

# 대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science  
2023. 03. Vol. 30, No.1, pp. 72-84

## 전신진동 자극 훈련이 경직형 뇌성마비 아동의 배가로근 두께 및 앉은 자세 균형에 미치는 영향

윤혜령<sup>1,2</sup> · 이은주<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경성대학교 대학원 물리치료학과, <sup>2</sup>양산부산대학교병원 물리치료실, <sup>3</sup>경성대학교 물리치료학과

## Effects of Whole Body Vibration Training on Transverse Abdominis Muscle Thickness and Sitting Balance in Spastic Cerebral Palsy

Hye-Lyeong Yun<sup>1,2</sup>, MS., P.T. · Eun-Ju Lee<sup>3</sup>, Ph.D., P.T.

<sup>1</sup> Dept. of Physical Therapy, Graduated school of Kyungsung University, Republic of Korea

<sup>2</sup> Dept. of Physical Therapy, Pusan National University Yangsan Hospital, Republic of Korea

<sup>3</sup> Dept. of Physical Therapy, Kyungsung University, Republic of Korea

### Abstract

**Background:** The purpose of this study was to investigate the effect of whole-body vibration stimulation training on the thickness of the transversus abdominis muscle and the balance of sitting posture in children with spastic cerebral palsy.

**Design:** Single-subject design(A-B-A-B).

**Methods:** The subjects of this study were 9 children with spastic cerebral palsy. The study period was 12 weeks in total, and the baseline period and the intervention period were each assigned 3 weeks. Intervention was conducted twice a week for 30 minutes. During the baseline period, trunk stabilization exercise was performed, and during the intervention period, trunk stabilization exercise and whole-body vibration stimulation training were performed. Measurements were carried out at before the experiment, baseline 1, intervention 1, baseline 2, intervention 2 and the total number of measurements was 5 times. Repeated ANOVA was performed to compare the effects of exercise according to the intervention method.

**Results:** The thickness of the transversus abdominis muscle and the balance of the sitting posture were statistically significantly increased compared to the baseline during whole-body vibration stimulation training ( $p<.05$ ).

**Conclusion:** Therefore, it was confirmed that whole-body vibration stimulation training improved the thickness of the transversus abdominis muscle in children with spastic cerebral palsy and was an effective intervention method for improving sitting posture balance.

**Key words:** Cerebral palsy, Sitting Balance, Transverse abdominis thickness, Whole-body vibration.

교신저자

이은주

부산광역시 남구 수영로 309

T: 051-663-4870, E: nkdreamju@hanmail.net

## I. 서론

뇌성마비는 발달 중인 뇌의 비진행성 병변으로 인하여 운동 및 자세 발달에 영구적인 장애가 초래되는 질환이다. 뇌성마비의 가장 흔한 유형인 경직형은 병적인 반사와 높은 근 긴장도로 신체 분절 사이의 개별적이고 분리된 움직임이 어렵다(Bax 등, 2005; 김정현, 2021) 뇌성마비 아동의 제한된 움직임은 근 섬유 길이 성장과 두께 감소, 근동원 크기와 근섬유 형태 변화 등 근육에 조직학적 변화를 일으켜 근력을 약화시키고 자세조절을 어렵게 한다(Odding 등, 2006).

앉은 자세에서 균형조절은 기저면 안에 신체의 무게중심을 맞추어 넘어지지 않고, 자세를 유지하며 공간에서 손을 조작하여 작업을 수행하는 것을 포함한다(Sanger 등, 2003). 뇌성마비 아동에게 있어 앉은 자세에서의 균형 능력은 놀이, 식사, 학습 등 다양한 작업수행과 기능적 활동에 근간이 되는 것으로 앉은 자세 조절이 좋지 못하면 아동은 효율적인 기능 수행이 어렵고 일상생활 활동 및 지각, 사회적 기술 발달에 부정적인 영향을 미치게 된다(Guizzardi 등, 2022; 박재철 등, 2022).

뇌성마비 아동은 항중력 몸통 근육의 약화로 인하여 몸통을 바르게 펴서 유지할 수 없어 구부정한 C 커브 앉은 자세를 취하는 경향이 있다(Brogren 등, 2001). C 커브 앉은 자세는 체중지지를 양쪽 궁둥뼈 결절이 아니라 엉치뼈로 하여 체중 기저면을 협소하게 하고 뇌성마비의 배가로근 발달과 몸통 안정성 발달을 저하시킨다. 몸통 안정성 저하가 있는 뇌성마비 아동은 공간에서 손을 유지하거나 기능적으로 사용하지 못하며 손을 지면에 고정하여 부족한 안정성과 균형을 보상하게 된다(윤창교와 김원복, 2014). 이러한 자세는 뇌성마비 아동의 관절 가동 범위 제한, 구축, 변형 등으로 이어지고 아동의 반사적 자세 조절 능력을 떨어뜨려 신체의 갑작스런 동요나 예상하지 못한 외부의 위험으로부터 균형을 회복하는 것을 어렵게 한다(Donker 등, 2008).

균형을 유지하고 몸통의 안정화에 기여하는 근육들은 척추 앞쪽의 배가로근, 뒤쪽의 뒗갈래근, 위쪽의 횡격막, 그리고 아래쪽에 있는 골반바닥근(pelvic floor muscle)으로 몸통 심부에 위치한다(Kisner 등, 2018). 몸통 심부 근육 중 배가로근은 몸이 동요되고 흔들림이 있을 때 가장 먼저 활성화되는 근육으로 몸통과 요추부의 안정성을 확보하는데 아주 중요하다(Cresswell, 1994; Hodges와 Richardson, 1997). 배가로근을 비롯한 몸통의 심부근육을 강화시키기 위해서는 안정된 지지면에서의 운동보다 전신진동과 같은 불안정한 지지면에서의 운동이 더욱 근활성을 일으키는데 효과적이라 하였다(Lehman 등, 2005; Taube 등, 2007). 전신진동 자극 훈련(whole body vibration training)은 지지면을 불안정하게 만들어 근육의 반사적 수축을 야기하며 반사적 근 수축은 수의적 근 수축과 결합되어 운동 단위들의 활성을 촉진하여 진동 자극을 직접적으로 받은 근육뿐만 아니라 그 주변 근육까지도 근력을 향상시킨다(Ahlborg 등, 2006; Cardinale과 Bosco, 2003; Ritzmann 등, 2013).

전신진동 훈련에 관한 선행 연구들을 살펴보면 전신진동은 노인의 근력, 보행능력, 균형능력을 향상시키고(Bruyere 등, 2005; Kawanabe 등, 2007) 뇌졸중 환자의 슬관절 신전근력, 균형능력, 보행능력 개선에도 효과적이라 하였다(인태성과 송창호, 2010; Tihanyi 등, 2007). 또한 뇌성마비를 대상으로 한 연구에서는 전신진동은 근력, 균형, 대동작 기능을 향상시킨다 하였다(Ahlborg 등, 2006; Ali 등, 2019; Katusic 등, 2013; Ko 등, 2015). 이와 같이 전신진동 자극 훈련에 관한 연구들이 다양한 환자군을 대상으로 활발하게 이루어지고 있지만 뇌성마비 아동을 대상으로 한 전신진동 자극 훈련에 관한 연구는 상대적으로 부족하며 임상에서 전신진동 자극 훈련의 활용 또한 저조한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 전신진동 자극 훈련을 경직형 뇌성마비 아동에게 실시하여 학령기 뇌성마비 아동의 기능적 활동에 근간이 되는 배가로근 두께 및 앉은 자세 균형에 미치는 영향을 알아보아, 뇌성마비 중재 방법으로서 전신진동 자극 훈련의 유용성에 확인하여 뇌성마비 아동의 재활 발전에 기여하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

Y시에 있는 Y병원에서 치료받고 있는 뇌성마비 아동 9명을 대상으로 연구하였다. 아동과 보호자 모두는 본 연구의 취지에 대해서 설명을 들었고 동의서에 서명한 후 자발적으로 실험에 참여하였다. 본 연구대상자의 선정 기준은 다음과 같다. 경직형 뇌성마비 진단을 받은 5-13세 사이의 아동 중에서 대동작 기능 분류 시스템(gross motor function classification system, GMFCS) 1-3단계에 해당되어 독립적으로 앉기가 가능한 아동, 수정판 애쉬워스 경직 척도(modified ashworth scale, MAS) G2이하 단계 아동, 소아 의식 척도(rancho losamigos) 1단계에 해당되어 자유롭게 의사소통이 가능한 아동, 최근 6개월 이내 정형 외과적 수술과 신경학적 시술을 받지 않은 아동으로 하였다. 본 연구는 K대학교의 생명윤리위원회에서 승인을 받았다(KSU-20-12-008).

### 2. 연구절차

본 연구는 기초선(baseline)-중재선(intervention)-기초선(baseline)-중재선(intervention) 단계를 적용한 단일피험자 실험 설계연구(A-B-A-B single-subject design)이다. 실험 기간은 총 12주 기간이며 기초선(baseline) 기간과 중재선(intervention) 기간은 각각 3주로 배정하였다(Richards, 2018). 측정은 실험전(A0), 기초선(A1), 중재선(B1), 기초선(A2), 중재선(B2)에 실시하였으며 총 측정 횟수는 5회이다(Figure 1). 훈련 중 아동이 위험과 불안을 호소하거나 발가락 구부림, 주먹을 꼭 쥐 등의 2차적인 보상 경직이 나타나면 즉시 훈련을 중단하고 충분한 휴식을 취하게 하였다. 측정과 중재선은 5년 이상의 경력을 가진 물리치료사 1명이 동일한 조건에서 수행하였다(정지혜와 김수경, 2013).



Figure 1. Diagram experimental design

### 3. 중재방법

모든 아동에게 준비운동 5분, 본 운동 20분, 마무리 운동 5분으로 구성된 운동 프로그램을 주2회 30분씩 12주 동안 제공하였다. 본 운동 프로그램 중 일반적인 몸통안정화 운동은 교각 운동(bridging exercise), 수정 윗몸 일으키기 운동(modified curl up exercise), 복부 당김 운동(draw-in exercise)으로 구성되었다(신지원, 2016). 본 운동은 기초선 기간에는 20분간 일반적인 몸통 안정화 운동만을 시행하였고 중재선 기간에는 몸통 안정화 운동 11분, 전신진동 자극 훈련 9분을 각각 시행하였다.

중재선 단계의 전신진동 자극 훈련은 진동플랫폼(Galileo Med S, Novotec Medical Gmbc Inc., Germany)에 전자

세로 골반의 후방 기울임을 유지하며 수행하였다(Ko 등, 2015; Olama와 Thabit, 2012)(Figure 2). 전신진동 진폭은 상하 2-6mm 범위, 적용 주파수는 18-24Hz로 설정하였고 3분 진동 훈련과 1분 휴식을 1세션(session)으로 하여 총 3세션 수행하였다(서혜정 등, 2013).



Figure 2. Whole body vibration training with standing position

#### 4. 측정도구 및 평가방법

##### 1) 배가로근 두께 측정

초음파 영상 진단장치(SONON-300L, Healcerion Co., Ltd., Korea)를 사용하여 뇌성마비 아동의 긴장도가 더 심한 쪽의 배가로근 근두께를 측정하였다. 아동의 측정 자세는 갈고리 누운 자세였고 초음파 도자를 12번째 갈비뼈와 엉덩뼈 능선의 중간 지점에서 앞, 안쪽 방향으로 2.5cm 부위에 가로 방향으로 위치하게 한 후 편안한 호흡을 하고 날숨의 마지막 시점에 촬영하였다. 측정은 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다. 스캔 방식은 Dual 모드, 10MHz 선형 도자로 촬영하였으며 측정된 두께 이미지를 캡처해 이미지 제이 소프트웨어(Image J, National Institutes of Health, USA)를 사용하여 안쪽 근막부착점에서 바깥쪽으로 1.5cm 떨어진 부위에 배가로근의 수직거리를 계산하였다(Hodge 등, 2003)(Figure 3).

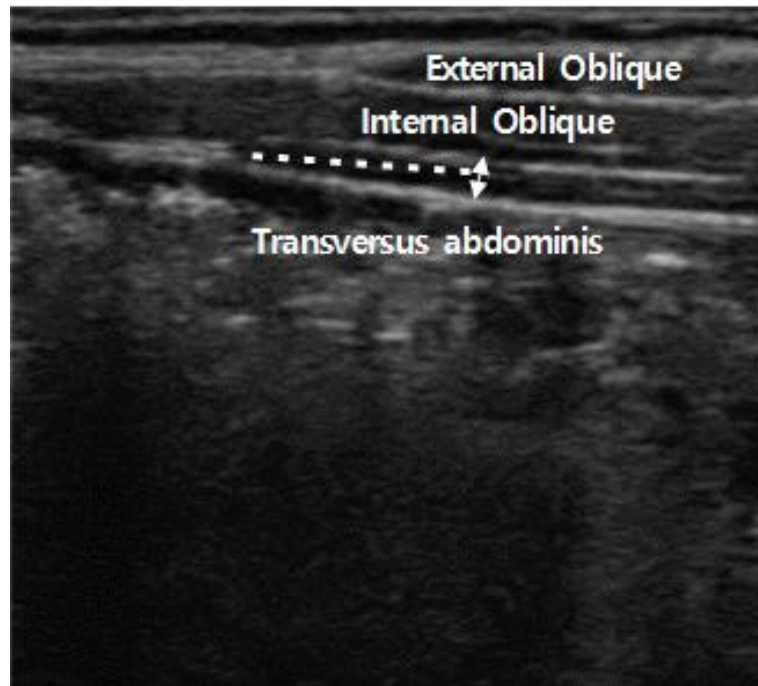


Figure 3. Transversus abdominis SONON image

## 2) 균형측정

앉은 자세에서의 균형 능력을 측정하기 위해 한국판 아동용 몸통 조절 측정 도구(trunk control measurement scale-Korea, TCMS-K)를 사용하였다. TCMS-K는 정적 앉기 균형능력 5항목, 동적 앉기 균형능력(선택적 움직임 조절) 7항목, 동적 팔 뻗기(평형반응) 3항목 등 총 15항목으로 구성된다. 점수는 최고 58점에서 최저 0점까지 산정되며 점수가 높을수록 아동의 몸통 조절능력이 좋음을 의미한다(Verheyden 등, 2004).

## 4. 자료분석

전신진동 자극 훈련이 경직형 뇌성마비 아동의 배가로근 두께, 앉은 자세 균형에 미치는 영향을 알아보기 위해 SPSS 26.0을 사용하여 반복 측정 분산분석(repeated ANOVA)을 실시하였고 유의수준( $\alpha$ )은 0.05로 하였다. Mauchly의 구형성 검정을 만족하는 경우 개체 내 효과 검정으로 분석하였고, Mauchly의 구형성 검정을 만족하지 못하는 경우에는 다변량 검정(Pillai의 트레이스)으로 분석하였다. 각 기간별 유의한 차이가 있을 경우 사후검정으로 Scheffe 분석방법을 실시하였으며 측정 회기별 변화율을 시각 분석법인 선 그래프를 사용하여 나타내었다.

# III. 결 과

## 1. 연구대상자의 특성

본 연구에 참여한 경직형 뇌성마비 아동은 여자 4명, 남자 5명으로 총 9명이며 평균 연령은  $6.78 \pm 1.30$ 세이다. 대동작 기능 분류체계(GMFCS)는 1단계 5명, 2단계 4명으로 분류되었으며 수정판 에쉬워스 경직 척도(modified

ashworth scale, MAS)는 모두 1단계에 해당하였다. 그 외 본 연구대상자의 일반적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects (N=9)

| Variables  |            | Subjects               |
|--|------------|------------------------|
| Age (years)                                      |            | 6.78±1.30 <sup>a</sup> |
| Height (cm)                                      |            | 112.13±15.58           |
| Weight (kg)                                      |            | 20.66±9.28             |
| Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )             |            | 15.91±2.26             |
| Gender   | Male       | 5(55.6%)               |
|  | Female     | 4(44.4%)               |
| Type   | Diplegia   | 5(55.6%)               |
|  | Hemiplegia | 4(44.4%)               |
| Modified ashworth scale                          | I          | 9(100%)                |
|  | Rt         | 4(44.4%)               |
| More affected side                               | Lt         | 5(55.6%)               |
|  | I          | 5(55.6%)               |
| Gross motor function classification system level | II         | 4(44.4%)               |

<sup>a</sup>Mean±SD

## 2. 전신진동 자극 훈련 제공에 따른 배가로근 두께와 균형능력 평균 비교

### 1) 배가로근 두께 평균 비교

배가로근 두께의 평균은 실험전(A0) 0.16cm, 기초선(A1) 0.17cm, 중재선(B1) 0.19cm, 기초선(A2) 0.19cm, 중재선(B2) 0.21cm로 전신진동을 동반한 중재가 끝난 시점인 (B1)과 (B2)에서 기초선이 끝난 시점인 (A1)과 (A2)에 비해 근두께 평균이 통계학적으로 유의하게 증가하였다( $p<.05$ )<Table 2>.

### 2) 균형능력 평균 비교

정적 균형능력 평균은 실험전(A0) 16.67점, 기초선(A1) 17.00점, 중재선(B1) 18.67점, 기초선(A2) 19.00점, 중재선(B2) 20.00점이며 동적 균형능력 평균은 실험전(A0) 20.89점, 기초선(A1) 21.11점, 중재선(B1) 22.56점, 기초선(A2) 22.56점, 중재선(B2) 24.89점이다. 또한, 동적 뺨기능력 평균은 실험전(A0) 4.56점, 기초선(A1) 4.67점, 중재선(B1) 6.11점, 기초선(A2) 6.11점, 중재선(B2) 7.89점으로 전신진동을 동반한 중재가 끝난 시점인 (B1)과 (B2)에서 기초선이 끝난 시점인 (A1)과 (A2)에 비해 모두 통계학적으로 유의하게 증가하였다. 균형능력 총 합산 점수 평균도 실험 전(A0) 42.11점, 기초선(A1) 42.78점, 중재선(B1) 47.33점, 기초선(A2) 47.67점, 중재선(B2) 52.78점으로 전신진동을 동반한 중재가 끝난 시점인 (B1)과 (B2)에서 기초선 기간이 끝난 시점인 (A1)과 (A2)보다 균형능력 점

수가 통계학적으로 유의하게 증가하였다( $p<.05$ )<Table 2>.

Table 2. Comparison of on each period TA muscle thickness and TCMS according to intervention method ( $N=9$ )

|                           | <sup>g</sup> A0             | <sup>h</sup> A1 | <sup>i</sup> B1 | <sup>j</sup> A2 | <sup>k</sup> B2 | F      | p    |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|------|
| <sup>a</sup> TA (cm)      | 0.16±0.44                   | 0.17±0.47       | 0.19±0.47       | 0.19±0.47       | 0.21±0.05       | 23.58  | .00* |
| <sup>c</sup> SSB          | 16.67±0.86                  | 17.0±0.70       | 18.67±0.50      | 19.00±0.86      | 20.00±0.00      | 67.42  | .00* |
| <sup>b</sup> TCMS (score) | <sup>d</sup> DSB 20.89±2.42 | 21.11±2.26      | 22.56±2.12      | 22.56±2.12      | 24.89±2.14      | 50.59  | .00* |
|                           | <sup>e</sup> DR 4.56±1.66   | 4.67±1.58       | 6.11±1.36       | 6.11±1.36       | 7.89±1.16       | 25.64  | .00* |
|                           | <sup>f</sup> TS 42.11±3.29  | 42.78±2.94      | 47.33±2.82      | 47.67±2.82      | 52.78±2.43      | 252.13 | .00* |

Mean±Standard deviation, \* $p<.05$ , <sup>a</sup>Transversus abdominis, <sup>b</sup>Trunk control measurement scale, <sup>c</sup>Static sitting balance, <sup>d</sup>Dynamic sitting balance, <sup>e</sup>Dynamic reaching, <sup>f</sup>Total score, <sup>g</sup>Pre experiment, <sup>h</sup>Baseline 1, <sup>i</sup>Intervention 1, <sup>j</sup>Baseline 2, <sup>k</sup>Intervention 2

### 3. 운동방법에 따른 배가로근 두께와 균형능력의 변화율 비교

#### 1) 배가로근 두께 변화율 비교

배가로근 두께 향상 변화율은 기초선(A0-A1) 1.02%, 중재선(A1-B1) 12.50%, 기초선(B1-A2) 1.32%, 중재선(A2-B2) 8.92%로 기초선에 비해 전신진동을 동반한 중재선에서 통계학적으로 유의한 변화율 증가가 있었다 ( $p<.05$ )(Figure 4).

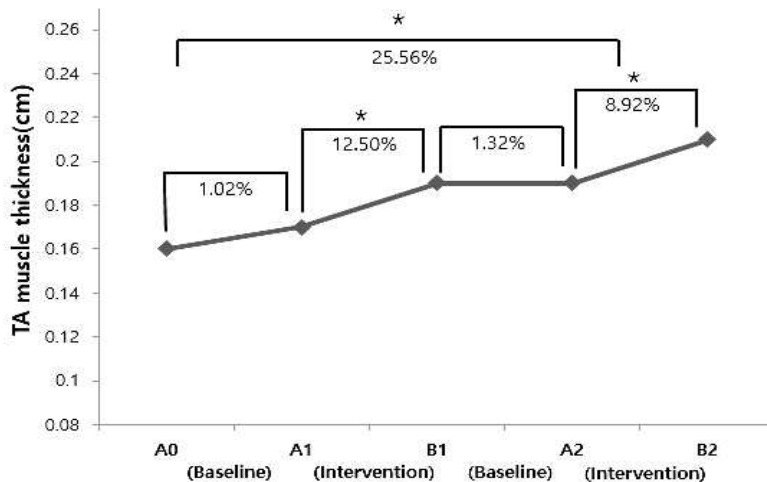


Figure 4. Comparison of TA muscle thickness change rate by period

#### 2) 균형능력 기간별 변화율 비교

정적 균형능력 향상 변화율은 기초선 기간(A0-A1) 2.08%, 중재선 기간(A1-B1) 9.93%, 기초선 기간(B1-A2) 1.75%, 중재선 기간(A2-B2) 5.45%이며 동적 균형능력 변화율은 기초선 기간(A0-A1) 1.16%, 중재선 기간(A1-B1) 7.00%, 기초선 기간(B1-A2) 0.00%, 중재선 기간(A2-B2) 10.42%이다. 또한, 동적 뺺기능력 변화율은 기초선 기간



(A0-A1) 3.70%, 중재선 기간(A1-B1) 35.46%, 기초선 기간(B1-A2) 0.00%, 중재선 기간(A2-B2) 31.33%로 전신진동을 동반한 중재선 기간이 기초선 기간에 비해 모두 통계학적으로 변화율이 유의하게 증가하였다( $p<.05$ ). 균형 능력 총 합산 점수 변화율에서도 기초선 기간(A0-A1) 1.66%, 중재선 기간(A1-B1) 10.72%, 기초선 기간(B1-A2) 0.71%, 중재선 기간(A2-B2) 10.80%로 기초선 기간에 비해 전신진동을 동반한 중재선 기간에서 통계학적으로 유의한 변화율 증가가 있었다( $p<.05$ )(Figure 5).

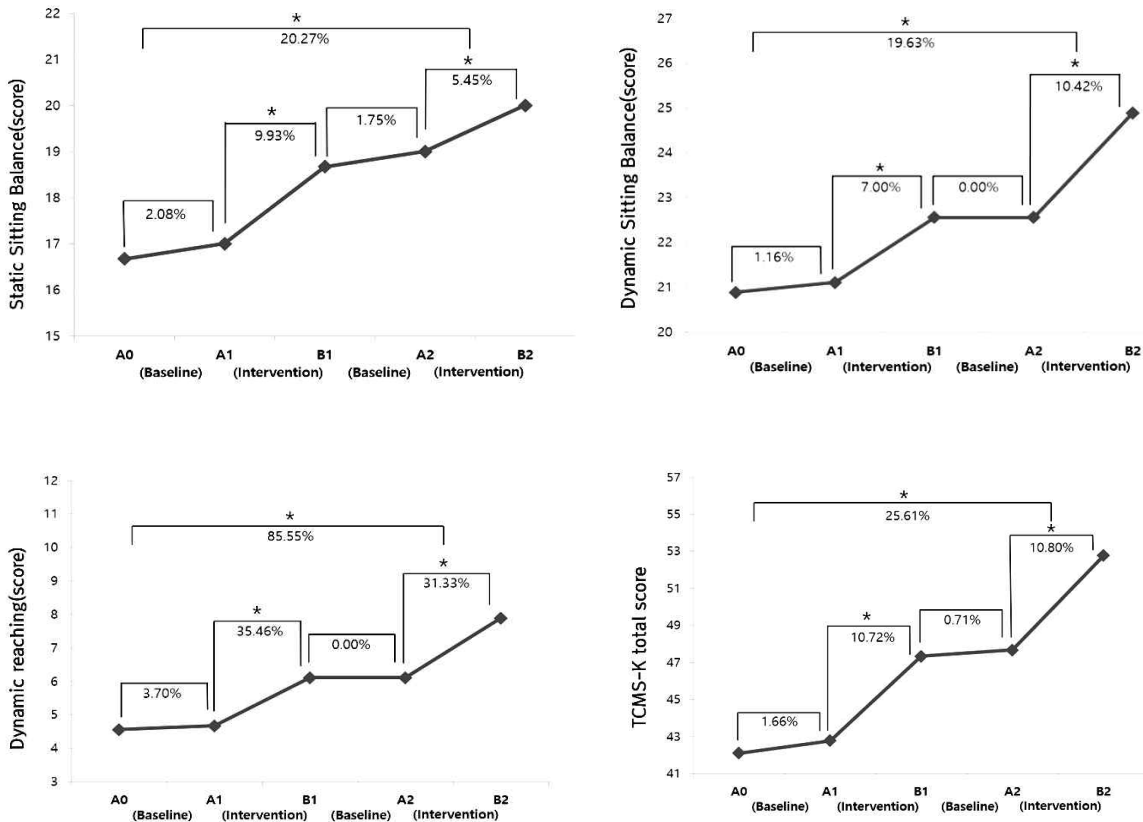


Figure 5. Comparison of TCMS change rate by period

#### IV. 논 의

경직형 뇌성마비의 비정상적으로 높은 근 긴장도는 아동의 움직임을 뻣뻣하게 하여 다양한 환경과 상황에 맞는 자세조절 발달을 양적 질적으로 어렵게 한다. 항중력 자세조절이 어려운 뇌성마비 아동에게 나타나는 구부정한 앉은 자세는 배가로근과 같은 몸통의 심부근육의 두께를 감소시키고 체간안정성과 균형능력을 약화시킨다. 균형은 일상생활 활동 수행의 안전성과 효율성에 영향을 미치는 중요한 능력으로 균형을 향상시키기 위해서는 반드시 근 활성화와 근력 생산이 요구된다(Cawthon 등, 2011).

본 연구에서는 전신진동 자극 훈련을 경직형 뇌성마비 아동에게 적용하였고 그 결과 전신진동 자극 훈련이 경직형 뇌성마비 아동의 배가로근 두께와 앉은 자세 균형능력 향상에 효과적인 것을 확인할 수 있었다. 전신진동

자극 훈련은 중등도의 심한 뇌성마비 환자의 운동기능, 보행, 균형능력 향상을 위해서도 사용될 수 있는 안전한 중재방법이다(Pin 등, 2019). 전신진동 자극 훈련은 근수축을 시작하는 근방추와 알파 운동 신경을 자극하게 되며, 이러한 자극으로 인한 반사적인 근수축은 이후 자발적인 근수축과 결합되어 운동 단위를 활성화시킨다(Cardinale와 Bosco, 2003). 전신진동을 추가한 몸통 근력 운동은 몸통 근력 운동을 단독으로 시행했을 때보다 고유수용성 피드백 기전과 운동 단위의 활동을 촉진시키며 근육 시너지를 개선하여 근두께를 더욱 향상시킨다(Saggini 등, 2006). 뇌성마비 아동에게 실시한 전신진동에 관한 연구들을 살펴보면 Unger 등(2013)은 전신진동을 추가한 몸통 운동을 4주 동안 뇌성마비 아동에게 실시한 결과 복부 근육의 두께가 향상되었다고 하였다. Ali 등(2021)도 뇌성마비 아동에게 전신진동 자극 훈련을 일반적 물리치료 운동과 함께 실시하여 뇌성마비 아동의 복부 근 두께가 긍정적으로 향상된 것을 확인하였다. Yabumoto 등(2015)은 전신진동이 뇌성마비 아동의 근두께에 미치는 영향에 관한 A-B-A 설계 연구를 진행하였는데 일반적 근력훈련을 진행한 기초선 기간보다 전신진동을 추가한 중재선 기간에 무릎뼈 근두께가 유의하게 향상되었다고 하였다. 본 연구에서도 몸통 안정화 운동에 전신진동 자극을 동반한 중재선 기간이 몸통 안정화 운동만을 하였던 기초선 기간보다 뇌성마비 아동의 배 가로근 두께가 더 향상되어 위의 선행 연구 결과와 일치됨을 알 수 있었다.

뇌성마비의 비정상적인 균형 반응은 근육협응 문제, 감각조직 문제로 나눌 수 있다(Woollacott 등, 1996). 불안정한 지지면에서의 자세 유지 훈련은 고유수용기를 자극하며 몸감각을 증진시키고 주동근과 길항근의 동시 수축을 유발하여 자세 조절과 신체 균형능력을 증진시킨다(Cressey, 2007). 진동 자극은 불안정한 지지면 효과를 유발해 근육의 힘줄로부터 근복과 근방추를 자극하고 수축 정보를 지속적으로 척수레벨로 전달하여 척수반사를 촉진시켜 근육 신경계를 강화한다. 바닥에서 전신으로 전달되는 전신진동 자극 훈련은 근방추 수용기를 활성화시켜 근육조직과 신경조직에 새로운 적응을 유발하며 근력과 순발력을 향상시킨다(Cardinale 등, 2010). Murillo 등(2014)은 전신진동 자극 훈련은 뇌졸중이나 척수 손상 환자의 경직을 감소시킬 뿐만 아니라 고유감각을 자극하여 보행 및 균형 개선에 도움을 준다고 하였다.

El-Shamy(2014)은 경직형 뇌성마비 아동을 대상으로 일반적 물리치료에 전신진동 자극 훈련을 추가한 결과 전후 안정성 지수 및 내외측 안정성 지수가 증진되는 것을 확인하였다. 정지문 등(2014)은 몸통근 강화 운동에 전신진동을 추가로 실시한 뇌성마비 실험군이 일반적인 몸통근 강화 훈련만을 시행한 뇌성마비 대조군 보다 균형 및 몸통 조절 평가 척도가 향상되었다고 하였다. 본 연구에서도 몸통 안정화 운동만을 실시하였던 기초선 기간 보다 전신진동 자극 훈련을 병행한 중재선 기간에서 뇌성마비 아동의 앉은 자세 균형능력이 더 유의하게 향상되었음을 확인할 수 있었다. 이는 전신진동 자극 훈련이 본 연구대상자인 뇌성마비 아동들의 근수축과 이완을 지속적으로 반복시킴으로써 근육 반응속도와 근육 두께가 개선되어 자세 동요로부터 빠른 균형 회복을 유도해 균형능력이 향상되었던 것으로 사료된다. Acar 등(2019)도 몸통 근육의 활동은 전신진동과 같은 불안정한 지지면에서 더욱 향상되며 몸통 근육의 두께가 증가하면 자세의 흔들림이 감소하고 자세 동요로부터 빠른 균형 회복을 유도하여 균형능력이 향상된다고 하여 본 연구자의 견해를 뒷받침한다고 할 수 있다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 연구대상자의 수가 적어 모든 뇌성마비 아동에게 일반화하여 해석하는 것에 한계가 있으며 연구 종료 후 사후연구가 이루어지지 않아 전신진동 자극 훈련의 지속적인 효과성에 대해서는 검증하지 못하였다. 이러한 점을 보완하여 추후 대상자의 수를 보강하고 측정시기와 방법을 다양화하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 연구는 전신진동 자극 훈련이 경직형 뇌성마비 아동의 배가로근 두께 및 앉은 자세 균형에 미치는 영향에 대해 알아보는 것이다. 연구 결과 전신진동 자극 훈련이 경직형 뇌성마비 아동의 배가로근 두께와 앉은 자세 균형 능력을 향상시키는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과로 인하여 경직형 뇌성마비 아동의 감소된 배가로근 두께 및 균형을 개선시키기 위한 중재방법으로 전신진동 자극 훈련이 임상에서 적극적으로 활용될 수 있음을 제안하는 바이다.

## 참고문헌

- 김정현. (2021). 뇌성마비 아동의 운동학습 효과: 체계적 고찰. 대한물리치료과학회지,2021;28(1):33-45.
- 박재철, 이동규. (2022). 혈류제한이 뇌성마비 아동의 큰볼기근 두께와 밀도 및 백색영역지수에 미치는 영향. 대한 물리치료과학회지, 2022;29(2):48-56.
- 서혜정, 김중휘. 중립 선 자세에서의 전신진동 주파수에 따른 자세 안정근의 근활성 분석. 대한물리치료학회지. 2013;25(5):316-321.
- 신지원. 목과 몸통 안정화 운동이 뇌성마비 아동의 운동기능과 균형 및 시지각에 미치는 영향[박사학위논문]. 대구대학교 재활과학대학원, 2016.
- 윤창교, 김원복. 다른 앉은 자세가 뇌성마비 환자의 복횡근 두께와 앉기 균형에 미치는 영향. 대한물리치료학회지. 2014;21(3):11-19.
- 인태성, 송창호. 전신 진동 운동이 만성 뇌졸중 환자의 슬관절 신전근력, 균형 및 보행능력에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2010;5(4):675-683.
- 정지문, 최성진, 신원섭. 전신진동자극훈련이 경직성 뇌성마비 아동의 균형능력과 체간 근력에 미치는 영향. 자연과학. 2014;1-15.
- 정지혜, 김수경. 상호작용식 메트로놈(Interactive Metrome; IM)훈련이 편마비 뇌성마비 아동의 신체 양측 협응과 균형능력, 상지기능에 미치는 효과; 개별 실험 연구. 대한작업치료학회. 2013;21(2):37-46
- Acar E, Çankaya T, Öner S. The relationship between trunk muscle thickness and static postural balance in older adults. J Aging Phys Act. 2019;28(2):269-275.
- Ahlborg L, Andersson C, Julin P. Whole-body vibration training compared with resistance training: Effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. J Rehabil Med. 2006;38(5):302-308.
- Ali MS, Abd El-Aziz HG. Effect of whole-body vibration on abdominal thickness and sitting ability in children with spastic diplegia. J Taibah Univ Sci. 2021;16(3):379-386.
- Ali MS, Awad AS, Elassal MI. The effect of two therapeutic interventions on balance in children with spastic cerebral palsy: A comparative study. J Taibah Univ Sci. 2019;14(4):350-356.
- Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, et al. Executive Committee for the Definition of Cerebral Palsy. Proposed definition and classification of cerebral palsy, Dev Med Child Neurol. 2005;47:571-576

- Brogren E, Forsberg H, Hadders-Algra M. Influence of two different sitting positions on postural adjustments in children with spastic diplegia. *Dev Med Child Neurol.* 2001;43(8):534-546.
- Bruyere O, Wuidart M, Di Palma E, et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(2):303-307.
- Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev.* 2003;31(1):3-7
- Cardinale M, Soiza RL, Leiper JB, et al. Hormonal responses to a single session of wholebody vibration exercise in older individuals. *Br J Sports Med.* 2010;44(4):284-288.
- Cawthon PM, Fox KM, Gandra SR, et al. Clustering of strength, physical function, muscle, and adiposity characteristics and risk of disability in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59(5):781-787.
- Cressey EM, West CA, Tiberio DP, et al. The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *J Strength Cond Res.* 2007;21(2):561-567.
- Cresswell A, Oddsson L, Thorstensson A. The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity and intra-abdominal pressure while standing. *Exp Brain Res.* 1994;98(2):336-341.
- Donker SF, Ledebt A, Roerdink M, et al. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Exp Brain Res.* 2008;184(3):363-370.
- El-Shamy SM. Effect of whole-body vibration on muscle strength and balance in diplegic cerebral palsy: A randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014;93(2):114-121.
- Guizzardi A, Artuso P, Bianconi T, et al. Development and validation of the sitting balance assessment for spinal cord injury(SitBASCI). *Spinal Cord.* 2022:1-5.
- Hodges PW, Pengel LHM, Herbert RD, et al. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine.* 2003;27(6):682-692.
- Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther.* 1997;77(2):132-142.
- Katusic A, Alimovic S, Mejaski-Bosnjak V. The effect of vibration therapy on spasticity and motor function in children with cerebral palsy: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation.* 2013;32(1):1-8.
- Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, et al. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance, and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med.* 2007;56(1):28-33.
- Kisner C, Colby LA, Borstad J. *Therapeutic exercise; foundations and techniques.* 7th edition. Philadelphia; FA Davis; 2018.p.264-287
- Ko M, Doo J, Kim J, et al. Effect of whole body vibration training on gait function and activities of daily living in children with cerebral palsy. *Int J Ther Rehabil* 2015;22(7):321-328.
- Lehman GJ, Hoda W, Oliver S. Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swiss ball. *Chiropr Osteopat* 2005;13(1):14.
- Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, et al. Focal vibration in neuro rehabilitation. *Eur J Phy Rehabil Med* 2014;50(2):231-242
- Odding E, Roebroeck ME, Stam HJ. The epidemiology of cerebral palsy: Incidence, impairments and risk factors. *Disabil Rehabil.* 2006;28(4):183-191.
- Olama KA, Thabit NS. Effect of vibration versus suspension therapy on balance in children with hemiparetic cerebral

- palsy. The Egyptian journal of medical human genetics. 2012;13(2):219-226.
- Pin TW, Butler PB, Purves S. Use of whole body vibration therapy in individuals with moderate severity of cerebral palsy-a feasibility study. BMC Neurol. 2019;19(1):1-7.
- Richards SB. Single subject research: Applications in educational settings. 3th edition. Boston: Cengage learning; 2018.p.129-133
- Ritzmann R, Gollhofer A, Kramer A. The influence of vibration type, frequency, body position and additional load on the neuromuscular activity during whole body vibration. Eur J Appl Physiol. 2013;113(1):1-11.
- Saggini R, Vecchiet J, Iezzi S, et al. Submaximal aerobic exercise with mechanical vibrations improves the functional status of patients with chronic fatigue syndrome. Eura Medicophys. 2006;42(2):97.
- Sanger TD, Delgado MR, Gaebler-Spira D, et al. Classification and definition of disorders causing hypertonia in childhood. Pediatrics. 2003;111(1):e89-e97.
- Taube W, Gruber M, Beck S et al. Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. Acta Physiologica. 2007;189(4):347-358.
- Tihanyi TK, Horváth M, Fazekas G, et al. One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. Clin Rehabil. 2007;21(9):782-793.
- Unger M, Jelsma J, Stark C. Effect of a trunk-targeted intervention using vibration on posture and gait in children with spastic type cerebral palsy: A randomized control trial. Dev Neurorehabil. 2013;16(2):79-88.
- Verheyden G, Nieuwboer A, Mertin J, et al. The trunk impairment scale: A new tool to measure motor impairment of the trunk after stroke. Clin Rehabil. 2004;18(3):326-334.
- Woollacott M, Burtner P. Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and in children with cerebral palsy. Acta Paediatrica. 1996;85:58-62.
- Yabumoto T, Shin S, Watanabe T, et al. Whole-body vibration training improves the walking ability of a moderately impaired child with cerebral palsy: A case study. J phys Ther Sci. 2015;27(9):3023-3025.
-