

체간 안정화 운동 후 경직형 양하지 뇌성마비 아동의 정적, 동적 족저압의 변화

염주노¹, 임재길²

¹단국대학교 특수교육학과 물리.작업치료전공, ²가천대학교 보건과학대학 물리치료학과

Change of Static and Dynamic Foot Pressure after Trunk Stabilization Exercises in Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy

Ju-No Yeom¹, Chae-Gil Lim²

¹Department of Physical and occupational Therapy, College of Special Education, Dankook University, ²Department of Physical Therapy, College of Health Science, Gachon University

Purpose: The aim of this study was to determine the change of static and dynamic foot pressure on trunk stabilization exercise in children with spastic diplegic cerebral palsy.

Methods: This study examined five male children participants ages 10~14 years old with spastic diplegic cerebral palsy. All subjects participated in a 6-week sling exercise program for trunk stabilization; the exercise was performed three times per week and each session lasted 50 minutes. The subjects were measured for static and dynamic foot pressure and bilateral symmetry of both feet before and after the trunk stabilization exercise.

Results: The static foot pressure increased significantly before and after the trunk stabilization exercise (left foot: before 0.41 ± 0.02 %BW/cm² after 0.79 ± 0.02 %BW/cm², right foot: before 0.14 ± 0.03 %BW/cm², after 0.43 ± 0.44 %BW/cm²) ($p < 0.05$) and bilateral symmetry of both feet increased (before 0.27 ± 0.18 %BW/cm², after 0.37 ± 0.05 %BW/cm²) with more weight shift on left foot than right foot, but was not statistically significant ($p > 0.05$). The dynamic foot pressure increased (left foot: before 2.58 ± 0.44 %BW/cm², after 3.40 ± 0.31 %BW/cm², right foot: before 2.75 ± 0.19 %BW/cm², after 3.26 ± 0.18 %BW/cm²) with more weight shift on right foot than left foot, but was not statistically significant ($p > 0.05$), and bilateral symmetry of both feet decreased (before 0.31 ± 0.36 %BW/cm², after 0.13 ± 0.20 %BW/cm²) ($p < 0.05$).

Conclusion: The findings of this study indicated that the trunk stabilization exercise has a positive impact on static and dynamic foot pressure in children with spastic diplegic cerebral palsy.

Key Words: Foot pressure, Spastic diplegic Cerebral palsy, Trunk stabilization exercise

1. 서론

뇌성마비란 성숙되지 않은 뇌의 손상으로 비정상적인 반사,

근 긴장, 연합반응 등으로 운동발달과 자세이상을 보이는 비진행성 장애이다.¹ 뇌성마비 아동들은 성숙되지 않은 뇌의 손상으로 비정상적인 반사, 근긴장, 연합반응 등으로 운동발달과 자세이상을 보이며,² 자세 긴장도와 상호지배에 따라 경직형(spastic type), 불수의 운동형(athetoid type), 운동실조형(ataxia type) 그리고 저긴장형(hypotonic type)이다.³ 마비 분포에 따라 사지마비, 양하지마비, 편마비 등으로 나누며, 이중 가장 많이 나타나는 양상은 경직형 마비이며, 그 중에서도 양하지 마비가 가장 많이 나타난다.⁴

Received Jul 11, 2014 Revised Aug 13, 2014

Accepted Aug 14, 2014

Corresponding author Chae-Gil Lim, jgyim@gachon.ac.kr

Copyright © 2014 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

경직형 양하지마비 아동은 복부근육이 발달되지 않아 체간이 불안정하고 엉덩관절의 펌근이 정상적으로 발달되지 않아 하지 펌근의 경직성이 나타나며, 하지 펌근의 경직성 양상은 무릎 펌, 엉덩관절 모음과 안쪽돌림 형태로 엉덩관절은 충분치 않은 굽힘 상태가 된다. 이러한 자세는 과도한 골반경사를 만들고 몸통의 안정성을 더욱 떨어뜨리게 된다.⁵

또한 보행 시 체간이 엉덩관절 보다 앞으로 나아가게 되어 넘어지려는 것을 방지하기 위해 발끝 떼기를 함에 따라 아킬레스건의 단축이 야기되기도 한다.² 그러므로 뇌성마비 아동의 체간의 안정성 없이 기능적인 움직임만 요구한다면 뇌성마비 아동의 기능은 정확한 움직임이 일어나기 어려우며, 이로 인한 보상작용으로 다른 근골격계의 변화로 인해 정상적인 발달 또한 어려울 것이다. 따라서 기능적인 움직임 향상을 위해 먼저 관심을 가져야 할 부분이 체간의 안정성이라 할 수 있다.

체간의 안정성 증가를 위해 정상적인 평형반응, 정립반응과 같은 정상적인 자세 및 운동 양상을 증진시키는 것과 더불어 체간 근력 강화 운동을 시키는 것이 중요하며,³ 슬링 운동을 이용한 체간 안정화 프로그램이 체간의 기능적 근력 향상에 효과적이라고 보고하였다.⁶ 슬링운동은 현수점(hanging point)의 변화를 이용한 방법으로 현수점을 통해 운동이 일어나는 부위의 부하를 줄일 수도 있고 늘릴 수도 있으며,⁷ 현수점의 변화를 이용한 체간 안정화 운동이 뇌성마비 아동들에게 이러한 감각 및 운동조절 치료는 기능향상에 매우 중요한 요소라 할 수 있다.

압력중심의 변인의 특성은 신체 중심의 이동을 반영하는 것으로 균형장애에 대한 예후를 진단하고 치료의 평가를 위한 도구이다.⁸ 압력중심의 변인을 평가하기 위하여 족저압을 이용한 측정방법이 많이 사용되고 있으며 족저압 측정은 다양한 일상생활동작과 기능적 활동 중 발의 특정부위에 가해지는 압력을 관찰 할 수 있어, 족저압으로 인해 발의 특정부위에 가해지는 압력의 변화를 통해 체중의 이동 및 체간의 안정성을 확인할 수 있다.⁹

이에 본 연구에서는 경직형 양하지 뇌성마비 아동들을 대상으로 슬링운동을 적용한 체간의 안정화 운동 후 정적, 동적 족저압의 변화를 확인하여 뇌성마비 아동들의 체간 안정화에 대한 중요성을 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 충남 천안시 소재 00재활센터와 00재활전문병원에 주 3회 이상 내원 중인 아동으로 보호자와 아동이 본 실험의 목적을 이해하고 실험에 참여 하고자 동의하였으며, 본 연구 기준에 적합한 경직형 양하지 마비 남자 아동 5명을 대상으로 하였다.

본 대상자의 선정기준은 경직성 양하지 뇌성마비로 진단 받고, 경직을 완화시키기 위한 정형외과적 수술을 받았으며, 보조도구를 사용하지 않고 10 m 이상 독립보행이 가능한 10-14 세 아동을 대상으로 하였다. 대상자 제외기준은 보행 시 보조기를 착용하거나, 신경정신과적 문제를 가지고 있거나 경직으로 인한 항경직성 약물을 복용하는 아동은 대상자에서 제외하였다. 대상자의 개인적 특성은 다음과 같다.

1) 대상자 A

정상 분만하였고 출생 시 특별한 소견은 없었으며, 생후 10 개월경 발달이상으로 D대학병원에 내원하였으며, 그 후 뇌성마비 판정을 받았다. 발목 아킬레스건의 절제술을 수행하였고, 일상생활에 큰 불편은 없다.

2) 대상자 B

정상 분만하였으며, 출생 시 산소결핍으로 인큐베이터에서 3주간 보호치료 되었다. 6세때 S의료원에서 엉덩관절, 무릎, 족궁 그리고 아킬레스건의 절제술을 받았다. 일상생활에 큰 불편은 없고 좌우 대칭의 불균형에 의한 보행이 불안정한 상태이다.

3) 대상자 C

33주의 조산아로 출생하였고 출생 시 특이한 소견은 없었으나, 출생 일주일 후 고열로 인큐베이터에서 4주간 집중 치료를 받은 후 뇌 손상을 진단받았다. Y대학병원에서 7세때 엉덩관절, 무릎, 족궁 그리고 아킬레스건 절제술을 받았으며, 독립적인 보행은 가능하였다.

4) 대상자 D

36주의 조산아 출생으로 인큐베이터에서 4주간 집중 치료를 받았으며, 출생 시 난산으로 산소 결핍으로 인한 뇌손상을 진단받았다. 9세에 Y대학병원에서 엉덩관절, 무릎, 족궁, 아킬레스건 절제술을 받았으며, 체력이 현저히 약하고, 양하지의 근력이 약화 되어졌다.

5) 대상자 E

Table 1. Sling exercise for trunk stabilization

	Exercise sequence
Warm up exercise (10 min)	Align the Trunk-pelvic bending the trunk-pelvic to laterally, and stretching the trunk pelvic
Sling exercise (30 min)	Supine position
	- After securing the sling at the legs, abduction and adduction the hip. 10 sec*10 times.
	- After securing the sling at the thighs, lift up the buttock. 10 sec*10 times.
	Sitting position
	- After hold the sling the both hands, lean body forward and return. 10 sec * 10 times
	Prone position
	- After securing the sling at the thighs, place the rolling ball under abdomen and stabilize the trunk with move up and down. 10 times
	- After securing the sling at the ankles, place the rolling ball under abdomen and stabilize the trunk with move up and down. 10 times
Cool down exercise (10 min)	Align the Trunk-pelvic bending the trunk-pelvic to laterally, and stretching the trunk pelvic

정상 분만 하였으며, 출생 시 특별한 소견은 없었다고 한다. 생후 17개월에 걸음의 이상으로 C대학병원에 내원하여 뇌성마비 판정을 받았으며, 8세에 엉덩관절, 무릎, 족궁, 아킬레스건 절제술을 받았다. 체력과 집중력이 약하다.

2. 연구절차

본 연구는 선정기준에 근거한 경직형 양하지 뇌성마비 남성 아동 5명을 대상으로 체간안정화를 위한 슬링운동 프로그램 적용한 후 경직형 양하지 뇌성마비 아동의 정적, 동적 족저압의 변화를 확인하기 위한 것으로 단일집단 사전-사후 비 싹교검사 설계이다.

대상자는 6주간의 체간 안정화 운동인 슬링운동 프로그램을 수행하였고 운동전과 운동후 족저압 압력 분포 측정 시스템(Parotec system)로 족저압의 압력분포를 측정하였다. 검사 환경은 아동이 방해 받지 않도록 조용한 환경의 치료실에서 실시하며, 체간안정화 운동 전과 후의 정적, 동적 족저압의 차이를 비교하였다.

1) 슬링을 이용한 체간 안정화 운동

슬링운동 프로그램은 6주간 주 3회 50분간 수행하였으며, 준비운동 10분, 슬링운동 30분, 정리운동 10분으로 구성하였다. 슬링운동은 대상자의 상태에 맞게 강도를 점진적인 증진시켜 실시하였고 운동프로그램은 다음과 같다(Table 1). 본 연구에서는 슬링운동을 수행할 수 있는 임상경험 5년 이상의

물리치료사 2명이 체간안정화 운동을 수행하였다.

3. 연구도구 및 측정

1) 슬링 운동 도구

슬링 운동 도구(red cord, Norway)는 흔들리는 줄과 보조도구를 이용하여 환자 스스로 능동적인 운동을 시행하는 중재방법으로 슬링의 도움으로 신체에 가해지는 중력을 제거하여 운동하는 것으로 운동목적에 따라 슬링의 위치를 변화시킬 수 있도록 되어 있다.

2) 압력분포 측정시스템(Parotec-system V4)

보행 시 족저압을 측정하는 도구인 압력분포측정시스템인 Parotec-system V4 (ParomeMedzintechnik GmbH, Inc., 독일)는 24개의 압력감지기가 신발창에 위치하며 신발 안에 삽입된 신발창, 이와 연결된 정적 및 동적 상태의 평균압력을 기록하고 저장하는 휴대용 조절기, 조절기와 신발창을 연결하는 좌우가 구분된 케이블 조절기, 조절기에 저장된 자료를 계산하는 소프트웨어 및 컴퓨터로 구성되어 있다. 모든 압력 값은 %BW/cm² 로 표준화 되어 기록 되어진다. 또한 보행 시 양측 하지의 좌우 동적 족저압이 대칭성을 알아보기 위해 좌우측 하지의 압력을 백분율(%)로 계산하였다.

연구대상자의 발크기에 맞는 신발창(insole)을 삽입한 신발을 착용하고, 선 자세에서 20초간 유지하게 한다. 그 후 폭 2 m, 길이 10 m의 보행로를 걷게 하였고, 보행속도는 제한

Table 2. Comparison of static foot pressure and bilateral symmetry between Pre and post-exercise.

(Unit: %BW/cm²)

	Pre exercise	Post exercise	Z	P value
Left foot	0.41 ± 0.02	0.79 ± 0.02	-2.03	0.042*
Right foot	0.14 ± 0.13	0.43 ± 0.44	-2.02	0.043*
Difference	0.27 ± 0.18	0.37 ± 0.05	-1.94	0.053
(%)	34	54		

Mean ± Standard Deviation
*P<0.05

Table 3. Comparison of dynamic foot pressure and bilateral symmetry between Pre and post-exercise.

(Unit: %BW/cm²)

	Pre exercise	Post exercise	Z	P value
Left foot	2.58 ± 0.14	3.60 ± 0.31	-1.48	0.138
Right foot	2.75 ± 0.19	3.72 ± 0.18	-1.75	0.080
Difference	0.31 ± 0.36	0.13 ± 0.20	-2.04	0.039*
(%)	93	96		

Mean ± Standard Deviation
*P<0.05

하지 않았다. 보행 시 정적 상태와 동적 상태에서 압력 감지기 부위별 족저압을 측정하였다. 정적 상태에서 족저압은 24개의 접지된 적분값의 총 평균이며, 동적 상태에서 족저압은 바닥접지 총시간- 총동적 족저압의 적분한 값을 의미한다.

4. 자료분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS PC 12.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 대상자의 일반적인 특성과 보행 시 동적, 정적 족저압의 양측 대칭성의 좌우 차이 값은 기술통계로 분석하였다. 체간 안정화 운동 전과 후 보행 시 정적, 동적 족저압의 변화는 Wilcoxon 부호 검정으로 분석하였으며, 본 연구의 유의수준 $\alpha = 0.05$ 이다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구는 본 연구의 목적을 충분히 이해하고 참여하기로 동의한 경직형 양하지 마비 10-14세의 남자 아동 5명을 대상으로 하였다. 대상자의 평균 나이는 12.0±0.8세, 신장은 134.9±4.5 cm, 체중은 38.4± 2.7 kg이었다.

2. 체간 안정화운동 전과 후 정적 족저압의 변화

경직형 양하지 뇌성마비 아동에게 슬링을 이용한 체간 안정화 운동전과 후 정적 족저압을 비교한 결과, 정적 족저압

에서 좌측 발은 운동 전 0.41±0.02 %BW/cm², 운동 후 0.79±0.02 %BW/cm², 우측 발은 운동 전 0.14±0.03 %BW/cm², 운동 후 0.43±0.44 %BW/cm²로 통계학적으로 유의한 변화가 있었다(p<0.05).

정적 족저압의 양측 대칭성을 비교한 결과 운동 전 0.27±0.18 %BW/cm², 백분율은 34%의 대칭성을 보였고, 운동 후 0.37±0.05 %BW/cm², 백분율은 47%의 대칭성을 보여 정적인 상태에서 차이는 증가되었으나 좌우 대칭성의 비율은 증가하였음을 보여주고 있다(Table 2).

3. 체간 안정화운동 전과 후 동적 족저압과 양측 대칭성의 변화

경직형 양하지 뇌성마비 아동들의 슬링을 이용한 체간 안정화 운동전과 후 동적 족저압을 비교한 결과, 동적 족저압의 변화는 좌측 발은 운동 전 2.58±0.44 %BW/cm², 운동 후 3.40±0.31 %BW/cm², 우측 발은 운동 전 2.75±0.19 %BW/cm², 운동 후 3.26±0.18 %BW/cm²로 우측 발은 통계학적으로 유의한 변화가 없었지만 좌측 발 보다는 큰 변화가 있었다.

양측 족저압의 대칭성은 운동 전 0.31±0.36 %BW/cm², 백분율은 93%의 대칭성이었고, 운동 후 0.13±0.20 %BW/cm²로 비율은 96%의 대칭성을 보여, 운동 전보다 운동 후 좌우 대칭성의 편차가 감소되어 통계학적으로 유의한 변화를 확인하였으며 보행 시 안정성과 체중지지의 균형이 개선되었음을 확인하였다(p<0.05)(Table 3).

IV. 고찰

본 연구는 슬링을 이용한 체간 안정화 운동 후 경직형 양하지 뇌성마비아동의 정적, 동적 족저압의 변화를 확인하기 위하여 수행하였다. 본 연구결과 정적 족저압은 양쪽 발 모두에서 통계학적으로 유의한 증가가 있었지만, 보행 시 정적 족저압의 양측 대칭성을 비교한 결과 정적인 상태에서 차이가 증가 되었으나 대칭성의 비율은 증가하였음을 확인하였다. 동적 족저압에서는 우측 발은 통계학적으로 유의한 변화가 없었지만 좌측 발 보다는 더 많은 증가가 있었다. 양측 족저압의 대칭성은 운동 전보다 운동 후 좌우 대칭성의 편차가 감소되어 통계학적으로 유의한 변화를 보여 보행 시 안정성과 체중 지지의 균형이 개선되었음을 확인하였다.

뇌성마비 아동들을 치료해 나가는 목적은 아동들이 독립적이고 정상적인 보행을 원활하게 수행함으로써 삶의 질적 향상을 위한 것이라 할 수 있다. 경직형 양하지 마비 아동의 운동양상은 체간 부위의 낮은 근긴장도로 인하여 자세 안정성과 운동성의 결여 및 다리의 경직을 초래하여 하지 운동성이 떨어지며 균형능력 감소 등의 비정상적인 보행특성을 나타낸다.¹⁰ 뇌성마비 아동은 발목관절 발바닥 굽힘근의 경직으로 인한 까치걸음, 무릎관절 과신전, 엉덩관절의 과도한 내전 및 안쪽돌림 그리고 요추부 전만 등이 나타나며 이로 인하여 비정상인 보행이 나타난다.¹¹

정상적인 보행을 하기 위해서 중력에 대항하여 안정된 자세를 유지할 수 있는 체간의 자세조절이 중요, 체간 근력을 증진시키는 체간안정화 운동이 뇌성마비 아동의 앉은 자세의 균형능력을 향상시키는 데 영향을 준다고 하였는데,¹² 이러한 보고는 체간 안정화가 뇌성마비 아동의 균형유지에 영향을 미치는 요소라는 것임을 알 수 있다. 이는 본 연구의 목적에 부합하며 연구결과 체간 안정화 운동 후 정적 족저압에서 양측 대칭성이 증가하였고, 동적 족저압 변화에서도 양측 대칭성이 증가되었다. 이러한 결과로 보행 시 안정성과 체중 지지의 균형능력이 증진됨을 확인하여 체간 안정화의 중요성을 다시 확인하였다. 이것은 슬링운동으로 근육조절이 이루어지고 이로 인하여 체간 안정성의 증진되기 때문에 아동들의 기능과 보행 시 체중 지지를 향상시킨다는 보고와 유사한 결과임을 알 수 있다.^{7,13}

균형을 조절하기 위한 전략에서 좌우균형조절은 엉덩관절 움직임이 먼저 유발되고, 전후 균형조절에는 발목관절 움직임 먼저 유발되어 균형을 조절하는 전략이 주로 사용된다고 한다.¹⁴ 그런데 뇌성마비 아동에서는 압력중심점의 좌우 및

전후 이동범위가 증가하고 균형조절능력이 저하되며 이는 균형조절을 위한 발목움직임의 장애로 선 자세에서 균형조절 능력 저하된다고 한다.^{15,16} 본 연구에서 운동 후 정적 족저압은 양측 발에서 모두 통계학적으로 유의하게 증가되었고 양측의 대칭성에서도 증가되었음을 확인하였다. 이는 체간 안정화 운동으로 인하여 양측 발에서 체중을 지지하는 능력도 증진시켰고 양측발의 비대칭적인 불안정성은 개선시킨 것이라 생각할 수 있다.

압력중심의 이동은 수직 지면 반응력의 합성된 지점에서의 변화를 나타내며 신체중심의 이동을 반영하는 척도로 사용된다.¹⁷ 뇌졸중 환자의 골반운동이 보행 시 대칭성이 증가됨을 확인하였다.¹⁸ 골반운동은 본 연구의 체간 안정화 운동에 포함되는 것으로 본 연구 결과에서도 운동 전보다 운동 후 보행 시 동적 족저압의 좌우 대칭성의 편차가 감소되며 통계학적으로 유의한 변화를 보여 보행 시 안정성과 체중 지지의 균형이 개선되었음을 확인하였다. 또한 뇌졸중 환자의 체간 안정화 운동이 압력중심 이동이 개선되었고 또한 보행능력과 균형능력도 개선되었다고 하였다.¹⁹ 따라서 압력중심 이동을 측정할 족저압의 개선으로 인하여 보행능력에 긍정적인 영향을 미쳤으리라 생각된다. 본 연구에서 동적 족저압에서 좌우 대칭성의 편차가 감소되었다는 것은 보행 시 좌우의 이동이 균형을 이루었다는 것으로 체간 안정화로 인해 경직형 뇌성마비 아동의 보행 시 안정성을 증진시켰으리라 생각된다.

이상에서 살펴본 바와 같이 슬링운동을 적용한 체간 안정화 운동이 경직형 양하지 뇌성마비 아동의 정적 족저압과 동적 족저압에 긍정적인 영향을 주었음을 확인하였다. 이에 경직형 양하지 뇌성마비 아동의 체간 안정화 운동의 중요성을 인식하여 앞으로 체간 안정화 운동에 대한 다양한 연구가 더 필요하리라 생각된다. 다만 본 연구는 남아아동만을 대상으로 하였고 대상자 수가 적으며, 대상자의 일상생활을 통제에 어려움이 있었다. 또한 체간 안정화 운동으로 인한 대상자의 강직 정도, 근력에 대한 변화를 확인하지 못하였다는 제한이 있어 이에 따른 제한점을 고려한 연구가 더 필요하리라 생각된다.

참고문헌

1. Richards CL, Malouin F. Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation, *Handb Clin Neurol*, 2013;111:183-95.
2. Oh TY. The effect of joint mobilization for function of lower limbs in diplegic children with cerebral palsy. Daegu university.

- Dissertation of Doctorate Degree, 2004.
3. Kim YW. Comparison on the onset time of muscles contraction during sit to standing positions between normal children and children with spastic diplegia., Yongin University, Dissertation of Master's Degree, 2003.
 4. Tecklin JS, Pediatric physical therapy, 4th ed, Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins, 2008:99-110.
 5. Couillandre A, Maton B, Breniere Y. Voluntary toe-walking gait initiation: Electromyographical and biomechanical aspects, *Exp Brain Res*, 2002;147(3):313-21.
 6. Pederson JS, Kirkesola G, Magnussen R et al. Sling Exercise Training improves balance, kicking velocity and torso stabilization strength in elite soccer players, *Medicine & Science in sport & exercise*, 2006;38(5):243.
 7. Kim SY, Kwon JH. Lumbar stabilization exercises using the sling system, *J Korean Acad Ortho Manu Ther*, 2001;7(2):23-39.
 8. Kim K, Park YH, Bae SS. Intermachine validity and reliability of the F-mat and F-scan, *J Kor Soc Phys Ther*, 2000;12(2):29-37.
 9. Kernozek TW, LaMott EE. Comparison of plantar pressure between the elderly and young adults, *Gait and Posture*, 1995;3(3):143-48.
 10. Gage JR, Russman BS. *Gait analysis in cerebral palsy*, London, Mac Keith Press, 1991:61-117.
 11. Couillandre A, Maton B, Breniere Y. Voluntary toe-walking gait initiation Electromyographical and biomechanical aspects, *Exp Brain Res*, 2002;147(3):313-21.
 12. Oh JL. The effects of trunk muscle strength training on sitting balance of children with spastic cerebral palsy, *J Kor Soc Phys Ther*, 2003;15(4):255-98.
 13. Maitland GD. *Vertebral manipulation*, London Butterworths, 1996;18(3):1355-59.
 14. Kisner C, Colby LA: *Therapeutic exercise: Foundation and technique*, 5th ed, Philadelphia, F.A.Davis, 2007:443-69.
 15. Na DW, Park CI, Jung HI et al. Comparison of Postural Control Mechanisms during Quiet Standing between Healthy Children and Children with Spastic Diplegic Cerebral Palsy, *ANN Rehab Med*, 2006;30(5):468-74.
 16. Ferdjallah M, Harris GF, Smith P et al. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy, *ClinBiomech*, 2002;17(3):203-10.
 17. Latash ML, Ferreira SS, Wiczrek SA et al. Movement sway: Changes in postural sway during voluntary shifts of the center of pressure, *Exp Brain Res*, 2003;150(3):314-24.
 18. Kim JH, Hwang BY, Oh TY. Influence of trunk control using pelvic movements upon the foot pressure in patient with hemiplegia, *J Korean Soc Phys Ther*, 2007;19(5):11-9.
 19. Lim JS. The influence of foot pressure and balance core-stabilization exercise in stroke, Daegu University, Dissertation of Master's Degree, 2009.