

승마기구의 훈련속도가 정상성인의 안뜰기능과 정적자세 균형에 미치는 영향

임재현¹, 박장성¹, 조운수²

¹서남대학교 물리치료학과, ²남부대학교 물리치료학과

The Effect of Mechanical Horseback-Riding Training Velocity on Vestibular Functions and Static Postural Balance in Healthy Adults

Jae-Heon Lim¹, Jang-Sung Park¹, Woon-Su Cho²

¹Department of Physical Therapy, Seonam university, ²Department of Physical Therapy, Nambu university

Purpose: This study was conducted in order to determine whether mechanical horseback-riding training depending on velocity can improve vestibular function and static postural balance on standing in healthy adults.

Methods: For evaluation of vestibular function, electrooculography (EOG) of vertical and horizontal was performed for identification of the motion of eyes. For evaluation of static postural balance, COP distance, time spent on the sharpened Romberg test with neck extension (SRNE) were measured. Measurements were performed three times before training, three weeks after training, and six weeks after training. Participants were randomly assigned to three groups: fast velocity-mechanical horse-riding training (FV-MHRT, n=12), moderate velocity-mechanical horse-riding training (MV-MHRT, n=12), and slow velocity-mechanical horse-riding training (SV-MHRT, n=12).

Results: According to the result for vertical, horizontal EOG, there was significant interaction in each group in accordance with the experiment time ($p < 0.05$). The FV-MHRT group showed a significant decrease compared with the MV-MHRT, SV-MHRT groups ($p < 0.05$). According to the result for static postural balance, the time spent, COP distance in SRNE showed significant interaction in each group in accordance with the experiment time ($p < 0.05$). The time spent on the SRNE showed a significant increase in FV-MHRT, SV-MHRT ($p < 0.05$). The COP distance of SRNE showed a significant increase in MV-MHRT ($p < 0.05$).

Conclusion: The MHRT velocity activated mechanism of vestibular spinal reflex (VSR), vestibular ocular reflex (VOR), also helped to strengthen vestibular function and static postural balance. In addition, it should be applied to different velocity of MHRT according to the specific purpose.

Key Words: Horseback riding, Vestibular function, Postural balance

1. 서론

정적균형은 올바른 자세에서 항중력근의 지속적인 수축으로 자세 근육의 긴장력을 유지할 수 있어야 하며, 동적균형은 원

하는 공간으로 신체를 위치시키기 위해 한 관절에서 발생한 근 긴장을 통해 다른 관절을 불안하지 않게 하기 위해서 협력 근의 활성이 필요하다.¹ 선 자세에서의 균형은 기능적인 가동성과 일상생활을 영위하는데 있어 필수조건이다.²

균형을 잘 유지하기 위해서는 감각시스템 뿐 아니라 중력, 버팀면, 그리고 외부 환경에 대해 신체적 안정성과 긴장성을 능동적으로 조절해야 가능한 것이다.³ 따라서, 균형능력을 향상시키기 위해서는 풍부한 안뜰감각과 고유수용성감각을 제공하고, 근육 유지에 필요한 근육을 향상시키는 훈련이 포함되어야 한다.

Received Oct 18, 2013 Revised Oct 4, 2013

Accepted Oct 8, 2013

Corresponding author Jang-Sung Park, sensory7@hanmail.net

Copyright © 2013 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.

균형손상의 원인은 크게 근골격계와 신경계 요인으로 구분해 볼 수 있는데, 각 관절의 가동범위와 자세정렬상태는 근골격계 요인에 포함되며, 신경계 요인은 시각, 안뜰계, 고유감각 그리고 운동출력 기전에 관여하는 운동계획과 운동 프로그래밍 등이라 할 수 있다.⁴ 근골격계와 신경계 손상 요인을 해결하기 위한 방법으로 스위스 볼을 이용한 안뜰계 훈련,⁵ 시각적 피드백과 바이오피드백을 이용한 운동⁶ 등이 있다. 균형훈련에서 근골격계와 신경계 요인을 효과적으로 훈련시킬 수 있는 방법으로 최근 제안되고 있는 것이 승마를 이용한 훈련이다.⁷

기존의 많은 균형훈련은 지속적으로 환자의 인지력에 호소하므로 장기간 재활을 진행하기 어려운 측면이 있지만, 승마훈련은 말 안장에 그대로 앉아 있는 상태에서 훈련을 시행할 수 있으므로 장기간 지속할 수 있고 흥미롭게 할 수 있다는 장점이 있다. 뇌성마비 아동을 대상으로 한 체계적 고찰에서 근거수준은 지금까지 IIa 정도로 중등도 이상인 것으로 나타났다.⁸

승마를 이용한 훈련은 앉아서 훈련을 하지만, 실제 기립 자세의 균형능력에 긍정적 영향을 준다.⁹ Potter 등¹⁰은 말이 걷는 동안 골반을 통해 전달되는 자극은 실제 보행과 유사한 움직임을 기승자에게 제공하며, 말의 움직임에 따라 10분에 500~1000회의 많은 반복적 자극을 줄 수 있다고 하였다. 말 위에 앉게 되면 허리와 목을 반듯하게 펴게 하여 척추를 곧게 세우고, 말에서 전달되는 3차원적인 리듬과 자극으로 안뜰계 및 몸통조절과 보행능력을 향상시킬 수 있다고 하였다.¹¹ 또한 승마훈련 중 균형을 유지하기 위한 근육은 기존의 운동치료로는 미치지 못한 부분까지 영향을 준다고 보고하였다.¹² 요통이 있는 환자에게 승마운동을 적용한 결과 몸통의 안정성이 향상되어 허리안정화 운동으로도 도움이 될 수 있다고 하였다.¹³

승마치료의 많은 장점이 있지만, 승마인프라 부족, 비용 문제, 재활전문 승마치료사의 부족, 그리고 낙마로 인한 사고를 예방할 수 없다는 단점이 있다.¹⁴ 이러한 단점을 극복 하면서 승마의 효과를 유지할 수 있도록 실제 말과 유사한 형태의 승마기구를 임상에 접목시키려는 시도가 진행되고 있다.¹⁵ 승마기구는 실제 말과 보법이 비슷하고 보법 변환이 가능하여 실제 말과 유사한 효과를 보인다고 하였다.¹⁶ 주의력결핍과잉행동장애 아동을 대상으로 승마기구 훈련이 균형에 미치는 영향을 알아본 연구에서 시각적, 청각적 집중력 향상을 보였으며,¹⁷ 노인을 대상으로 승마기구를 이용한 중재를 시행한 결과 균형능력의 유의한 향상을 보였다고

하였다.¹⁸ 승마기구 운동과 평류안뜰자극을 결합한 중재가 정상 성인의 균형과 고유수용성감각에서 유의한 증가를 보인 연구¹⁹ 들은 승마기구 훈련의 효과를 입증한 연구결과이다. 여러 연구들에서 제시한 승마운동 기구의 장점은 실내에서 사용, 저렴한 비용, 작동 편리, 말의 속도를 표준화 할 수 있다는 것이다.²⁰

운동조절의 다이나믹시스템 이론의 특징은 비선형적 특성을 지니고 있으며, 움직임의 유형을 변화시키는 원인이 되는 것을 조절변수라 하며, 임계변화 때문에 새로운 동작이 발생한다고 하였다.²¹ 여기서 승마로 비유하면 임계변화는 말의 보법이라고 할 수 있으며, 조절변수는 말의 속도가 된다. 결국, 승마운동의 강도변화는 말의 속도라고 할 수 있으며, 속도가 빨라지게 되면 안정 시 대사량 보다 약 2.5배에서 6.5배로 이른다고 하였다.²² 말의 속도가 증가하면서 보법이 변화하게 되면 기승자의 에너지 대사량과 자세에 서로 다른 영향을 주며, 실제 승마에서도 속도에 따른 운동량과 속도가 다르다고 보고하였다.²³

현재까지 승마기구를 이용한 훈련이 안뜰계, 척추안정성, 그리고 하지근력과 근육 대칭성에 효과적이라는 연구가 있었지만, 승마기구 훈련의 속도를 매개변수로 안뜰기능과 정적균형능력에 어떤 차이가 있는지에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 따라서 이 연구는 승마기구 훈련 시 속도가 안뜰기능과 균형능력에 미치는 영향을 알아봄으로써 승마기구를 이용한 임상적 중재를 할 때 속도를 활용할 수 있는지에 대한 가능성을 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

이 연구의 대상자는 S대학교의 건강한 20대 성인 남녀 43명을 대상으로 진행하였다. 모든 대상자는 연구에 대해 상세한 설명을 들은 뒤, 연구에 참여하고자 하는 사람에 한하여 참가동의서에 서명을 한 후 진행하였다. 전체 훈련기간 6주 동안 허리통증과 회기를 채우지 못한 참가자 7명을 제외한 총 36명이 이 연구에 참여하였다. 대상자들은 주 3회, 회기당 20분씩 훈련에 참가하여 총 6주 동안 18회기를 진행하였다. 승마기구 훈련을 속도에 따라 고속, 중속, 저속 훈련 군으로 구분하였으며, 각 군은 무작위로 배치되었다. 다음의 조건에 해당되는 사람은 참가자 선정에서 배제하였다.

- 1) 척추나 관절에 염증이 없는 자.

- 2) 척추앞전위증(spondylolisthesis)이 없는자.
- 3) 골반 및 다리관절에 정형외과적 장애가 없는 자.
- 4) 규칙적인 운동을 하지 않는 자.
- 5) 허리에 통증이 없는 자.

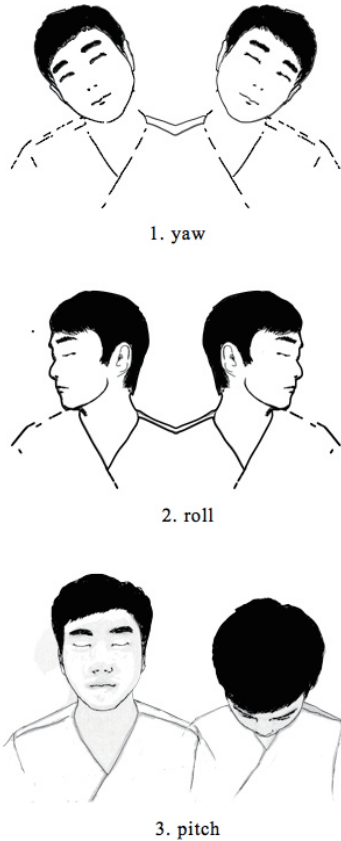


Figure 1. Active head rotation.

2. 실험방법

1) 측정도구

(1) 안뜰기능

① 안전위(electrooculography, EOG)

안전위 측정은 어지러움이 유발되었을 때 안구의 움직임 일으키는 근육의 활성 정도를 파악하여 안뜰기능을 알아보기 위한 것이다. 어지러움의 유발은 능동적 회전방법을 이용하였다. 능동적 회전방법은 yaw, roll, pitch 순으로 시행하였다(Figure 1). 첫째, yaw 자극은 머리를 왼쪽, 오른쪽 방향으로 45도 가쪽굽힘을 하여 총 90도의 회전자극을 가하였다. 둘째 roll 자극은 어깨와 어깨 사이를 90도 정도로 회전시키는 자극을 가하였다. 셋째, pitch 자극은 머리를 앞뒤로 굽힘과 펴 시키는 자극을 가하였다.²⁴ 3가지 자극을 휴식 없이 눈 감

은 상태에서 진행하였으며, 모든 자극이 종료된 후에는 눈 감은 채로 정면을 주시한 후 초기 10초 동안 발생한 RMS(root mean square)값을 자료로 취하였으며, 모든 대상자에게 0.2, 0.5, 1, 3, 5 Hz의 자극을 무작위로 제공하였다. 능동적 회전방법은 측정자 간, 측정자 내 신뢰도가 입증된 자극방법이다.²⁵

안전위 측정은 PolyG-A(Laxtha, Korea)의 EOG 채널을 사용하였으며, 부착부위의 피부표면을 70% 알코올 솜으로 닦고 말린 후 Ag/AgCl 안전도 전극을 부착하여 측정하였다. 활성전극의 부착부위는 수직 안전위의 경우 오른쪽 눈썹 위 이마근(frontalis)과 눈 아래 부위의 눈둘레근(orbicularis)에 부착하였으며, 수평 안전위는 양쪽 눈 가장자리 부위인 왼쪽과 오른쪽 기쪽눈구석주름(epicanthus lateralis)에 부착하여 측정하였다. 기준전극은 왼쪽과 오른쪽 귀밑에 각각 부착한 후 측정하였다. 자료는 TeleScan 프로그램을 이용하여 처리하였다.

(2) 정적균형

정적자세 균형을 측정하기 위하여 Biorescue(RM INGENIERIE, France) 장비를 이용하였다. 이 장비는 COP의 이동궤적을 통해 균형능력을 측정할 수 있으며, 측정 시 사용한 검사는 눈을 감고 우세발을 뒤로 한 채 목을 펴 상태에서 양 발을 일자로 서게 한 검사(sharpened Romberg test with neck extension)를 하였으며, 유지시간과 COP이동거리를 측정하였다. 우세발은 공을 차게 했을 때, 먼저 찬 발로 선정하여 측정을 하였다. 3번의 측정 후 모든 값 중에서 중위수 값을 자료로 채택하였다.

2) 훈련방법

승마기구운동은 실제 말과 유사한 크기(580X1900X170 mm)와 무게(315 kg)를 갖춘 장비를 사용하여 승마기구 훈련(mechanical horseback-riding training, MHRT) (FORTIS 101, Daewon, Korea)을 시행하였다. 적용시간은 각 코스 당 2분씩 실시하였고, 총 10개의 코스를 20분 동안 수행하였다. 시각의 영향을 제거하기 위해 수면용 안대를 착용했으며, 참가자의 낙상 위험을 방지하기 위하여 자동멈춤장치를 착용하였다. 참가자에게 훈련에 대해 충분한 설명을 하였으며, 훈련 동안 안장 앞에 있는 고삐를 잡도록 지시하였다. 승마 기구의 속도범위 1~100 중에서 고속은 85~90, 중속은 55~60, 그리고 저속은 25~30으로 설정하여 훈련을 진행하였다.

Table 1. The change of vertical electrooculography (unit: μV)

	FV-MHRT	MV-MHRT	SV-MHRT	F	p	Post-hoc
Before	127.46 ± 59.49 ^a	89.45 ± 23.86	105.42 ± 41.47	2.48	0.10	b a
3 weeks	102.81 ± 60.59	94.22 ± 23.46 ^c	95.18 ± 43.80	0.13	0.88	d c
6 weeks	57.68 ± 24.83 ^b	69.84 ± 29.54 ^d	84.50 ± 35.89	2.34	0.11	
F	6.56	4.83	2.90			
p	0.01	0.02	0.08			

Values are presented as mean ± standard deviation
 FV-MHRT: fast velocity-mechanical horseback riding training
 MV-MHRT: moderate velocity-mechanical horseback riding training
 SV-MHRT: slow velocity-mechanical horseback riding training
 The different character of Post-hoc is a significant difference.

Table 2. The change of horizontal electrooculography (unit: μV)

	FV-MHRT	MV-MHRT	SV-MHRT	F	p	Post-hoc
Before	51.74 ± 22.62 ^a	54.17 ± 23.90	48.14 ± 18.05 ^e	0.24	0.79	b a
3 weeks	40.86 ± 22.66 ^b	45.02 ± 19.72	33.79 ± 19.38 ^f	0.91	0.41	c a
6 weeks	22.67 ± 17.40 ^c	46.02 ± 15.16 ^d	33.40 ± 12.53 ^g	7.13	0.00	f e
F	13.52	1.68	9.30			g e
p	0.00	0.21	0.00			c d

Values are presented as mean ± standard deviation
 FV-MHRT: fast velocity-mechanical horseback riding training
 MV-MHRT: moderate velocity-mechanical horseback riding training
 SV-MHRT: slow velocity-mechanical horseback riding training
 The different character of Post-hoc is a significant difference.

3. 통계분석

대상자들의 일반적 특성 및 각 측정 항목들의 정규분포 여부를 알아보기 위해 Shapiro–Wilks 검정을 실시하였다. 그 결과 정규분포가 인정되어, 대상자들의 일반적 특성에 대한 집단간 차이와 각 기간에서 세 집단의 차이를 알아보기 위해 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 분석하였다. 속도에 따른 승마기구 집단과 기간 간의 안전위, 정적자세균형의 차이와 집단 내 차이의 통계학적 분석을 위해 반복측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 실시하였고, Mauchly의 구형성 검정을 만족하지 못하는 경우에는 greenhouse–Geisser 값에 의해 분석하였다. 측정 항목이 유의성이 있는 경우 Bonferroni 방법으로 사후분석을 실시하여 유의성을 분석하였으며, 사후분석을 포함한 모든 통계분석에서 유의수준 α 는 0.05로 정하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 36명이며 고속 군(12명), 중속 군(12명), 저속 군(12명)이었으며, 각 군 모두 남자 7 명, 여자 5명이었다. 평균 연령은 고속 군 23.9세, 중속 군 23.9세, 저속 군 24.5세이었으며, 평균 키는 고속 군 168 cm, 중속 군 168 cm, 저속 군 168.5 cm이었다. 평균 몸무게는 고속 군 58.7 kg, 중속 군 63.7 kg, 저속 군은 63.1 kg 이었다. 각 군에 참여한 대상자의 일반적 특성을 분석한 결과 세 집단 모두 차이가 없는 동일한 군으로 처리되었다.

2. 승마기구의 훈련속도에 따른 수직 안전위 변화

수직 안전위 변화에서 집단 내 변화를 분석한 결과 고속

Table 3. The change of spending time in SRNE

(unit: sec)

	FV-MHRT	MV-MHRT	SV-MHRT	F	p	Post-hoc
Before	3.75 ± 1.66 ^a	4.97 ± 1.41	4.09 ± 1.56 ^c	1.95	0.16	a b
3 weeks	4.23 ± 2.13	5.62 ± 1.76	6.27 ± 2.30 ^d	3.02	0.06	c d
6 weeks	5.42 ± 2.01 ^b	5.50 ± 2.66	8.05 ± 2.62 ^e	4.49	0.02	c e d e
F	6.14	0.35	14.68			
p	0.01	0.71	0.00			

Values are presented as mean ± standard deviation
 FV-MHRT: fast velocity-mechanical horseback riding training
 MV-MHRT: moderate velocity-mechanical horseback riding training
 SV-MHRT: slow velocity-mechanical horseback riding training
 SRNE: sharpened Romberg test with neck extension
 The different character of Post-hoc is a significant difference.

Table 4. The change of COP distance in SRNE

(unit: sec)

	FV-HRST	MV-HRST	SV-HRST	F	p	Post-hoc
Before	99.66 ± 103.26	96.77 ± 87.27 ^b	81.73 ± 43.71	0.17	0.85	b c
3 weeks	92.81 ± 53.64	121.84 ± 767.99 ^c	91.10 ± 78.20	0.72	0.50	b d
6 weeks	101.41 ± 79.63 ^a	229.77 ± 121.67 ^d	114.03 ± 90.35 ^e	6.15	0.01	a d c d
F	0.04	11.94	0.72			
p	0.96	0.00	0.50			

Values are presented as mean ± standard deviation
 FV-MHRT: fast velocity-mechanical horseback riding training
 MV-MHRT: moderate velocity-mechanical horseback riding training
 SV-MHRT: slow velocity-mechanical horseback riding training
 COP: center of pressure
 SRNE: sharpened Romberg test with neck extension
 The different character of Post-hoc is a significant difference.

MHRT군은 훈련 6주 후가 훈련 전에 비해 유의한 감소를 보였다(p<0.05). 중속 HRST군은 훈련 6주 후가 훈련 3주 후보다 유의한 감소가 나타났다(p<0.05). 저속 HRST군은 훈련 전에 비해 유의한 차이가 나타나지 않았다. 수직 안전위 변화에서 집단 간 변화를 분석한 결과 집단 간 유의한 차이는 나타나지 않았다. 수직 안전위 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과 집단과 기간에 따른 상호작용이 나타나서 각 집단별로 기간에 따라 차이가 있었다(p<0.05)(Table 1).

3. 승마기구의 훈련속도에 따른 수평 안전위 변화

수평 안전위 변화에서 집단 내 변화를 분석한 결과 고속 MHRT군은 훈련 6주 후가 훈련 전과 훈련 3주 후에 비해

각각 유의한 감소를 나타냈다(p<0.05). 중속 HRST군은 훈련 전에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 저속 HRST군은 훈련 전에 비해 각각 유의한 감소를 나타냈다(p<0.05).

수평 안전위 변화에서 집단 간 변화를 분석한 결과 6주 후에서 고속 MHRT군이 저속 HRST군 보다 유의한 감소를 나타내었다(p<0.05). 수평 안전위 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과 집단과 기간에 따른 상호작용이 나타나서 각 집단별로 기간에 따라 차이가 있었다(p<0.05)(Table 2).

4. 승마기구의 훈련속도에 목 펴하고 sharpened Romberg 유지시간 변화

목 펴하고 sharpened Romberg 유지시간 변화에서 집단 내 변화를 분석한 결과 고속 MHRT군은 훈련 6주 후가 훈련 전

에 비해 유의한 증가를 나타내었다($p < 0.05$). 중속 MHRT군은 훈련 전에 비해 유의한 차이를 나타내지 않았다. 저속 MHRT군은 훈련 전에 비해 각각 유의한 증가를 나타내었고, 훈련 3주 후와 훈련 6주 후에도 유의한 증가를 나타내었다($p < 0.05$).

목 펴하고 sharpened Romberg 유지시간 변화에서 집단 간 변화를 분석한 결과 훈련 6주 후에서 저속 MHRT군이 중속 MHRT군과 고속 MHRT군 보다 각각 유의한 증가를 나타내었다. 목 펴하고 sharpened Romberg 유지시간 변화의 반복측정 분산분석 결과 집단과 기간에 따른 상호 작용이 나타나서 각 집단별로 기간에 따라 차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 3).

5. 승마기구의 훈련속도에 목 펴하고 sharpened Romberg COP 이동거리 변화

목 펴하고 sharpened Romberg의 COP 이동거리 변화에서 집단 내 변화를 분석한 결과 고속 MHRT군은 훈련 전에 비해 유의한 차이가 나타나지 않았다. 중속 MHRT군은 훈련 6주 후가 훈련 전과 훈련 3주 후보다 유의한 증가를 나타내었다($p < 0.05$). 저속 MHRT군은 훈련 전에 비해 유의한 차이가 나타나지 않았다.

목 펴하고 sharpened Romberg의 COP 이동거리 변화에서 집단 간 변화를 분석한 결과 훈련 6주 후에서 중속 MHRT군이 고속 MHRT군과 저속 MHRT군 보다 각각 유의한 증가를 나타내었다($p < 0.05$). 목 펴하고 sharpened Romberg의 COP 이동거리 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과 집단과 기간에 따른 상호작용이 나타나서 각 집단별로 기간에 따라 차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 4).

IV. 고찰

승마운동은 좌우 대칭적인 운동이며, 발목에 고유감각을 제공하고 몸통을 바로 세울 수 있으므로 균형에 효과가 있다고 하였으나, 지금까지 승마기구의 조절변수인 속도에 따라 어떤 차이가 있는지에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 승마운동에서 보법의 변화가 나타나도록 하는 것은 조절변수인 속도이다. 결국, 말이 움직이는 속도에 따라 기승자의 움직임도 달라지므로 그에 따라 균형에 영향을 줄 수 있다고 하였다.²⁶

따라서, 이 연구에서는 속도에 따른 승마기구 훈련을 고속, 중속, 저속으로 세 집단으로 나누어 6주간의 훈련을 통해

시각을 안정화시키는 안뜰안구반사와 자세변화능력과 관련된 안뜰척수반사를 알아보아 정상 성인의 안뜰기능과 정적균형능력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다. 안뜰기능은 안구의 움직임에서 발생하는 전위를 안구 주변근육의 근활성도를 통해 알아보았다. 안뜰척수반사는 정적균형검사목목을 펴하고 sharpened Romberg 검사의 유지시간과 COP의 이동거리를 측정하였다. 시각은 자세 동요에 크게 영향을 미치므로,²⁷ 본 연구에서 승마기구 훈련을 하는 동안 균형에 영향을 줄 수 있는 시각적 정보를 차단하기 위해 안대를 착용한 후 훈련을 진행하였다. 이광재 등²⁸의 연구에서도 안구의 움직임이 정적균형에 영향을 줄 수 있으므로 균형 훈련 시 고려해야 할 사항이라고 하였으므로, 승마기구 운동시 시각을 배제하였다.

안뜰안구반사는 안뜰핵에서 바깥눈근육을 신경지배하는 핵을 통하여 몸과 머리가 움직이는 동안에 시각을 안정화하여 균형을 유지한다. 이 연구에서 안뜰계를 측정하는 방법으로 눈을 감고 대상자의 머리를 yaw, pitch, roll 평면으로 회전시킨 후 유발되는 안구의 움직임을 안전위를 통해 알아 보았으며, 머리를 좌우로 굽힘시켜(yaw) 움직이면 수평 안구운동이 나타나고, 상하로 굽힘과 펴므로 (pitch) 움직일 때는 수직 안구운동이 나타나며, 좌우로 회전하며(roll) 움직일 때는 회전성 안구운동이 나타난다.²⁹

본 연구에서 훈련 6주 후에 수직 및 수평 안전위의 유의한 감소를 나타내어 안뜰기능에 긍정적 영향을 주었다. 특히, 고속 MHRT군에서 안전위의 유의한 감소를 나타낸 것은 안구의 움직임이 더 적게 움직인 것을 의미하므로 안뜰기능이 향상된 것을 의미한다. 이것은 어지러움이 유발된 후 안구의 움직임이 더 감소되어 보다 빨리 제 위치로 안구를 회복할 수 있는 능력이 향상된 것으로 볼 수 있다. 어지러움이 유발되는 원리가 빠른 속도로 반고리관을 자극할 때 흥분성 자극이 억제성 자극보다 더 우세하게 나타나기 때문에, 빠르게 머리의 흔들음을 유발하는 집단에서 더 큰 감소가 나타난 것으로 판단된다. 수직 및 수평 안전위 모두 집단과 기간에 따른 상호작용을 나타내어 집단별로 기간에 따라 안전위의 변화되는 패턴을 나타내었다.

정상 성인을 대상으로 안뜰계의 자극을 인위적으로 주었을 때 정적균형이 향상된 것은 안뜰계가 균형능력에 영향을 줄 수 있음을 나타낸 것이며, Hamill 등³⁰은 뇌성마비 아동 3명을 대상으로 승마훈련을 적용한 결과 관절가동범위와 머리조절능력의 향상을 가져왔으며, 뇌성마비 아동 6명을 대상으로 승마기구 운동 후에 비디오 모션 캡처시스템을 통해 머리의

앞뒤 이동과 머리 회전의 유의한 감소를 나타내었다고 하여, 골반의 동요에 따른 몸통과 머리의 안정성을 증가시켰다고 하였다.³¹

Heine³²의 연구에서 승마로 인한 균형능력이 향상되는 것은 말의 움직임이 기승자가 흔들리는 움직임에 적응하도록 하는 지속적인 안뜰감각을 제공하기 때문이라고 하였다. 말로 인해 발생하는 반복적 자극은 기승자로 하여금 균형전략을 재조직화하게 하고, 기승자의 무게중심이 이동되면서 머리의 움직임에 영향을 줄 수 있다.³³ 승마가 움직이는 방향과 속도가 머리의 회전과 움직임을 유발하므로 안뜰계와 고유감각을 자극하며,³⁴ 말 등에서 제공하는 삼차원 흔들운동은 기승자의 율동적인 움직임을 유발하여 감각처리 기능을 향상시킨다. 승마의 방향변화는 예기치 못한 동요에 대한 미리먹임과 되먹임 반응의 생성을 하고, 선택한 과제를 수행하는데 필요한 자세조절을 결정한다.³ 또한 몸통의 지속적인 움직임으로 인해 기승자의 안뜰, 고유감각에 영향을 주어 정위와 평형반응을 향상시켜 근위부 안정성을 위한 선행적인 몸통근육 활성화 증가를 가능하게 한다.²³

Diener 등³⁵의 연구에서 느린 힘판진동과 빠른 힘판진동을 적용한 결과, 빠른 진동에는 안뜰계와 몸감각이 주요 역할을 한다고 하였지만, Horak 등³⁶은 느린 진동은 안뜰-유발반응은 나타나지 않았다고 한 것은 자세조절을 위한 안뜰 및 몸감각 정보통합은 안뜰척수로 및 몸감각척수로 사이에서 공동분배회로를 갖는 복잡한 과정이라고 하였다.

목 펴하고 sharpened Romberg 검사의 유지시간에서 집단 내 변화는 고속 MHRT군은 훈련 6주 후가 훈련 전에 비해 유의한 증가를 나타냈으며, 저속 MHRT군은 훈련 전에 비해 훈련 3주 후와 6주 후에 각각 유의한 증가를 나타내어 정적균형능력을 향상시켰음을 의미한다. 목 펴하고 sharpened Romberg 검사의 유지시간에서 집단 간 변화는 훈련 6주 후에서 저속 MHRT군이 중속 MHRT군과 고속 MHRT군 보다 각각 유의한 증가를 나타내었다. 또한 집단과 기간에 따른 상호작용이 나타나어 기간에 따라 정적균형능력이 각 집단에 따라 변화되는 패턴을 나타내었다.

목 펴하고 sharpened Romberg 검사는 자세 안정성을 위해 사용하는 정적균형검사라고 제안하였다.³⁷ 정적균형을 측정할 때 목 펴하고 sharpened Romberg 검사를 한 것은 목의 기울기를 변화시킨 이 검사가 안뜰계를 포함한 보다 큰 자세변화를 줄 수 있기 때문이다. 이 검사는 눈을 감은 채로 목을 뒤로 젖히고 우세발을 뒤에 두고 비우세발의 뒤꿈치를 바로 대고 유지하는 검사이며, 노인이나 환자들이

수행하기 어려운 검사이다. 이 검사를 사용한 이유는 대상자가 정상인이므로 너무 쉬운 균형검사인 경우 천장효과가 나타나서 정적균형능력을 정확히 측정할 수 없기 때문에, 정상인들이 하기 어려운 검사를 선택하였다.

승마기구 운동이 sharpened Romberg 검사 유지시간의 중위수가 초기에 비해 증가한 결과는 본 연구의 결과를 뒷받침한다.³⁸ 좌우로 움직이는 말의 안장이 골반의 COP변위를 더 크게 하므로 선 자세에서 발목 안쪽과 바깥쪽의 COP변화를 더 크게 한다고 볼 수 있다. 이 검사 도구는 발을 일자로 나란히 한 상태에서 검사한 것이므로 더 큰 안-바깥쪽 변위가 발생한 것으로 볼 수 있으므로, 말의 안장에서 전해지는 골반의 COP의 좌우 변화가 영향을 주었을 것으로 생각된다. 목을 펴하고 sharpened Romberg 검사에서는 저속 MHRT군에서 더 효과가 크게 나타난 것은 저속 MHRT군에서는 발목보다는 몸통과 엉덩관절로 더 균형조절을 하여 몸통의 조절능력의 향상으로 기인한 것으로 생각된다. 고속 MHRT군에서의 향상은 빠른 속도의 자극으로 발판에 가해지는 반복적인 자극으로 인한 발목조절 향상인 것으로 생각된다. 또한 중속 MHRT군이 유의한 향상을 보이지 못한 것은 20대의 정상 성인에게 보다 편안한 속도였기 때문에 신체에 도전적인 속도가 되지 못한 것으로 판단된다. 오히려 저속 MHRT군은 천천히 말의 안장이 움직여서 효과가 없을 것 같지만 Westerling³⁹은 말이 천천히 움직이게 되면 상대적으로 정적인 근 수축이 증가한다고 설명하고 있다. 또한 균형측정변수에서 6주 후에 유의한 차이가 나타나는 것으로 보아 속도의 차이를 둔 승마기구 훈련은 적어도 6주 이상의 훈련이 필요한 것으로 생각된다.

승마 평보와 속보 시 기승자세를 운동학적으로 비교분석한 결과 평보보다 빠른 경속보가 평보에 비해 엉덩관절의 더 많은 굽힘자세, 무릎관절의 더 많은 펴를 보였고, 발목관절은 더 많은 발바닥 굽힘자세를 유지한 것은 속도에 따라 인체 자세가 바뀌므로 그에 적응하는 균형과 안뜰기능은 차이가 발생할 수 있다.²⁶ 이 연구에서 사용된 승마기구는 보법의 변화와 속도를 변화시킬 수 있는 기구이므로, 속도가 균형 능력에 영향을 준 것으로 판단된다. 위의 결과를 종합해 볼 때 승마기구 훈련은 안뜰기능과 정적균형능력을 향상시키며, 몸통조절과 발목의 고유수용성감각을 촉진할 수 있는 유용한 운동인 것으로 생각되며, 안뜰기능을 위해서는 고속 훈련이 정적균형능력을 위해서는 저속과 고속훈련이 도움일 될 것으로 판단된다.

이 연구의 제한점은 장애가 없는 정상 성인을 대상으로

이루어졌으므로, 각 질환에 따른 안뜰기능이나 균형능력이 저하된 환자들을 대상으로 일반화시키기는 어려운 것으로 생각된다. 또한 대상자가 신체활동이 활발한 20대였으므로 균형능력에 영향을 줄 수 있는 요인을 완전히 배제할 수 없었다. 향후에는 속도를 매개변수로 다양한 질환의 환자들에게 적용할 때 속도가 어떤 영향을 주는지에 대한 연구가 필요할 것이다. 균형능력은 보행능력과 일상생활 동작을 수행하는데 반드시 필요한 것으로⁴⁰, 추후 속도에 따른 보행능력에 관한 연구가 필요할 것으로 판단 된다.

참고문헌

1. Poldrack RA, Sabb FW, Foerde K et al. The neural correlates of motor skill automaticity. *J Neurosci*. 2005;25(22):5356-64.
2. Kim TY. The effect of balance exercise on postural control and somatosensory evoked potential in adults with C,N,S disorders. Chonnam National University. Dissertation of Doctorate Degree. 1998.
3. Kim MG, Kim JH, Park JW. The effect of turning training on figure of 8 tract on stroke patients' balance and walking. *J Korean Soc Phys Ther*. 2012;24(2):143-50.
4. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control*. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
5. Lee HS, Choi HS, Kwon OY. A literature review on balance control factors. *Phys Ther Kor*. 1996;3(3):82-91.
6. Choi SH, Cho HY, Kang YH et al. Effect of vestibular training using ball on static balance in normal subjects. *KACE*. 2011;9(2):13-7.
7. Kwon NH, Lee HO, Park DJ. The use of real-time ultrasound imaging for feedback during abdominal hollowing. *J Korean Soc Phys Med*. 2011;6(3):303-10.
8. Bronson C, Brewerton K, Ong J et al. Does hippotherapy improve balance in persons with multiple sclerosis: A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010;46(3):347-53.
9. Tseng SH, Chen HC, Tam KW. Systematic review and meta-analysis of the effect of equine assisted activities and therapies on gross motor outcome in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2013;35(2):89-99.
10. McGee MC, Reese NB. Immediate effects of a hippotherapy session on gait parameters in children with spastic cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. 2009;21(2):212-8.
11. Potter JT, Evans JW, Nolt BH. Therapeutic horseback riding. *J Am Vet Med Assoc*. 1994;204(1):131-3.
12. Winchester P, Kendall K, Peters H et al. The effect of therapeutic horseback riding on gross motor function and gait speed in children who are developmentally delayed. *Phys Occup Ther Pediatr*. 2002;22(3-4):37-50.
13. Sterba JA. Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(1):68-73.
14. Kang HK, Chang SK. The effect of robo-horseback riding exercise on trunk muscle activity ratios in patients with low back pain. *J Korean Soc Phys Ther*. 2012;24(6):393-7.
15. Siebenga J, Segers MJM, Elzinga MJ et al. Spine fractures caused by horse riding. *Eur Spine J*. 2006;15(4):465-71.
16. Han JY, Kim JM, Kim SK et al. Therapeutic effects of mechanical horseback riding on gait abd balance ability in stroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2012;36(6):762-9.
17. Shinomiya Y, Wang S, Ishida K et al. Development and muscle strength training evaluation for horseback riding therapeutic equipment. *J Rob Mechatron*. 2002;14(6):597-603.
18. Jang CH. The effect of horse riding machine exercise on attention and balance in children with ADHD. *KACEP*. 2012;14(3):63-70.
19. Kim SG. The effect of horse-riding simulator exercise on the balance ability and muscle activity in the frail elderly people. Daegu University. Dissertation of Doctorate Degree. 2011.
20. Cho WS, Kim YN, Park JS et al. 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.
21. 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):376-84.
22. Kugler PN, Turvey MT. *Information, natural law, and the self-assembly of rhythmic movement*. Lawrence Erlbaum Assoc Inc, 1987.
23. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS et al. Compendium of physical activities: Classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc*. 1993;25(1):71-80.
24. Nankervis K, Lovett T, Hodson-Tole E et al. A preliminary investigation of rider position during walk, trot and canter. *Equine and Comparative Exercise Physiology*. 2005;2(2):71-6.
25. Fife TD, Tusa RJ, Furman JM et al. Assessment: Vestibular testing techniques in adults and children: Report of the therapeutics and technology assessment subcommittee of the american academy of neurology. *Neurology*. 2000;55(10):1431-41.
26. Lee KS, Kim CS. The effect of medio-lateral balance to head rotation in stroke patient. *J Korean Soc Phys Ther*.

- 2012;24(5):334-9.
27. Lee KJ, Roh JS, Choi HS et al. The effects of eye movement training on the static balance and fall efficacy in the elderly. *J Korean Soc Phys Ther* 2012;24(4):268-75.
 28. Chung WH, Park KH. Clinical evaluation of vestibulo-ocular reflex. *J Korean Balance Soc.* 2002;1(2):184-90.
 29. Hamill D, Washington K, White OR. The effect of hippotherapy on postural control in sitting for children with cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2007;27(4):23-42.
 30. Shurtleff TL, Engsborg JR. Changes in trunk and head stability in children with cerebral palsy after hippotherapy: A pilot study. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2010;30(2):150-63.
 31. Heine B. Hippotherapy. A multisystem approach to the treatment of neuromuscular disorders. *Aust J Physiother.* 1997;43(2):145-9.
 32. Sleimen-Malkoun R, Temprado JJ, Fenne L et al. Bimanual training in stroke: How do coupling and symmetry-breaking matter? *BMC Neurology.* 2011;11(1):11.
 33. Benda W, McGibbon NH, Grant KL. Improvements in muscle symmetry in children with cerebral palsy after equine-assisted therapy (hippotherapy). *J Altern Complement Med.* 2003;9(6):817-25.
 35. Diener HC, Dichgans J, Bruzek W et al. Stabilization of human posture during induced oscillations of the body. *Exp Brain Res.* 1982;45(1-2):126-32.
 36. Horak F, Earhart G, Dietz V. Postural responses to combinations of head and body displacements: Vestibular-somatosensory interactions. *Exp Brain Res.* 2001;141(3):410-4.
 37. Black FO, Wall C, Rockette HE, Jr. et al. Normal subject postural sway during the Romberg test. *Am J Otolaryngol.* 1982;3(5):309-18.
 38. Silkwood-Sherer DJ, Killian CB, Long TM et al. Hippotherapy-an intervention to habilitate balance deficits in children with movement disorders: A clinical trial. *Phys Ther.* 2012;92(5):707-17.
 39. Westerling D. A study of physical demands in riding. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;50(3):373-82.
 40. Kim JH. A study on the correlation between static, dynamic standing balance symmetry and walking function in stroke. *J Korean Soc Phys Ther.* 2012;24(2):73-81.