

뇌성마비 아동의 단기간 집중적 트레드밀 훈련이 균형과 보행에 미치는 영향

박하영, PT¹, 김지혜, PT¹, 권현숙, PT¹, 김은자, PT, PhD²

¹세브란스 재활병원, ²경동대학교

The Effect of Short-term Intensive Treadmill Training on Balance and Gait in Children with Cerebral Palsy

Ha-Young Park, PT¹, Ji-Hye Kim, PT¹, Hyun-Sook Kwon, PT¹, Eun-Ja Kim, PT, PhD²

¹Dept. of Physical Therapy, Severance Rehabilitation Hospital, Republic of Korea

²Dept. of Physical Therapy, Kyungdong University, Republic of Korea

Purpose The purpose of this study was to investigate the effects of short-term intensive treadmill training on balance and gait in children with cerebral palsy. **Methods** A total of 20 subjects consisted of 10 fast gait treadmill training groups and 10 normal gait treadmill training groups. Treadmill training without weight support was performed 5 times a week for 20 minutes and 2 weeks. Pediatric Balance Scale (PBS)), Timed up and go test (TUG), and Stride length were used to evaluate the balance and gait before and after intervention. **Result** The results of this study showed that there was a significant difference in both the FTT groups and NTT groups before and after the PBS change ($p < 0.05$), and also between the groups ($p < 0.05$). There were significant differences in the TUG change between the FTT groups and NTT groups before and after the intervention ($p < 0.05$), and between the groups ($p < 0.05$). Before mediating in comparing stride length changes. There was no significant difference between the two groups ($p > 0.05$) in the post-comparison comparison and no significant difference ($p > 0.05$). **Conclusion** Short-term intensive treadmill training in children with cerebral palsy is effective in increasing balance ability and gait function, and FTT affects balance and gait more than normal treadmill training.

Key words Cerebral Palsy, Treadmill Training, Balance, Gait, Short-term

Corresponding author Eun-Ja Kim (eunja1828@naver.com)

Received date 03 March 2020

Revised date 07 June 2020

Accept date 11 June 2020

I. 서론

뇌성마비 아동은 정상 발달하는 아동과는 다른 운동 발달 패턴을 보이며, 과도한 근긴장, 변형된 관절의 움직임, 자세조절 감소로 움직임을 만들며, 이와 같은 문제로 인해 뇌성마비 아동의 90%가 보행장애를 가지고 있다.¹⁾ 보행장애로 인한 아동의 제한은 독립 일상생활활동과 사회적 활동과도 연관이 있으며, 집안에서 독립 이동이 가능한 아동이 집밖에서는 휠체어를 사용하며, 중증도에 따라서 편마비와 경증 마비 아동은 독립이동이 가능 하나 중증의 88%가 휠체어를 사용한다. 뇌성마비 아동의 이동 제한을 해결하기 위한 환경개선이 필요하나 이동 능력 증가는 재활의 중요한 목표이며, 학령기 아동의 사회생활을 위해 이동 능력 개선이 매우 중요하다.²⁾

뇌성마비 아동의 보행 기능 향상을 위한 트레드밀 훈련은

피드포워드와 피드백 기전으로 보행 뿐만 아니라 균형의 과제 수행 훈련이며, 운동학습 치료 접근법으로 적절하다.³⁾ 트레드밀 훈련은 환자가 보행하는 동안 선 자세 유지와 하지의 협응을 증진시킬 수 있으며, 체중지지 기구를 이용한 체중지지 비율을 점차적 감소시키어 환자 스스로 자세 유지 하도록 하여 균형 능력을 증가시킬 수 있고 더 많은 하지근 사용의 기회를 제공할수 있다. 또한 환자에게 동기부여와 반복적 보행 속도 유지를 하는 동안 보행 기능 증가에 영향을 미치게 되어 일상생활에서 기능적 이동과 지역사회에서 독립 보행 거리도 증가 하게된다.⁴⁾

그리고 보행의 변수 중 분속수와 활보장이 증가되며, 보행 증가에 따른 하지근 활성의 증가는 하지근 강화 훈련의 전통적 운동치료와 동일한 훈련의 효과가 있으며, 보행 패턴의 반복은 보행에 필요한 정상 하지근을 활성화 시킬수 있다.⁵⁾

경직성 뇌성마비 중 GMFCS III, IV인 아동에게 하네스를 이용한 트레드밀 훈련을 주 4회, 1회 15분씩 7주간, 초기 최

<http://dx.doi.org/10.17817/2020.06.07.111550>

저 속도에서 점진적 속도를 증가하여 훈련을 실시한 결과 대동작 기능평가 항목에서 서기, 걷기, 달리기, 도약하기 등 항목에서 유의한 차이가 있었으며, 균형 평가에서도 유의한 차이가 나타났다. 이와 같은 결과는 트레드밀 훈련을 하는 동안 반복적 보행 훈련이 하지 운동기능과 균형 능력을 향상시킨 것이며, 경직성 뇌성마비 아동에게 균형과 보행 향상을 위한 운동학습 훈련으로 트레드밀 훈련이 매우 적절하며⁶⁾, Provos⁷⁾도 GMFCS I 단계 아동을 대상으로 2주 동안 매일 30분씩 실시하여 보행 능력이 향상되었으며, 단기간 집중적 훈련으로도 효과적이라고 하였다. 그리고 GMFCS 단계가 높은 아동이 낮은 아동보다 트레드밀 훈련의 효과가 더 크게 나타났다⁸⁾.

하네스를 이용한 트레드밀 훈련을 뇌졸중이나 척수 손상 환자를 대상으로 적용하여 균형과 보행에 미치는 영향과 관련된 연구는 있으나 뇌성마비 아동은 신경발달치료에 많이 의존하고 있다. 그리고 대부분의 트레드밀 훈련은 하네스를 이용하고 있다. 본 연구에서는 하네스를 이용하지 않고 경직성 뇌성마비 아동 중 GMFCS I 단계와 II 단계를 대상으로 단기간 훈련을 실시하여 균형과 보행에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며, 하네스를 이용하지 않은 트레드밀 훈련의 임상 적용의 근거를 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 서울소재 S병원에 입원한 경직성 뇌성마비로 진단받은 20명을 대상으로 하였다. 연구의 대상자는 뇌성마비 아동의 보호자에게 본 연구의 목적과 내용을 설명하고 자발적 참여 의사가 있어 동의를 얻은 후 시행되었다. 본 연구의 선정 대상자는 경직성 뇌성마비로 GMFCS I, II 단계이며, 연구자의 지시를 이해하는 10세 미만의 아동을 대상으로 하였다. 의사 소통에 어려움이 있고, 호흡계와 정형외과적 문제가 있는 아동, 조절 되지 많은 발작이 있는 아동, 시각과 청각, 지각 장애가 있는 아동과 연구기간에 참여가 어려운 아동을 연구 대상자에서 제외하였다.

2. 연구 방법

본 연구의 대상자는 20명으로 빠른 속도군 10명, 보통 속도군 10명으로 나누었으며, 제비뽑기를 하여 두 그룹으로 선정하였다. 두 그룹은 하루 30분씩 중추신경발달치료를 실시하였으며, 트레드밀 훈련은 하네스와 같은 체중지지 보조도구를 이용하지 않았고 주 5일, 1회 20분, 총 2주간 실시하였다. 연구의 대상자는 트레드밀 양쪽 옆의 손잡이를 잡도록 하였고, 훈

련하는 동안 치료사가 아동을 격려하고 피로감과 통증, 호흡 장애가 발생하는지 관찰하였고, 이상 징후 발생 시 훈련을 중지하였다.

트레드밀 훈련의 속도는 Pohl 등⁹⁾이 뇌졸중 환자를 대상으로 적용한 트레드밀 훈련 속도를 수정하여 실시하였다. 빠른 속도군은 처음 5분 동안 편안한 속도로 보행을 하고 치료사가 아동과 대화를 하면서 1~2분 동안 속도를 증가시키어 10초 동안 안전하게 보행 속도 유지가 되면 다음 단계로 10%씩 속도를 증가 시켰으며, 안전하지 않다고 판단되면 속도를 10%씩 감소시켰다.

보통 속도군의 트레드밀 훈련 속도는 편안한 보행 속도를 유지하도록 하였으며, 보행 속도의 증가를 하지 않았다.

3. 측정 도구 및 방법

1) 트레드밀

트레드밀(AP2010-2, apsuninc, Korea)은 속도조절이 가능하도록 전면에 계기판이 부착되어 있고 속도는 최저 0.1 km/h부터 최고 6.0 km/h까지이며, 속도 조절은 0.1 km/h씩 증가와 감소 가능하다. 안전키를 환자의 몸과 계기판에 부착하여 안전키가 분리되면 트레드밀 작동이 중지되어 낙상 사고를 방지 할수 있도록 설계되어 있다.

2) Pediatric Balance Scale (PBS)

정적 및 동적인 기립 균형 평가는 Franjoine 등¹⁰⁾이 BBS를 소아에게 적절하게 수정 보완한 Pediatric Balance Scale (PBS)를 사용하였다. PBS는 5~15세까지 경증에서 중등도의 운동장애를 가진 학령기 아동에게 BBS 2,3,7번 항목의 정적 자세 유지시간을 30초로 줄이고, 지시를 간단하고 분명하게 수정 보완한 균형평가 도구이다.

전체 14항목은 앉기와 서기, 자세변화의 3가지 영역으로 구성되고, 점수기준은 양적인 면과 질적인 면을 통합하여 각 항목은 4점 척도로 점수의 범위는 최소 0점에서 최고 4점을 적용하고 평가의 다양성을 제공하였다. 총점은 56점으로 점수가 높을수록 기립 균형 능력이 좋은 것으로 평가되어진다.

3) Timed up and go test (TUG)

Timed up and go test (TUG)는 균형과 운동성을 측정할 수 있는 검사 방법으로 의자에 앉은 상태에서 출발하여 3m 거리를 다시 되돌아와 의자에 앉는 시간을 측정하는 방법이다. 이 검사의 측정자 내 신뢰도는 $r=0.99$ 이고 측정자간 신뢰도는 $r=0.98$ 로 신뢰할 만한 도구이다.¹¹⁾

4) Stride length

동영상 촬영은 대상자의 3m 보행을 시상면에서 촬영하였다.

발목관절의 측정기준은 발목관절의 외측 복사뼈와 다섯번째 발허리발가락관절을 기준선으로 하였다.¹²⁾ stride length 측정을 위해 다투피쉬 프로그램의 신뢰도는 $r=0.81$ 이었다.¹³⁾

4. 자료분석과 통계적 방법

본 연구의 통계는 SPSS 21.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구 대상자의 일반적 특징은 기술통계를 사용하였고, 실험군과 대조군의 중재 전, 후 비교는 비모수 검정의 Mann-Whitney test 실시하였고 집단내 비교는 Wilcoxon's signed-rank test 실시하였다. 자료의 모든 통계적 유의 수준은 0.05로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 빠른 속도군 10명과 보통 속도군 10명으로 총 20명이었다. 빠른 속도군은 남자 4명과 여자 6명, 평균 나이 8.3세, 평균 키 124cm, 평균 몸무게 26kg, GMFCS는 I단계 6명, II단계 4명이었다. 진단은 경직성 양

지마비 9명과 편마비 1명 이었다

보통 속도군은 남자 6명과 여자 4명, 평균 나이 8.6세, 평균 키 124cm, 평균 몸무게 28kg, GMFCS는 I단계 8명, II단계 2명이었다. 진단은 경직성 양지마비 5명과 편마비 5명 이었다(Table 1).

2. Pediatric Balance Scale (PBS) 변화 비교

트레드밀 훈련군 중 빠른 속도군의 훈련전 47.80점에서 훈련 후 49.70점으로 유의하게 증가하였고, 보통 속도군은 훈련전 48.10점에서 48.90점으로 유의하게 증가 하였다($p<.05$) (Table 2). PBS 그룹간 트레드밀 훈련 전, 후 평균차 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$) (Table 3).

3. Timed up and go test (TUG) 변화 비교

트레드밀 훈련군 중 빠른 속도군의 훈련전 45.48초에서 훈련 후 38.96초로 유의하게 감소하였고, 보통 속도군은 훈련전 45.24초에서 38.73초로 유의하게 감소 하였다($p<.05$) (Table 4). TUG 그룹간 트레드밀 훈련 전, 후 평균차 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$) (Table 5).

Table 1. General characteristics of the subjects

	FTT (n=10)	NTT (n=10)
Age(years)	8.3	8.6
Gender	Male 4/ Female 6	Male 7/ Female 3
Hight(cm)	124	124
Weight(kg)	26	28
Diagnosis	diplegia	9
	hemiplegia	1
GMFCS	I	6
	II	4

FTT: Fast treadmill training, NTT: Normal treadmill training

Table 2. The comparison of PBS within pre-test and post-test FTT-group and NTT-group for difference (unit: score)

Group	Pre	Post	z	P
FTT	47.80±3.11	49.70±3.19	-2.53	.01
NTT	48.10±4.88	48.90±4.45	-2.53	.01

* $p<.05$, FTT: Fast treadmill training, NTT: Normal treadmill training

Table 3. The comparison of mean change for PBS between FTT-group and NTT-group for difference (unit: score)

Group	M±SE	z	P
FTT	1.9±0.08	-3.69	.00
NTT	0.8±0.43		

* $p<.05$. M±SE: Mean±standard error, FTT: Fast treadmill training, NTT: Normal treadmill training

Table 4. The comparison of TUG within pre-test and post-test between FTT-group and NTT-group for difference

(unit: sec)

Group	Pre	Post	z	P
FTT	45.48±2.82	38.96±2.37	-2.80	.00
NTT	45.24±4.18	38.73±3.23	-2.80	.00

*p<.05, FTT: Fast treadmill training, NTT: Normal treadmill training

Table 5. The comparison of mean change for TUG between FTT-group and NTT-group for difference

(unit: sec)

Group	M±SE	z	P
FTT	6.52±0.45	-3.59	.00
NTT	6.51±0.95		

*p<.05, M±SE: Mean±standard error, FTT: Fast treadmill training, NTT: Normal treadmill training

Table 6. The comparison of Stride length within pre-test and post-test FTT-group and NTT-group for difference

(unit: cm)

Group	Pre	Post	z	P
FTT	19.25±1.78	19.40±1.68	-1.27	.20
NTT	19.44±1.51	19.18±1.40	-1.15	.87

*p<.05, FTT: Fast treadmill training, NTT: Normal treadmill training

Table 7. The comparison of mean change for Stride length between FTT-group and NTT-group for difference

(unit: cm)

Group	M±SE	z	P
FTT	0.15±0.1	-.85	.39
NTT	0.26±0.1		

*p<.05, M±SE: Mean±standard error, FTT: Fast treadmill training, NTT: Normal treadmill training

4. Stride length 변화 비교

트레드밀 훈련군 중 빠른 속도군의 훈련전 19.25cm에서 훈련 후 19.40cm로 증가하였으나 유의한 차이가 없었고(p>.05), 보통 속도군은 훈련전 19.44cm에서 19.18cm로 감소하여 유의한 차이가 없었다(p>.05) (Table 6). Stride length 그룹간 트레드밀 훈련 전, 후 평균차 비교에서 유의한 차이가 없었다 (p>.05) (Table 7).

IV. 고찰

뇌성마비 아동에게 적용되는 트레드밀 훈련의 효과는 보행과 관련된 척수 상위 부위에 위치한 보행 관련 중추와 척수 부위에서 보행 중추 활성화에 영향을 미치어 정상에 가까운 보행을 할수 있도록 한다.¹⁴⁾ 또한 트레드밀에서 반복되는 보행 훈련을 통한 과제 지향적 운동치료가 보행 기능 향상에 도움이 되며, 중추신경계 발달 치료를 받았으나 보행의 증진이 없었던 뇌성마비 아동에서 트레드밀 훈련 후 정상에 가까운 보행을 하게 되었다.¹⁵⁾ 그리고 정상 보행과 유사한 보행 패턴은

감각 피드백을 통해 균형의 자신감 회복과 하지 근력을 증가 시키어 독립적 신체 활동 수준을 증가시키고 지역사회에서 안정적 보행을 할수 있도록 한다.¹⁶⁾

만성기 뇌졸중 환자에게 트레드밀 훈련을 실시한 결과 환자의 동기 부여가 빠른 보행과 보폭을 크게 만들었으며, BBS 평가에서 유의하게 증가 되어 보호자의 도움 없이 기능적 이동이 가능하게 되었고⁴⁾, 아급성기 뇌졸중 환자에서도 BBS 평가에서 유의한 차이가 있었다.¹⁷⁾ 뇌성마비 아동 중 GMFCS I, II, III 단계의 학령기 아동을 대상으로 하네스를 적용하지 않고 트레드밀 훈련 결과 BBS 평가에서 유의하게 증가를 보였으며, GMFCS I, II, III 단계의 아동은 체중지지 장비 없이 하지 체중부하를 통한 훈련이 적절하다. 그리고 평지에서 보행 훈련 보다 트레드밀 훈련이 균형 향상에 더 효과적이다.¹⁸⁾

본 연구에서 경직성 뇌성마비 GMFCS I 단계와 II 단계 아동을 대상으로 하네스를 적용하지 않고 트레드밀 훈련 후 BBS를 소아에게 적절하게 수정 보완한 PBS 평가에서 유의한 차이가 나타났으며, PBS 평가 항목에서 앉기, 서기와 자세 변화에 따른 과제 수행 항목에서 유의한 차이가 나타난 것은 하네스를 적용하지 않은 선행연구와 일치한다. 그리고 그룹간

비교에서 유의한 차이가 나타난 것은 보행 기능이 양호한 경우 하지 체중부하와 빠른 속도의 트레드밀 훈련이 균형 향상에 더 효과적이라고 생각되며, 균형 향상은 활발한 신체활동과 지역사회에서 안정적 보행을 할 수 있도록 할 것이다.

트레드밀 훈련의 보행 속도가 증가하면 추진력도 비례하여 하지만 활성도가 높아져 근두께가 유의하게 증가하게 된다.¹⁹⁾ 또한 빠른 보행 하는 동안 근의 생리학적 관점에서 체중지지와 관절의 움직임 관련된 정상 근의 활성화의 이득이 있다.⁵⁾ 트레드밀 훈련은 보행 패턴의 운동 형태이고 일정한 속도와 리드미컬한 보폭의 유지는 뇌성마비 아동에게 보행 훈련의 운동치료 방법으로 TUG 평가에서 유의하게 감소하여 보행에 긍정적 영향을 미쳤다.¹⁸⁾ 체중지지 장치를 적용하지 않고 GMFCS II단계와 III단계의 경직성 양지마비에게 1회 30분씩, 주5회 보행 속도 증가 시키어 훈련하여 1주 후 TUG 평가에서 유의하게 감소하였고 보행의 거리도 증가 하였다. 이와 같은 결과는 체중지지 장치를 적용하지 않고 점차적 보행 속도 증가한 훈련 방법이 보행에 영향을 미친 것이며, 단기간 체중지지 장치 적용 하지 않는 트레드밀 훈련은 보행 기능이 양호한 뇌성마비 아동의 보행 훈련으로 적절하다.²⁰⁾

본 연구에서도 GMFCS I단계와 II단계의 경직성 뇌성마비 아동에게 체중지지 장치를 사용하지 않고 트레드밀 훈련을 실시한 결과 TUG 평가에서 유의한 감소가 나타났으며, 빠른 속도군과 보통 속도군 비교에서 유의한 차이가 있었다. 그러나 Stride length 변화 비교에서 각 그룹의 중재 전, 후 비교와 그룹간 비교에서 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 결과는 체중부하의 트레드밀 훈련이 보행 기능을 향상 시킨 선행연구와 일치한다. 그리고 보통 보행 보다는 빠른 보행이 보행 기능 향상에 더 효과적이었다. 보행의 민첩성과 관련된 TUG 평가에서 유의한 차이가 나타난 것은 하지 체중지지와 빠른 속도의 트레드밀 훈련이 보행 기능 향상에 더 효과적이라고 할 수 있다. 그러나 보행 패턴과 관련된 평가가 필요하다고 판단 된다.

본 연구의 결과 단기간의 집중적 체중지지 트레드밀 훈련은 균형 능력과 보행에 긍정적 영향을 미쳤다. 체중지지 트레드밀 훈련은 낙상과 관련된 위험 요소가 있으나 중추신경계 발달 치료와 병행된 과제 수행 훈련 방법으로 적절하다고 생각된다.

체중지지 장치가 없는 트레드밀 훈련은 보행의 민첩성과 지구력을 증가 시키고 완전 체중지지 부하는 일상생활에서 보행과 유사한 훈련 방법이다. 그리고 보행 하는 동안 자세 조절의 이득도 있다.¹⁸⁾ 또한 일상생활에서 레크레이션 관련된 참여율을 증가 시킬 수 있고, 단기간 집중적 체력증가 훈련 방법으로 유용하다.²⁰⁾

본 연구의 제한점은 경직성 뇌성마비 아동의 대상자가 적

었고, 보행 변수에 따른 제한 점이 있었다. 연구 방법에서 트레드밀 중재 방법과 뇌성마비 아동의 일상생활과 관련된 평가도 필요하다고 생각된다.

Reference

1. Leonard CT, Hirschfeld H, Forsberg H. The development of independent walking in children with cerebral palsy. *Dev med Child Neurol.* 1991;33(7):567-77.
2. Lepage C, Noreau L, Bernard PM. Association between characteristics of locomotion and accomplishment of life habits in children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 1998;78(5):458-69.
3. Barbeau H. Locomotor training in neurorehabilitation: emerging rehabilitation concepts. *Neurorehabil Neural Repair.* 2003;17(1):3-11.
4. Miller EW, Quinn ME, Seddon PG. Body weight support treadmill and overground ambulation training for two patients with chronic disability secondary to stroke. *Phys Ther.* 2002;82(1):53-61.
5. Hesse S, Werner C, Paul T, et al. Influence of walking speed on lower limb muscle activity and energy consumption during treadmill walking of hemiparetic patients. *Arch phys med Rehabil.* 2001;82(11):1547-50.
6. Choi HJ, Lee DY, Kim YH. The Effect of Balance and Function in Children with Spastic Cerebral Palsy using Motor Learning training with Treadmill. *J Kor Academia-Industrial Cooper Soc.* 2013;14(2):804-10.
7. Provost B, Dieruf K, Burtner PA, et al. Endurance and gait in children with cerebral palsy after intensive body weight-supported treadmill training. *Pediatr Phys Ther* 2007;19(1):2-10.
8. Mattern-Baxter K, Bellamy S, Mansoor JK. Effects of intensive locomotor treadmill training on young children with cerebral palsy. *Pediatr phys ther.* 2009;21(4):308-18.
9. Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, et al. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: a randomized controlled trial. *Stroke.* 2002;33(2):553-58.
10. Franjoine MR, Gunther JS, Taylor MJ. Pediatric balance scale: a modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatr Phys Ther.* 2003;15(2):114-28.
11. Podsiadlo D, Richardson S. Timed Up and Go (TUG) Test. *J Amer Geriatric Soc.* 1991;39(2):142-8.
12. Swallow JG, Hayes JP, Koteja P, et al. Selection

- experiments and experimental evolution of performance and physiology. *Experimental evolution: concepts, methods, and applications of selection experiments*, 2009;301-51.
13. Borel S, Schneider P, Newman CJ. Video analysis software increases the interrater reliability of video gait assessments in children with cerebral palsy. *Gait posture*. 2011;33(4):727-9.
 14. Schindl MR, Forstner C, Kern H, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy. *Arch phys med rehabil*. 2000;81(3):301-6.
 15. Kim YJ, Koo JH, Yoo JY, et al. The Therapeutic Effects of Body Weight-Supported Treadmill Training on Children with Cerebral Palsy. *Annals Rehab Med*. 2004;28(5):444-8.
 16. Lee JS, Oh DW. Effects of Fast-speed Treadmill Training With on Balance and Walking Ability of Patients With Chronic Stroke. *Kor J Neuromuscular Rehabil*. 2011; 1(2);31-39.
 17. Jeong DG, Lee HK, Lee SY, et al. Effects of Fast-speed Treadmill Training With on Balance and Walking Ability of Patients With Chronic Stroke. *Kor Aca Neural Rehabil*. 2008;3(2);135-44.
 18. LAC, Zanon N, Sampaio LMM, et al. A comparison of treadmill training and overground walking in ambulant children with cerebral palsy: randomized controlled clinical trial. *Clinical rehabil*. 2013;27(8): 686-96.
 19. Park CB. The Effects of Speed Variations in Treadmill Training on Thickness of Lower Extremity Muscles. *J Kor Academia-Industrial cooper Soc*. 2016;17(12): 363-70.
 20. Bjornson KF, Moreau N, Bodkin AW. Short-burst interval treadmill training walking capacity and performance in cerebral palsy: a pilot study. *Dev neurorehabil*. 2019;22(2):126-33.