

승마시뮬레이터 훈련과 평류안뜰자극이 자세균형능력과 고유수용성감각에 미치는 영향

조운수¹, 김용남², 박장성³, 진희경⁴
^{1,2}남부대학교 물리치료학과, ^{3,4}서남대학교 대학원 물리치료학과

Abstract

The Effects of Ability to Balance Posture and Proprioception by Horse Riding Simulator and Galvanic Vestibular Stimulation

Woon-su Cho¹, PhD, PT, Young-nam Kim², PhD, PT, Jang-sung Park³, PhD, PT,
Hee-kyung Jin⁴, MPH, PT

^{1,2}Dept. of Physical Therapy, Nambu University,

^{3,4}Dept. of Physical Therapy, The Graduate School, Seonam University

The purpose of this study is to examine the influence of a horse riding simulator and galvanic vestibular stimulation on improving the ability to balance posture and proprioception. Thirty healthy adults participated and were randomly assigned to a horse riding simulator group ($n_1=10$), galvanic vestibular stimulation (GVS) group ($n_2=10$), control group ($n_3=10$). Experiment groups were trained 3 times per week over 6 weeks. The ability to balance posture was measured by force plate and proprioception was measured by Joint position sense. The following results were obtained. the changes of balance index were significant interaction in each group in accordance with the experiment time in 0, 3 and 6 weeks ($p<.05$). All groups showed the most decreasing pattern compared with the control group. But was not statistically significant. Proprioception was significant interaction in each group in accordance with the experiment time ($p<.05$). All groups showed the most decreasing pattern compared with the control group. The above results indicated that the 6 weeks horse riding simulator and galvanic vestibular stimulation training demonstrated positive effects in the ability to balance posture and proprioception. These results suggest that the horse riding simulator and galvanic vestibular stimulation training could be therapeutic intervention that can improve balance and postural control.

[Woon-su Cho, Young-nam Kim, Jang-sung Park, Hee-kyung Jin. The Effects of Ability to Balance Posture and Proprioception by Horse Riding Simulator and Galvanic Vestibular Stimulation. Phys Ther Kor. 2012;19(2):39-47.]

Key Words: Balance posture; Galvanic vestibular stimulation; Horse riding simulator; Proprioception.

I. 서론

신체균형능력은 안뜰계(vestibular system)와 시각 그리고 고유수용성 감각의 모든 정보들을 통합하여 중추신

경계에서 이루어지며, 근육의 적절한 긴장이나 반사적 조절, 여러 감각들의 유기적 협력에 의해 자세가 조절된다(Massion, 1998). 그러나 여러 원인으로 자세조절계 질환을 겪고 있는 환자들은 비정상적으로 전달된 감각정

보로 인하여 일상생활의 활동장애와 치료적인 어려움을 가지고 있다(Maurer 등, 2000). 따라서 자세조절에 영향을 미치는 신체균형과, 균형을 향상시키는 방법에 대한 연구는 신체안정성 요소, 자세분석, 신체훈련에 대한 연구, 신체에 미치는 생체 역학적 연구, 체성감각이나 고유수용성 감각에 대한 연구에서 지속적으로 진행되고 있다(Hlavacka와 Horak, 2006).

최근 자세안정성과 균형에 미치는 연구 중 신체훈련에 이용되는 승마운동은 자세의 평형성과 유연성에서 올바른 신체발달을 도와주는 전신운동으로써 효과적인 운동이다(정우영, 2007). 더불어 균형감각의 향상, 근육강화, 근 경련감소, 관절가동범위 증가, 신진대사의 활성화, 체력강화 등 전반적인 신체의 여러 부분에서 기능향상을 보여주고 있다(서범석, 2009). 즉 승마의 움직임은 스스로 걷는 것과 같은 형태의 운동효과를 나타 낼 뿐만 아니라, 신체기능 회복을 가져온다. 행동적 장애와 감각적 장애를 가지고 있는 정신지체아동들은 제한된 활동이나 신체활동 부족으로 정상보행이나 움직임에 제약을 받는다. 그 경우 근육의 발달이 고르지 않거나 지체장애로 인한 편중된 신체활동에 승마운동은 적절한 중재방법으로 시행되었다(Bertoti, 1988). 최근에는 뇌병변 장애아동들의 평형성 및 보행에 도움을 주는 것으로 보고되었다(서범석, 2009). 치료적인 승마는 고유수용성감각 통합의 결과로 하나의 근 활성화가 다른 근 활성화 반응을 촉진한다. 연속적인 움직임과 기본적인 동작수행을 통한 근육의 활성화와 그에 따른 대항근의 근육 활성화 반응 등 균형능력과 협응력에도 영향을 준다. 실제 승마와 비슷한 동작을 수행하는 승마 훈련기구나 승마시뮬레이터 훈련에서도 장애인의 균형과 자세조절에 영향을 미친다는 연구가 보고되고 있다(Janura 등, 2009). 승마시뮬레이터 훈련은 말의 움직임과, 말의 움직임은 속도와 유형에 따라 율동적인 움직임이 유발되며 평형성 및 유연성에 영향을 준다(Sterba, 2007). 이와 같이 승마치료는 신체재활, 심리치료, 사회성 개발의 세 영역에 집중되면서 기승자의 자세교정, 심폐기능 그리고 혈액순환 기능증진을 위한 신체 물리치료 및 정신 치료적 접근이 시도되고 있다(이종영, 1999). 승마시뮬레이터 운동의 근전도 분석에서는 전신근육의 발달과 동시에 트레드밀 훈련 시 사용되는 자세조절 근육들에서 유의한 근 활성화도가 나타났다(백진호 등, 2005). 즉 승마시뮬레이터 훈련은 율동적인 움직임이 크게 유발되어 안뜰계에 영향을 준다. 그러므로 이에 대한 영향력 평가가 중요하다고 생각

된다.

더불어 균형 및 자세조절에 영향을 미치는 안뜰기관은 머리의 회전 또는 선형 가속도 운동과 중력 등 물리적 힘을 정량적으로 감지하고 이를 전기적 신호로 변환하여 중추로 전달하는 역할을 한다. Benson과 Jobson (1973)은 자극 주파수 .1, .2, .4, .6 Hz, 자극세기 .5, 1.0, 1.5 mA의 정현파의 전정기관 전기 자극 시 자극주파수가 증가할수록 반응 지연시간의 감소와, 압력중심(center of pressure; COP)의 동요가 증가함을 고찰하였다. 이때 중추에서는 이러한 정보를 이용하여 머리 움직임의 속도와 공간상의 위치를 파악한다. 이와 함께 체성감각기관과 시각기관으로 입력된 몸의 위치나 움직임에 대한 정보로 신체의 자세균형을 유지한다(이정구 등, 2007). 즉 전기적인 안뜰 자극 방법 중 평류안뜰자극은 주로 안뜰계의 영향을 평가하는 방법으로 이용되어 왔다. 안뜰계 정보의 입력과 관련된 자세균형 연구는 물리적, 또는 전기적인 안뜰자극을 인지한 자세균형 응답분석이 주를 이루었다(Yamamoto 등, 2002). 평류안뜰자극(galvanic vestibular stimulation)을 이용한 전기 자극은 직류전류를 환자 귀 뒤쪽의 꼭지돌기 부위에 적용하여 안뜰신경을 자극시켜 전기적으로 유발된 자세균형 응답을 분석한다(Latt 등, 2003). 이러한 자극이 양극과 음극에서 안뜰계에 신호를 전달하면 양극 쪽으로 자세동요가 일어난다(Courjon 등, 1987). 이를 통해 인간의 자세 및 균형, 보행, 인지능력 등에 영향을 미쳤다(Wardman 등, 2003). 그러나 지속적인 전기자극 적용에 따른 신경근계의 변화에 대한 연구가 미흡하며, 이에 대한 연구는 더 필요할 것으로 본다. 이아름(2010)은 평류안뜰자극이 안뜰계를 비롯한 여러 감각 수용기의 변화를 중추신경계에서 해석하여, 피드백을 통해 자세를 안정화 시키는 역할을 수행한다고 보고하였다. 따라서 균형 및 자세조절에 영향을 미치는 안뜰계의 촉진을 위해 여러 가지 자극 및 훈련법 중에서 자연친화적인 기질을 활용한 승마와 보전적인 치료방법인 전기 자극을 이용한 평류안뜰자극에 대한 연구는 임상에서 중요한 의미를 가지고 임상적 중재에 대한 기초자료를 제공할 수 있으리라 기대된다.

따라서 본 연구는 승마시뮬레이터 훈련과 평류안뜰자극을 통하여 균형능력, 그리고 고유수용성감각에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이에 각 변수별 임상적 자료를 제공하여 자세조절이나 낙상예방, 체간의 유연성훈련에 있어서 이러한 훈련법의 활용가능성에 대한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 승마시물레이터와 평류안뜰자극에 의한 훈련이 정상인의 자세균형능력과 고유수용성감각에 미치는 영향을 알아보기 위하여 건강한 대학생을 대상으로 연구하였다. 대상자 중에서 실험에 적극 참여 의사를 밝힌 지원자 30명을 선발, 무작위 배치하여 2009년 5월 18일부터 6월 27일까지 6주에 걸쳐 실험하였다. 연구대상자는 자세조절이나 보행과 관련된 신경학적 및 근골격계 장애가 없고 일상생활에 지장이 없는 자로 선정하였고, 각 군에 무작위로 배치하였다. 참가대상자들에게 연구의 목적을 설명한 후에 동의를 얻어 연구를 실시하였다. 대상자의 일반적 특성은 표 1과 같다.

2. 실험도구

가. 승마시물레이터 훈련 시스템

승마시물레이터 훈련은 실제 말의 크기와 유사한 형태로 말의 동작들을 기계적으로 재현한 승마시물레이터¹⁾를 이용하였다(그림 1). 승마시물레이터는 2분마다 자동으로 단계가 변하고 각 단계마다 움직임의 크기와 폭이 다르게 설정되어 있다. 본 실험에서는 안뜰기관외 자극을 충분히 주기 위하여 갑작스런 빠른 리듬감을 주지 않고 상·하, 전·후 울동이 비교적 편안한 상하거리 52 m/min, 전후거리 39 m/min, 울동횟수는 상하 90~100 회/분, 전후 90~100 회/분 그리고 울동거리 65 m/min과 상·하, 전·후 울동이 커서, 목, 어깨, 상체, 복부, 허벅지, 다리의 운동효과가 있는 것으로 알려져 있는 상·하 거리 73 m/min, 전·후거리 40 m/min, 울동횟수는 상하 95~105 회/분, 전후 95~105 회/분 그리고 울동거리 98 m/min을 적용하였다(그림 2). 적용시

간은 각 코스 당 10분씩 총 20분간 주 3회 적용하였으며, 운동 속도는 승마시물레이터에서 지정된 울동 속도 중에서 비교적 빠른 75로 하였다(백진호 등, 2005). 승마시물레이터 훈련에서 시각의 영향을 통제하기 위하여 수면용 안대를 착용하여 시행하였으며, 실험자의 낙상 위험을 방지하기 위하여 자동 멈춤 장치를 착용하고 안전바를 가볍게 잡도록 하여 실시하였다.

나. 평류안뜰자극(galvanic vestibular stimulation; GVS)

안뜰신경계의 자극 및 훈련을 위한 평류안뜰자극은 맥동기간, 맥동간격 그리고 극성조절과 같은 전기자극 변수를 조절할 수 있는 직류전류자극기²⁾를 이용하였다(Son 등, 2008). 적용방식으로 전기 자극 변수인 맥동기간은 300 ms, 맥동간격은 700 ms, 전류강도는 1.5 mA로 하였다. 전극의 배치는 지름 2.5 cm의 원형 일회용 접촉식 전극을 이용하여 관자뼈의 꼭지돌기 부위에 양극의 음극과 양극을 각각 10분간 적용 후, 극성을 바꾸어 다시 10분 적용하여 총 20분간 전기 자극을 하였다. 전기 자극 시 대상자는 양발을 어깨 넓이로 벌리게 하고 서서 시각 영향을 배제하기 위하여 수면용 안대를 착용하고 시행하였다(그림 3).

다. 균형지수측정

균형능력에 대한 정량적 평가는 일반적으로 압력판(force plate)을 이용하여 자세동요, 압력중심점과 관련된 근육의 활동전위 변화를 평가하고 있다(박용군, 2009). 따라서 균형지수는 자세동요의 변화를 측정하기 위한 것으로 운동감각 능력훈련(kinesthetic ability training 2000)³⁾을 이용하였다. 이 기기의 구성은 원형 발판, 발판의 압력조절기, 감지기, 컴퓨터 분석프로그램(KatWIN ver. 1.12)으로 되어있다. 원형 발판은 공기압 주머니로 된 축 위에 위치하여 모든 방향으로 기울어진

표 1. 연구대상자의 일반적 특성

(N=30)

	대조군(n ₁ =10)	승마시물레이터 훈련군(n ₂ =10)	평류안뜰자극군(n ₃ =10)
연령(세)	24.0±5.2 ^a	24.5±4.6	24.3±4.9
신장(cm)	169.6±6.5	168.9±11.5	171.2±9.2
체중(kg)	62.9±10.6	60.0±8.9	68.8±9.5

^a평균±표준편차.

- 1) FORTIS-102M, 대원포티스, 하남, 한국.
- 2) Endomed 581, Enraf Nonius Co., Rotterdam, Netherlands.
- 3) KAT 2000, OEM medical, Scottsdale, AZ, U.S.A.



그림 1. 승마시물레이터 훈련.

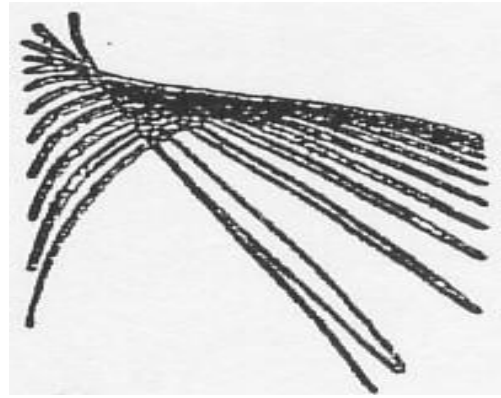


그림 2. 승마시물레이터 운동패턴.



그림 3. 평류안뜰자극.



그림 4. 균형지수 측정.

다. 압력조절기는 발판의 안정도와 관계된 압력을 조절하고 0~15(pounds per square inch; psi)의 조절이 가능하며 발판 안정도가 0에 가까울수록 발판의 불안정성이 커지며, 15에 가까울수록 발판이 고정되어 불안정성이 최소화가 된다. 본 실험에서 이용된 안정도는 비교적 발판의 안정도를 유지할 수 있는 8 psi로 하였다. 대상자는 발판 위에 그려진 발 형태에 맞추어 서도록 하고, 검사기의 눈높이 앞쪽 고정점을 주시하도록 하여 측정하였다. 측정방법은 양발을 지지한 상태에서 시각 개방 시와 시각폐쇄 시를 측정하였다(박용군, 2009). 균형의 측정시간은 30초간 하였다. 자세동요의 변화는 30초간 측정된 8개의 부분 평균균형지수 중에서 동요의 방향성을 알아보기 위하여 좌측, 우측, 전방, 후방지수의 4개의 평균부분지수와 총 지수인 평균균형지수(balance index; BI)로 분석하였다(그림 4).

라. 고유수용성감각 측정

고유수용성감각의 측정은 De Domenico와 McCloskey(1987)가 고안한 관절위치감각 측정방법을

응용하였는데, 눈금단위가 1 mm, 각 칸의 값이 1×1 cm인 70×50 cm의 모눈종이를 이용하였다. 양발을 어깨넓이로 벌리고 똑바로 서서 눈을 감은 상태로 왼쪽 발을 측정 모눈종이 위에 먼저 올리도록 하고, 이어서 오른쪽 발을 왼쪽 발과 같은 위치에 놓도록 하였다. 대상자가 같은 위치가 아니라고 생각되면 다시 측정하였다. 양발 엄지위치의 차이 값을 고유수용성감각으로 하였으며, 총 3회 반복 측정하여 평균값으로 하였다.

3. 실험방법

이 연구는 대조군 10명, 승마시물레이터군 10명, 평류안뜰자극군 10명씩 나누어 대조군을 제외한 두 실험군의 대상자들은 실험에 참가하였다. 실험 후 대상자들은 훈련 전, 훈련 3주, 훈련 6주에 각각 균형지수와 고유수용성감각을 각각 측정하였다.

4. 분석방법

본 연구의 통계학적 분석은 SPSS ver. 12.0 프로그램을 사용하였다. 각 실험결과 값은 평균과 표준오차로

나타냈으며, 균형지수 그리고 고유수용성감각의 시간에 따른 각 군간 변화는 이요인 반복측정 분산분석(two way with repeated measure analysis of variance)을 실시하였고, 사후분석은 본페로니(Bonferroni)검정을 실시하였다. 모든 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준 α 는 .05로 하였다.

III. 결과

1. 균형지수의 변화

각 집단의 균형지수의 변화는 다음과 같다(표 2). 승마시물레이터군과 평류안뜰자극군은 실험 전보다 6주 후 감소하였으나, 대조군은 실험 전과 6주 후 측정 시기에 따른 변화가 크지 않았다. 균형지수 변화에 대한 반복측정 분산분석의 결과에서 집단 및 시간에 따른 유의한 차이는 없었다. 치료기간에 따라 균형지수의 변화는 유의한 변화가 있었다($p < .05$). 치료기간과 집단 간의 상

호작용은 집단 간의 변화에서 대조군에 비해 승마시물레이터군과 평류안뜰자극군의 감소되는 경향을 보였으나 각 군들 간엔 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$). 사후검정결과 시간에 따른 변화는 실험전과 치료 후 6주에 유의한 차이를 보였다($p < .05$)(표 4)(그림 5A).

2. 고유수용성감각의 변화

고유수용성 감각의 변화는 다음과 같다(표 3). 승마시물레이터군과 평류안뜰자극군은 실험 전 보다 6주 후 감소하였다. 그러나 대조군은 6주 후에도 변화되지 않는 패턴을 보였다. 고유수용성 감각 변화에 대한 이요인 반복측정 분산분석의 결과에서 치료기간에 따라 고유수용성감각의 변화는 유의한 변화가 있었다($p < .05$). 치료기간과 집단 간의 변화에서 대조군에 비해 승마시물레이터군과 평류안뜰자극군의 고유수용성 감각의 변화는 훈련 후 매주 감소되는 경향을 보였으나 각 군들 간엔 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$)(표 4)(그림 5B).

표 2. 시각 개방시 균형지수변화

단위: BI

	실험 전	실험 3주	실험 6주
대조군	493.80±35.62 ^a	511.40±38.54	511.20±53.59
승마시물레이터군	533.40±47.38	438.19±48.08	412.90±58.43
평류전정자극군	504.10±58.35	467.30±94.11	371.29±46.63

^a평균±표준편차.

표 3. 고유수용성 감각의 변화

단위: mm

	실험 전	실험 3주	실험 6주
대조군	10.81±.69 ^a	9.79±.62	10.24±.70
승마시물레이터군	10.34±.84	6.46±.47	6.06±.63
평류전정자극군	10.70±.83	7.91±1.01	6.30±.75

^a평균±표준편차.

표 4. 균형지수와 고유수용성감각의 이요인 반복측정 분산분석

	구분	F	p
균형지수의 변화	기간	4.43	.02*
	집단	.07	.93
	기간×집단	.26	.91
고유수용성감각의 변화	기간	26.35	.00
	집단	.17	.84
	기간×집단	.69	.60

* $p < .05$.

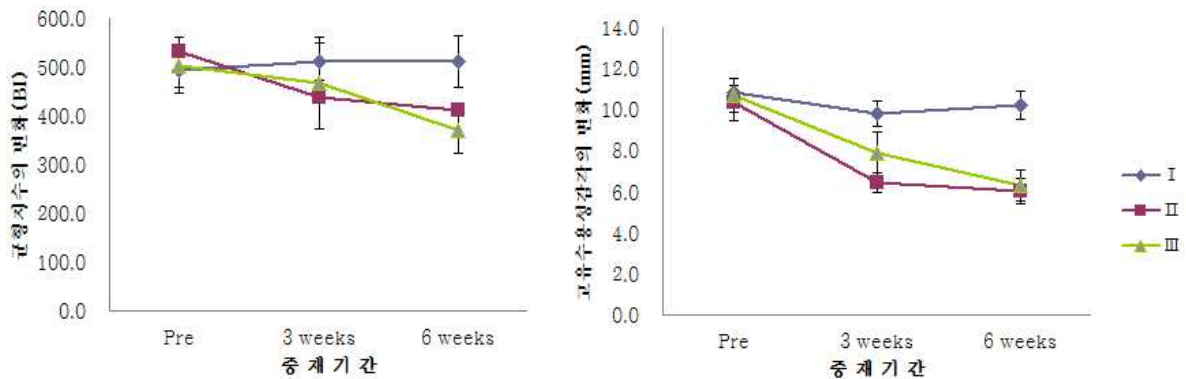


그림 5. A: 균형지수의 변화, B: 고유수용성감각의 변화 (I: 대조군, II: 승마시물레이터 훈련군, III: 평류안뜰자극군).

IV. 고찰

균형 및 자세조절은 시각, 고유수용성감각, 안뜰기관 등이 유기적으로 관여하고 있으며, 여러 감각기관 중 안뜰계는 자세조절에 중요한 영향을 미치는 감각인자로 알려져 있다(Ingilis와 Macpherson, 1995). 따라서 본 연구는 머리와 체간의 움직임을 유발하여 안뜰계와 체간의 훈련이 될 수 있는 승마시물레이터 훈련과 안뜰계를 직접 교란 및 자극 할 수 있는 평류안뜰자극을 적용하여 균형능력과 고유수용성감각의 변화를 알아보고자 하였다.

Horak과 Nashner(1986)는 시각과 체성감각정보를 통해 미로병변환자의 자세유지에 영향을 미치고 있다고 보고하였다. 본 연구에서와 같이 승마시물레이터 훈련에 대한 다양한 연구에서 Kuczyński와 Słonka(1999)는 뇌성마비 아동 25명을 대상으로 승마시물레이터 운동을 12주간 적용하여 COP의 변화를 측정한 결과 전·후, 좌·우의 변화가 유의하게 나타남을 보고하였다. Janura 등(2009)의 연구에서도 정상 성인여성 4명을 대상으로 COP의 변화를 측정한 결과 중재 후 유의한 변화를 보고하였다. 이와 같이 COP는 자세동요의 내·외측과 전·후방의 변화를 측정할 수 있어 균형의 측정에 이용된다(송명환 등, 2003). 또한 뇌졸중환자의 자세동요 측정에 보편적으로 사용되며(Corriveau 등, 2004), 당뇨병 말초신경증 환자의 자세동요의 균형측정(Dickstein 등, 2001)등에도 이용되고 있다. 또 다른 COP의 연구는 뇌성마비 아동을 대상으로 3개월간 승마시물레이터 훈련을 실시하여 정적 및 동적 평형에 영향을 미치는 연구 결과를 보고하였으며(추호근, 2004), 정신지체아동에게 실시한 16주간의 승마시물레이터 훈련에서도 후면 체형

의 측만과 만곡에서 운동전보다 자세 및 체형에 긍정적인 영향을 보여주었다(임순길과 한승훈, 2004). 박재현(2005)의 연구에서는 승마운동이 정신지체 아동과 뇌성마비 아동의 유연성에서도 좋은 효과를 보여주었다. 또한 실내 승마운동기구를 이용한 여대생의 건강관련 체력요소연구에서 근력, 평형성, 유연성이 개선되는 긍정적 결과를 확인하였다(이상기와 정준현, 2005). 이러한 연구결과들은 승마운동이 말의 움직임에 따라 자세를 유지하기 위해 필요한 근력과 근육조절력의 상호작용에 의한 것임을 확인할 수 있었다(백진호 등, 2005). 뿐만 아니라 승마시물레이터는 놀이를 통한 치료적 접근방법으로 환자들의 심리적인 안정감에 대한 향상을 촉진시키는 역할을 한다(이소현, 1995). 본 연구의 균형능력 평가에서도 중재 후 3주의 균형능력 변화에서는 승마시물레이터군의 중재 효과가 더 좋은 중재방법임을 확인할 수 있었으나, 6주 후에는 승마시물레이터군과 평류안뜰자극군 모두에서 유의한 결과를 보여주었다.

Quint와 Toomey(1998)는 승마운동을 한 뇌성마비 아동 13명을 대상으로 수동적 골반 전·후방 경사의 범위가 대조군보다 유의한 증가가 있었음을 보고하였다. 그러나 정우영(2007)의 정상인 20명과 승마교관 8명을 대상으로 한 연구결과 요추부의 유연성이 유의하게 증가되지 않는다고 보고하였다. 승마운동이 정신지체아동의 자세와 체형에 미치는 영향에서도 체형이 일정한 방향으로 변화하는 것이 아니라 상·하 좌·우에 대칭과 균형을 이루며 변화하지만 좌·우 높이의 변화는 이루어지지 않았다(임순길과 한승훈, 2004). 그러므로 본 연구를 바탕으로 균형지수의 유의한 변화가 있고, 균형에 확실한 효과를 보여주는 연구에 대해서는 좀 더 다양한 대

상의 훈련방법 및 측정도구 등에서 세부적이고, 정량화된 연구가 필요하리라 생각된다.

백진호 등(2005)은 40명의 정상인을 대상으로 승마시 물레이터를 적용하여 상지와 하지 그리고 체간부의 주요 근육의 활성도를 측정한 결과 모든 근육에 영향을 주고 있음을 보고 하였으며, 특히 근전도의 분석을 통해 척추 세움근의 최대 수의적 등척성수축(maximum voluntary isometric contraction)이 21.68%가 향상되었음을 보고 하였다. 정순탁 등(2004)은 정상성인 22명을 대상으로 승마운동을 주 3회 6주간 실시한 결과 균형조절에서 유의한 증가와 신체의 대부분의 근육에 영향을 미치는 것을 보고하였다. 이와 같은 결과는 본 연구의 승마시물레이터 훈련군에서도 고유수용성감각의 향상에 의미 있는 결과를 보여주었다.

말초 안뜰기관은 머리의 회전 또는 가속운동과 중력 등의 물리적 힘을 정량적으로 감지하고 이를 전기적 신호로 변환하여 중추로 전달하는 역할을 한다. 이때 중추는 이러한 정보를 이용하여 머리 움직임의 속도와 공간상의 위치를 파악하고 이와 함께 체성감각기관과 시각기관을 통하여 입력된 정보를 이용하여 신체의 자세 균형을 유지한다(이정구 등, 2007). 안뜰계 정보의 입력과 관련한 자세균형 연구는 물리적인 안뜰자극 또는 전기적인 안뜰자극에 의한 자세균형 응답 분석이 주를 이룬다(Yamamoto 등, 2002). 전기적인 안뜰자극방법 중 평류안뜰자극은 직접적으로 안뜰신경을 자극하여, 전기적으로 유발된 자세의 균형 상태를 분석한다(Latt 등, 2003). 즉 자세 및 균형조절에 영향을 미친다는 연구결과는 평류안뜰자극에 의해 신체동요가 증가되며, 신체의 자세와 인지에 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Fitzpatrick과 Day, 2004). Wardman 등(2003)은 기립 자세에서 평류안뜰자극 시 인지능력의 변화와 고유수용성감각의 변화를 통해 머리의 움직임이 안정화 되는 결과를 보고하였다. Scinicariello 등(2001)의 연구에서는 평류안뜰자극이 균형능력을 강화시키고, 고유수용성감각의 변화와 함께 하지 근육의 활성도에 영향을 미치는 것을 확인하였다. Horak(2006)의 연구에서도 당뇨병 신경증환자 8명과 정상인 8명에게 평류안뜰자극을 적용한 결과 정상인보다 당뇨병성신경증환자의 COP 변화가 많이 나타남을 통해 체성감각의 정보가 안뜰척수반사(vestibulospinal reflex)에 영향을 미치는 것으로 보고하였다. Fitzpatrick 등(1999)의 연구에서도 지속적으로 적용된 평류안뜰자극이 균형지수와 고유수용성감각에

유의한 변화를 보여주었다. 이와 같이 본 연구에서도 평류안뜰자극을 6주간 지속적으로 실시한 결과 균형과 고유수용성 감각의 증진에 효과가 있었음을 보여주었다. 이는 안뜰계의 전기적 자극이 안뜰척수반사를 유도하여 하지 및 체간의 고유수용성 감각이나 근긴장을 촉진하는 것으로 생각된다. Welgampola와 Colebatch(2001)도 평류안뜰자극이 하지근에 영향을 미치거나, 균형능력과 상관성이 있음을 보고하였지만, 정상성인을 대상으로 한 Ali 등(2003)의 연구 결과는 척추세움근과 하지의 유의한 변화가 없다고 보고하였다. 이는 연구자에 따라 균형능력을 측정하는 방법에 차이가 있거나, 자극의 변수 차이 등의 이유가 있는 것으로 생각된다.

결론적으로 물리치료 영역에서 그 동안 시도되지 않았던 승마시물레이터 훈련과 평류안뜰자극이 신체의 균형조절과 관련된 안뜰계와 고유수용성감각에 영향을 미치는 것을 본 연구 결과 알 수 있었다. 그러나 향후 임상에서 균형과 자세조절에 대한 치료적 중재의 방법으로 활용하기 위해서는 다른 중재 방법들과 결합된 치료 프로그램에 대한 연구들과 다양한 측면의 정량적 평가가 이루어지는 연구들이 계속되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 승마시물레이터 훈련과 평류안뜰전기 자극이 자세균형능력 그리고 고유수용성감각에 미치는 영향을 알아보기 위해 6주간 실험하였다. 자세균형능력에 대한 균형지수의 변화는 중재기간 6주 후 실험 전/3주/6주로 나누어 측정한 결과에서 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 고유수용성 감각의 변화도 중재기간에 따라 유의한 변화가 있었다($p < .05$). 그러나 치료기간과 집단간의 변화에서는 각 군들 간 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$).

결론적으로 승마시물레이터 훈련과 평류안뜰자극이 중재 기간 동안 균형 및 고유수용성감각에 영향을 미치는 것을 확인 하였다. 이는 승마를 근 골격계의 치료적인 접근방법으로써의 가능성과 전기 자극을 통한 안뜰계 훈련에 긍정적인 영향을 미치는 것에 대한 가능성을 제시하며, 향후 이에 대한 다양하고 폭 넓은 연구를 통하여 임상 치료적 중재 양식으로 활용이 필요하리라 본다.

인용문헌

- 박용근. 불안정판을 이용한 자세균형 평가 및 훈련에 관한 연구. 전북대학교 대학원, 석사학위논문, 2009:93-98.
- 박재현. 승마운동이 정신지체아동의 신체조성 및 평형성 기능에 미치는 영향. 용인대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2005:17-20.
- 백진호, 성봉주, 이병원. 승마 시뮬레이터 운동시 근전도 분석. 한국사회체육학회지. 2005;23:341-352.
- 서범석. 발달장애아동의 승마운동프로그램 효과검증. 중앙대학교 대학원, 석사학위논문, 2009:54-77.
- 송명환, 손민균, 김태열 등. Halliwick 10 point program이 균형능력에 미치는 영향. 대한임상전기생리학회지. 2003;1(2):49-60.
- 이상기, 정준현. 실내 승마운동이 여대생의 건강관련 체력요소, 혈중 지질농도 및 배변만족도에 미치는 효과. 한국스포츠리서치. 2005;16(3):153-160.
- 이소현. 운동기능의 촉진, 장애영유아를 위한 교육. 이화여자대학교출판부. 1995:426-457.
- 이아름. 정적 및 동적자세에서 안뜰 전기 자극이 자세안정성에 미치는 영향. 전북대학교 대학원, 석사학위논문, 2010:70-71.
- 이정구, 김재일, 박현민. 어지러움. 단국대학교 출판부. 2007:61-75.
- 이종영. 북미주의 치료승마 동향분석, 수원대학교 논문집. 1999;17:557-564.
- 임순길, 한승훈. 승마운동이 정신지체아동의 자세와 체형에 미치는 영향. 용인대학교 특수체육연구소. 2004;2:97-106.
- 정순탁, 황지혜, 제세영 등. 고유수용성 감각 증진운동이 균형능력 및 근력의 향상에 미치는 영향. 대한재활의학학회지. 2004;28(2):151-156.
- 정우영. 승마 운동에 관한 연구: 운동효과 및 승마선수의 체력적 특성. 전주교육대학교 교육대학원, 석사학위논문, 2007:27-28.
- 추호근. 승마운동이 뇌성마비 아동의 평형성 향상에 미치는 효과. 인천대학교 대학원, 석사학위논문, 2004:45-51.
- Ali AS, Rowen KA, Iles JF. Vestibular actions on back and lower limb muscles during postural tasks in man. *J Physiol*. 2003;546(Pt2):615-624.
- Benson AJ, Jobson PH. Body sway induced by a low frequency alternating current. *Int J Equilib Res*. 1973;3(1):55-61.
- Bertoti DB. Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy. *Physical Therapy*. 1988;68:1505-1512.
- Courjon JH, Precht W, Sirkin DW. Vestibular nerve and nuclei unit responses and eye movement responses to repetitive galvanic stimulation of the labyrinth in the rat. *Exp Brain Res*. 1987;66(1):41-48.
- Corriveau H, Hébert R, Raïche M, et al. Evaluation of postural stability in the elderly with stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(7):1095-1101.
- De Domenico G, McCloskey DI. Accuracy of voluntary movements at the thumb and elbow joints. *Exp Brain Res*. 1987;65(2):471-478.
- Dickstein R, Shupert CL, Horak FB. Fingertip touch improves postural stability in patients with peripheral neuropathy. *Gait Posture*. 2001;14(4):238-240.
- Fitzpatrick RC, Day BL. Probing the human vestibular system with galvanic stimulation. *J Appl Physiol*. 2004;96(6):2301-2316.
- Fitzpatrick RC, Wardman DL, Taylor JL. Effects of galvanic vestibular stimulation during human walking. *J Physiol*. 1999;517(Pt3):931-939.
- Hlavacka F, Horak FB. Somatosensory influence on postural response to galvanic vestibular stimulation. *Physiol Res*. 2006;55 Suppl 1:S121-127.
- Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35(S2):ii7-ii11.
- Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: Adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol*. 1986;55(6):1369-1381.
- Inglis JT, Macpherson JM. Bilateral labyrinthectomy in the cat: Effects on the postural response to translation. *J Neurophysiol*. 1995;73(3):1181-1191.
- Janura M, Peham C, Dvorakova T, et al. An assess-

ment of the pressure distribution exerted by a rider on the back of a horse during hippotherapy. *Hum Mov Sci.* 2009;28(3):387-393.

Kuczyński M, Słonka K. Influence of artificial saddle riding on postural stability in children with cerebral palsy. *Gait Posture.* 1999;10(2):154-160.

Latt LD, Sparto PJ, Furman JM, et al. The steady-state postural response to continuous sinusoidal galvanic vestibular stimulation. *Gait Posture.* 2003;18(2):64-72.

Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci Biobehav Rev.* 1998;22(4):465-472.

Maurer C, Mergner T, Bolha B, et al. Vestibular, visual, and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neurosci Lett.* 2000;281(2-3):99-102.

Quint C, Toomey M. Powered saddle and pelvic mobility: An investigation into the effect on pelvic mobility of children with cerebral palsy of a powered saddle which imitates the movement of a walking horse. *Physiotherapy.* 1998;84(8):376-384.

Scinicariello AP, Eaton K, Inglis JT, et al. Enhancing human balance control with galvanic vestibular

stimulation. *Biol Cybern.* 2001;84(6):475-480.

Son GM, Blouin JS, Inglis JT. Short-duration galvanic vestibular stimulation evokes prolonged balance responses. *J Appl Physiol.* 2008;105(4):1210-1217.

Sterba JA. Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(1):68-73.

Wardman DL, Day BL, Fitzpatrick RC. Position and velocity responses to galvanic vestibular stimulation in human subjects during standing. *J Physiol.* 2003;547(Pt 1):293-299.

Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulospinal reflexes: Quantitative effects of sensory feedback and postural task. *Exp Brain Res.* 2001;139(3):345-353.

Yamamoto K, Mamoto Y, Imai T, et al. Effects of caloric vestibular stimulation on head and trunk movements during walking. *Gait Posture.* 2002;15(3):274-281.

논문접수일	2012년 2월 26일
논문심사일	2012년 3월 7일
논문게재승인일	2012년 4월 3일