

## 편마비 환자의 보행 특성과 기능적 보행지수 변화

김 수 민

울산과대학 물리치료과

### The Change of Gait Characteristics and FAP in Patients with Chronic Unilateral Stroke

Soo-Min Kim, P.T., Ph.D

*Department of Physical therapy, Ulsan College*

1)

#### <Abstract>

**Purpose** : Improved walking is a common goal after stroke. Although the neurodevelopmental intervention(PNF) is the most widely used approach in the walking training of hemiparetic subjects. There is little neurophysiological evidence for its presumed effects on gait symmetry and facilitation of paretic muscles during the therapeutic intervention. The study, therefore, investigated the immediate effects of gait entrainment by a PNF techniques.

**Methods** : Included persons with stroke who were living in the community. Sixteen subjects were assigned to the experimental group participated in a measures design that evaluated the subjects with pre-treatment, post-treatment(8 weeks). Temporal-spatial parameter of gait were analysed for using the computerized GAITRite system.

**Intervention** : Training for the experimental group was carried out 3 times a week for 8 weeks. The training sessions were comprised of 50 minutes of walking with pattern and techniques in PNF.

**Results** : The experimental group had improvements in the functional walking ability after 8 weeks treatment and Post-treatment test scores were more significant than the pre-treatment score. The treatment group demonstrated significantly post-treatment test improvement in gait velocity, cadence and FAP. Post-treatment test scores were more significant than the pre-treatment score( $p<0.05$ ).

**Conclusion :** The results of this study showed that the PNF exercise intervention can improve functional gait ability. This study provides evidence for the efficacy of PNF treatment at improving locomotor function in chronic stroke.

**Key Words :** FAP, PNF, Functional gait ability.

## I. 서 론

뇌졸중은 뇌의 허혈성 또는 출혈성 손상으로 인한 신경학적 결함을 나타내는 질환으로 임상적으로 감각, 운동기능 그리고 근긴장도의 변화, 공동운동 패턴, 부전마비, 협응불능, 운동계획과 언어 장애 등 다양한 양상이 나타난다(O'Sullivan 과 Schmize, 2001). 또한 항진된 반사와 과도한 근긴장도의 증가는 비정상적인 운동패턴을 만들어 동작 시에 부적절한 근육 동원에 의해 상동화를 초래한다. 감각-운동기능의 결함은 자세유지 및 일상생활에 지장을 초래할 뿐만 아니라, 운동조절 능력에 저하를 나타낸다(Richard 등,1993). 뇌졸중 환자는 영구적으로 기능이 제한될 수 있으며, 일상생활동작(ADL) 뿐만 아니라 보행과 같은 독립적인 활동의 제한으로 나타난다. 독립적 보행이 가능하다고 하더라도 체간과 사지의 조절이 어렵기 때문에 보행 특성이 건강한 성인에 비해 보행속도가 느리며 시, 공간적 좌우 비대칭 현상으로 환측과 건측 하지의 보장(step length) 차이가 두드러진다(Hsu 등, 2003 ; Titianova 등, 2003). 대부분의 뇌졸중 환자는 동작에 소요되는 시간이 길어지며, 근 약화와 비정상적 보행패턴으로 인한 에너지 소비가 증가하여 아주 짧은 거리에서도 효율적인 보행 속도를 유지하기 힘들다(Eng 등, 2003). 그러므로 환자는 자신의 능력 이상으로 많은 에너지를 소비해야만 보행 속도를 증가시킬 수 있다. 보행의 비대칭성은 발목 저축굴곡근의 경직 정도에 의해 영향을 받고 보행속도는 하지근의 약화에 기인된다고 한다(Hsu, 2003). 그러므로 보행 수행을 최적화하려면 연부조직의 적응성 단축을 예방하고 하지근육의 근력과 협응 능력 향상시켜 유연성 증가가 필요하다. 선 자세에서 체중을 지지하기 위해 충분한 근력을 발휘할 수 없는 환자에게는 하지 선전근의 활동을 이끌어내는 치료가 필요하다(Sharp 과 Brouwer, 1997). 하지근력과 협

응성은 과제수행과 신체지지를 위해 필요하며 서있는 동안 상지를 이용하고 걷고 있는 동안 균형과 안정성을 위해 하지와 체간을 조절하는 것이 필요하다 하지의 기능은 보행을 위해 중요하며 다리와 체간사이의 통합조절 능력에 기초를 두고 있다(O'Sullivan 과 Schmize, 2001 ; Kwakkel 과 Wagenaar, 2002). 근 활동의 구심적, 원심적 조절 기능을 위해서 전방보행 뿐만 아니라 측면이나 후방 보행도 훈련 프로그램에 포함되어야 하며(Duncan 등, 1998), 환자의 활동적 환경이 집안으로 제한되기 때문에 보행 속도와 협응능력을 향상시키기 위한 장애물 오르내리기, 계단보행과 같은 기능적 운동 프로그램과 기능적인 보행 수행은 환자의 체력 수준에 의존되기 때문에 지구력을 증가시키는 운동이 필요하다(Dean 등, 2000 ; Rimmer 등, 2000 ; Sakai, 2002). 뇌졸중 환자들은 치료적 결과로 보행 기능 향상을 가장 필요로 하기 때문에 독립적인 보행은 환자의 삶에 중요한 요소로 인식하고 있다(Richard 등, 1993).

Dean 과 Shepherd(1997)는 상지의 뺨기 동작을 수행하는 동안에 균형을 유지할 수 있는 능력은 환자의 독립적인 기능에 중요한 역할을 하므로 상지를 뺨는 동작이 필요한 인지적 과제를 훈련하면 팔을 뺨는 정도, 발의 지지면 반응력 및 하지근 활동이 증가하게 되므로 보행의 속도와 균형 향상이 향상된다고 하였다. 그러므로 앉은 자세에서 서기, 서서 균형 잡기 및 보행과 같은 이동을 위한 동작을 훈련할 때 마비측 상지를 사용 수 있는 치료를 제공하는 것이 중요하다(Dean 과 Shepherd, 1997 ; Eng 과 Shu, 2002). 한 근육군이 약해서 다른 근육으로 보상할 때 이를 교정하여 바른 움직임이 일어날 수 있도록 약한 근육들을 참여시키고 강화시킬 대단위 운동이 필요하다. 기능적인 동작을 수행함에 있어 대단위 근육군을 동원한 다면상에서 회전의 요소를 결합한 운동 형태로 나타난다

(Ferber 등, 2002). 이러한 대단위 운동에 적절한 치료방법으로 고유수용성 신경근 촉진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: PNF)을 들 수 있다(배성수 등, 1998 ; Adler 등, 1993). PNF는 특정 근육군의 강화(촉진)와 이완(억제)를 위한 고유수용기 자극으로 기능을 향상시키는 운동치료법으로 운동의 정상패턴이나 자세반응과 보행능력의 회복과 강화를 위해 뇌졸중 환자에게 적용되고 있다(Hall 과 Brody, 1999 ; O'Sullivan 과 Schmitz, 2001). 그러므로 뇌졸중 환자의 기능회복은 특정한 동작과 기능들을 자발적으로 사용할 수 있는 운동 프로그램과 적절한 연습을 반복하는 치료적 접근이 필요하다. 이에 본 연구에서는 환자의 독립적인 삶에 중요한 요소인 보행을 촉진하고 기능적 향상을 위한 치료적 중재로 뇌졸중 환자를 대상으로 PNF 운동치료를 적용하여 나타난 결과를 보행분석 장비를 이용하여 시·공간적 보행변수와 기능적 보행지수를 측정하여 분석하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

본 연구는 ○○광역시 ○구 지역에 거주하며 뇌졸중으로 진단받고 마비측 사지의 운동장애가 나타나는 뇌졸중 장애인 16명을 대상으로 PNF 치료를 적용하였다. 연구대상자 선정기준은 자발적으로 치료 프로그램에 동의한 자를 대상으로 한국판 약식정신검사(MMSE-K) 점수가 20점 이상인 자로 하

였으며, 보행 보조장비 사용 유무에 관계없이 독립적 보행이 가능하며, 운동 평가 척도(MAS)에서 걷기 점수가 3점 이상의 환자를 포함하였다.

### 2. 연구 설계

연구 기간은 2005년 9월 5일부터 2005년 10월 28일 까지 8주간 실시되었고 각 그룹의 운동 프로그램은 매주 2회 실시하였으며, 매회 운동은 50분간 적용하였다. 결과측정은 실험 전과 실험 후(8주 후)에 실시하였다.

PNF 운동 프로그램은 골반과 체간의 대칭을 강조한 초핑과 리프팅(chopping 과 lifting), 스쿠팅(scooting), 골반운동과 보행 운동을 포함하였다.

### 3. 측정도구

보행변수의 분석을 위한 GAITRite는 시·공간적 보행변수를 위한 설계로 피검자가 보행로를 자유 속도로 보행하게 하여서 기능적 보행도와 시·공간적 보행변수(보행속도, 보행분속수, 유각 및 입각시간, 보장, 활보장길이 및 비대칭율, 발각도와 기능적 보행지수(FAP 등)를 측정하여 분석하였다.

### 4. 자료 분석

측정결과를 통해 나온 각 변인들의 비교 분석을 위해 SPSS 10.0 Win을 사용하여 치료 전 그리고 치료 후 실험군의 결과를 비교하기 위해 대응 t-test

Table 1. Subject characteristics (N=16)

Variable	Mean±STD
Gender(male/female)	7(43.8%)/9(56.3%)
Age(yr)	56.56±2.80
Height(cm)	161.25±5.96
Weight(kg)	62.75±4.78
Time since stroke(mon)	56.50±44.08
Type of stroke(hemorrhage/infarction)	9(56.3%)/7(43.8%)
Hemiparetic side(Rt/Lt)	10(62.5%)/6(37.5%)
Motor Assessment Scale(Walking; sacle)	3.94±0.93
MMSE-K	23.25±1.84

MMSE-K: Mini-Mental State Examination- Korea.

를 실시하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구대상자의 특성 비교

연구대상자의 일반적 특성은 전체 대상자 16명 중 남자가 7명(43.8%), 여자가 9명(56.3%)이었고, 평균 연령은 56.56±2.80세, 신장은 161.25±5.96cm, 체중은 62.75±4.78kg이었다. 뇌졸중 발병일로부터 유병기간은 평균 56.50±44.08개월이었고, 출혈성 뇌손상 환자는 9명(56.3%), 허혈성 뇌손상 환자는 7명(43.8%)이었다. 우측 편마비는 10명(62.5%), 좌측 편마비는 6명(37.5%)이었다. MAS로 평가된 걷기 점수는 평균 3.94±0.93이었고, 한국판 약식 정신검사(MMSE-K)의 평균 점수는 23.25±1.84이었다 (Table 1).

#### 2. 치료군의 시·공간적 보행특성 변화

치료군의 보행속도(velocity ; cm/min) 평균은 치료 전 46.23±17.41, 치료 후 59.53±16.01로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), 보행 분속수(cadence ; steps/min) 평균은 치료 전 78.63±19.50, 치료

후 89.86±15.56로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), 환측 보장(affected step length ; cm)은 치료 전 34.75±9.82, 치료 후 40.63±6.24로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), 건측 보장(sound step length ; cm)은 치료 전 34.29±7.88, 치료 후 38.53±7.64로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), 건측과 환측 보장의 비대칭 정도를 나타내는 보장 비대칭율(step length asymmetry ratio) 치료 전 .2259±.2631, 치료 후 .1197±.1192로 감소하였다. 이는 건측과 환측의 보장 대칭율의 향상을 나타내는 것이다. 환측 활보장(affected step length ; cm)은 치료 전 69.22±15.35, 치료 후 79.85±13.91로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), 건측 활보장(sound step length ; cm)은 치료 전 68.99±15.69, 치료 후 79.38±13.28로 유의하게 증가하였으며(p<0.05), 건측과 환측 활보장의 비대칭 정도를 나타내는 활보장 비대칭율(step length asymmetry ratio)은 치료 전 2.050E-02±1.911E-02, 치료 후 1.471E-02±9.832E-03로 감소하였다. 이는 건측과 환측의 활보장 대칭율의 향상을 나타내는 것이다.

환측 유각율(affected side swing rate ; %) 평균은 치료 전 38.06±9.01, 치료 후 40.17±2.65으로 증가하였고, 환측 입각율(affected side stance rate ; %) 평균은 치료 전 61.95±9.01, 치료 후 59.84±2.66

Table 2. Group Mean and SDs of Outcome Measures and Change Score.

	M±SD		t-value	p-value
	Pre-treat	Post-treat		
Velocity(cm/sec)	46.23±17.41	59.53±16.01	-3.143	.007*
Cadence(steps/min)	78.63±19.50	89.86±15.56	-2.210	.043*
Affected step length(cm)	34.75±9.82	40.63±6.24	-3.287	.005*
Sound step length(cm)	34.29±7.88	38.53±7.64	-2.551	.022*
Asymmetry ratio	.2259±.2631	.1197±.1192	1.634	.123
Affected stride length(cm)	69.22±15.35	79.85±13.91	-3.276	.005*
Sound stride length(cm)	68.99±15.69	79.38±13.28	-3.345	.004*
Asymmetry ratio	2.050E±1.911E	1.471E±9.832E	1.131	.276
Swing(%)	38.06±9.01	40.17±2.65	-.859	.404
Stance(%)	61.95±9.01	59.84±2.66	.856	.405
Toe in/out(deg)	11.69±16.23	15.69±10.54	-1.708	.108
FAP Score	59.19±11.67	70.13±11.53	-3.526	.003*
Walking(MAS)	3.94±0.93	5.31±0.95	-8.883	.000*

\* p < 0.05

로 정상범위(60%)에 가깝게 감소하였다. 이는 건축 하지의 유각울의 증가를 의미한다.

기능적 보행지수(Functional Ambulation Profile : FAP) 평균은 치료 전 59.19±11.67, 치료 후 70.13±11.53으로 유의하게 증가하였으며( $p<0.05$ ), MAS (Motor Assessment Scale)로 평가된 걷기 평균은 치료 전 3.94±0.93, 치료 후 5.31±0.95으로 유의하게 보행이 향상되었다( $p<0.05$ ) (Table 2).

#### IV. 고 찰

뇌졸중 후 보행은 대개 비정상적 패턴을 동반하는데 이는 감각, 지각, 운동조절 장애뿐만 아니라 관절과 자세조절 불량, 근약증, 비정상적 근긴장도, 비정상적 근활동 패턴 등 다양한 양상을 나타낸다 (Good, 1994 ; Thaut, 1997). 또한 회복시기에 적절한 치료적 중재가 적용되지 않으면 이러한 병적 과정과 더불어 환자의 대상작용에 따른 결과로 비정상적 보행형태가 정형화되어 나타난다(Kwakkel and Wagenaar, 2002).

뇌졸중 환자들의 대부분은 신체적 활동보다 의존적인 비활동 생활양식을 나타내므로 독립적 일상생활 동작이 감소하는 의존적인 삶의 방식에 적용하게 된다. 비활동 상태가 장기적으로 지속될 경우 체력이 감소하여 심혈관계 문제와 낙상에 대한 위험 요인들이 발생하기 때문에 적절한 치료방법을 제공하여 운동성과 지구력을 강화하고 기능적 활동을 향상시키는 것이 중요하다(Lord 등, 2004).

기능 회복의 목적을 달성하려면 훈련의 반복적 연습을 통해 운동학습이 이루어져야 한다. 연습의 양이 중요하고 적게 한 것보다 많이 하는 것이 더 좋지만, 운동 학습과 근력 훈련에 관한 최근의 연구에서는 연습의 양은 그 자체로도 중요하고 기능 향상에 영향을 주는 변수로 작용하지만 단지 치료 시간이 늘어나는 것만으로 결과가 향상되지 않기 때문에 집중적인 운동프로그램 치료기간의 중요성이 강조되었다(Lincoln 등, 1996 ; Parry 등, 1999 ; Eng 등, 2003).

본 연구에서 운동기능은 운동 평가 척도(MAS)를 통해 앉기, 서기, 걷기 및 상지기능을 분석하였는데, Mao 등(2001)의 연구에서도 보행을 비롯한 운동기능 평가를 신뢰도와 타당성이 인정된 MAS

로 측정하였고, 뇌졸중 환자의 운동기능을 측정하는 평가 방법으로는 기능적 독립수준 측정(FIM)도구를 이용하여 일상생활동작(ADL)을 평가하였으며 (Sonoda 등, 2004), Sakai 등(2002)은 지역사회 중심 재활에서 뇌졸중 환자의 기능과 보행능력을 앓기, 서기와 걷기를 포함하는 기능적 휘트니스 검사(functional fitness test)를 사용하였다. Barthel index, Fugl-Meyer, Wolf motor functional test, Motor Status Scale 등을 사용한 연구들도 실시되었다(Thaut 등, 1997 ; Whitall 등, 2000 ; Lord 등, 2004 ; Fasoli 등, 2003).

편마비 환자의 보행을 평가하기 위하여 여러 가지 분석 방법들이 이용되고 있으나 시-공간적 보행 특성을 이용한 분석방법이 널리 사용되고 있다. 일정한 시간 안에 보행거리를 평가하는 6분과 12분 걷기 검사(Dean 등, 2000 ; Eng 등, 2003)와 일정한 보행거리에 대한 속도를 평가하는 5m, 7m 걷기 검사 등이 있고, 주기 파라미터(Cycle parameter)와 활보장 파라미터(stride parameter)를 이용하여 보행속도, 분속수, 보장길이, 활보장 길이와 대칭율을 측정하는 연구도 있었고(Thaut 등, 1997), Bowen 등(2001)은 GaitMatⅡ를 이용하여 보행속도, 활보장 시간과 양하지 지지 시간을 측정 비교하였다. 그리고 Titianova 등(2003)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 GAITRite기를 이용하여 뇌졸중 환자와 건강인의 보행 속도와 기능적 보행지수를 측정하여 비교 분석하였다. 본 연구는 시-공간적 보행특성의 분석에 있어 높은 신뢰도와 타당성이 검증된 GAITRite기를 사용하여 보행속도, 분속수, 보장길이, 보장 비대칭율, 환측 유각울, 환측입각울 및 기능적 보행지수를 측정하여 치료적 중재 방법이 보행의 어떤 변수에 영향을 미치는지를 분석하였다.

보행기능은 개인의 독립적 삶의 수준에 영향을 미치므로 뇌졸중 장애인들의 보행기능을 향상시키기 위한 치료적 방법 적용은 다양하지만 본 연구에서는 체간과 골반운동을 강조한 PNF 패턴과 기술 및 보행훈련을 적용하여 보행 특성 변화와 기능적 보행지수를 분석하였다. Eng 등(2003)의 연구에 의하면 보행 순환훈련을 적용한 군에서 ADL, 균형수행, 보행거리 및 보행 속도는 유의하게 향상되었고, 추적검사에서 ADL 수행능력 또한 치료 후보다 유의하게 증가하였으며, 균형은 약간 증가하였지만 보

행거리와 속도가 감소하여 치료를 중단한 시간이 길어질수록 보행과 관련된 기능들은 저하되었다(Rusi, 1991). Dean 등(2000)은 보행 순환 프로그램에서 10개 작업대에서 5분간 연습하는 방법으로 마비측 하지 근력강화에 중점을 두고 하지운동을 동반하는 기능적 과제 운동을 훈련시켜 상지과제만 수행하는 대조군과 비교하였다. 치료 후 결과를 보면 상지운동을 집중으로 받은 군보다 6분 걷기에서 보행거리와 보행 속도가 증가하였고, TUG 검사(Timed up and go test)의 소요시간이 감소하였다. 8주 후 추적조사에서도 대조군과 유의한 차를 나타내었다.

Green 등(2002)은 만성뇌졸중 환자 운동성 치료에 대한 효율성을 평가하는데 운동성과 보행 속도 향상이 요구된다고 하였고, Thaut 등(1997)은 청각 자극과 보행훈련을 병행하여 치료한 결과 보행속도와 활보장 대칭성의 향상을 보고하였으며, 보행의 대칭성 증가는 정상 보행패턴으로의 회복을 의미하며 보행패턴의 안정성은 낙상의 위험요인을 줄여 보행기능을 회복하게 된다고 하였다. Hsu 등(2003)은 건강한 노인과 뇌졸중 환자의 보행을 비교한 결과 비대칭성에서 유의한 차이가 나타났고 보행 속도 또한 뇌졸중 환자에게서 감소하였다. 이 연구는 뇌졸중 정도가 경·중등도인 경우에 해당하며 심한 만성 뇌졸중 환자에게서는 다른 변수의 가능성도 제기되었다.

본 연구에서도 만성 뇌졸중 장애인들에게 PNF 운동치료를 8주간 적용하여 보행 기능의 향상을 관찰한 결과에서 치료 후 보행 속도, 보장 대칭성이 향상되었으며, 기능적 보행지수도 유의한 향상을 나타내었다.

Kwakkel 과 Wagenaar(2002)는 상지와 하지의 협응력을 강조하는 보행훈련을 적용한 결과 보행 속도가 증가되었고, 상지와 하지 사이에 협응적 대칭성이 증가되었다고 한다. 또한 보행 속도는 뇌졸중환자의 기능적 보행 상태와 밀접한 관계를 나타내므로 상지와 하지에 대한 협응을 위한 치료의 강조는 팔 흔들기 패턴에 영향을 주어서 보행의 속도가 향상된다고 한다. 김병조(2003)의 연구에서는 노력성 호흡운동을 통해 체간의 호흡근 근력을 향상시켜 기능적 보행지수(FAP)와 보행 속도의 향상이 나타났고, 이러한 보행속도 향상이 체간근력을 개선시켜 보행 대칭성의 향상이 나타난다고 보고하였다.

이는 상, 하지의 협응된 동작 향상이 보행 속도의 변화를 개선시킨다는 선행 결과와는 다른 관점이다.

황보각(2003)은 관절염 환자의 보행분석에서 보행속도와 FAP간에 높은 상관관계가 있다고 보고하였고, Titianova 등(2003)은 만성 뇌졸중환자와 건강한인과 비교 연구에서 기능적 보행지수(FAP)가 높으면 뇌졸중 환자의 보행 속도가 증가하였고 건강한 사람은 보행 속도를 증가시키면 FAP가 감소하였다고 한다. FAP와 바텔지수(Barthel index) 사이의 상관관계는 뇌졸중 환자의 기능적 장애와 보행과는 밀접한 상관관계가 있고, FAP는 보행의 여러 변인들을 반영하지만 건강한 정상인 경우에 반드시 일치하지 않는다. FAP가 낮으면 낮은 보행 속도가 나타내므로 FAP는 보행 속도를 반영한다고 할 수 있다. 본 연구에서도 보행 속도와 대칭성의 향상에 따라 FAP도 증가되었다. 이상의 결과에서 PNF 운동치료는 만성 뇌졸중환자의 보행특성 변화와 기능적 보행지수 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다.

## V. 결 론

체간과 골반운동을 강조한 PNF 운동치료가 보행 특성변화와 기능적 보행지수에 영향을 미치는지를 알아보기로자 뇌졸중 환자 16명을 8주간 적용하여 다음과 같은 치료결과를 얻었다.

- 시·공간적 보행 특성의 결과는 다음과 같다
- 1) 보행 속도, 분속수, 보장, 활보장이 치료 후에 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ).
- 2) 보행 수행력을 나타내는 기능적 보행지수(FAP)가 치료 후에 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ).
- 3) MAS로 평가한 보행 지수는 치료 후에 유의하게 증가하였다( $p < 0.05$ ).

## 참 고 문 헌

- 김병조. 노력성 호흡운동이 편마비환자의 보행특성에 미치는 영향. 대구대학교 대학원 박사학위 청구논문. 2003.
- 배성수, 정형국, 김호봉.. 고유수용성 신경근 촉진법 패턴의 운동분석. 대한 물리치료학회지, 제 10권,

- 제1호, 213-221. 1998.
- 황보각. 퇴행성 슬관절염 환자의 한국형 WOMAC 과 기능적 보행성취도와의 상관관계 연구. 대구 대학교 대학원 박사학위 청구논문. 2003.
- Adler, S. S., Beckers, D., Buck, M. *PNF in practice*, Springer-Verlag Berlin .1993
- Bowen, A., Wenman, R., Mickelborough, J., Foster, J. Dual-task effects of talking while walking on velocity and balance following a stroke. *British Geriatrics Society*, 30; 319-23, 2001.
- Brown LA., Sleik RJ., Winder TR. Attentional demands for static postural control after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 83; 1732-35. 2002.
- Dean, C. M., Shepherd, R. B. Task-Related training Improves performance of seated reaching tasks after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 28; 722-8. 1997.
- Dean, C. M., Richards, C. L., Malouin, F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil.*, 81; 409-17. 2000.
- Duncan P., Richards L., Wallace D. A randomized controlled pilot study of a home-based exercise program for individual with mild and moderate stroke, *Stroke*, 29; 2055-60. 1998.
- Eng, J. J. Shu, K. S. Reliability and comparison of weight-Bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 83; 1138-44. 2002.
- Eng, J. J., Chu, K. S., Kim, C. M. et al. A community-based group exercise program for persons with chronic stroke. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35; 1271-78. 2003.
- Fasoli, S. I., Krebs, H. I., Stein, J., Frontera, et al. Effect of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 84; 477-82. 2003.
- Feber, R., Osterning, L. R., Gravells, D. C. Effect of PNF stretch technique on knee flexor muscle EMG activity in older adults. *J. of Electromyography and Kinesiology*, 12; 391-397. 2002.
- Good, D. C. Treatment strategies for enhancing motor recovery in stroke rehabilitation. *J. Neurol. Rehabil.* 8; 177-186. 1994.
- Gowland C, de Bruin H, Basmajian J, et al. Agonist and antagonist activity during voluntary upper-limb movement in patients with stroke. *Phys Ther.* 72; 624-633. 1992.
- 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*, 359; 199-203. 2002.
- Hall, C. M., Brady, L. T. *Therapeutic Exercise*, Lippincott Williams & Wilins. 1999.
- Hsu, A. L., Tang, P. F., Jan, M. H. Analysis of impairments Influencing Gait Velocity and Asymmetry of Hemiplegic Patients After mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 84; 1185-93. 2003.
- Kwakkel, G., Wagenaar, R. C. Effect of duration of upper and lower extremity rehabilitation session and walking speed on recovery of interlimb coordination in hemiplegia gait. *Phys Ther*, 82; 432-448. 2002.
- Lincoln, N. B., Willis, D., Philips, S. A., et al. Comparison of rehabilitation practice on hospital wards for stroke patients. *Stroke*, 27; 18-23. 1996.
- Lord, S. E., McPherson, K., McNaughton, H. K., et al. Community ambulation after stroke: How important and obtainable is it and what measures appear predictive? *Arch Phys Med Rehabil*, 85; 234-39. 2004.
- Mao, H. F., Hsueh, I. P., Tang, P. F., et al. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke*, 33; 1022-27. 2001.

- O'Sullivan, S. B., Schmize, T. J. Physical rehabilitation: Assessment and Treatment. 4th edition. 529-564. 2001.
- Parry R., Lincoln N., Vass C. Effects of severity of arm impairment on response to additional physiotherapy early after stroke. *Clinical Rehabilitation*, 13; 1887-1981. 1999.
- Richards CL, Malouin F, Wood-Dauphinee S, et al. Task-specific physical therapy for optimization of gait recovery in acute stroke patient. *Arch Phys Med Rehabil*, 74; 612-20. 1993.
- Rimmer, J. H., Riley B., Creviston, T., et al. Exercise training in a predominantly african-American group of stroke survivors. *Medicine & science in Sports & Exercise*. 1990-96. 2000.
- Rusi R. Effectiveness of group physiotherapy on motor function in elder stroke patients. *Hoitotiede*, 3; 169-75. 1991.
- Sakai T., Tanaka K., Holland G. J. Functional and locomotive characteristics of stroke survivors in japanese community-based rehabilitation. *Stroke*, 81; 675-683. 2002.
- Sonoda, S., Saitoh, E., Nagai, S., et al. Full-Time integrated treatment program, a new system for stroke rehabilitation in Japan. *Am. J. Phys Med Rehabil*, 83; 88-93. 2004.
- Thaut, M. H., McIntosh, G. C., Rice R. R. Rhythmic facilitation gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *J. Neurological Science*, 151; 207-212. 1997.
- Titianova E. B., Pitkänen, A., Pääkkönen A., et al. Gait characteristics and functional ambulation profile in patients with chronic unilateral stroke. *Am J Phys Med Rehabil*, 82; 778-786. 2003.
- Whitall J., McCombe Waller S., Silver K. H., et al. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke*. 31; 2390-2395. 2000.