circuit training, Walking speed

### I. 서 론

뇌졸중은 신체적 손상(impairment)과 더불어 오랜  
기간 동안 장애(disability)가 남게 되는 대표적 질환

---

교신저자 : 김수민, E-mail: smkim@mail.uc.ac.kr

논문접수일 : 2011년 10월 04일 / 수정접수일 : 2011년 11월 15일 / 게재승인일 : 2011년 11월 23일

으로 뇌졸중 후 영구적인 신체장애가 남는 경우도 환자의 50~65% 정도에 달한다(Dean 등, 2000; Dokin, 2005). 발병 초기 환자의 활동을 제한하는 가장 큰 원인은 보행능력의 부재라고 할 수 있다(Wevers 등, 2009). 이러한 보행능력 감소는 지역사회 참여를 어렵게 하는 요인으로 횡단보도 보행이나 사람들의 이동이 많은 공공장소를 출입할 수 있어야 하는데 많은 뇌졸중 환자들은 이러한 보행을 기피하게 된다(Perry 등, 1995; Whittall 등, 2000). 퇴원 후 또는 물리치료를 중단한 이후 활동과 운동의 부재는 뇌졸중 환자 관리의 큰 문제점이 될 수 있다. 이는 사회적·심리적 위축과 신체적 장애를 악화시키므로 기능적 독립 수준을 유지할 수 없거나 삶의 질을 감소시킨다. 특히, 고령 환자일수록 활동 범위가 주거 공간 내로 한정되거나 의존적인 삶의 형태로 변화되기 쉽다. 그러므로 환자들의 보행능력을 향상시키고 나아가 지역사회 참여를 안전하게 할 수 있는 물리치료 중재 프로그램 적용은 임상실무에서 중요한 비중을 차지하고 있다(Latham 등, 2005).

최근 보행능력 개선을 위한 중재 프로그램 적용에 실제 환경과 유사한 과제지향적 보행훈련을 제안하고 있다. 이는 환자들을 실제 환경에 적용할 기회를 제공할 뿐만 아니라 제한된 실내 환경에서 훈련효과를 기대할 수 있다. Eng 등(2003)과 여러 연구자들은 보행과제 훈련을 할 수 있는 기회를 제공하기 위해 여러 개의 작업대를 연속적으로 배치하여 순회하도록 조직화하였다(Salbach 등, 2004; Mead 등, 2007; Port 등, 2009). 과제지향적 보행훈련 프로그램의 내용은 여러 방향으로 걷기, 다양한 지지기저면 보행, 장애물, 경사로 및 계단 보행 등이 포함 순회 운동 프로그램은 그들이 지역사회 환경에 잘 적응할 수 있도록 보행의 양질적 개선에 효과적이라고 하였다(Mudge 등, 2009).

Salbach 등(2004)은 과제지향적 보행훈련이 일반적인 훈련보다 보행수행 능력 향상에 더 효과적이라고 하였고, 보행과 관련된 과제를 포함하는 과제지향적 훈련의 효과와 효능의 근거를 여러 연구에서 제시하고 있다(Wevers 등, 2009). 보행 수행능력 향상의 척도로 속도와 지구력에 대해 평가하여 왔고, 이러한 평가 척도들은 환자들의 실제 생활과 관

련된 보행 수행 능력을 평가하기 어려움을 보완하는 방법으로 보행능력 향상에 중요한 의미를 가진다(Taylor 등, 2006). 뇌졸중 환자들이 지역사회에서 성공적인 보행을 할 수 있도록 실제와 같은 복잡한 환경적 과제를 반영할 수 있도록 보행 훈련이 고안되어야 한다. 앞으로 지역사회 보행을 안전하게 수행할 수 있는 전략적인 치료 프로그램에 대한 연구가 더 필요하다.

본 연구는 치료적 중재에서 환자의 실제 지역사회 보행 능력이 향상될 수 있도록 과제-지향 보행 훈련프로그램을 설계하여 10개 작업대를 순회하면서 훈련할 수 있도록 하였고, 점진적으로 신체 이동 범위와 환경적 변화를 시도 사이에 가변성을 주어 적용하였다. 보행 수행 능력 향상을 위해 과제의 속성과 환경적 맥락에 변화를 주어 적용한 과제-지향 보행 순회훈련의 효과를 알아보려고 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

연구대상자는 ○○광역시 ○○보건소에 등록된 뇌졸중 장애인 중 본 프로그램에 신청한 45명을 무작위로 실험군 25명과 대조군 20명으로 나누어 선정하였다. 본 연구에 참여 대상자는 뇌졸중 발병 후 2년 이상 경과한 만성 뇌졸중 장애인으로 8주 동안 주당 3회씩 훈련프로그램에 참여가 가능하고 자발적으로 동의한 대상자로 하였다. 불안정한 고혈압 및 심혈관 질환자와 보행보조기구 사용 유무에 관계없이 10 m 걷기와 TUG 검사가 가능하지 않은 대상자는 제외하였다(Dean 등, 2000). 대상자 중에서 10명은 건강상의 이유와 개인 사정으로 불참율이 높아서 통계 처리에 포함하지 않았다.

### 2. 연구 설계 및 중재 적용

실험군에 제공된 과제지향 순회훈련프로그램은 선행 연구에서 설계된 내용을 본 연구의 취지에 맞게 수정하여 순회운동을 할 수 있도록 설계한 10개 작업대를 배치하였다(Dean 등, 2000; ENG 등, 2003;

Table 1. Content and Progressions of Circuit Exercise Program

Workstation(10)	Progressions
Self sway	different directions, increasing amplitude
Sit to stand	increase speed, decrease seat height
Standing balance	alternate feet position, various unstable surface
Step up and down	start with low step, increasing height
Stepping	different directions onto blocks of various heights
Heel lift	progress speed, progress to jumps
Tandem stance	progress to arms crossed
Timed Up and Go	increasing speed and repetition
Walking	walking over various surfaces and obstacles
Walking	walking over slopes and narrow surfaces
Stair case	progress speed, increasing height
Kicking activity	different directions, different ball size

Mudge 등, 2009). 과제는 점진적으로 신체 이동 범위와 환경적 변화를 시도 사이에 가변성을 주어 적용하였고, 단순과제에서 점진적으로 복합과제 옮겨가도록 배치, 바닥은 안정된 바닥에서 시작하여 점차 불안정한 기저면을 다양한 폼매트와 균형판 등을 제공하였다. 과제지향 순회훈련프로그램 구성은 Table 1에 제시하였고, 중재 진행 전에 가벼운 스트레칭을 포함한 준비운동과 중재 후 마무리 운동을 하였다. 각 작업대에서 이동 시간을 포함하여 3분간 적용하고 다음 작업대로 이동하게 하였다(Table 1). 대조군은 보건소 기능훈련실에서 배치된 기구를 이용하여 피트니스 훈련을 제공하였다.

각 그룹의 운동 프로그램은 매주 3회 8주간 실시하였으며, 매회 운동은 중간에 휴식시간을 제외하고 전체 60분간 적용하였다. 결과측정은 실험 전과 실험 후에 실시하였다.

### 3. 측정방법 및 도구

#### 1) 기능적 보행 평가

(1) 10 m 걷기 검사(sec) : 보행속도와 수행능력을 평가하는 검사방법( $r=.97$ )으로 13 m의 거리 중 출발과 도착지점을 제외한 중간 10 m 거리를 가능한 빠른 속도로 걷는 시간을 측정하였다(Duncan 등, 2003).

(2) Timed Up and Go(TUG) 검사 : 동적 균형,

기능적인 운동성과 이동능력을 평가할 수 있는 방법으로 측정자내, 측정자간 신뢰도( $r=.98\sim.99$ )는 높은 수준을 나타낸다. TUG검사는 팔걸이가 있는 의자에 앉은 상태에서 실험자의 출발신호에 따라 일어나 2.44 m 거리에 있는 표적을 돌아 다시 의자에 앉는 시간을 측정하였다(Rikli와 Jones, 2001).

#### 2) 보행 분석기 평가

보행분석기(GAITrite Electronic walkway, 미국)를 사용하여 시·공간적 보행변수를 분석하기 위한 설계로 크기 483×90 cm 매트리스 형식의 전자식 보행 판에 13,824개의 감지센스가 수직으로 배열되어 있는 보행로와 컴퓨터를 연결하는 커넥터로 구성되어 피검자가 보행로를 자유 속도로 보행할 때 피검자의 발바닥 부하를 컴퓨터로 보내게 된다.

수집된 정보에서 보행변수(양하지 지지기, 보행속도, 분당 걸음수)를 측정하여 분석하였다.

#### 3) 족저압의 수직 지면반발력 측정

동적 걷기에서 수직 지면반발력을 측정하기 위해 Emed/AT system(Novelgmbh, 독일)인 족압측정기를 사용하였다. Emed/AT의 압력 감지기는 2개/cm<sup>2</sup>로 전체 1377개로 구성되어 있으며, 압력 역치는 10kPa 이다 자료 수집율은 400Hz이며, 최대압력, 최대힘, 발의 면적 그리고 압력중심의 이동과정을 시간대별

로 제공한다.

마비가 동반된 하지의 족저압력을 측정하기 위하여 입각기를 거칠 수 있도록 검사기기의 전방 3 m에서 선호하는 일반 보행 속도로 걸어와 검사기를 밟고 지나가는 동안 컴퓨터로 전송된 자료를 분석하였다. 보행동안 발기 입각기의 최대 힘(N)인 수직지면반발력을 % 체중으로 환산하여 나타내었다.

4. 자료 분석

수집된 자료의 결과는 Windows SPSS 12.0 version을 사용하여 분석하였다. 대상자의 일반적 특성은 기술통계로 하였고, 측정결과를 통해 나온 각 변인들의 비교 분석을 위해 실험군과 대조군의 치료 전 그리고 치료 후 결과를 비교하기 위해 각각 대응

t-test를 실시하였고, 치료 후 군 간의 비교는 독립 t-test를 실시하였다. 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 특성 비교

본 연구에 참여한 대상자는 뇌졸중 장애인 35명으로 실험군 22명과 대조군 13명으로, 출석률이 저조한 경우와 최종 평가에 참여하지 못한 대상자의 탈락률은 실험군 12%, 대조군 35%였다. 대조군의 경우 참여 동기부여가 제한된 결과로 보여진다.

각 군의 일반적인 특성과 군 간의 동질성을 분석한 결과에서 모든 항목이 동질하였다( $p>.05$ ), Table 2.

Table 2. General characteristics of subjects

Variable	(N=35)	
	EG(N=22) Mean±SD	CG(N=13) Mean±SD
Gender (male/female)	17(77.3%)/5(22.7%)	8(53.3%)/7(46.7%)
Age (yrs)	61.73±7.97	62.40±6.43
Height (cm)	164.59±6.81	160.80±7.05
Weight (kg)	64.83±7.46	61.60±9.92
Time since stroke (months)	79.00±45.65	84.80±36.38
Type of stroke (hemorrhage/infarction)	7(31.8%)/15(68.2%)	8(53.3%)/7(46.7%)
Affected side (Rt/Lt)	14(63.6%)/8(36.4%)	11(73.3%)/4(26.7%)

EG: Experiment group  
CG: Control group

Table 3. Comparison of functional walking speed between experimental and control groups

Variables	EG (n=22)	CG (n=15)	t	p
TUG test (sec)				
Pre-treatment	16.65±4.20	16.58±8.42	.03	.97
Post-treatment	15.50±5.34	15.63±7.73	-.63	.95
p	.15	.41		
10m walk velocity(sec)				
Pre-treatment	15.81±5.06	15.76±7.56	.02	.98
Post-treatment	14.46±4.39	15.37±7.09	-.48	.63
p	.01*	.65		

\* Statistically significant at the level of  $p<.05$

## 2. 기능적 보행속력 평가

기능적 보행 능력 평가인 TUG와 10 m 걷기 검사의 각 그룹의 치료 전후 변화 양상은 다음과 같다(Table 3). TUG 검사는 치료 후 실험군과 대조군 모두 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다( $p>.05$ ).

10 m 걷기 검사는 치료 후 실험군에서 1.35 감소하여 보행속도가 9% 향상되었고( $p<.05$ ), 대조군에서는 0.39 감소하여 보행속도가 2.5% 향상된 것으로 나타났다( $p>.05$ ), 두 군간 통계학적으로 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ).

## 3. 보행분석기를 통한 보행 평가

보행분석기를 통한 보행 평가는 양하지 지지기

(double limb support; %), 보행속도(velocity; cm/sec) 그리고 분당 걸음 수(cadence; step/min)를 분석하였다(Table 4).

보행주기 동안 양 발이 지면에 닿는 시기를 나타내는 양하지 지지기는 정상인에 비해 뇌졸중 장애인들은 비율이 증가하였으며, 치료 후 실험군과 대조군 모두 통계적으로 유의한 변화를 보이지 않았다( $p>.05$ ). 보행속도는 치료 후 실험군에서 17.80% 향상되어 대조군의 보행속도 변화와는 큰 차이를 보였다( $p<.05$ ). 분당 걸음 수는 치료 후 실험군에서 10.59% 증가되어, 대조군의 분당 걸음 수 변화와는 큰 차이를 보였다( $p<.05$ ), 보행속도와 분당 걸음수에서 실험군이 대조군보다 통계학적으로 유의한 변화를 나타내었다( $p>.05$ ).

## 4. 족저압의 수직 지면반발력 평가

Table 4. Comparison of walking parameter between experimental and control groups

Variables	EG (n=22)	CG (n=15)	t	p
Double limb support(%)				
Pre-treatment	37.63±8.46	41.46±11.14	-1.42	.17
Post-treatment	36.50±9.93	41.29±10.37	-1.19	.24
p	.48	.88		
Velocity(cm/sec)				
Pre-treatment	48.18±16.33	45.81±18.41	1.68	.10
Post-treatment	56.77±21.88	45.44±16.60	.41	.68
p	.01*	.91		
Cadence(step/min)				
Pre-treatment	82.46±18.78	81.64±17.09	1.42	.17
Post-treatment	91.20±18.38	82.09±20.29	.14	.89
p	.01*	.85		

\* Statistically significant at the level of  $p<.05$

Table 5. Comparison of vertical ground reaction force between experimental and control groups

Variables	EG (n=22)	CG (n=15)	t	p
VGRF(%body weight)				
Pre-treatment	101.64±9.33	102.07±9.32	-.14	.89
Post-treatment	104.18±7.13	104.07±10.63	.04	.97
p	.07	.54		

VGRF: vertical ground reaction force

동적 보행을 하는 동안 족저압 측정의 수직 지면 반발력 변화를 나타내었다(Table 5). 보행의 말기 입각기에서 수직 지면반발력 변화는 치료 후 보행속도가 향상된 결과로 실험군에서 101.64%/체중에서 104.18%/체중으로 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $p>.05$ ).

#### IV. 고 찰

뇌졸중 장애인 중에서 소수의 사람들만이 지역사회에서 성공적인 보행이 가능하므로 뇌졸중 후 독립적인 보행능력 회복은 환자들뿐만 아니라 물리치료사들에게도 가장 중요한 치료적 목표이다(Perry, 1995). 지역사회 보행이 어려운 만성 뇌졸중 장애인들의 환경적 상황을 고려하여 쉽게 적용할 수 있도록 고안된 과제지향적 보행 훈련프로그램 적용이 필요하다(Macko, 2001). 기능적 보행 향상을 위한 보행 훈련 프로그램의 내용은 여러 방향으로 걷기, 다양한 지지기저면 보행, 장애물, 경사로, 계단 보행 등이 포함된다(Dean 등, 2000; ENG 등, 2003; Mudge 등, 2009). 선행 연구에서는 과제 훈련을 할 수 있는 기회를 제공하기 위해 작업대를 연속적으로 배치하여 순회하면서 훈련할 수 있도록 구성하였고, 작업대의 수는 10개의 작업대 배치를 가장 선호하였다(Dean 등, 2000; Salbach 등, 2004). 작업대의 수와 배치의 순서는 중재 목적에 맞게 다양하게 설계할 수 있다(Carr와 Shepherd, 2010).

본 연구의 과제 지향적 보행훈련의 내용 구성은 10개 작업대를 순회하면서 훈련할 수 있도록 하였고, 보행과제의 속성에 기반을 둔 진행과 환경적 맥락의 가변성을 다양하게 제공하였다 이는 선행 연구의 프로그램들과 중재 진행에서 차별화된 점진적 변화를 제공하였다.

선행 연구의 중재 기간을 살펴보면 4주 동안 적용이 가장 많았으며, 실시 횟수는 한 주에 3회, 적용 시간은 60분으로 모두 유사하였다(Wevers 등 2009). 이들 연구에서는 중재기간이 중재결과에 영향을 미치는 것으로 보고하였는데 이는 보행 수행능력 개선을 위해서 훈련기간을 향상시키는 것이 필요하다고 할 수 있다. 본 연구는 뇌졸중 환자들의 체력과

여건을 고려하여 중재기간을 8주간 실시하였고, 한 주에 3회씩 60분간 적용하여 보행속도와 지구력 등 보행 능력 개선에 중재효과를 보고자 하였다.

과제지향적 보행훈련 적용 후 기능적 보행능력에 대한 평가를 위해 보행속도와 보행거리를 측정하여 왔다. 보행속도는 일정한 거리를 걷는데 소요되는 시간은 측정하여 시간(초)당 이동거리를 환산하여 나타내었고, TUG 검사는 민첩성을 요구하는 다양한 기능적인 활동에 필요한 이동능력 평가하는데 사용하였다(Rikli와 Jones, 2001; Salbach 등, 2004; Mead 등, 2007). Dean 등(2000)과 Salbach 등(2004)은 보행수행능력 향상을 나타내는 척도인 보행거리와 속도를 평가하기 위해 일정한 거리 걷기와 TUG 검사를 통해 과제지향적 보행군에서 대조군보다 유의하게 보행 수행능력 향상을 보고하였다.

본 연구에서도 과제지향적 보행 순회훈련을 적용한 후 10 m 걷기와 TUG 검사를 실시하여 보행속도가 향상된 결과를 보였고, 10 m 걷기에서는 실험군에서 중재적용 후 유의하게 보행속도의 증가를 나타내었다. 많은 선행연구에서도 중재 후 보행속도 향상을 보고하였다(Mead 등, 2007; Port 등, 2009).

뇌졸중 환자의 보행수행능력 평가에서 시·공간적 보행 특성을 이용한 분석방법을 통해 보행특성을 좀 더 구체적으로 알아볼 수 있다. Bowen 등(2001)은 GaitMatII를 이용하여 보행속도, 양하지 지지 시간을 측정 비교하였고, Titianova 등(2003)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 GAITRite를 이용하여 뇌졸중 환자와 건강인의 보행 속도와 기능적 보행지수를 측정하여 비교 분석하였다. 본 연구는 시·공간적 보행특성의 분석에 GAITRite를 사용하여 양하지 지지, 보행속도와 분당 걸음 수를 측정하였고, 실험군에서 치료 후 보행속도와 분당 걸음 수가 향상되어 대조군과 유의한 차이를 나타내었다.

뇌졸중 환자의 보행수행력을 평가하는 다른 방법으로 보행을 수행하는 동안 마비측 하지 지지하고 있을 때 지면에 수직으로 적용되는 힘인 수직 지면반발력을 측정하였다. 뇌졸중 환자는 족저압이 정상인에 비해 낮게 나타나고 이는 추진력을 감소시켜 보행속도를 저하시키는 원인이 된다. Dean 등(2000)은 과제지향적 순회 보행프로그램 적용 후 마

비측 하지의 지면반발력이 유의하게 향상되었다고 보고하였고, 본 연구에서도 훈련 후 걷기에서 수직 지면반발력이 증가는 보행속도 향상에 기인하는 것으로 보여진다.

Green 등(2002)은 만성뇌졸중 환자의 운동기능 향상에 대한 치료적 효과를 보행속도 변화로 제시하였고, Hsu 등(2003)은 건강한 노인과 뇌졸중 환자의 보행을 비교한 결과 보행 속도와 보행의 대칭성에서 유의한 차이가 나타난다고 보고하였다. Eng 등(2003)의 연구에 의하면 보행 순회훈련을 적용한 군에서 보행거리 및 보행 속도는 유의하게 향상되었으나 장시간 추적검사에서 수행능력이 유지되지 않아 보행거리와 속도가 감소하여 치료를 중단한 시간이 길어질수록 보행과 관련된 기능들은 저하되었다고 보고하였다. Mudge 등(2009)의 연구에서도 치료 후 보행속도에서 변화를 보였지만 훈련 종료 후 추적검사에서 보행속도가 유지되지 않았고, 대조군의 감소는 더욱 크게 나타났다. 훈련기간이나 개인의 건강상태 등 여러 변수들이 보행 수행능력에 영향을 미칠 수 있는 요인이 된다(Wevers 등, 2009).

그러므로 뇌졸중 환자의 보행속도를 향상시키는 과제 지향적 보행 훈련뿐만 아니라 훈련 종료 후에도 보행 수행능력이 유지되도록 지역사회 참여 기회를 제공하는 것이 필요하다.

## V. 결 론

본 연구는 과제 지향 보행훈련을 위한 보행관련 과제로 구성된 10개 작업대를 순회하면서 훈련할 수 있도록 설계하였고, 보행과제의 속성에 기반을 둔 진행과 환경적 맥락의 가변성을 다양하게 제공하였다 이는 선행 연구의 프로그램들과 중재 진행에서 차별화된 점진적 변화를 제공한 결과 과제지향 순회훈련은 보행속도와 보행동안 수직 지면반발력이 개선되어 보행수행능력 향상에 효과적이라고 할 수 있다. 보행과 관련된 과제를 포함한 과제지향적 훈련의 효과와 효능의 근거를 여러 연구에서 제시하고 있지만 실제적 환경에서 필요한 보행수행력을 동반하는지는 본 연구에 포함되지 않아 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- Bowen A, Wenman R, Mickelborough JJ et al. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. *British Geriatrics Society*. 2001;30:319-23.
- Carr JH, Shepherd RB. *Neurological rehabilitation. Optimizing motor performance*. 2nd ed. Churchill Livingstone Elsevier. 2010.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-Related Circuit Training Improves Performance of Locomotor Tasks in Chronic Stroke:A Randomized, Controlled Pilot Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;Vol (81):409-17.
- Dobkin BH. Clinical practice. Rehabilitation after stroke. *N Engl J Med*. 2005;21:1677-84.
- Duncan P, Studenski S, Richards L et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke*. 2003;34(9):2173-80.
- Eng JJ, Chu KS, Kim CM et al. A community-based group exercise program for persons with chronic stroke. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003;35:1271-8.
- Green J, Forster A, Bogle S et al. Physiotherapy for patients with mobility problems more than 1 year after stroke: a randomized controlled trial. *The Lancet*. 2002;359:199-203.
- Hsu AL, Tang PF, Jan MH. Analysis of impairments Influencing Gait Velocity and Asymmetry of Hemiplegic Patients After mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84:1185-93.
- Latham NK, Jette DU, Slavin M et al. Physical therapy during stroke rehabilitation for people with different walking abilities. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(12 Suppl 2):S41-50.
- Macko RF, Smith GV, Dobrovolsky CL et al. Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(7):879-84.
- Mead GE, Greig CA, Cunningham I et al. Young

- A. Stroke: a randomized trial of exercise or relaxation. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55:892-9.
- Mudge S, Barber PA, Susan NS. Circuit-Based Rehabilitation Improves Gait Endurance but Not Usual Walking Activity in Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;Vol 90:1989-96.
- Perry J, Garret M, Gronli JK et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *stroke.* 1995;26(6):982-9.
- Port I, Wevers L, Roelse H et al. Cost-effectiveness of a structured progressive task-oriented circuit class training programme to enhance walking competency after stroke: The protocol of the FIT-Stroke trial. *BMC Neurology.* 2009;9:43
- Rikli RE, Jones CJ. Senior Fitness test manual. California. Human kinetic. 2001.
- Salbach NM, Mayo NE, Wood-Dauphinee S et al. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2004; 18:509-19.
- Taylor D, Stretton CM, Mudge S et al. Does clinic-measured gait speed differ from gait speed measured in community in people with stroke? *Clin Rehabil.* 2006;20(5):438-44.
- Titianova EB, Pitkänen A, Pääkkönen A et al. Gait characteristics and functional ambulation profile in patients with chronic unilateral stroke. *Am. J. Phys Med Rehabil.* 2003;82: 778-86.
- Wevers L, Port I, Vermue M et al. Effects of Task-Oriented Circuit Class Training on Walking Competency After Stroke A Systematic Review. *Stroke.* 2009;40:2450-9.
- Whitall J, McCombe WS, Silve KH et al. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke.* 2000; 31:2390-5.