

승마운동이 뇌성마비 아동의 정적 균형에 미치는 영향

최현진¹, 남기원²

¹순천평화병원 재활센터, ²동신대학교 보건과학대학 물리치료학과

The Effect of Horseback Riding Simulator on Static Balance of Cerebral Palsy

Hyun-Jin Choi¹, Ki-Won Nam²

¹Department of Physical Therapy, Pyungwha hospital, ²Department of Physical Therapy, College of Health Science, Dong-shin University

Purpose: The purpose of this study is to examine the effects of using a horseback riding simulation on static balance in children with cerebral palsy.

Methods: This study was conducted with 30 children with cerebral palsy at levels I~IV in the Gross Motor Function Classification System (GMFCS), who were randomly divided into a control group and a hippotherapy group. Both the control group and the experimental group received NDT for 30 minutes per session, four times per week, for ten weeks, while the experimental group also received hippotherapy, 15 minutes per session, four times per week, for ten weeks, after the neurodevelopmental treatment (NDT). The horseback riding simulators JOBA (JEU7805, Panasonic, 일본) used in this study simulated actual horse movements; static balance was measured in each group before the exercise and five weeks and ten weeks after the beginning of the exercise using a pedoscan system (Diers Pedo, Germany).

Results: The intergroup effects on static balance were tested, and the results showed no significant differences ($p < 0.05$).

Conclusion: The horseback riding simulation exercise was shown to be effective for the static balance of children with cerebral palsy. Therefore, additional studies should be conducted with more children with CP divided according to type.

Key Words: Cerebral Palsy, Horseback riding simulator, Balance

1. 서론

균형을 위한 자세 조절은 공간에서 몸의 위치를 조절하는 능력으로 안정화를 취하는 것이다.¹⁻³ 안정성은 기저면내에서 정적, 동적으로 활동하는 동안 COM (center of body mass)을 유지하는 것이다.⁴⁻⁶

안정적인 자세를 유지하기 위해서는 기능적인 활동 동안, 감각 시스템과 중추신경계, 근골격계 사이의 복잡한 상호작용이 필요하다.^{1,4,7} 뇌성마비 아동은 체간의 근 긴장도가 낮아 안정적인 자세조절과 운동이 어려워지고 특정방향으로의 운동성이 떨어져 균형능력이 부족해진다.^{8,9} 또한 고관절 굴곡근의 과긴장으로 길항근인 복부근과 대둔근에서 저긴장이 나타나고, 장요근의 단축은 전방경사를 유발한다.¹⁰ 그 결과 아동들이 대칭성의 결여와 정중위로 모아지는 경험의 부족으로 신체분절에서 균형감각을 보상하는 움직임으로 나타난다.¹¹ 따라서 아동의 가능한 정상적인 균형 자세를 위하여 아동의 근위부 즉 체간과 골반의 대칭성을 개선하는데 최우선 순위로 두어야 할 것이다.¹² 또한 뇌성마비 아동에게 일

Received Jul 15, 2014 Revised Aug 11, 2014

Accepted Aug 12, 2014

Corresponding author Ki-Won Nam, nkw1212@hanmail.net

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.

상생활의 기능향상과 보행능력을 향상시키기 위하여 좌우 하지의 체중이동을 통한 균형적인 서기 자세 유지가 필수적이며, 정적인 기립균형과 보행과의 긴밀함을 설명하고 있다.¹³

말의 보행은 정상적인 사람의 보행역학과 유사한 정확하고 반복적인 운동패턴을 제공하고,^{14,15} 뇌성마비 아동에게 정상적인 균형반응 자극을 통하여 바로 서는 경험을 제공하며, 균형 잡힌 움직임의 제공한다.¹⁶ 말의 보행의 장점을 가진 승마시뮬레이션 운동은 느리고 리듬감 있는 움직임은 뻣뻣한 비정상적인 과긴장을 감소시키고, 이완을 촉진하며, 동시에 양측의 대칭적인(bilateral symmetry) 자세반응을 향상시키고, 저긴장 근육의 긴장도를 증가시킨다. 또한 골반과 몸통 조절을 향상시켜 보행과 운동기능에 도움을 준다.^{17,18} 따라서 본 연구는 승마시뮬레이션 운동을 통해 뇌성마비 아동에게 정적 균형의 영향을 알아보려고 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 C시에 소재한 재활병원에서 경련성 뇌성마비아동으로 진단받은 6~15세 아동 30명으로 구성되었다. 대동작 기능 분류체계(Gross Motor Function Classification System; GMFCS)¹⁹ 단계에서 I~IV단계인 뇌성마비아동을 대상으로 하였으며, 독립보행이나 보조보행이 가능하고, 보행기를 잡고 서 있을 수 있는 아동을 대상으로 하였다. 모든 뇌성마비 아동과 보호자는 실험에 참가하기 전 연구 목적과 연구 방법에 대한 충분한 설명을 듣고 자발적인 동의서를 작성하였다. 대상자의 일반적 특징은 다음과 같다(Table 1).

2. 실험 방법

1) 실험 설계

본 연구는 승마시뮬레이션을 이용한 승마운동이 뇌성마비 아

동의 정적 균형에 미치는 영향을 알아보고, 승마시뮬레이션 적용 유무에 따른 군 간 차이를 비교하고자 시행하였다.

대조군과 실험군은 모두 신경발달 물리치료를 1일 30분, 주 4회 10주간 받았으며, 실험군은 신경발달 물리치료 후 승마 치료를 1일 15분 주 4회 10주간 추가적으로 실시하였다. 본 연구에서 사용한 승마기구는 실제 말의 움직임을 유사하게 모방할 수 있는 파나소닉사의 승마기구(JOBA, EU7805, Panasonic)를 사용하였다. 선정된 대상자 30명은 무작위로 선정하여 대조군과 실험군으로 나누었다. 모든 대상자의 치료는 물리치료 경력 5년차 이상의 신경발달 물리치료 과정을 이수한 치료사가 실시하였다.

2) 실험 도구

승마기구인 JOBA는 살아 있는 말의 움직임처럼 3차원적인 운동(전-후, 좌-우, 상-하)을 체험할 수 있으며, 다양한 움직임을 경험할 수 있도록 설계되어있다. 본 연구에서는 JOBA simulator에 내장되어 있는 프로그램에 따라 side-to-side, waist, hips 등 아동들의 특성에 적합하게 15분 동안 실시하였다. 아동 스스로 자세를 조절할 수 있도록 하였으며, 아동이 안장에 앉았을 때 허리를 정확하게 세우기 위해 경추에 긴장감을 유지하도록 하였다. 또한 안장에 앉았을 때 상지를 이용하여 손잡이를 반드시 잡고 승마기구를 타도록 하였다.

승마시뮬레이션 치료는 안전을 위하여 물리치료사 1명과 보호자 1명이 아동을 보조하여 운동을 실시하였다. 운동의 난이도는 각각의 적응력 및 운동 강도를 감안하여 시트가 움직이는 속도를 점차적으로 늘려나갔다. 최대 속도 레벨은 4까지 설정하였다(Figure 1).



Figure 1. Horseback riding simulator

Table 1. General characteristic of subjects.

	Experimental group(n=15)	Control group (n=15)
Sex(male/female)	11a/4	10/5
Age(years)	8.80 ± 3.14b	9.27 ± 3.81
Height(cm)	124.73 ± 15.80	119.60 ± 21.06
Weight(kg)	26.33 ± 9.21	26.20 ± 9.67
GMFCS	1.67 ± 0.82	1.93 ± 1.10

a : Frequency b : Mean ± standard deviation

3) 정적균형 측정(Pedoscanner)

균형을 측정하기 위해 Pedoscan (Pedoscan, DIERS, 독일)을 사용하였다. Pedoscan은 정적 기립 시 양발에 가해지는 압력을 측정하기 위한 도구로 압력센서의 너비는 50 cm이며, 4,096개의 센서로 구성되어 있다. 좌우 체중과 전후 체중을 각 영역을 1/4영역으로 나누어 좌-우측 전-후측 족저압을 측정하는 이유는 발바닥 압력과 관련 정보를 하나로 합쳐진 수치로 얻기보다는 세분화되어 각 영역별 압력분포의 특성을 분석하기 위함이다.²⁰ Pedoscan은 DICAM 프로그램을 이용하여 발바닥 영역을 구분한 후 센서별로 압력지수를 색상으로 표현하거나, 수치와 막대그래프로 각 영역을 분석하였다. 본 연구에서는 양 발을 측정 장비 위로 바로 선 상태에서 움직임을 최소화 하여 시선을 바로 보고 30초 동안 움직임 없이 서도록 하여 측정하였으며,²¹ 균형 측정을 위하여 대상자의 체중을 측정한 후 프로그램에 입력하고 양 발을 측정 장비 위로 바로 선 상태에서 체중분포 좌-우(%), 전-후(%)를 측정하였다 (Figure 2).

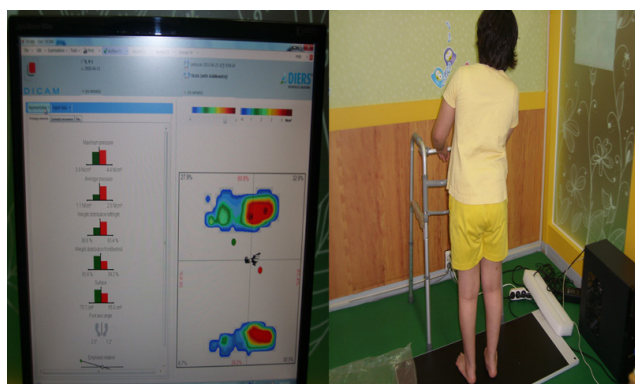


Figure 2. Pedoscan measurement position

4) 자료분석

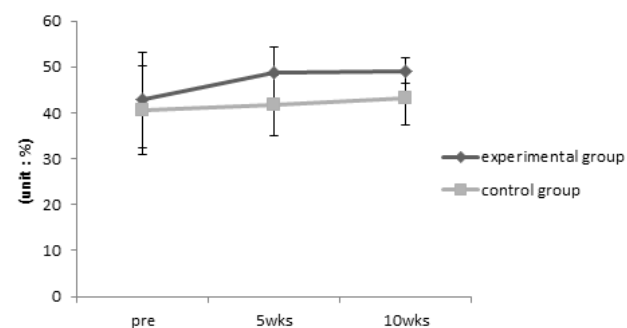
본 연구에서 측정된 정적 균형 검사의 모든 자료 값은 SPSS (ver. 12.0 for window) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 각각의 자료는 Kolmogorov-Smirnov(K-S) 적합도 검정(Goodness-of-Fit Test)을 이용하여 정규성 검정을 실시하였다. 기간에 따른 각 군의 유의성 검정과 군간 비교를 위한 유의성 검정은 이요인 반복측정 분산분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 통계학적 유의성 검정을 위한 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 하였다.

III. 결과

운동 기간에 따른 좌우(left-right) 정적 균형 능력에 대한 군-내 효과 검정 결과, 군과 기간의 상호작용 효과는 유의한 차이를 나타내지 못하였으나($p > 0.05$), 군-간 효과 검정 결과 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 2).

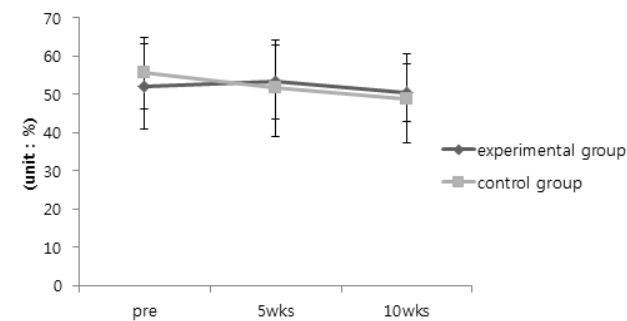
운동 기간에 따른 전-후(Anterior-Posterior)의 정적 균형 능력에 대한 군-내 효과 검정 결과, 군과 기간의 상호작용 효과는 유의한 차이를 나타내지 못하였으며($p > 0.05$), 군-간 효과 검정 결과 유의한 차이를 나타내지 못하였다($p > 0.05$)(Table 3).

Table 2. The comparison of left-right among groups



Period: $p > 0.01$
 Period x Group: $p > 0.01$
 Group: $p < 0.05$

Table 3. The comparison of Anterior Posterior among groups



Period: $p > 0.01$
 Period x Group: $p > 0.01$
 Group: $p > 0.05$

IV. 고찰

본 연구에서, 정적인 균형 능력을 알아보기 위하여 Pedoscan을 이용하여, 좌우와 전후의 체중분포를 비교한 결과, 좌우의 체중분포에서 군간 효과 검정 결과 정적인 균형능력의 유의한 향상을 확인하였다. Mackinnon²² 등과 정진화¹⁵ 등은 승마운동 후 앉아있는 자세에서 뇌성마비 아동을 대상으로 힘

판을 이용한 자세동요 측정 연구에서 좌우 동요거리, 총 동요거리와 좌우동요속도, 총 동요속도에서 통계적으로 유의미 차이가 있어서 본 연구와 일치하였다. 정적 기립 시 균형 유지를 위한 신경근 반응을 바탕으로 한 다양한 연구들 중 Winter 등^{23,24}은 양 발을 좌우로 벌리고 기립자세에서의 좌우 균형조절에는 고관절 부위의 움직임 전략이 사용되는데 이것은 고관절의 전인(protraction)과 후인(retraction) 움직임을 이용하여 좌우 다리의 체중 부하 정도를 조절하는 것이다. 본 연구에서도 승마시뮬레이션 운동을 통하여 골반의 내측 외측 움직임의 증가로 골반에 대한 보상 움직임이 줄어들고, 하지 내전근의 긴장도가 감소하여, 좌우의 균형능력이 증가되었다고 생각한다

전-후(Anterior-Posterior)의 체중분포를 비교한 정적 균형에서 Quint와 Toomey²⁵는 승마기구를 이용한 승마시뮬레이션 치료에서 정적인 자세가 향상되는 것을 알 수 있었고, Kuczynski와 Slonka²⁶는 승마시뮬레이션 치료를 사용하여 3개월 치료 후에 전-후(Anterior-Posterior)의 안정성이 증가되었다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 Ferdjallah 등^{27,28}의 연구에서처럼 뇌성마비 아동들의 균형 감소는 중추신 경계의 손상으로 자세조절의 불균형이 인체역학적으로 근육의 동원순서가 변화였기 때문이며, 주동근과 길항근의 협력수축이 감소하여 전-후 균형조절을 유지하는 발목관절의 저굴/배굴 전략이 감소하였기 때문이다. 또한 보조도구를 이용하여 움직임을 유지하는 뇌성마비 아동들이 발목관절의 경직과 선택적 움직임 조절의 장애로 전-후 균형조절을 위해 고관절 부위의 움직임이나 체간 회전전략의 보상 움직임이 많이 감소하였기 때문이다.

승마시뮬레이션 운동은 뇌성마비 아동의 정적 균형에 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 뇌성마비 아동을 대상으로 비교적 쉽게 접근할 수 있는 승마기구를 이용한 승마시뮬레이션 운동을 물리치료적 사용을 제고할 수 있는 기회가 될 것으로 생각되며, 청소년 뇌성마비 아동에게 신체의 변형 방지를 위하여 추천하고자 한다.

본 연구의 제한점으로 개인의 특성을 충분히 고려하지 못하여 전체집단을 같은 강도로 실시하였던 점과 외부치료를 온전히 통제하지 못한 점이다. 추후 연구에는 타입 별로 세분화 된 운동과 외부 치료를 통제하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Shumway-Cook A, Woollacott MH, Motor control: Translating research into clinical practice. Baltimore, Lippincott/Williams and Wilkins, 2007;157-211.
2. KIM JH, Relationship Between Gait symmetry and Functional Balance, Walking Performance in Subjects with Stroke, J Kor Soc Phys Ther, 2014;26(1):1-8.
3. Duarte M, Freitas SMSF, Revision of posturography based on force plate for balance evaluation, BJPT, 2010;14(3):183-192.
4. Corrêa JC, Corrêa FI, Franco RC et al, Corporal oscillation during static biped posture in children with cerebral palsy, Electromyogr Clin Neurophysiol, 2007;47(3):131-6.
5. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, What is balance? Clinl Rehabil, 2000;14(4):402-6.
6. Massion J, Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination, Prog Neurobiol, 1998;38(1):35-56.
7. Woollacott MH, Shumway-Cook A, Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: What are the underlying problems and what the new therapies might improve balance? Neural Plasticity, 2005;12(2-3):211-219.
8. Oh JL, The Effects of Trunk Muscle Strength Training on Sitting Balance of Children with Spastic Cerebral palsy, Daegu University. Dissertation of Master's Degree, 2003.
9. Choi JH, Lee HS, Chang JS, Changes of postural sway and muscle activation while standing Upright and performing a dual task, J Kor Soc Phys Ther, 2011;23(5):1-5.
10. Bobath K, A neurological basis for the treatment of cerebral palsy, 2nd ed, Clinics in Developmental medicine No. 75, Mac Keith Press, 1980;45-78.
11. Kim JH, Effects of functional trunk strengthening program for Children with Spastic Cerebral Palsy, Daegu University. Dissertation of Master's Degree, 2012.
12. Levitt S, Treatment of cerebral palsy and motor delay. Archives of Disease in Childhood, 1983;58(3):240.
13. Dettmann MA, Linder MT, Sepsic SB, Relationship among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient, Am J Phys Med, 1987;66(2):77-90.
14. Choi HJ, Kim KJ, Nam KW, The Effects of a Horseback Riding Simulation Exercise on the Spinal Alignment of Children with Cerebral palsy, J Kor Soc Phys Ther, 2014;26(3):209-215.
15. Jung JH, YU JH, The Effects of Hippotherapy over 8 Weeks on Trunk Proprioception, Stability and posture in Cerebral palsy patients, J Kor Soc Phys Ther, 2010;22(5):63-70.
16. MacPhail HEA, Edwards J, Golding J et al, Trunk postural reactions in children with and without cerebral palsy during therapeutic horseback riding, Pediatric Physical Therapy, 1998;10(4):143-7.
17. McGibbon NH, Andrade CK, Widener G et al, Effect of an equine movement therapy program on gait, energy by expenditure, and

- motor function in children with spastic cerebral palsy: A pilot study. *Dev Med Child Neurol*. 1998;40(11):754-762.
18. Kang HG, Chang SY. The Effects of Robo-horseback Riding Exercise on Trunk Muscle Activity Ratios in Patients with Low Back pain. *J Kor Soc Phys Ther*. 2012;24(6):393-397.
 19. Jung JW, Ko JY. Development of the chest Wall in Children with Cerebral Palsy according to GMFCS Levels. *J Kor Soc Phys Ther*. 2013;25(5):246-251.
 20. KIM YJ, JI JG, KIM JT. The 20-year-old women's shoes steps according to the type of comparative study on the low pressure zones. *J Kor of sports Bio*, 2004;14(3):83-98.
 21. Gong WT, Cho GY, Han JM. The Analysis of Static Foot Pressure on Functional Leg Length Inequality. *J of the Kor Data Anal Soci*. 2009;11(3):1245-56.
 22. Mackinnon JR, Noh S, Lariviere J et al. A study of therapeutic effects of horseback riding for children with cerebral palsy. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*. 1995;15(1):17-34.
 23. Winter DA. Biomechanics of normal and pathological gait: implicate for understanding human locomotor control. *J. Motor Behavior*. 1993;21(4):337-355.
 24. Lim JH, Park JS, Cho WS. The Effect of Mechanical Horseback-Riding Training Velocity on Vestibular Functions and Static Postural Balance in Healthy Adults. *J Kor Soc Phys Ther*. 2013;25(5):288-296.
 25. Quint C, & Toomey M. Powered saddle and pelvic mobility : an investigation into the effects on pelvic mobility of children with cerebral palsy of a powered saddle which imitates the movements of a walking horse. *Physiotherapy*. 1998;84(8):376-384.
 26. Kuczynski M, Slonka K. Influence of artificial saddle riding on postural stability in children with cerebral palsy. *Gait Posture*. 1999;10(2):154-160.
 27. Ferdjallah M, harris GF, Smith P et al. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2002 ;17(3):203-210.
 28. Choi HJ, Nam KW. The Effect of Weight-support Treadmill Training on the Balance and Activity of Daily Living of Children with Spastic Diplegia. *J kor soc phys Ther*. 2012;24(6):398-404.