

편마비 환자의 후방보행훈련이 보행능력과 족저압에 미치는 영향

이병훈¹, 정진규², 김찬규^{3*}

¹전남과학대학교 산학협력단, ²전남과학대학교 물리치료과, ³광주보건대학교 물리치료과

Effects of Backward Walking Training in the Gait ability and Foot Pressure of Hemiplegia Patients

Byung-Hoon Lee¹, Jin-Gyu Jeong², Chan-Kyu Kim^{3*}

¹Group of Industry-Academy Cooperation, Chunnam-Techno University

²Department of Physical Therapy, Chunnam-Techno University

³Department of Physical Therapy, Gwangju Health University

요약 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 후방보행 훈련에 따른 보행능력과 족저압을 분석하여 편마비환자의 재활 시 활용할 수 있는 근거자료를 제시하고자 시행하였다. 일개 재활병원에 입원 중인 편마비 환자 20명을 대상으로 2012년 4월 23일부터 5월 18일까지 시행하였다. 대조군과 실험군으로 분류하여 대조군은 일반적 물리치료를 30분간 시행하였고, 실험군은 일반적 물리치료 20분과 후방보행훈련 10분을 시행하여, 주 5회, 총 4주간 실시한 후 보행능력과 양측 족저압의 차이를 정량적으로 측정하여 비교하였다. 연구결과, 후방보행훈련이 마비측 입각기시 체중지지(발 전체, 발 앞쪽, 발 뒤쪽)에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 양측 족저압 차이에서도 대조군에 비해 실험군이 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 따라서 향후 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행능력 향상을 위한 재활 프로그램에 후방보행훈련이 도움이 될 것으로 판단된다.

Abstract This study examined the gait ability and foot pressure after backward walking training in hemiplegia patients after stroke to provide evidence for the application of backward walking to the rehabilitation of those patients. Twenty hemiplegia patients hospitalized at one rehabilitation hospital were enrolled in this study, which was conducted from 23 April to 18 May, 2012. The subjects were randomized into either the experimental group or control group. The control group received general physical therapy for 30 minutes and the experimental group received 20 minutes of physical therapy and 10 minutes of backwards walking training five times a week for four weeks. The gait ability and foot pressure of both feet were measured quantitatively and compared. The results showed the weight bearing (entire foot, anterior and posterior of foot) of the paralyzed foot during the stance phase showed a significant difference ($p<.05$). The difference in the foot pressure of right and left feet was more significant in the experimental group than that of the control group ($p<.05$). Therefore, this study confirmed that backward walking training in a rehabilitation program would be helpful for improving the gait ability of hemiplegia patients after stroke.

Key Words : Backward walking, Foot Pressure, Gait ability, Hemiplegia

1. 서론

뇌졸중은 병리학적 변화나 허혈성 또는 출혈성 뇌 혈

관의 손상으로 인해 뇌 조직의 일시적 또는 영구적인 신경학적 기능장애가 발생하는 질환이다[1].

뇌졸중은 운동기능 장애, 인지 및 지각기능 장애, 언어

*Corresponding Author : Chan-Kyu Kim(Gwangju Health Univ.)

Tel: +82-62-958-7768 email: kchk@gju.ac.kr

Received July 15, 2014

Revised (1st August 20, 2014, 2nd September 18, 2014, 3rd October 20, 2014, 4th November 3, 2014,

5th December 5, 2014)

Accepted December 11, 2014

장애 등의 합병증을 초래하고[2], 뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 건축 하지로 과도한 체중이 부하되는 비정상적인 자세, 마비측의 근력 약화 등으로 인해 균형능력이 저하되며[3], 이러한 문제는 결국 보행능력의 감소를 가져와 일상생활이 제한을 발생시킨다[4].

보행은 기본적으로 신체 안정성과 균형을 유지하면서 신체를 이동시키는 기본적인 동작이며, 균형능력, 협응력, 운동감각, 고유수용성 감각, 관절 및 근육의 통합작용 등이 요구된다[5]. 반면 뇌졸중으로 인한 편마비 환자는 보행주기와 보행속도가 느려지고, 마비측에서는 입각기가 짧아지며, 상대적으로 유각기는 느려지는 것으로 보고되고 있다[3]. 이러한 보행장애는 독립적인 이동의 제한을 가져오고, 일상생활에 어려움을 발생시키며, 사회적 불이익을 야기시켜 사회로의 복귀에 제한을 가져온다[6]. 따라서 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 재활시 보행능력 회복은 중요한 치료 목표가 된다[7].

후방보행 훈련은 1980년대부터 전방십자인대 손상 환자의 재활 운동으로 적용되면서[8], 그 이후 전방십자인대 손상환자[9], 요추추간관 탈출증 수술환자[10], 슬개대퇴동통 증후군 환자[11], 편마비 환자[12] 등을 대상으로 활발히 진행되어 왔다. 또한 후방 보행은 심폐지구력 향상[13], 근력향상[9], 균형능력 증가[14] 등의 효과가 보고되고 있다.

이와 같이 후방보행 훈련과 관련된 다양한 연구들이 진행되고 있으나, 편마비 환자를 대상으로 후방보행 훈련 후 보행과 균형능력을 정량적으로 평가한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 보행 분석 측정 시스템인 SmartStep과 족저압 측정장비인 Pedoscan을 이용하여 편마비 환자의 후방보행 훈련에 따른 보행과 족저압을 정량적으로 분석하고, 향후 임상에서 편마비 환자의 보행능력 향상을 위한 재활시 활용할 수 있는 근거자료를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구에서는 A광역시 소재의 H재활병원에 입원한 환자 중 뇌졸중으로 인해 편마비로 진단을 받은 뇌졸중 환자를 대상으로 실험의 목적과 방법의 설명을 듣고 실험

참여에 동의한 20명을 대상으로 2012년 4월 23일부터 5월 18일까지 총 4주간 실시하였으며, 대상자의 선정 기준은 다음과 같다[15].

- 1) 최소한의 보조로 10m 독립보행이 가능한 자.
- 2) 한국판 간이정신상태 검사 결과가 21점 이상인 자로서 연구자가 지시하는 내용을 수행할 수 있는 자.
- 3) 환측 하지의 강직 정도(Modified Ashworth Scale; MAS) G1+ 이하인 자.
- 4) 양 하지에 정형외과적 질환이 없는 자.

2.2 연구방법

대조군에게는 일반적인 물리치료(관절가동운동, 신장운동, 근력강화운동, 보행운동 등)을 30분간 적용하였으며, 실험군에게는 일반물리치료 20분 그리고 후방보행훈련을 10분 동안 시행하였으며, 모든 치료는 담당 물리치료사에 의해 적용되었다.

후방보행 훈련은 고유수용성신경근 촉진법(Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; PNF)의 후방 보행을 위한 중재방법으로 진행되었다[16]. 치료사는 환자의 입각기시 측후방의 대각선 위치에 서서 골반의 엉덩뼈 능선을 접촉한 후 후방 하지로 체중이동을 위한 저항 후 후방 하지의 입각기 안정화를 위한 압축, 그리고 전방 하지의 유각기 유도를 위한 압축, 신장 및 저항을 시도하면서 능동 저항 훈련을 계속 반복하여[14,16], 1주일에 5회, 총 4주간 진행하였다.

2.3 보행능력 측정

보행패턴을 분석을 하기 위하여 보행분석시스템(SmartStep Ver. 2.23, Andante medical devices Inc., Israel)을 이용하였다. SmartStep은 휴대 가능한 측정 기구로 보행기능 평가와 훈련을 동시에 제공할 수 있는 장비로서 높은 신뢰도가 확인되었다.

대상자는 보행을 하기 전에 마비측 신발 안에 SmartStep 깔창을 넣고 공기를 주입해 적정 압력을 유지하여 발목에 제어장치를 부착하고, SmartStep 깔창과 연결하여 3m의 직선 보행로를 따라 평소에 걷는 속도와 동일하게 걷게 하였으며, 시선은 전방을 향하도록 하였다[18]. 발과 발판 사이의 깔창으로 수직 반발력을 감지하여 체중 부하량(전체, 앞쪽, 뒤쪽), 입각기, 유각기를 측정하고, 측정된 데이터는 대상자의 발목에 부착된 휴대용 제어장치가 SmartStep 소프트웨어가 설치된 컴퓨터로

무선으로 발송한다[19].

2.4 족저압 측정

족저압을 측정하기 위해 Pedoscan 1.0(Diers international GmbH, Germany)을 사용하였다. Pedoscan은 환자 및 일반인, 운동선수를 대상으로 체중의 중심 압력점과 이동선을 분석할 수 있는 측정 장비로서 서있는 상태와 보행을 한 경우에 발의 압력과 중력 중심점을 정확하게 기록하여 전산화할 수 있고 높은 민감도와 해상도를 통해 분석할 수 있으며, 측정된 데이터는 연결된 컴퓨터에 자동 저장된다. 본 연구에서는 서있는 상태에서 양쪽 족저압을 측정하여 비마비측-마비측의 차이를 분석하였다.

2.5 자료분석방법

수집된 자료는 SPSS 18.0 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하였다. 실험 전과 후의 집단간의 차이를 알아보기 위해 independent t-test를 사용하였고, 각 집단 별로 훈련 전, 후 비교를 위해 paired t-test를 실시하였다. 모든 통계학적 유의수준 $p < .05$ 로 하였다.

3. 연구결과

3.1 대상자의 일반적 특성

대상자 20명의 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 중 대조군은 남자 4명, 여자 6명이었고, 실험군은 남자 5명, 여자 5명이었다. 마비된 부위에 따라 대조군은 왼쪽마비 5명, 오른쪽 마비 5명이었고, 실험군은 왼쪽마비 4명, 오른쪽 마비 6명이었다. 원인에 따라 대조군은 출혈성 4명, 경색 6명이었고, 실험군은 출혈성 5명, 경색 5명이었다. 대조군의 평균연령은 59.40 ± 8.28 (세), 평균신장은 160.50 ± 7.83 (cm)이었으며, 평균체중은 58.20 ± 12.67 (kg), 평균유병기간은 20.70 ± 28.35 (개월)이었다. 실험군의 평균연령은 56.50 ± 10.17 (세), 평균신장은 165.40 ± 9.52 (cm)이었으며, 평균체중은 69.30 ± 14.53 (kg), 평균유병기간은 19.20 ± 25.41 (개월)로 각 그룹 간의 동질성 검정에서 유의한 차이가 없었다($p < .05$)[Table 1].

[Table 1] General characteristics of subjects

		C	E	χ^2/Z	p
gender	male	4	5	.000	1.000
	female	6	5		
affect side	left	5	4	.000	1.000
	right	5	6		
cause	hemorrhage	4	5	.000	1.000
	infarction	6	5		
age(yr)		59.40 ± 8.28	56.50 ± 10.17	-.984	.325
height(cm)		160.50 ± 7.83	165.40 ± 9.52	-1.250	.211
weight(kg)		58.20 ± 12.67	69.30 ± 14.53	-1.785	.074
duration (month)		20.70 ± 28.35	19.20 ± 25.41	-.380	.704

C: Control group

E: Experimental group

3.2 보행패턴 비교

입가기 비율에서 대조군은 실험전 59.72 ± 13.10 , 실험후 60.54 ± 6.51 로 통계적으로 유의한 차이가 없었고($p > .05$), 실험군도 실험전 55.76 ± 15.00 , 실험후 58.95 ± 6.70 로 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 그룹간 비교에서 실험 전과 후 모두 두 그룹 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$).

유가기 비율에서 대조군은 실험전 40.27 ± 13.10 , 실험후 39.22 ± 6.86 로 통계적으로 유의한 차이가 없었고($p > .05$), 실험군은 실험전 44.23 ± 15.00 , 실험후 40.33 ± 6.71 로 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 그룹간 비교에서도 실험 전과 후 모두 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$).

발 전체 부하량은 대조군에서는 실험전 51.32 ± 8.70 , 실험후 54.62 ± 5.91 로 통계적으로 유의한 차이가 없었으나($p > .05$), 실험군에서는 실험전 47.77 ± 13.32 , 실험후 70.20 ± 14.07 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$). 그룹간 비교에서 실험전에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 실험후 대조군에 비해 실험군이 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .01$).

발 앞쪽 부하량은 대조군에서는 실험전 48.72 ± 17.99 , 실험후 44.56 ± 5.97 로 통계적으로 유의한 차이가 없었고($p > .05$), 실험군은 실험전 42.11 ± 12.80 , 실험후 $56.52 \pm$

[Table 2] Comparison of gait pattern

		pre	post	△	p ¹⁾
stance phase (%)	C	59.72±13.10	60.54±6.51	0.81±9.49	.791
	E	55.76±15.00	58.95±6.70	3.19±9.85	.332
	p ²⁾	.537	.598	.590	
swing phase (%)	C	40.27±13.10	39.22±6.86	-1.05±9.22	.727
	E	44.23±15.00	40.33±6.71	-3.89±9.63	.233
	p ²⁾	.537	.717	.508	
Total loading (kg)	C	51.32±8.70	54.62±5.91	3.29±8.98	.276
	E	47.77±13.32	70.20±14.07	22.43±16.79	.002
	p ²⁾	.489	.007	.005	
front loading (kg)	C	48.72±17.99	44.56±5.97	-4.15±18.22	.489
	E	42.11±12.80	56.52±7.29	14.41±11.75	.004
	p ²⁾	.356	.001	.014	
rear loading (kg)	C	35.20±12.29	34.21±4.29	-0.99±13.53	.822
	E	21.27±8.49	31.01±6.52	9.73±8.68	.006
	p ²⁾	.009	.212	.049	

C: Control group

E: Experimental group

p¹⁾: Tested by paired t-test

p²⁾: Tested by independent t-test

△: post-pre

7.29로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01). 그룹 간 비교에서는 실험전에는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나(p>.05), 실험후에는 대조군에 비해 실험군이 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01).

발 뒤쪽 부하량은 대조군에서는 실험전 35.20±12.29, 실험후 34.21±4.29로 통계적으로 유의한 차이가 없었으나(p>.05), 실험군에서는 실험전 21.27±8.49, 실험후 31.01±6.52로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01). 그룹 간 비교에서는 실험전은 통계적으로 유의한 차이가 있었으나, 실험후에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05)[Table 2].

3.3 족저압 차이의 비교

양측 족저압의 차이 비교에서 대조군은 실험전 15.43±9.15, 실험후 12.65±7.32로 통계적으로 유의한 차이가 없었고(p>.05), 실험군에서는 실험전 16.39± 11.97, 실험후 8.27±6.67로 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<.01). 그룹 간 비교에서는 실험전과 후 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>.05)[Table 3].

[Table 3] Comparison of differences between foot pressure

		pre	post	△	p ¹⁾
C		15.43±9.15	12.65±7.32	-2.78±9.06	.357
	E	16.39±11.97	8.27±6.67	-8.12±6.23	.003
	p ²⁾	.843	.179	.142	

C: Control group

E: Experimental group

p¹⁾: Tested by paired t-test

p²⁾: Tested by independent t-test

△: post-pre

4. 고찰

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 중요한 목표 중 하나는 보행과 균형능력의 회복이다[20].

본 연구에서는 편마비 환자의 후방보행 훈련에 따른 보행능력과 족저압의 효과를 알아보기 위해 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 20명을 대상으로 대조군과 실험군으로 분류하여 4주간의 훈련 전후의 보행패턴과 족저압을 비교분석하였다.

연구결과 보행패턴 비교를 통해 보행주기에 따른 입

각기와 유각기 비율은 대조군과 실험군 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 그룹간 비교에서도 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

정상인의 보행주기는 입각기 60%와 유각기 40%로 알려져 있다[19]. 반면, 편마비 환자는 마비측에서는 비 마비측에 비해 입각기가 짧아지며, 상대적으로 유각기는 느려지는 것으로 보고되고 있으며[3], 윤성익[21]은 편마비 환자들은 마비측에 체중지지가 감소되어 보행속도가 느리고 입각기가 짧아 비정상적인 보행 양상을 나타낸다고 주장하였다. 본 연구에서 후방보행 훈련에 따라 보행 주기는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 수치상 정상 보행주기에 가까워짐을 알 수 있었다. 이러한 결과는 대상자의 유병기간이 평균 20개월이었음을 감안하면 뇌졸중 발생 후 실현전까지 보행을 위해 비정상적인 보상작용이 나타나 4주간의 후방보행만으로는 통계적으로 유의한 향상이 나타나지 않는 것으로 생각되나 보행의 보상작용을 확인할 수 없어 향후 연구에서는 보상작용에 대한 평가가 필요하리라 생각된다.

Dickstein 등[22]은 SmartStep을 이용한 편마비 환자의 마비측 체중지지 분석 연구에서 발 앞쪽과 발 뒤쪽에 가해지는 최대 힘이 정상인에 비해 통계적으로 낮았다고 보고하였고, 윤향운 등[23]은 정상 성인과 편마비 환자의 족저압 비교를 통해 발 앞쪽과 뒤쪽이 정상인에 비해 편마비 환자에서 통계적으로 유의한 감소가 있다고 보고하였다. 본 연구결과, 입각기시 마비측의 체중부하는 발 전체, 발 앞쪽, 발 뒤쪽 모두 대조군에 비해 실험군이 통계적으로 유의하게 증가하였다. 김은정 등[24]은 편마비 환자를 대상으로 후방 보행훈련 후 마비측의 체중지지가 증가하였다고 보고하였고, 김상진[25]은 뇌졸중 환자의 후방보행 훈련이 환측의 입각기를 증가시킴으로써 보장 시간과 보장이 통계적으로 유의한 차이가 있다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 이러한 결과는 4주간의 후방보행 훈련을 통해 신경근의 재교육이 이뤄지고, 보행시 사용되는 근육들의 활성화 및 근력의 향상으로 인해 마비측의 체중부하가 증가한 것으로 생각된다[26].

4주간의 후방보행 훈련 후 족저압의 차이는 통계적으로 유의한 감소가 있었으며, 4주후 그룹간 비교에서는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 수치상의 긍정적인 변화를 확인하였다. 나경필[12]은 편마비 환자를 대상으로 트레드밀에서의 후방견인 보행훈련 후 균형능력이 통계적으로 유의한 향상이 있었다고 보고하였고, 기경일

등[15]은 편마비 환자를 대상으로 4주간의 후방보행훈련 후 기능적인 보행이 통계적으로 유의한 향상이 있다고 보고하여 본 연구 결과와 일치하였다. 이러한 결과는 4주간의 후방보행 훈련을 통해 마비측의 체중지지가 향상됨으로써 기립시 양측 족저압이 차이가 감소하여 정적 균형능력이 향상된 것으로 생각된다.

본 연구결과를 종합하여 보면, 후방보행 훈련은 마비측의 체중지지를 향상시키고 양측의 족저압의 차이를 감소시킴으로써, 마비측의 입각기시 체중부하가 향상되어 비정상적인 보행패턴을 개선시키는 것으로 판단된다.

본 연구는 최소한의 독립보행이 가능한 각기 다른 기능 수준을 가진 사람을 20명을 대상으로 하여 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 전체로 해석하기에는 어려움이 있으며, 훈련 기간이 4주에 그쳐 장기간의 효과로 판단하기에는 어려움이 있다. 또한 측정 장비의 특성상 한쪽 발에만 SmartStep을 착용하여 마비측의 보행패턴만 분석하였고, 마비측과 비마비측을 비교하지 못하였다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 후방보행 훈련에 따른 마비측의 보행패턴, 족저압의 변화를 확인함으로써 향후 임상에서 편마비 환자의 보행능력 향상을 위한 재활시 후방보행 훈련의 근거자료를 제공함에 그 의의가 있다.

향후 연구에서는 편마비 환자뿐만 아니라 다양한 집단을 대상으로 연구를 함으로써 연령, 성별에 따른 비교 연구가 필요할 것으로 생각되며, 또한 후방보행에 따른 역학적 분석과 더불어 근 활성화 및 마비된 근육의 긴장도의 변화를 확인할 수 있는 연구가 필요하리라 사료된다.

5. 결 론

본 연구는 후방보행 훈련에 따른 보행과 족저압의 효과를 확인하고 임상에서 편마비 환자 재활시 적용할 수 있는 후방보행의 근거자료를 제공하고자 보행분석 장비와 족저압 측정 장비를 이용하여 정량적인 분석을 하였다.

연구 결과를 종합해 보면, 후방보행 훈련군에서 대조군에 비해 마비측의 보행시 체중지지(발 전체, 발 앞쪽, 발 뒤쪽) 및 족저압의 차이에 유의한 차이가 있었다.

후방보행훈련은 편마비 환자의 마비측 체중지지를 증가시키고 양측 족저압의 차이를 감소시켜 보행시 마비측의 체중부하가 증가함으로써 및 보행능력이 향상됨을 알

수 있었다. 따라서 임상에서 보행능력 향상을 위한 재활 프로그램에 후방보행 훈련도 고려되어야 할 것으로 생각된다.

앞으로의 연구에서는 중추신경계 손상으로 인한 환자 뿐만 아니라 근골격계적 문제로 인해 균형 및 보행의 장애가 있는 환자를 대상으로 다양한 장비 및 도구를 활용하여 후방보행 훈련의 효과를 객관성과 정확성 높게 다각도로 확인하는 것이 필요할 것이다. 또한 장기간의 지속적인 관찰을 통해 적정 훈련기간을 제시할 수 있는 연구가 필요할 것이다.

References

- [1] H. C. Dijkerman, M. Ietswaart, M. Johnston, R. S. Macwalter, "Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patients", *A pilot study. Clin Rehabil.* Vol.18, No.5, pp. 538-549, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1191/0269215504cr769oa>
- [2] A. C. Geurts, M. de Haart, I. J. van Nes, J. Duysens. "A review of standing balance recovery from stroke", *Gait Posture*, Vol.22, No.3, pp. 267-281, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2004.10.002>
- [3] K. H. Mauritz, "Gait training in hemiplegia", *European Journal of Neurology*, Vol.9, No.S1, pp. 23-29, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1468-1331.2002.0090s1023.x>
- [4] G. D. Caty, C. Arnould, G. G. Stoquart, J. L. Thonnard, T. M. Lejeune, "ABILOCO: a Rasch-built 13-item questionnaire to assess locomotion ability in stroke patients", *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, Vol.89, No.2, pp.284-290, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.155>
- [5] R. Ferber, L. R. Osternig, M. H. Woollacott, N. J. Wasielewski, J. H. Lee, "Reactive balance adjustments to unexpected perturbations during human walking", *Gait Posture*, Vol.16, No.3, pp.238-248, 2002.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362\(02\)00010-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0966-6362(02)00010-3)
- [6] H. J. Eich, H. Mach C. Werner, S. Hesse, "Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial", *Clinical Rehabilitation*, Vol.18, No.6, pp.640-651, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1191/0269215504cr779oa>
- [7] M. F. Ng, R. K. Tong, L. S. Li, "A pilot study of randomized clinical controlled trial of gait training in subacute stroke patients with partial body-weight support electromechanical gait trainer and functional electrical stimulation: six-month follow-up", *Stroke*, Vol. 39, No. 1, pp.154-160, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.495705>
- [8] A. J. Threlkeld, T. S. Horn, G. Wojtowicz, J. G. Rooney, R. Shapiro, "Kinematics, ground reaction force, and muscle balance produced by backward running", *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, Vol.11, pp.56-63, 1989.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1989.11.2.56>
- [9] S. J. Kong, "After ACL reconstruction the effect of backward walking training on knee joint muscle function", *Graduate School of Korea University master's thesis*, 2007.
- [10] Y. S. Kim, D. H. Kim, K. K. Cho, "The effects of aquatic backward locomotion training frequency on lumbar extension strength, pain, and functional disability in lumbar discectomy patients-24week short term training-", *Korean Society for wellness*, Vol.8, No.3, pp.276-289, 2013.
- [11] C. H. Chang, S. W. Han, "Effects of inclined backward and forward walking on pain scale and muscle function for patients with patellofemoral pain syndrome", *Journal of coaching development*, Vol.15, No.3, pp.179-185, 2013.
- [12] K. P. Na, "Effects of gait training with applied posterior traction on gait, balance, energy consumption in patients with stroke", *Graduate School of Sahmyook University, master's thesis*, 2012.
- [13] J. J. Bae, J. C. Lee, S. W. Han, "The effect of backward walking on respiratory factor and VAS in the rehabilitation training for knee injury", *The Korean Journal of physical education*, Vol.44, No.4, pp.347-355, 2005.
- [14] M. A. Thomas, A. Fast, "One step forward and two step back: the dangers of walking backwards in therapy". *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol.79, No.5, pp.459-461, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00002060-200009000-00011>
- [15] K. I. Ki, S. Y. Kim, D. W. Oh, K. H. Kim, "The effect of backward walking training in the walking speed and balance capability of patients with hemiplegia", *The journal of Korean Academy of physical therapy science*, Vol. 16, No.2, pp. 1-9, 2009.
- [16] S. Alder, D. Beckers, M. Buck, "PNF in Practice", 3rd ed. Springer, 2008.
- [17] C. Kisner, L. A. Colby, "Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques", 5th ed. Philadelphia. FA Davis. 2007.
- [18] S. J. Park, "The Analysis the Changes of Foot Pressure by Various Carrying a Pack Methods during Walking",

Graduate School of Daegu University, master's thesis, 2008

- [19] C. K. Kim, B. H. Lee, "Gait analysis According to the changes of the carrying type and weight of bag", Journal of the Korea Academia- industrial cooperation Society, Vol.14, No.1, pp.199-205, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.1.199>
- [20] C. Werner, S. Von Frankenberg, T. Treig, "Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized cross over study", Stroke, Vol.33, No.12, pp.2895-2901, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1161/01.STR.0000035734.61539.F6>
- [21] S. I. Yoon, "The effect of energy consumption during walking with arm sling in adult hemiplegic patients", Graduate School of Hanyang University, master's thesis, 2004.
- [22] R. Dickstein, Y. Yoeli, S. Holtzman, A. Faust, E. Markoviz, "Weight bearing on the affected lower limb in residents of a geriatric rehabilitation hospital", American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, Vol.89, No.4, pp.287-292, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181c9d86e>
- [23] H. W. Yoon, S. Y. Lee, H. M. Lee, "The comparison of plantar foot pressure in normal side of normal people, affected side and less affected side of hemiplegic patients during stance phase", Journal of the Korean Society of physical medicine, Vol.4, No.2, pp.87-96, 2009.
- [24] E. J. Kim, B. G. Hwang, H. C. Kwon, "The effects of gait component and foot plantar pressure on gait training way in stroke patients", The journal of rehabilitation science research, Vol.27, No.2, pp.41-54, 2009.
- [25] S. J. Kim, "The effect of backward walking which influences forward walking in patient with stroke", Graduate School of Daegu University master's thesis, 2009.
- [26] E. Y. Kim, S. B. Lee, B. S. Jeon, H. S. Kwon, D. Y. Yu, "Comparison between rectus femoris and tibialis anterior in terms of the levels of activity varying depending on walking patterns and varied treadmill slopes", Korean journal of orthopedic manual therapy, Vol.16, No.2, pp.76-81, 2010.

이 병 훈(Byung-Hoon Lee)

[정회원]



- 2009년 2월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과 (이학석사)
- 2012년 2월 : 조선대학교 대학원 보건학과 (보건학박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 전남과학대학교 산학협력단

<관심분야>
물리치료, 보건·의료

정 진 규(Jin-Gyu Jeong)

[정회원]



- 2001년 2월 : 원광대학교 보건환경대학원 보건학과 (보건학석사)
- 2005년 2월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 전남과학대학교 물리치료과 교수

<관심분야>
근골격계 진단 및 운동치료, 생체역학

김 찬 규(Chan-Kyu Kim)

[정회원]



- 1999년 8월 : 조선대학교 보건대학원 보건학과 (보건학석사)
- 2005년 2월 : 동신대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 광주보건대학교 물리치료과 교수

<관심분야>
신경물리치료