

트레드밀 운동학습 훈련이 경직성 뇌성마비 아동의 기능과 균형에 미치는 영향

최현진¹, 이동엽², 김윤환^{3*}

¹순천평화병원 재활센터, ²선문대학교 물리치료학과, ³광양보건대학교 물리치료과

The Effect of Balance and Function in Children with Spastic Cerebral Palsy using Motor Learning training with Treadmill

Hyun-Jin Choi¹, Dong-Yeop Lee² and Yoon-hwan Kim^{3*}

¹Rehabilitation center of Suncheon Pyunghwa Hospital

²Department of Physical Therapy, Sunmoon University

³Department of Physical Therapy, Gwangyang Health College

요 약 본 연구는 트레드밀을 이용한 운동학습 훈련이 경직성 뇌성마비 아동의 운동기능과 균형능력에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 대동작기능분류체계(GMFCS) 제 III, IV 단계의 경직성 뇌성마비 아동 16명을 대상으로 운동학습훈련군과 대조군으로 각각 무작위로 8명씩 분류하여, 대조군은 주 4회 근력강화운동을 30분/1회 적용하였고, 운동학습훈련군은 근력강화운동과 트레드밀을 이용한 운동학습훈련을 주 4회 15분/1회 적용하였다. 뇌성마비 아동의 운동기능은 대동작기능평가를 이용하여 측정하였고, 균형능력은 good balance system(Meitur Ltd., Finland)의 전산화 측정장비를 이용하여 측정하였다. 적용방법에 따른 운동학습훈련군과 대조군의 전·후 유의성 검증은 Wilcox Signed Rank Test와 Mann-Whitney U test를 실시하였다. 그 결과, 운동학습훈련군은 훈련 적용 후 운동기능과 균형이 유의하게 향상되었고($p<.05$), 대조군에 비해 운동학습훈련군에서 훈련 적용 후 운동기능과 균형이 유의하게 향상되었다($p<.05$). 트레드밀을 이용한 운동학습훈련은 경직성 뇌성마비아동의 운동기능과 균형능력을 향상시키는데 도움을 주고, 소아치료 중재방법으로 유용하게 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

Abstract The purpose of this study was to apply treadmill training through motor learning to cerebral palsy children and examine its effects on their motor Functions and balance. The subjects of this study were 16 spastic diplegia children who had difficulty in independent gait, and GMFCS level III, IV. The participant's were allocated randomly to 2 groups: a motor learning group($n=8$) and the control group($n=8$). Both groups received muscle strengthening exercise for 3 session, 30 minutes per week over 7 weeks period. Data collected from the 16 spastic diplegia children the results were as follows. The motor learning group showed significant increase in motor function($p<.05$). The motor learning group showed significant increase in balance($p<.05$). Between motor learning group and control group, motor functions and balance was a statistically significant difference($p<.05$).

Key Words : Cerebral palsy, Motor learning training, Motor function, Balance

1. 서론

뇌성마비는 뇌가 미성숙하여 움직임과 자세조절에 장애를 가지는 비진행성 중추군으로서 인지, 의사소통, 감

각기능, 지각, 운동, 경기 등과 연관된 문제를 가지고 있다[1]. 경직성 뇌성마비 아동의 운동양상은 몸통부위의 낮은 근긴장으로 몸통의 안정성과 하지의 운동성부족이 발생하며, 또한 움직임의 발달이 지연되고, 걷는 속도가

*Corresponding Author : Yoon-hwan Kim (Gwangyang Health College)

Tel: +82-19-639-3002 email: sc3002@hanmail.net

Received November 2, 2012 Revised (1st November 23, 2012, 2nd December 11, 2012) Accepted February 6, 2013

느리고 보행하는 동안의 지구력이 낮은 비정상적인 움직임은, 뇌성마비아동들의 침범된 부위의 심각한 기능적인 제한을 유발한다[2].

자세나 움직임에 어려움이 있는 뇌성마비 아동은 관절의 변형과 근육의 단축, 고유수용감각, 시각 등의 장애로 인하여 균형수행에 어려움을 일으켜 과도한 에너지 소비를 유발하는 움직임과 체간에서의 불안정성 및 자세유지가 어렵다[3]. 또한 보행 및 일상생활동작 수행 시 어려움을 갖게 된다[4].

경직성 뇌성마비 아동의 기능회복을 위한 소아물리치료는 운동치료적 접근이 중요한 부분이며, 보행과 같은 이동능력을 가능하게 하고 정상적인 보행에 가깝게 하는 것이 가장 중요한 목표중의 하나이다. Lepage 등[5]은 보행이 가능한 뇌성마비 아동이 휠체어를 사용하는 아동들과 비교하여 사회적 역할과 지역사회에 참여하는 등 일상생활 기능을 독립적으로 수행할 수 있다고 하였다. 따라서 소아물리치료사는 뇌성마비 아동의 보행기능을 향상시키기 위하여, 균형과 근력강화 뿐만 아니라 네발기기, 앉기, 서기 등의 훈련동안에도 보행을 준비하는 것에 초점을 맞추어야 한다고 하였다[6]. 또한 Liao 등[7]은 정적인 서기자세 훈련보다는 동적인 균형훈련이 보행기능을 증진시킬 수 있다고 하였다.

여러 연구들에서 뇌성마비 아동에게 보행기술을 달성하기 위하여 동적인 상태에서 체중을 지탱하면서 보행훈련을 시도하는 방법이 소개되고 있다[8]. 뇌성마비 아동에게 서기, 체중이동훈련, 발떼기 등과 같은 동작의 자가 보행훈련을 통한 하지의 체중지지, 걷기, 서기와 같은 자세정렬을 촉진하여 보행연습을 할 수 있다고 한다[9].

트레드밀훈련에 대한 최근 연구들에 의하면 치료사는 도수적인 조절을 통하여 하지의 신체정렬과 관절운동을 증가시킬 수 있다고 보고하고 있다[10]. 초창기 트레드밀 보행훈련은 심장질환의 환자들을 검사하기 위하여 사용되어 왔으며[11], 이후에 트레드밀 보행훈련은 보행에 장애가 있는 성인 뇌졸중 환자와 척수손상환자에게도 시도되었으며[12], 파킨슨 질환과 진행성 핵상마비[13]와 같은 다른 신경질환 환자들에게도 효과가 있다고 보고되고 있다. 하지만, 경직성 뇌성마비 아동에게 트레드밀 운동학습훈련을 시도하여 균형과 기능회복을 위한 연구는 체계적으로 근거를 제시할 수 있는 방법이 부족한 실정이다.

그러므로 본 연구의 목적은 독립적인 보행의 경험이 없는 경직성 뇌성마비 아동들에게 반복적인 동적 보행훈련을 시킬 수 있는 운동학습훈련을 주기적으로 시도하여 운동기능과 균형에 미치는 영향을 알아보고, 소아물리치료에서 다양하게 접근할 수 있는 방법을 제시하고자한다.

2. 연구 방법

2.1 연구대상

본 연구는 2012년 5월 21일부터 7주간 전남 순천시에 소재한 P병원에서 물리치료를 받고 있는 경직성 뇌성마비 아동 16명을 대상으로 선정하여 시행하였다. 운동학습훈련과 근력강화훈련을 병행하여 실시한 시험군과 근력강화훈련만 받고 운동학습훈련을 시행하지 않는 대조군으로 분류하여, 각 군에 8명씩 무작위 배치하였다. 본 연구에 참여한 아동의 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 경직성 뇌성마비로 의학적 진단을 받은 아동
- 2) 연구자가 지시하는 내용을 이해하고 수행이 가능한 아동
- 3) GMFCS level III~IV인 아동
- 4) 수술 등 의학적 처치가 6개월이 경과 한 아동
- 5) 보조도구를 사용하여 독립적으로 서 있을 수 있는 아동

본 연구에 대한 충분한 설명을 한 후 시험을 실시하였으며, 본 연구에 참여하기 전 모든 대상자는 자발적으로 동의하였다.

2.2 실험방법

대조군은 양쪽하지의 7개 자세근육 그룹의 근력강화운동을 고관절 굴곡근, 신전근, 외전근, 내전근, 슬관절 굴곡근, 신전근, 족관절 배측굴곡근에 적용하는 근력강화운동프로그램을 이용하여 주 4회 30분간 7주간 적용하였다[14].

시험군은 근력강화운동에 추가적으로 체중지지 트레드밀 운동학습훈련을 주 4회 15분간 7주간 훈련을 실시하였다[15]. 경사도 0%, 속도는 최저 0.5 km/hr부터 최고 10 km/hr로 0.5 km/hr씩 속도를 조절할 수 있는 트레드밀(싱린 technology 2005, 태국)을 사용하여 견제하였다. 또한 트레드밀 훈련시 뇌성마비 아동의 체중을 지지할 수 있도록 하네스를 매달아 훈련을 시켰다.

16명의 훈련 대상자들에게 연구를 위해 수행한 훈련 전과 후에 대동작 기능평가(GMF)와 균형능력의 변화를 평가하였다. 본 연구는 연구 대상자의 안전과 보행의 경험을 올바르게 경험시켜주기 위하여 특별히 본 연구에 참여하기를 희망하는 치료사와 연구자가 감독과 보조를 하였다.

2.3 측정도구 및 방법

2.3.1 대동작 기능평가

(Gross motor function measure)

대동작 기능평가는 운동발달 장애를 가지고 있는 아동들에게 시간의 경과에 따른 변화를 측정하기 위하여 만들어진 도구이다[16].

이 평가 도구는 검사자의 도움 없이 5가지 영역에서 88개의 구체적인 문항으로 영역 A(눕기와 뒤집기, 17문항), B(앉기, 20문항), C(네발기기와 무릎서기, 13문항), D(서기, 14문항), E(걸기·달리기·도약하기, 24문항) 등으로 구성된다. 대동작 기능평가의 검사자간 신뢰도는 0.87~0.99로 매우 높은 신뢰도구이다[17]. 본 연구에서는 C(네발기기와 무릎서기), D(서기), E(걸기·달리기·도약하기) 세 가지 영역과 전체 대동작 기능의 평균(%)을 사용하였다.

2.3.2 균형평가

본 연구에서 균형측정은 가장 광범위하게 균형능력을 정량화 할 수 있는 측정법[18]이라 알려진 COP(center of pressure)의 이동궤적을 계산하여 균형감각을 측정하는 good balance system(Metitur Ltd, Finland, 2008)장비를 이용하여 측정하였다[19]. 각 자세에서 측정 장비가 균형능력을 나타내는 지수, 즉 COP의 X축의 경로에 대한 평균 속도(mm/s), Y축의 경로에 대한 평균 속도(mm/s), COP의 경로로부터 속도의 움직임 영역(mm²/s)을 측정하였다. 검사-재검사(test-retest) 방법에서 급내 상관계수(ICC=.83)는 0.83이상으로 높은 신뢰도가 입증되었다.

2.4 자료처리

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS/Window(12.0 version) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성은 평균±표준편차로 나타났다. 연구를 위해 수행한 훈련 전과 후의 대동작 기능평가, 균형능력의 차이를 비교하기 위해 비모수 검정 중 Wilcoxon Signed Rank Test를 실시하였고, 두 군간의 균형능력의 훈련 전과 후의 차이를 비교하기 위해 비모수 검정 중 Mann-Whitney U test를 실시하였다. 통계학적 유의성 검증을 위해 유의수준은 $\alpha = .05$ 미만인 것을 통계학적으로 유의한 것으로 판단하였다.

3. 결 과

3.1 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 시험군 8명과 대조군 8명으로 총 16명이었다. 시험군은 남자 5명과 여자 3명, 평균 나이 6세, 평균 키 99.6cm, 평균 몸무게 16.7kg이었다. 대조군은 남자 4명과 여자 4명, 평균 나이 7.6세, 평균 키 116.4cm, 평균 몸무게 18.7kg이었다[Table 1].

[Table 1] General characteristics of subjects

	EG(n=8)	CG(n=8)
Ses(M/F)	5/3	4/4
age(y)	6.00±1.60	7.62±2.26
Height(cm)	99.60±14.61	116.41±18.71
Weight(kg)	16.78±5.04	24.76±9.16
GMFCS Level	III	5
	IV	3
Hemiplegia	2	3
Diplegia	6	5

Mean±SD

EG: experimental group, CG: Control group

GMFCS: Gross Motor Function Classification System

3.2 대동작 기능평가

시험군의 대동작 기능평가에서 C(네발기기와 무릎서기)의 평균은 83.92±4.88에서 훈련 적용 후 88.09±6.10으로 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이는 있었다($p < .05$). D(서기)의 평균은 45.18±20.60에서 훈련 적용 후 54.80±25.00으로 증가하였으며, E(걸기·달리기·도약하기)의 평균은 19.09±10.06에서 훈련 적용 후 17.01±4.96으로 감소하였으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$). 전체 대동작 기능평가 평균은 67.13±9.30에서 훈련 적용 후 69.75±9.80으로 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이는 있었다($p < .05$).

대조군의 대동작 기능평가에서 C(네발기기와 무릎서기)의 평균은 82.43±12.33에서 훈련 적용 후 82.44±12.33, D(서기)의 평균은 56.08±20.53에서 훈련 적용 후 56.17±20.57, E(걸기·달리기·도약하기)의 평균은 29.26±20.38에서 훈련 적용 후 29.37±20.37로 변화하였으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$). 전체 대동작 기능평가 평균은 73.25±13.51에서 훈련 적용 후 73.27±13.52로 변화하였으며, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$)[Table 2].

[Table 2] Comparison of GMFM (%)

Group	pre	post	Z	p	
EG.	C	83.92±4.88	88.09±6.10	-2.232	.026*
	D	45.18±20.60	54.80±25.00	-1.832	.067
	E	19.09±10.06	17.01±4.96	-.140	.888
	Total	67.13±9.30	69.75±9.80	-2.383	.017*
CG	C	82.43±12.33	82.44±12.33	-1.890	.059
	D	56.08±20.53	56.17±20.57	-1.826	.068
	E	29.26±20.38	29.37±20.37	-1.342	.180
	Total	73.25±13.51	73.27±13.52	-1.826	.068

Mean±SD

* $p < .05$

EG: experimental group, CG: Control group

3.3 균형평가

시험군의 균형평가에서 X방향 평균속도는 4.60±2.05에서 훈련 적용 후 3.10±1.47로 감소하였으며, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p>.05). Y방향 평균속도는 6.77±2.94에서 훈련 적용 후 4.63±2.42로, COP 경로로부터 속도 움직임 영역은 15.91±13.55에서 훈련 적용 후 8.81±6.94로 각각 감소하였으며, 통계학적으로 유의한 차이는 있었다(p<.05).

대조군의 균형평가에서 X방향 평균속도는 2.69±1.30에서 훈련 적용 후 2.84±1.59로, Y방향 평균속도는 3.63±2.55에서 훈련 적용 후 3.71±2.65로, COP 경로로부터 속도 움직임 영역은 6.05±4.20에서 훈련 적용 후 6.04±4.36으로 각각 변화하였으며, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p>.05)[Table 3].

[Table 3] Comparison of balance (mm/s), (mm²/s)

Group	pre	post	Z	p	
EG	Mean X speed (mm/s)	4.60±2.05	3.10±1.47	-1.820	.069
	Mean Y speed (mm/s)	6.77±2.94	4.63±2.42	-2.240	.025*
	Velocity moment (mm ² /s)	15.91±13.55	8.81±6.94	-2.10	.036*
CG	Mean X speed (mm/s)	2.69±1.30	2.84±1.59	-.280	.779
	Mean Y speed (mm/s)	3.63±2.55	3.71±2.65	-.210	.833
	Velocity moment (mm ² /s)	6.05±4.20	6.04±4.36	-.840	.401

Mean±SD

*p<.05

EG: experimental group, CG: Control group

3.4 시험군과 대조군 간의 비교

3.4.1 대동작 기능평가 비교

시험군과 대조군의 대동작 기능평가에서 C(네발기가 무릎서기) 평균의 훈련 전·후 차는 각각 4.16±4.17과 .03±.07, D(서기) 평균의 훈련 전·후 차는 각각 9.61±15.78과 .09±.14이었으며 통계학적으로 유의한 차이는 있었다(p<.05). E(걷기·달리기·도약하기) 평균의 훈련 전·후 차는 각각 2.08±9.06과 .11±.31이었으며, 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p>.05). 전체 대동작 기능평가 평균의 훈련 전·후 차는 각각 2.62±2.17과 .23±.41이었으며, 통계학적으로 유의한 차이는 있었다(p<.05)[Table 4].

[Table 4] Comparison of GMFM between Experimental and Control group (%)

	EG	CG	Z	p
C	4.16±4.17	.03±.07	-2.172	.042*
D	9.61±15.78	.09±.14	-2.549	.011*
E	2.08±9.06	.11±.31	-.864	.388
Total	2.62±2.17	.23±.41	-2.530	.011*

Mean±SD

*p<.05

EG: experimental group, CG: Control group

3.4.2 균형평가 비교

시험군과 대조군의 균형평가에서 X 방향 평균 속도의 훈련 전·후 차는 각각 -1.50±1.66과 -.14±.95, Y 방향 평균 속도의 훈련 전·후 차는 각각 -2.14±1.74와 .07±1.12, COP 경로로부터 속도 움직임 영역의 훈련 전·후 차는 각각 -7.09±8.40과 -.01±1.93이었으며 통계학적으로 유의한 차이는 있었다(p<.05)[Table 5].

[Table 5] Comparison of balance between Experimental and Control group (mm/s), (mm²/s)

	EG	CG	Z	p
Mean X speed (mm/s)	-1.50±1.66	-.14±.95	-2.260	.024*
Mean Y speed (mm/s)	-2.14±1.74	.07±1.12	-.016	.015*
Velocity moment (mm ² /s)	-7.09±8.40	-.01±1.93	-.021	.021*

Mean±SD

*p<.05

EG: experimental group, CG: Control group

4. 고찰

본 연구는 트레드밀을 이용한 운동학습 훈련이 경직성 뇌성마비 아동의 운동기능과 균형능력에 미치는 영향을 알아보기 위하여 운동기능은 대동작 기능평가를 이용하여 측정하였고, 균형능력은 good balance system의 전산화 측정장비를 이용하여 측정하였다.

본 연구의 결과를 보면, 운동기능의 경우 시험군에서 훈련 전과 후의 대동작 기능평가의 네발기·무릎서기와 전체 대동작 기능평가 평균에서 대조군에 비해 향상되었다. 시험군과 대조군 간의 비교에서는 대동작 기능평가에서 네발기·무릎서기, 서기, 전체 대동작 기능평가 평균이 향상되었다. 이는 Day 등[20]의 연구에서와 일치하며 독립적으로 체중을 지지하여 서는 자세를 유지할 수 없는 경직성 뇌성마비아동에게 트레드밀을 실시한 결과 네

발기-무릎서기, 서기의 기능이 향상되었고, 보조기구를 착용하여 60걸음을 옮길 수 있었다. 또한 권해연[15]의 연구에서도 네발기-무릎서기, 서기가 훈련 적용 후 증가되었으며, cheng 등[8]의 연구에서는 보행이 지연된 뇌성마비아동에게 체중지지 트레드밀을 실시하여 양하지 지지가 감소하고 보행속도가 증가하였다고 보고하였다. Schindl 등[21]은 체중지지에서 속도를 다양하게 조절하여 서기 항목이 유의하게 향상되었는데, 이는 Begnoche 등[22]의 주장과 마찬가지로 운동학습을 통한 반복적인 훈련이 걷기를 학습하는 과정에서 긴장도의 조절과 복잡한 보행주기를 집중적으로 훈련하기 때문이며, 보조기구를 활용한 트레드밀 보행 훈련을 통해 독립적인 보행이 불가능한 뇌성마비아동에게 서기, 이동하기 등의 기능을 개선시킬 수 있었다고 생각된다.

균형평가에서는 압력중심(COP)의 이동속도와 궤적이 대조군에 비하여 시험군이 Y방향의 평균속도와 COP경로로부터 속도의 움직임 영역에서 대조군에 비해 향상되었다. 시험군과 대조군간의 비교에서는 시험군에서 X방향의 평균속도와 Y방향 평균속도, COP 경로로부터 속도 움직임 영역에서 대조군에 비해 향상되었다. X축과 Y축의 동요속도는 선행 연구 결과와 유사하게 감소를 보였으며 유의한 변화를 가져왔다. 신은경[23]의 연구에서는 보행훈련이 균형능력에 유의한 차이를 나타낸다고 하였다. 이는 체중지지원리를 이용하는 보행훈련이 신체의 균형과 체중이동에 영향을 주어 균형회복에 영향을 미친 것으로 생각된다.

Ross와 Engsborg[24]는 대동작 기능평가와 보행에 상관관계가 있다고 하였으며, 임선규[25]는 체중부하이동훈련을 적용한 이후에 체중지지 트레드밀훈련을 실시한 시험군에서 보행 시 체표접촉면이 증가되어 보행안정성이 향상되었다고 하였다. 본 연구의 결과에서 보행훈련을 통한 운동학습훈련은 뇌성마비의 운동기능과 균형능력을 증진할 수 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 연구대상자가 한정적이고 독립보행이 불가능한 아동을 대상으로 수행하여 병원이외에서의 치료적인 중재가 미치는 영향에 대해서는 연구방법으로 제한하지 못하였기 때문에 이 연구의 결과를 일반화하여 해석하는데 어려움이 있으므로 소아물리치료실에서 정량적인 평가도구로서 객관적인 근거를 제시할 수 있는 다양한 방향의 전략들이 실행되어야 할 것이다.

5. 결 과

이 연구는 경직성 뇌성마비아동에게 트레드밀을 이용한 운

동학습훈련을 적용하여 운동기능과 균형능력에 미치는 영향을 알아보려 하였다.

이를 위해 대동작 기능분류체계(GMFCS) 제 III, IV 단계의 경직성 뇌성마비 아동 16명을 대상으로 시험군과 대조군으로 각각 무작위로 8명씩 분류하여, 대조군은 주 4회 근력강화운동을 30분/1회 적용하였고, 시험군은 근력강화운동과 트레드밀을 이용한 운동학습훈련을 주 4회 15분/1회 적용하였다. 그 결과, 시험군은 훈련 적용 후 운동기능과 균형이 유의하게 향상되었고($p < .05$), 대조군에 비해 시험군에서 훈련 적용 후 운동기능과 균형이 유의하게 향상되었다($p < .05$). 이러한 결과들은 트레드밀을 이용한 운동학습훈련이 경직성 뇌성마비아동의 운동기능과 균형능력을 향상시키는데 도움을 주고, 소아치로 중재방법으로 유용하게 사용될 수 있으며, 학령기 아동들에게 다양한 속도와 치료방법을 적용하여 근력강화와 함께 사용하면 그 효과는 극대화할 수 있을 것으로 생각된다.

Reference

- [1] M. Bax, M. Goldstein et al., "Proposed definition and classification of cerebral palsy", *Dev Med Child Neurol*, 47(8), pp. 571-576, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S001216220500112X>
- [2] C. Duffy, A. Hill, et al., "Energy consumption in children with spina bifida and cerebral palsy: a comparative study", *Dev Med Child Neurol*, 38(5), pp. 238-243, 1996.
- [3] S. S. Kim, C. J. Song, "Trunk muscle activity of standing and sitting posture in children with cerebral palsy", *J of Korean soc. of Phy Ther*, 16(2), pp. 363-372, 2004.
- [4] Y. J. Lee, "Correlations of Fugl-Meyer Assessment Scale, Gait Speed, and Timed Up & Go Test in Patients With Stroke", Graduate School of Yonsei University, 2004.
- [5] C. Lepage, L. Noreau, et al., "Association between characteristics of locomotion and accomplishment of life habits in children with cerebral palsy", *Phys ther* 78(5), pp. 458-479, 1998.
- [6] K. J. Dodd, N. F. Taylor et al., "A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy", *Arch Phys Med Rehabil*, 83(8), pp. 1157-1164, 2002.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2002.34286>
- [7] H. F. Liao, S. F. Jeny et al., "The relation between

- standing balance walking function in children with spastic diplegia cerebral palsy", *Dev Med Child Neurol*, 39(2), pp. 106-112, 1997.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07392.x>
- [8] R. J. Cheng, C. F. Liu et al., "Effect of treadmill training with body weight support on gait and gross motor function in children with spastic cerebral palsy", *Am & Phys Med Rehabil*, 86, pp. 548-555, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/PHM.0b013e31806dc302>
- [9] R. S. Martin, F. Claudia et al., "Treadmill training with partial weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy", *Arch Phys Med Rehabil*, 81(3), pp. 301-306, 2000.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(00\)90075-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(00)90075-3)
- [10] D. M. Begnoche and K. H. Pitett, "Effects of traditional treatment and partial body weight treadmill training on the motor skill of children with spastic cerebral palsy: a pilot study", *Pediatr Phys Ther*, 19(1), pp. 11-19, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.pcp.0000250023.06672.b6>
- [11] P. S. Fardy, J. L. Bennet et al., "Cadiac rehabilitaion: implications for the nurse and other health professionals", ST Louis, MO: CV Mosby Co. 1980.
- [12] S. Hesse, M. Konrad et al., "Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects", *Arch Phys Med Rehabil*. 80(4), pp. 421-427, 1999.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90279-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90279-4)
- [13] M. Suteerawattananon, B. MacNeil et al., "Supported treadmill training for gait and balance in a patient with progressive supranuclear palsy", *Phys Ther*, 82(5), pp. 485-495, 2002.
- [14] J. H. Han, J. Y. Ko, "Evaluation of Balance and Activities of Daily Living in Children with Spastic Cerebral Palsy using Virtual Reality Program with Electronic Games", *Korea Contents Association*, 10(6), pp. 480-488, 2010.
- [15] H. Y. Kwon, "Effect of walking performance in weight support Treadmill Training", Graduate School of Catholic University of Pusan, 2008.
- [16] D. J. Russel, P. L. Rosenbaum et al., "Gross Motor Function Measure Manual". Toronto; McMaster University, 1989.
- [17] D. L. Damiano and F. F. Abel, "Relation of gait analysis to gross motor function in cerebral palsy", *Dev Med Child Neurol*, 38(5), pp. 389-396, 1996.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8749.1996.tb15097.x>
- [18] M. Piirtola and P. Era, "Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review", *gerontology*, 52(1), pp. 1-16, 2006.
- [19] Y. H. Kim, J. H. Park et al., "Effect of Hip Abductor strengthening Exercise using Elastic Band on Static Balance", *Korean J Orthop Manu Ther*, 15(1), 49-57, 2009.
- [20] J. A. Day, E. J. Fox et al., "Locomotor training with partial body weight support on a treadmill in a nonambulatory child with spastic tetraplegic cerebral palsy" a case report. *Pediatr Phys Ther*, 16(2), pp. 106-113, 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.PEP.0000127569.83372.C8>
- [21] M. R. Schindl, C. Forstner et al., "Treadmill training with partial weigt support in children with cerebral palsy", *Arch Phys Med Rehabil*, 84(9), pp. E2, 2000.
- [22] D. Begnoche, E. Sanders et al., "Effect of an Intensive Physical therapy Program with partial body weight treadmill training on a 2year-old child with spastic quadriplegic cerebral palsy", *Pediatr Phys Ther*, 17(1), pp. 73, 2005.
- [23] E. K. Shin, "Effects of Task-Oriented Circuit Program on Motor Function Improvement of Children with Cerebral Palsy", Graduate School of Dankook University, 2007.
- [24] S. A. Ross and J. R. Engsborg, "Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy", *Arch Phys Med Rehabil*, 88(9), pp. 1114-1120, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2007.06.011>
- [25] S. K. Lim, "Changes in gait parameter's and foot contact area, and center of pressure of foot after mobile weight bearing exercise and range of motion exercise in the children with cerebral palsy", *J Korean BOBATH Assoc*, 5(1), pp. 25-43, 2000.

최 현 진(Hyun-Jin Choi)

[정회원]



- 2010년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 동신대학교 물리치료학과 박사과정
- 2008년 4월 ~ 현재 : 순천 평화병원 재활센터

<관심분야>

신경계 물리치료, 소아물리치료, 특수교육

이 동 엽(Dong-Yeop Lee)

[정회원]



- 2005년 2월 : 건양대학교보건의학대학원(보건학 석사)
- 2008년 2월 : 삼육대학교 대학원 물리치료학과 (이학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

신경계 물리치료, 임상해부학, 운동치료학

김 윤 환(Yoon-Hwan Kim)

[정회원]



- 2008년 2월 : 한려대학교 물리치료학과 (보건학석사)
- 2011년 2월 : 동신대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 광양보건대학교 물리치료과 교수

<관심분야>

신경계 물리치료, 운동치료