만성 뇌졸중 환자에게 측방 보행 훈련이 균형과 보행에 미치는 영향

김인섭 · 전승재¹ · 이건철* · 안병욱²

대전보건대학교 물리치료학과, ¹경남정보대학교 물리치료학과, ²통영서울병원 물리치료실

Effects on Balance and Gait for Chronic Stroke Patients with Side Walking Training

Kim Inseop, PT, MSc · Jeon Seungjae, PT¹ · Lee Geoncheol, PT, PhD* · An Byungwook, PT, MSc²

Dept. of Physical Therapy, Daejeon Health Science College

Dept. of Physical Therapy, Kyungnam College of Information & Technology

¹Dept. of Physical Therapy, Tongyoung Seoul Hospital

Abstract

Purpose : The purpose of this study is to investigate the impact on the ability to walk, balance after side walking training of hemiplegic patients caused by stroke.

Method : The subjects were training before stroke onset whether more than one year elapsed 15 patients with chronic stroke patients, and Berg balance scale(BBS) and Timed up and go test(TUG), Functional reaching test(FRT), 20m walking time 200m walking time were measured and recorded.

Training period, a total of three weeks, and training frequency circuit training times 10 minutes per training, 5-minute break, the 10-minute training total 25-minute training was conducted. Gait line of 3m to be based on the patient's side walking, and the risk of falling compared to the presence of the experimenter trained under was carried out.

Result : 1. TUG, 2. 20m walking time, 3. 200m walking time 4. FRT, 5. All showed significant improvement in BBS. Judging from the results, the side walking training conducted three weeks due to chronic stroke hemiplegic patient's ability to balance and showed a positive effect on the improvement of walking ability.

Conclusion : Accordingly, it was more effective to train hemiplegic patients with chronic stroke on side walking.

Key Words : side walking, chronic storke, balance, gait

*교신저자 :

이건철 rptgeon@lycos.co.kr, 051-320-2913

논문접수일 : 2013년 1월 20일 | 게재승인일 : 2013년 2월 25일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 필요성

뇌졸중은 뇌의 허혈성 및 출혈성 등의 손상에 의한 혈액순환 장애로 일어나는 의식장애와 운동마비를 수반하는 증후군(한태륜 등, 1992)이며, 우리나라에서 10만 명 중 51.5명이 사망하는 주요 사망원인 중 하나로(통계청, 2010), 신체적, 정신적, 그리고 사회적으로 심각한 후유증을 일으킬 수 있는 질환이다(정철, 1993). 특히, 뇌졸중 환자에서 손상을 받은 혈관이 분포하는 뇌 영역을 중심으로 감각신경 손상, 위치 감각과 촉각의 손상은 이러한 균형능력을 포함하는 운동신경 기능의 회복에 중요한 영향을 미칠 뿐만 아니라 심각한 신경학적 손상과 사망에 이르게까지 하는 광범위한 결과를 초래한다(정한영, 2005).

뇌졸중에 의한 편마비 환자들은 앉아 있거나, 서기, 걷기 등에서 균형유지 능력이 저하되며, 이는 보행 및 일상생활 활동의 제약을 초래하고, 이로 인한 삶의 질이 떨어지는 것으로 나타났다(정한영, 2005). 뇌졸중 급성기 이후 살아남은 환자의 20~30%는 보행을 할 수 없으며, 나머지 대부분의 사람들 역시 보행장애를 가지게 된다(Van de Port 등, 2006). 또한 뇌졸중의 징후로는 근력 약화, 강직, 통증, 그리고 감각기관과 평형성의 손상으로 인한 운동능력의 감소 등이 있으며, 이와 같이 감소된 운동능력은 독립적인 일상생활을 위해 필요한 보행(gait), 계단 오르기(stair climbing), 자리에서 일어서기(sit to standing), 그리고 돌기(turning) 등과 같은 기본적인 활동의 제한을 초래한다(Sharp & Brouwer, 1997). 그렇기 때문에 뇌졸중 후 편마비 환자들은 기능적 독립수준 향상을 위해 일상생활 동작에 부정적인 영향을 미치는 요소를 최소화하고 장애예방을 위해 다양한 재

활치료를 받고 있다(Verheyden 등, 2004).

뇌졸중 재활의 궁극적 목적 중 하나인 독립적인 보행을 위해서는 보행하는 동안 자세 안정성 즉, 균형능력을 필요로 한다. 균형은 다양한 감각운동 과정과 환경적, 기능적 상황 사이의 상호작용에 의존하는 복잡한 운동기술이다(De Oliveira 등, 2008; Rosen 등, 2005). 편마비 환자의 보행기능 증진을 위해 재활치료에 있어서 효과적인 자세균형 및 제어능력의 증진은 기립 위 안정성 및 체중부하 조절력의 향상을 위하여 매우 중요하게 생각되어 지고 있으며, Keenan 등(1984)은 균형감각이 보행능력과 높은 상관관계가 있음을 발견하였다.

최근 연구에 의하면 만성 뇌졸중 환자에게 환측 다리를 강화하기 위해 다양한 높이의 블록에서 앞·뒤·옆으로 스텝하기 과제를 수행하게 하여, 균형능력의 향상과 보행속도에 도움이 된다는 연구 결과가 있었다(이동진 등, 2007). 하지만 복잡한 일상생활 동작에서의 기능적 증진을 위해서는 한 방향성의 단일 근육의 근력 향상만으로는 효과적이지 못하다는 지적들이 있어왔다(Ada 등, 2003; Morris 등, 2004). 따라서 기능 강화 훈련이라는 목적에 맞는 과제를 적용한 운동방법이 제안되었고 그 결과 신경계와 근육계의 상호적인 기능 조절과 적응을 가져와 치료의 효과를 보였다(Krebs 등, 2007; Kwakkel 등, 1997). 기능 강화훈련은 선 자세에서 체중을 부하한 상태로 균형을 유지하고, 팔 뻗기, 앉았다가 일어서기, 계단 오르기 등과 같은 과제지향적 동작으로 구성되었으며 하지 근력뿐만 아니라 균형 및 보행능력 향상에 유의한 효과가 있었다(Bale & Strand, 2008). 또한 Dean 등(2000)은 만성 뇌졸중 환자에게 앉기와 서기, 걷기, 계단오르기, 앞·뒤·옆으로 걷기 등의 이동에 관련된 순환식 과제관련 훈련을 4주 동안 주 3회씩 훈련을 통하여 보행 속도와 지구력, 지면반발력이 향상되었다고 하였고, Salbach 등(2004)의 선행 과제관련

연구에서 뇌졸중 환자에게 보행 시에 균형, 속도, 거리의 향상을 위해 걷기, 스텝 등의 10가지 기능적인 방법으로 6주 동안 주 3 일간의 훈련을 통해 대조군에 비해 이동 거리와 속도에서 의미 있는 향상을 보였다.

그러나 국내에서 만성 뇌졸중 환자에게 측방 보행이라는 단일 과제훈련을 통한 균형 및 보행능력의 향상에 관한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구는 만성 뇌졸중 환자에게 측방 보행훈련 후에 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보고, 뇌졸중 환자가 퇴원 후에도 스스로 쉽게 할 수 있는 훈련방법을 제시하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상자 및 연구 기간

대상자들은 부산에 소재한 S병원과 N병원에 입원하여 재활치료를 받는 뇌졸중 환자 15명이었다.

대상자 선정 조건은 뇌졸중이 발병한지 1년 이상 경과된 만성 뇌졸중 환자이며, 다음과 같은 조건에 속하는 환자, 1) 독립적인 보행이 불가능한 자(Q-cane의 사용은 허용하나 단하지보조기 및 장하지보조기를 포함한 보조기의 사용은 허용하지 않음), 2) 독립적인 보행을 10분 이상 유지할 수 없는 자, 3) 최근 6개월 동안 하지 골절을 포함한 정형외과적인 질환이 있는 자, 4) 하위운동신경원 병변으로 균형이나 보행에 영향을 미칠 만한 신경학적 또는 정신학적인 병력이 있는 자, 5) 보행 시 보행을 방해할 정도의 연합반응이 나타나는 자는 대상에서 제외시켰다. 실험에 참여하기 전 실험 목적 및 방법에 대하여 충분히 이해하고 자발적인 실험 참여에 동의한 자에 한하여 평가 하였다.

연구 기간은 2012년 6월 22~23일에 사

전 평가를 실시하였고, 본격적인 연구 진행은 6월 25일부터 7월 13일까지 실시하였다. 그리고 7월 17일~18일에 최종 평가를 실시하였다.

2. 평가도구 및 방법

1) 평가 도구

가. 버그 균형척도(Berg Balance Scale, BBS)

버그 균형척도는 1989년 Berg 등에 의하여 노인들의 낙상 위험도를 평가하기 위한 목적으로 개발되었다. 항목들은 일상생활에서 자주 이용되는 동작들이 응용된 것으로 자세 유지 능력, 자발적 운동조절 능력, 외부 요인에 대한 반사 능력으로 구성되어 있다. 이 척도는 14가지로 구성되어 있으며, 각 항목의 점수는 0점에서 4점까지 줄 수 있는 5점 척도로 되어 있으며, 도움의 정도가 적고 독립적으로 과제를 수행할수록 높은 점수를 준다. 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서, Liston과 Brouwer(1996)는 버그 균형척도의 검사, 재검사 신뢰도가 급내상관계수 .98로 보고하였으며, 정한영(2005)도 측정자내 신뢰도는 켄델의 일치계수 .97, 측정자간 신뢰도는 스피어만의 상관계수 .96으로 매우 높은 신뢰도를 보고하였다. 본 연구에서는 환자의 낙상을 방지하기 위하여 물리치료사 1인을 동행하였다.

나. 일어나 걸어가기 검사(Timed up & go test, TUG)

일어나 걸어가기 검사(Timed up & go test)는 Podsiadlo와 Richardson(1991)에 의해 개발된 기능적 가동성 검사로, 간단하면서도 빨리 수행할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이 검사는 하나의 항목으로 되어 있으며, 의자에서 일어나기, 3m 걸어가기, 돌기, 걸어 돌아오기, 의자에 앉기의 순으로 진행하여 이 동작을 수행하는 동안에 소요

된 시간을 기록한다. 이 검사의 측정자내 신뢰도는 뇌졸중을 포함한 일반 노인에게서 급내상관계수 .99이고, 측정자간 신뢰도는 급내상관계수 .99로 매우 높은 신뢰도를 보이는 것으로 보고되었다.

다. 기능적 도달 검사(Functional Reach Test, FRT)

기능적 도달 검사(Functional Reach Test)는 대상자의 균형능력을 정량적으로 측정할 수 있으며, 그 타당성과 신뢰도가 검증된 검사로서 검사과정이 쉽고 검사기간이 짧다는 장점이 있어 널리 이용되고 있다. Tyson과 Desouza(2004)는 뇌졸중 환자에서 기능적 도달검사의 검사자간 신뢰도는 .99, 검사 재검사 신뢰도는 .95라고 보고하였다.

라. 20m 보행 검사 / 200m 보행 검사

20m/200m 보행 검사는 신경학적 손상 환자의 보행 속도 평가에 일반적으로 많이 이용된다. 본 연구에서는 보행을 편하게 24m를 걷게 하여 평균속도를 m/s 단위로 측정하였다. 가속과 감속을 고려하여 처음 2m와 나중 2m를 뺀 중간 20m를 뺀 중간 20m 지점의 속도를 측정하였고, 200m 검사 역시 동일하게 실시하였다.

2) 연구 방법

실험에 참여한 환자들은 주5회의 전형적 물리치료와 주 3회의 측방 보행운동 프로그램을 적용하여 실시하였다. 실험기간은 총 3주간 주 3회 25분간 시행하였다. 실험 전 대상자들의 Berg Balance Scale과 Timed up and go test, Functional Reach Test, 20m/200m 보행검사 결과값을 사전 측정한 후, 정확한 동선을 통하여 옆으로 걸을 수 있도록 바닥에 면적 5cm, 길이 1m가 되도록 청 테이프를 붙여 총 3m의 보행선을 거울 뒤에 설치하여 이 보행선을 따라 옆으로 걷기 훈련을 실시하였다. 훈련 빈도는 주당

총 3회로 10분간 훈련, 5분간 휴식, 10분간 훈련 총 25분 동안 훈련 실시하였고, 낙상의 위험을 대비하여 실험간 물리치료사 1인 입회하에 실험을 진행 하였다. 3주간 실험을 반복한 후 K-BBS와 TUG, FRT, 20m/200m 걷기검사 결과값을 측정하였다.

3. 분석 방법

본 연구의 분석 방법으로 SPSS Ver. 18.0을 이용하였다. 실험 대상자의 일반적 특성 및 각 측정도구의 평균, 표준편차, 범위는 기술통계량을 이용해 분석하였으며, 운동 전과 후의 차이를 보기 위하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 자료의 모든 통계학적 유의 수준은 $p < .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같았다. 뇌졸중 유형은 뇌출혈 6명, 뇌경색 9명이었고, 여자 8명, 남자 7명이었다. 마비측 유형은 우측 편마비 7명, 좌측 편마비 8명이었고, 평균 나이는 60.33세 이었으며 평균 발병기간은 45.8개월이었다.

2. TUG, BBS, FRT, 20m/200m 걷기 속도의 전후 변화

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성

(N=15)		
변수	구분	단위 : 명 (%)
성별	남	7 (46.70)
	여	8 (53.30)
뇌졸중 유형	뇌출혈	6 (40.00)
	뇌경색	9 (60.00)
마비 측 유형	우측 편마비	7 (46.70)
	좌측 편마비	8 (53.30)
나이	60.30 ± 13.30	
발병 기간	45.80 ± 19.30	

1) TUG의 변화

표 2와 같이 보행의 이동기능을 평가하는 Timed up and go test(이하 TUG)에서 3주간 훈련 후, 실험 전 59.77±14.64에서 실험 후 53.34±14.48로 대응차 6.44±5.81을 보이며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=.001).

표 2. Timed up & go test의 변화

(N=15)				
변수	전	후	대응차	P값
TUG	59.77±14.64	53.34±14.48	6.44±5.81	.001**

^a평균±표준편차

** : p<.01

2) 20m 보행 검사의 변화

표 3과 같이 보행의 속도를 평가하는 20m 보행검사는 3주간 훈련 후, 실험 전 157.73±53.91에서 실험 후 132.01±47.87로 대응차 25.72±10.95를 보이며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=.000).

표 3. 20 m 보행 검사의 변화

(N=15)				
변수	전	후	대응차	P값
20m 보행 (m/s)	157.73±53.91	132.01±47.87	25.72±10.95	.000***

*** : p<.001

3) 200m 보행 검사의 변화

표 4와 같이 보행의 속도를 평가하는 200m 보행 검사는 3주간 훈련 후, 실험 전 1035.85±196.88에서 실험 후 948.83±177.96으로 대응차 87.02±29.64를 보이며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=.000).

표 4. 200m 보행 검사의 변화

(N=15)				
변수	전	후	대응차	P값
200m 보행 (m/s)	1035.85±196.88	948.83±177.96	87.02±29.64	.000***

*** : p<.001

4) BBS의 변화

표 5와 같이 기능적 움직임을 수행하는 중 균형 능력을 평가하는 Berg Balance Scale(이하 BBS) 검사에서 3주간 훈련 후, 실험 전 30.73±5.64에서 실험 후 40.33±4.94으로 대응차 -9.60±2.19를 보이며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p=.000).

표 5. BBS의 변화

(N=15)				
변수	전	후	대응차	P값
BBS	30.73±5.64	40.33±4.94	-9.60±2.19	.000***

*** : p<.001

5) FRT의 변화

표 6과 같이 기립 후 균형능력을 평가하는 Functional reach test(이하 FRT)에서 3주간 훈련 후, 실험 전 8.67±1.18에서 실험 후 13.73±2.49으로 대응차 -5.07±2.59를 보이며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p>.05).

표 6. FRT의 변화

(N=15)				
변수	전	후	대응차	P값
FRT	8.67 ±1.18	13.73 ±2.49	-5.07 ±2.59	.000***

*** : p<.001

IV. 고찰

본 연구는 발병 1년이 지난 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 하여 측방 보행 훈련이 만성 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형능력과 보행능력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 실시하였다.

뇌졸중으로 인해 가장 영향을 받는 활동 중 하나가 보행이며, 초기의 뇌졸중 환자의 80%가 보행능력을 상실하고, 그 후 6개월 이내에 보행능력이 개선되기 시작한다. 뇌졸중 환자에게 있어 균형과 보행 장애의 회복은 일상생활을 독립적으로 지속하는데 중요한 요소가 되므로 환자의 재활에 있어 가장 중요한 목적으로 생각되어지고 있다. 뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 비대칭적인 편마비 보행의 특징을 보이는데, 이는 선택적 근육 조절의 저하와 원시적 공력 패턴으로 인해 입각기와 양하지 지지기가 길어지고, 건측 입각기가 환측에 비해 상대적으로 길어지는 비대칭적 특성이 관찰된다. 또한 편마비 환자들은 몸통과 골반의 안정성 결여 때문에 골반이 후방 전위되어 보행 시 유각기에 신체 중심이 정중선 후방에 위치하게 되어 환측 하지가 전방으로 나가는 것이 어렵게 된다.

장순자 등(1999)은 편마비 환자는 족하수 및 느린 보행속도, 그리고 그를 보상하기 위한 슬관절 및 고관절의 움직임의 변화 등 다양한 병적 양상을 보인다고 하였다. 즉 입각기가 시작될 때 발뒤축이 지면에 닿지 않고 발바닥이나 발끝으로 짚게 되는 경

우가 많으며, 족하수로 인해 올리기가 어려워지며, 이를 돕기 위하여 환측의 골반능을 드는 경우가 많다고 보고하였다.

측방 보행 훈련의 효과에 대하여 김주진(2000)은 측방 보행 훈련을 한 후 뇌졸중 환자의 보행 속도, 건측 보폭, 환측 걸음, 건측 발 각도를 증가시키는데 효과가 있다고 하였다. 또한 Bergfield 와 Anderson(1985)은 측방 보행은 슬관절 외측 근육의 강화를 위해 권장되고 있으며, Fujisawa와 Takeda(2006)은 측방 보행이 한쪽에서 다른 쪽으로의 동적인 체중이동을 요구하는 동작이며, 측방 보행 훈련의 동작 패턴의 변화는 편마비 환자처럼 신경학적인 질환을 가진 환자에게 좋은 치료 방법으로 사용할 수 있다고 보고하였다.

본 연구에서도 측방 보행 훈련을 한 후 균형과 보행을 평가하는 TUG, BBS, FRT, 20m 보행, 200m 보행 검사 결과 훈련 전·후 유의한 차이가 나타나 선행연구들과 일치하는 결과를 보였다.

Basmajian과 Wolf(1990)는 고관절 내전근과 외전근은 골반의 내·외 입각기 동안에 안정과 보행의 보폭을 조절하는데 우성이 되며, 외전근의 근력 약화는 전두면의 안정을 감소시키고, 체간 측방 굴곡의 한 원인이 된다고 하였다. 이에 대하여 왕곤(2011)은 측방 보행 시에 중둔근과 대퇴직근의 근전도 값이 높았다고 보고하였으며, 이를 통해 측방 보행 훈련이 중둔근 활성화를 통하여 보행시의 체간 안정성에 기여한다고 하였다.

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 체중이동에 관련하여 Dettmann 등(1987)은 비정상적인 보행의 원인이 환측 하지로 중심이동을 시키지 못하기 때문이라고 하였다. 그러므로 마비 측으로의 체중부하량을 증가시키는 것이 비정상적 보행의 개선에 매우 중요하다.

김주진(2000)은 측방 보행은 뇌졸중으로 인한 편마비환자의 보행개선과 체중부하량

증가에 효과적이라고 하였다.

본 연구의 결과를 요약하자면 뇌졸중으로 인한 만성 편마비 환자에게 있어서 필요한 보행능력 개선에 있어서 측방 보행 훈련이 균형능력 및 보행능력의 향상을 가져오며, 이는 측방 보행 훈련이 보행속도, 동적균형, 환측 체중부하량 증가, 중둔근 활성화를 통한 체간안정성 증가에 효과적이라는 결론을 얻을 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 표본의 크기가 크지 않았고 부산 소재 병원 2곳의 입원환자 중 물리치료를 받고 있는 환자를 대상으로 하여 일반화하기에는 무리가 있다. 또한 대조군이 없어 잘 통제된 연구 환경으로 보기 어렵다. 하지만 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 한 측방 보행 훈련 프로그램의 효과를 실제 측정한 것은 의미 있다고 사료된다. 추후 연구에서는 더 많은 표본과 대조군 선정 등에서 다른 뇌졸중 환자들을 대상으로 한 연구가 필요하리라고 생각된다.

V. 결론

본 연구는 1년 이상의 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 전형적인 물리치료와 측방 보행 훈련을 한 후 균형과 보행능력에 미치는 영향을 알아보고자 했다.

이를 통해 얻은 결과는 다음과 같다. 보행의 이동기능을 평가하는 TUG에서 3주간의 측방 보행 훈련을 통해 실험 전·후 향상을 보였다.

보행의 속도를 평가하는 20m/200m 보행 검사는 3주간의 측방 보행 훈련을 통해 실험 전·후 향상을 보였다.

기능적 움직임 수행하는 중 균형 능력을 평가하는 Berg Balance Scale은 3주간의 측방 보행 훈련을 통해 실험 전·후 향상을 보였다.

기립 후 균형 능력을 평가하는 Functional reach test는 3주간의 측방 보행 훈련

을 통해 실험 전·후 향상을 보였다.

이상의 결과로, 측방 보행 훈련은 만성 뇌졸중 환자들에게 보행과 균형 능력 향상에 유용한 방법으로 이용될 수 있을 것으로 생각된다.

향후 만성 뇌졸중 환자나 보호자에게 알맞은 훈련방법을 학습하여 퇴원 후에도 스스로 할 수 있는 과제를 단계별로 정형화시켜 보급한다면, 뇌졸중으로 일상생활에 불편함을 호소하는 환자들에게 도움이 될 것이라 사료된다.

VI. 참고문헌

- 김주진(2000). 측방 보행이 뇌졸중으로 인한 편마비환자의 보행 및 체중 부하에 미치는 영향. 단국대학교 특수교육대학원, 석사학위 논문.
- 왕곤(2011). 걷기 방향에 따른 하지의 근활성도와 족저압의 비교. 대구대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 이동진, 조유미, 이완희(2007). 과제관련 훈련이 뇌졸중 환자의 정적 균형과 보행에 미치는 영향. 한국스포츠리서치지, 18(6), 61-69.
- 장순자, 김범준, 김창원 등(1999). 편마비 환자에서 단하지 보조기 및 기능적 전기 자극 적용 후 보행 양상 변화, 대한재활 의학회지, 23(4), 853-860.
- 정철(1993). 허혈성 뇌졸중의 재발과 연관된 위험인자. 영남대학교 대학원, 석사학위 논문.
- 정한영(2005). 뇌졸중 환자에서 Berg 균형 검사와 FIM 검사와의 상관관계. 대한재활 의학회지, 29(2), 167-170.
- 통계청, 우리나라 사망원인. 2010.
- 한태륜, 김진호, 성덕현(1992). 뇌졸중 환자에게 있어서 Mini-Mental State 검사와 기능적 회복의 상관관계에 대한 연구. 대한재활의학회지, 16(2), 118-122.

- Ada L, Dean CM, Hall JM, et al(2003). A treadmill and over ground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 84(10), 1484-1491.
- Bale M, Strand L(2008). Does functional strength training of the leg in subacute stroke improve physical performance? A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 22(10/11), 911-921.
- Basmajian JV, Wolf SL(1990). *Therapeutic exercise*. 5th ed. Baltimore, Williams & Wilkins.
- Bergfield JA, Anderson TE(1985). Achieving mobility, strength length variation on oxygen uptake during distance running. *Med. Sci. Sports Exerc*, 14, 30-35.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F(2000). Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke : a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(4), 409-417.
- De Oliveira CB, De Medeiros IR, Frota NA, et al(2008). Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *J Rehabil Res Dev*, 45(8), 1215-1226.
- Dettman MA, Linder MT, Sepic SB (1987). Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *Am J Phys Med*, 66(2), 77-90.
- Fujisawa H, Takeda R(2006). A new clinical test of dynamic standing balance in the frontal plane: the side-step test, *Clin Rehabil*, 20(4), 340-346.
- Keenan MA, Perry J, Jordan C(1984). Factors affecting balance and ambulation following stroke. *Clin Orthop Res*, 182, 165-171.
- Krebs DE, Scarborough DM, McGibbon CA(2007). Functional vs strength training in disabled elderly outpatients. *Am J Phys Med Rehabil*, 86(2), 93-103.
- Kwakkel G, Wagenaar RC, Koelman TW, et al(1997). Effects of intensity of rehabilitation after stroke: a research synthesis. *Stroke*, 28(8), 1550-1556.
- Liston RA, Brouwer BJ(1996). Reliability and validity of measures obtained from stroke patients using the Balance Master. *Arch Phys Med Rehabil*, 77(5), 425-430.
- Morris SL, Dodd KJ, Morris ME(2004). Outcomes of progressive resistance strength training following stroke: a systematic review. *Clin Rehabil*, 18(1), 27-39.
- Podsiadlo D, Richardson S(1991). The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 39, 142-148.
- Rosen E, Sunnerhagen KS, Krueter M(2005). Fear of falling, balance, and gait velocity in patients with stroke. *Physiother Theory Pract*, 21(2), 113-120.
- Salbach NM, Mayo NE, Hanley JA, et al(2004). A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: a randomized controlled trial.

- Clin Rehabil, 18(5), 509-519.
- Sharp SA, Brouwer BJ(1997). Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. Arch Phys Med Rehabil, 78(11), 1231-1236.
- Tyson SF, Desouza LH(2004). Reliability and validity of functional balance tests post stroke. Clin Rehabil 18(8), 916-923.
- Van de Port IG, Kwakkel G, van Wijk I, et al(2006). Susceptibility to deterioration of mobility long-term after stroke: A prospective cohort study. Stroke, 37(1), 167-171.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al(2004). The Trunk Impairment Scale: a new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. Clin Rehabil, 18(3), 326-334.