

코어근육군 강화를 위한 무동력 승마운동기구개발에 관한 연구

임영태¹ · 권문석¹

¹ 건국대학교 과학기술대학 스포츠과학부

A Study on Development of Non-Powered Horse Riding Device for Enhancement of Core Muscle

Young-Tae Lim¹ · Moon-Seok Kwon¹

¹ Division of Sports Science, College of Science & Technology, Konkuk University, Chungju, Korea

Received 2 September 2015; Received in revised form 5 September 2015; Accepted 29 September 2015

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to develop the non-powered horse riding device and was to evaluate the elaborate its applicability throughout static structural and transient structural analysis of the outdoor core strength exercise equipment.

Method: Fifteen college students (mass: 69.55±13.38 kg, height: 1.69±5.61 m, age: 21.42±1.83 yrs) rode the powered horse riding device and 14 college students (mass: 71.12±9.74 kg, height: 1.73±3.31 m, age: 22.50±1.47 yrs) rode the non-powered horse riding device for the comparison. All motion capture data was collected at 100 Hz using six infrared cameras and the muscular activities were collected using a Delsys Trigno wireless system. The peak forward/backward lean angle, range of motion anter/posterior and vertical COM(Center of mass) movement of trunk and pelvis segment, and muscle activities of six muscles were compared between the two devices by using independent t-test ($p<.05$).

Results: Several kinematic variables (peak forward-backward lean angle and vertical COM movement of trunk and pelvis segment, range of motion of trunk) significantly different between non-powered and powered horse riding device. The muscle activities of Rectus abdominis and External oblique of abdomen on the non-powered horse riding device were significantly greater than those of the powered device.

Conclusion: It was concluded that non-power horse riding device could give the effect of core strength exercise as well as the body motion which can simulate the powered horse riding device.

Keywords: Non-powered horse riding device, Core strength exercise, Muscular activity, Outdoor exercise equipment

1. 서 론

운동 기구를 이용한 신체 근력훈련 및 컨디셔닝(conditioning)은 체력의 주요 요소 중 하나인 근력을 증가시킬 뿐 아니라 현대인이 중요시하는 자세 교정에도 효과적임이 알려지고 있다(Mitani et al., 2008). 2010년 국민 생활체육 참여 실태조사를 통한 집 주변에 조성된 체육시설에 대한 조사결과는 학교 체육시설(91.3%), 공공체육시설(90.0%), 민간/상업 체육

시설(77.2%), 각종 복지시설(54.7%) 순으로 나타나 학교체육시설 및 공공체육시설의 이용률이 압도적으로 많았다(복수 응답). 또한 체육활동의 의료비 절감 효과에 대한 조사결과는 효과가 있다(64.3%), 그저 그렇다(22.4%), 매우 효과가 있다(11.4%) 순으로 나타났으며 효과가 있다는 긍정적 평가(75.7%)가 효과가 없다는 부정적 평가(1.9%)보다 73.8% 높게 나타나 야외 운동기구를 이용한 운동참여가 매우 긍정적인 것으로 조사되었다(Ministry of Culture Sports and Tourism, 2013). 그리고 각 지방자치단체는 야외 운동기구를 공공적 목적으로 생활체육에 활용하고 있다. 야외 운동기구는 공간 활용도가 높고 연령에 상관없이 비교적 손쉽게 이용이 가능하기 때문에 2004년부터 설치가 증가하기 시작하여 2012년에는

Corresponding Author : Moon-Seok Kwon
Division of Sports Science, College of Science & Technology, Konkuk University, 322 Danwol-dong, Chungju-si, Chungcheongbuk-do, Korea
Tel : +82-43-840-3495 / Fax : +82-43-840-3498
E-mail : km2565@hotmail.com

83,019대를 전국에 설치하여 운동을 권장하고 있다(Ministry of Culture Sports and Tourism, 2013).

현대인들의 경우 요추와 골반의 움직임에 담당하는 근육들의 근력 약화와 자세의 불균형성으로 인한 허리부위와 엉덩이 부분에 피로가 누적되어 발생하는 근육통인 자세성 요통 발생이 꾸준히 증가되어 왔다(Lee, Lee, & Kim, 2013a). 이러한 측면에서 야외 운동기구의 기대효과 및 디자인 특성은 하체를 중심으로 하는 흥미유발 근력 운동기구, 체간 운동기구나 하체 회전동작을 통한 근골격계 운동기구, 그리고 신체 자세정렬과 자세 안정성 유지 및 생체능력 조절에 영향을 주는 코어근육군의 근력을 향상시킬 수 있는 운동기구의 개발을 모색할 필요성이 있다(Lee, Lee, & Lee, 2011; Kim, 2012).

승마운동은 하지와 상체의 협응동작을 유도하고 코어근육군의 트레이닝과 자세균형능력에 운동효과를 가져올 수 있음과 동시에 운동 강도에 비해 높은 에너지 소모량을 유발하여 체형관리 및 다이어트에 긍정적 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Cho, Kim, Park, & Jin, 2012; Cho, Jong, & Kwon, 2013; Lee, Lee, & Kim, 2013b; Hyun & Ryew, 2015). 이러한 승마운동의 장점으로 인해 스포츠산업적인 측면에서 보다 쉽게 승마운동을 신체적으로 경험할 수 있도록 승마시뮬레이터의 개발이 활성화되고 있다(Back, Sung, & Lee, 2005; Mitani et al., 2008). 더 나아가 일반인들뿐만 아니라 숙련자들을 위해 말의 동체 이동데이터에 기초하여 운동계획을 세우고 자세 제어와 보행의 시뮬레이션이 가능한 승마로봇도 개발되고 있다(Seo, Jun, & Kim, 2011).

신체 균형성과 대칭성을 향상시키기 위해서는 코어근육군들의 훈련이 필요하다. 이에 대한 선행연구들 중 승마운동에 대한 몇몇 연구들은 승마운동을 통해 하지 근육들과 체간 운동에 작용하는 근육군들의 트레이닝과 관절과 체간의 유연성 증가와 함께 신체 정적, 동적 이동능력의 향상을 가져온 것으로 보고되고 있다(Devienne & Guezennec, 2000; Lee, Lee, & Kim, 2013a; Hyun & Ryew, 2015). 이와 같이 승마운동을 통한 신체 운동이 긍정적이고 효과적이라는 공감대가 형성되어 근래 들어 승마 운동기구 개발에 대한 관심이 높아져 현재는 다양한 형태의 승마 운동기구들이 출시되고 있다. 승마 운동의 장점이 많이 알려진 가운데 이러한 긍정적 효과를 최대화시켜 만들어진 제품들은 고가의 전기 동력을 기반으로 한 실내 운동기구들이 대부분이며, 무동력으로 승마 운동과 유사한 실내운동 기구의 경우 거의 대부분 내구성에 한계가 있다. 더욱이 대부분의 승마 시뮬레이터는 가정용과 업소용으로 나누어 셀프케어가 주목적으로 실내에서 이용하는 장비들로 발전되어 왔다(Ha, 2011).

이와 같이 상용화 되어 있는 많은 승마운동기구들이 신체

운동효과에 미치는 영향에 대한 연구들이 수행되어져 왔으며(Kang, Kim, Jeong, Moon, & Kwon, 2013), 동력 기반의 승마 운동기구는 전기 동력에 의해 발생하는 기구의 회전과 진동을 통해 체간과 하체 근육들의 근력과 유연성 그리고 근기능 증진에 긍정적 영향을 주는 것으로 보고되고 있다(Kim, Kang, Jong, Moon, & Kwon, 2012; Kang et al., 2013). 하지만 동력 기반 승마운동기구들은 전기를 기반으로 동력장치와 모터를 이용하여 운동을 수행하기 때문에 야외 사용 시설로서의 제약이 발생할 수 있으며 전기료 등의 추가적인 유지비용과 함께 공공 체육시설의 목적으로 이용되고 있는 야외 운동기구로서 날씨의 변화에도 견딜 수 있는 내구성에 한계를 가지고 있다.

따라서 본 연구는 저 비용의 유지관리와 공공 체육시설에 적용할 수 있도록 내구성을 갖춘 무동력 기반의 야외 승마운동기구를 개발하고 선행 연구들을 통해 승마운동의 운동효과가 검증된 동력 기반 승마운동기구와의 신체 운동 및 코어근육군의 트레이닝 효과를 비교 검증함과 동시에 야외 운동기구로서의 안정성을 분석하는데 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구에는 최근 1년간 근골격계 관련 상해와 신체 질환을 경험하지 않은 29명의 대학생들이 피험자로 참여하였다. 피험자들 중 동력 기반 승마운동기구에 참여한 대학생 15명(mass: 69.55±13.38 kg, height: 1.69±5.61 m, age: 21.42±1.83 yrs)과 무동력 승마운동기구에 참여한 14명(mass: 71.12±9.74 kg, height: 1.73±3.31 m, age: 22.50±1.47 yrs)을 두 그룹으로 구분하였다.

2. 실험 장비 및 절차

실험에 참여한 피험자들에게 실험 목적과 주의사항을 전달하였으며, 운동기구에 적응할 수 있도록 15분간 스트레칭과 기구운동을 수행한 후 피험자들에게 실험 참여 동의서를 받고 인체계측을 실시하였다. 본 실험 전 3차원 분석을 위해 전·후, 좌·우, 대각선 방향으로 설치한 6대의 적외선고속카메라(Motion Master 100, Visol, Korea, shutter speed 1/1000 sec.)를 이용하여 100 Hz로 측정하였다. 통제점들(2 m×2 m×1 m)을 촬영하였고 6대 카메라에 의해 산출된 2차원 좌표들은 DLT 방법(Abdel-aziz, & Karara, 1971)으로 3차원 좌표로 전환시키고 좌/우방향을 X축, 전/후방향을 Y축, 수직방향을 Z축으로 기준좌표계(global reference frame)를 정의하였다.

본 연구에서 사용한 동력 기반 승마운동기구(S-rider premier, Co. S-rider, Korea)는 <Figure 1(a)>과 같이 안장 높이 77 cm, 폭 44.4 cm, 길이 86 cm, 무게 32 kg, 120W의 소비전력으로 전신운동이 가능한 8자형(상/하, 전/후, 슬라이드, 전/후 롤, 좌/우 롤) 동작방식과 최대 190회 모터 회전에 의한 진동을 발생시켜 5가지 운동프로그램(준비운동, 자세균형운동, 복부운동, 전신운동, 복합운동) 운용이 가능한 장비를 이용하였다. 본 연구에서는 5가지 운동 프로그램 중 전신운동 프로그램을 실시하였으며 15명의 대학생들이 동력 기반 승마운동 기구를 이용하여 5분간 운동을 수행하였다. 그리고 <Figure 1(b)>에서 보는 바와 같이 14명의 대학생들은 안장 높이 71.4 cm, 폭 41.8 cm, 길이 92 cm, 무게 120.9 kg의 무동력 기반 승마운동 기구를 이용하여 5분 동안 운동을 수행하였다. 실험 시 실험 시 표면 반사마크들은 <Table 1>과 같이 부착하였다. 그리고 카메라 간 발생할 수 있는 마커의 좌표 오차를 최소화하기 위해 Line lock system과 2대의 LED(light emitting Diodes, Visol Co., Korea)를 A/D box(VSAD-102-32C, Visol Co., Korea)에 연결하여 동기화하였다. EMG 데이터와 영상데이터의 동기화를 위해 3V의 외부 신호를 A/D box와 EMG 시스템에 연결하여 동기화 하였다. 신체와 승마기구에 부착된 반사 마크의 좌표 데이터는 저역필터(butterworth low-pass 2차)를 통해 필터링(Winter, 1990) 하였으며, 이때 cutoff-frequency는 6 Hz로 설정하였다. 반복 측정으로 인한 근육의 피로를 고려하여 피험자 간 교차 실험을 실시하였으며 실시간 multi-capture 시스템(video capture software Visol, Korea)을 이용하여 영상데이터를 수집하였다.

Table 1. Reflective marker position

Symbol	Reflective marker position
R, L SM	right, left dorsal aspect of second metatarsal head
R, L LM	right, left lateral malleolus
R, L LE	right, left lateral epicondyle
R, L GT	right, left Greater Trochanter
PSIS	right and left posterior superior iliac spine
R, L WST	right, left lateral aspect of head of ulnar
R, L ELB	right, left lateral aspect of head of olecranon
R, L ACR	right, left lateral acromial
C7	7th Cervical vertebra
CHIN	the middle of chin
AHD	the middle of the forehead (glabella)
R, L FD	right, left front saddle
PFD	Middle of posterior saddle

승마운동기구 이용 시 피험자들의 근육 활동을 측정하기 위하여 사전증폭기(pre-amplification circuitry)가 부착된 6개의 무선 표면 EMG 전극(Delsys Trigno wireless system, USA)을 근육들에(복직근-배꼽에서 우로 3 cm 지점, 외복사근-배꼽에서

우로 15 cm 지점, 척추기립근-4번 요추돌기 우 3 cm 지점, 대둔근-대전자와 천추의 중간(50%)지점, 대퇴직근-전상장골극과 대퇴내측과의 중간(50%)지점, 비복근- 대퇴외측과와 뒤꿈치의 중간(50%)지점) 부착하여 실험하였다. 근전도 신호 특성을 향상시키기 위하여 전극을 부착하기 전 해당 근육이 위치한 피부 부위를 면도기와 알코올을 이용하여 깨끗이 세척한 후 근육의 작용선 방향에 평행하게 부착하였다. 먼저 표준화를 위하여 <Figure 1> (a)의 동력기반 승마운동기구에 앉은 자세에서 각 근육의 RVC(Reference Voluntary Contraction) EMG를 측정하였다. 이후 <Figure 1> (a), (b) 두 가지의 승마운동기구 이용 시 근육들의 활성도를 측정하였으며 이때 EMG 자료 샘플링 주파수는 1000 Hz로 수집하였다. 두 승마운동기구를 이용한 운동 수행 시 초기 단계에서 발생할 수 있는 오류를 최소화하기 위하여 운동학적 데이터와 EMG 자료들의 수집은 운동 수행 후 3분이 지난 시점부터 5초간 실시하였다.

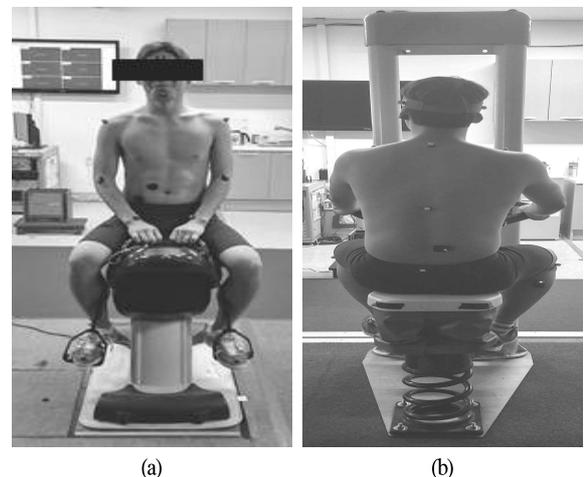


Figure 1. Experimental 2 type of horse riding device: (a) powered horse riding device, (b) non-powered horse riding device

3. 자료 분석

신체의 3차원 운동 분석을 위해 Kwon3d 3.1 software(Visol Inc, Korea)를 이용하여 지역좌표계를(X - 좌/우축, Y - 전/후축, Z - 분절의 장축) 설정하였다. 신체 분절들의 anthropometrics 정보는 Zatsiorsky(2002)에 의해 제시된 방법을 이용하여 몸통과 골반 분절의 무게중심위치를 산출하였다. 몸통과 골반의 각도는 상대 지향각(cardan orientation) 방법을 이용하여 시상면에서의 회전운동만을 분석하였고 양(+)의 수치는 신전, 음(-)수치는 굴곡을 의미하며 각 피험자들을 대상으로 해부학적 자세로 촬영한 Static trial에서 산출된 각도를 기준으로 계산하였다.

승마기구 운동 시 3개의 이벤트(이벤트1: 승마기구 안장의

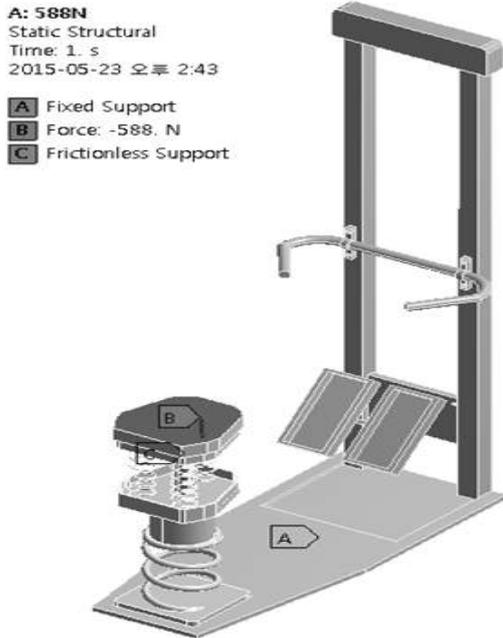
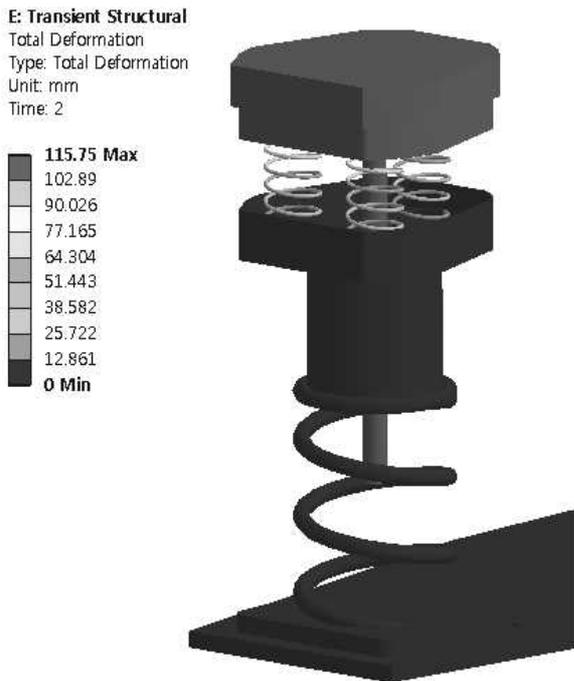


Figure 2. Static structural analysis for non-powered horse riding device

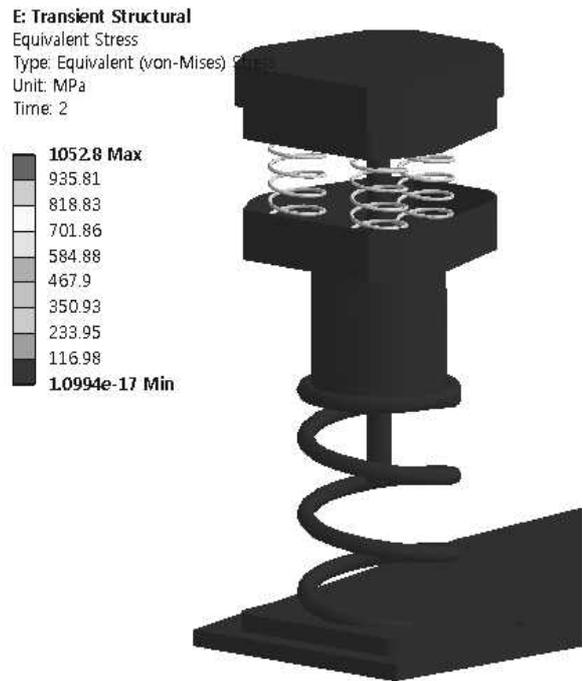
후방 기울기 각도가 최대 수치를 나타낼 때, 이벤트2: 승마기구 안장의 전방 기울기 각도가 최대 수치를 나타낼 때, 이벤

트3: 승마기구 안장의 후방 기울기 각도가 최대 수치를 나타낼 때,)와 2개의 국면(Phase 1: 이벤트 1 - 이벤트 2, 2국면: 이벤트 2 - 이벤트 3)을 정의하였다. EMG 자료처리는 5-500 Hz Butterworth 2차 band pass filtering을 거쳐 simple math를 통하여 정류(rectification)하였다. 이후 resting EMG는 125-250 ms, 기구 이용 시 EMG는 5-10 ms로 moving average 값을 구하여 %RVC로 표준화 처리하여 산출하였다.

무동력 기반의 승마운동기구의 안정성을 해석하기 위한 해석 모델과 경계 조건은 <Figure 2>와 같이 정하중 해석을 위해 Static Structural Analysis를 이용하며 조건은 Steel를 소재 적용하고 고정바닥 부분인 A 영역(Bottom)은 고정 조건 적용, 힘이 가해지는 B 영역 정 하중(N) 조건 적용(60 kg => 588 N) 해서 해석하였다. 그리고 반복 하중 해석은 Transient Structural Analysis를 이용하며 Steel 소재 적용 A 영역(Bottom) 고정 조건 적용, B 영역 반복 하중(N) 조건 적용(80 kg => 784 N)을 적용하여 해석하였다. 반복 하중 해석 시 1 Hz 반복 하중하며 최초 0 sec 784 N(80 kg)에서 1 sec. 간격으로 49 N(5 kg) 더한 하중 적용하고 전체 300 sec. 해석하였다. 또한 <Figure 3>에서 보는 바와 같이 무동력 승마운동기구의 안정성을 테스트를 위해 Transient Structural Analysis를 이용하며 상부와 하부 구조물의 변형률(deformation)과 응력(von-mises)을 검증하였다.



(a) Deformation(true scale)



(b) Equivalent stress(true sale)

Figure 3. Transient Structural Analysis for non-powered horse riding device

4. 통계 처리

무동력 기반의 승마운동기구의 신체 운동효과와 코어근육 군인 복직근, 외복사근, 척추기립근, 대둔근, 대퇴직근, 비복근의 근 활성성을 검증하기 위하여 동력 기반의 승마운동기구와의 몸통과 골반의 무게중심 운동범위, 운동각도, 운동각도범위, 6개 근육들의 근 활성성을 분석하여 통계적 유의성을 검증하기 위해 피험자별 평균값을 통계 프로그램에 입력하였다 (SPSS 18.0 SPSS Inc., Chicago, USA).

본 연구에서는 요인들 간의 차이를 검증하기 위하여 Independent-samples *t*-test 분석을 사용하여 그 차이를 유의수준 $\alpha = .05$ 에서 분석하였다.

III. 결 과

무동력 기반의 코어근육군 강화와 신체 분절 운동의 효과를 가져올 수 있는 승마운동기구의 개발과 검증을 위해 기존의 동력기반 승마운동기구와의 비교 분석한 결과는 다음과 같다.

<Table 2>와 같이 동력기반 승마운동기구와 무동력 승마운동기구의 몸통과 골반의 운동학적 요인들을 분석한 결과 몸통 분절의 최대 굴곡 각도($t=5.99$, $p<.05$), 신전 각도($t=10.07$, $p<.05$) 그리고 골반 분절의 최대 후방 기울어짐 각도($t=3.97$, $p<.05$), 후방 기울어짐 각도($t=5.50$, $p<.05$)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

Table 2. Kinematic variable of trunk and pelvis between powered horse riding device and non-powered horse riding device

Segment	Variable	Powered horse riding device		Non-powered horse riding device		<i>t</i>	<i>p</i>
		Mean	(SD)	Mean	SD		
Trunk	Peak forward lean angle (°)	1.76	(7.39)	-15.72	(8.31)	5.99	.001*
	Peak backward lean angle (°)	-0.89	(7.44)	-27.89	(6.96)	10.07	.001*
	Range of motion (°)	2.65	(1.32)	12.17	(5.32)	-6.72	.001*
	Anterior/Posterior COM motion (cm)	1.13	(0.34)	0.93	(0.92)	.805	.428
	Vertical COM motion (cm)	0.13	(0.35)	2.93	(1.54)	-6.84	.001*
Pelvis	Peak anterior tilt angle (°)	11.32	(8.00)	1.86	(4.05)	3.97	.001*
	Peak posterior tilt angle (°)	8.494	(7.36)	-2.98	(2.63)	5.50	.001*
	Range of motion (°)	2.82	(2.11)	4.84	(4.71)	-1.50	.143
	Anterior/Posterior COM motion (cm)	2.00	(0.84)	3.14	(2.79)	-1.51	.142
	Vertical COM motion (cm)	0.13	(0.35)	2.86	(1.46)	-7.02	.001*

Note. * $p<.05$

Table 3. EMG activities of 6 muscles between powered horse riding device and non-powered horse riding device

(unit: %RVC)

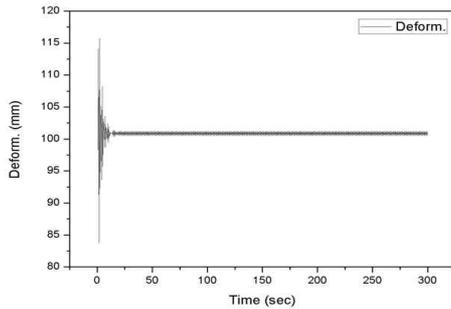
Phase	Muscles	Powered horse riding device		Non-powered horse riding device		<i>t</i>	<i>p</i>
		Mean	(SD)	Mean	(SD)		
Phahse 1	Rectus abdominis	49.86	(20.69)	71.06	(15.72)	-3.09	.005*
	External oblique of abdomen	57.66	(24.11)	83.98	(10.99)	-3.73	.001*
	Erector spinae	47.24	(25.14)	36.40	(18.56)	1.31	.200
	Glutaeus maximus	65.08	(21.88)	63.46	(12.21)	.24	.809
	Quadriceps of thigh	63.19	(32.81)	53.41	(19.03)	.97	.340
	Gastrocnemius	69.42	(30.82)	64.20	(23.33)	.51	.613
Phahse 2	Rectus abdominis	46.95	(24.24)	63.71	(16.12)	-2.18	.039*
	External oblique of abdomen	56.65	(26.76)	80.19	(11.18)	-3.05	.005*
	Erector spinae	49.64	(24.16)	59.67	(19.22)	-1.23	.229
	Glutaeus maximus	63.54	(28.98)	55.71	(24.73)	.78	.442
	Quadriceps of thigh	60.39	(32.53)	47.29	(19.11)	1.30	.204
	Gastrocnemius	68.88	(31.80)	73.04	(11.84)	-.47	.640

Note. * $p<.05$

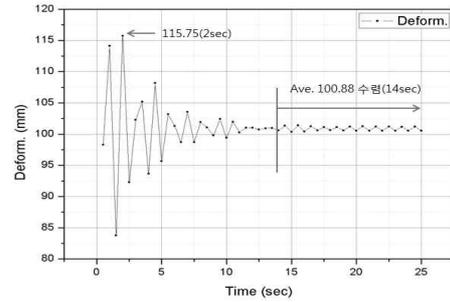
Table 4. The results of static structural analysis, transient structural analysis and safety factor of non-powered horse riding device

variable	static structural analysis 60kgf	static structural analysis 70kgf	static structural analysis 80kgf	transient structural analysis 80-85kgf
Max Deform. (mm)	72.356	84.416	96.475	115.75 (2sec)
Max Stress (MPa)	653.64	762.58	871.52	1052.8 (2sec)
Safety factor			upper body : 0.41 lower body : 4.2	upper body : 0.33 lower body : 3.5

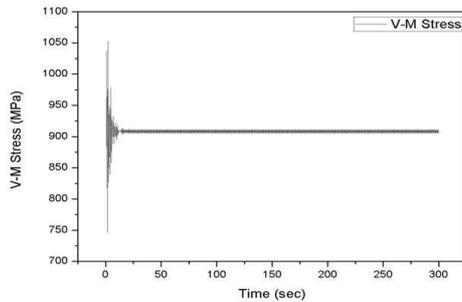
● Deformation (1~300sec)



● Deformation (1~25sec)



● Equivalent Stress (1~300sec)



● Equivalent Stress (1~25sec)

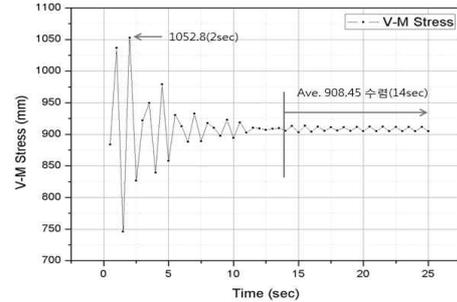


Figure 4. Transient Structural Analysis for non-powered horse riding device

무동력 승마운동기구가 동력기반 승마운동에 비해 통계적으로 큰 회전운동을 나타내었으나($t=-6.72, p<.05$), 골반의 회전운동 범위에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($t=-1.51, p>.05$).

<Table 3>은 동력기반 승마운동기구와 무동력 승마운동기구를 이용한 운동 시 Phase 1 구간에서 복직근($t=-3.09, p<.05$)과 외복사근($t=-3.73, p<.05$)에서 유의한 차이가 나타났고 척추기립근($t=1.31, p>.05$), 대둔근($t=0.24, p>.05$), 대퇴직근($t=0.97, p>.05$), 비복근($t=0.51, p>.05$)은 통계적 차이가 나타나지 않았다. Phase 2 구간에서도 복직근($t=-2.18, p<.05$)과 외복사근($t=-3.05, p<.05$)에서는 유의한 차이가 나타났으나 척추기립근($t=-1.23, p>.05$), 대둔근($t=0.78, p>.05$), 대퇴직근($t=1.30, p>.05$), 비복근($t=-0.47, p>.05$)은 통계적 차이가 나타나지 않았다. 무동력 야

외용 승마운동기구를 대상으로 모델링을 통한 하중해석과 안정성 해석의 결과는 첫째, 반복 하중 80-85 kgf 일 때 115.75 mm 가장 크게 내려앉았으나 간섭 되는 부분은 없었다. 둘째, Safety factor는 Steel(주강)의 통상적 안전율은 3으로 하부 스프링은 모두 3이상으로 구조적/기계적으로 안전하다고 분석되었다. 셋째, 상부 스프링은 정하중 80 kgf 와 반복 80-85 kgf 각각 0.41, 0.33의 수치를 나타내었다.

IV. 논 의

본 연구는 무동력 기반의 야외 승마운동기구와 동력 기반

승마운동기구의 신체 운동성과 근 활성성을 비교하여 야외 운동기구로서의 효과성을 검증하고자 하였다. Hyun, Ryew & Lee(2015)는 전문 승마 선수를 대상으로 기승자세를 분석한 결과 속도에 따라 체간의 전후 기울기에 차이가 있으나 약 -8~ -9°의 각도를 나타내었으며 속도가 빨라질수록 각도가 작아지는 것으로 보고하였다. Oh, Ryew, Kim, & Hyun(2009)은 승마운동 시 몸통의 기울기 각도 변화가 약 5°를 나타낸 것으로 보고하였으며, Oh et al.(2009)의 연구에서는 숙련자의 경우 몸통 전방기울기가 약 15°, 비숙련자의 경우는 약 10° 정도를 나타낸 것으로 보고하였다. 본 연구 <Table 2>를 보면 동력과 무동력 승마운동기구 간의 몸통 기울기 각도의 변화량을 보면 무동력 승마운동기구에서 약 10° 큰 변화량을 나타내었다. 기구를 이용한 운동 시 몸통 기울기는 동력 기반 승마운동기구의 경우 약 -0.89~1.76°, 무동력 기반 승마운동기구에서는 약 -15~27°를 나타내었으며, 선행연구들의 결과와 비교하여 보면 동력 승마운동기구의 경우 각도변화가 실제 승마 동작 시 몸통 기울기 각도 비해 적은 수치를 나타내었고 무동력 승마운동기구는 다소 큰 수치를 나타내었다. 골반 분절의 경우 동력 기반 승마운동기구에서 골반이 후방으로 기울어져 있는 반면 무동력 승마운동기구의 경우 수평에 가까운 각도를 유지하고 있음을 알 수 있었다. 그리고 골반의 전후방 기울기 각도 변인에서는 몸통과 같이 무동력 기반의 승마운동기구가 약 2° 통계적으로 의미 큰 수치를 나타내었다. 이는 동력 기반의 승마운동기구는 모터 회전에 의한 기구의 진동을 이용하고 무동력 기반의 승마운동기구는 반동을 이용하여 자의적 움직임에 따른 차이로 판단된다.

승마운동이 가지는 또 하나의 장점은 신체 균형능력의 향상에 긍정적인 효과를 가져 올 수 있다는 점이다. <Table 2>와 같이 신체 분절의 무게중심 변화량 요인에서 두 승마기구 모두 지면에 고정되어 있기 때문에 몸통과 골반의 전후방향으로의 분절 무게 중심 운동범위가 크지 않아 두 승마운동기구 간에 통계적 차이는 나타나지 않았다. 하지만 수직 운동변화에서는 무동력 기반의 승마운동기구에서의 몸통과 골반 분절의 수직방향 무게중심 운동범위가 동력 기반의 승마운동 기구에 비해 통계적으로 크게 나타났다.

승마 시 말은 네 발을 이용하여 지속적으로 운동하고 이에 따라 기승자는 말 위에서 신체 밸런스 유지를 위해 신체 근육들의 유기적인 수축운동을 수행하게 된다(Han, Chu, & Lee, 2004). 이러한 이유로 승마운동은 특정 근육보다는 신체 근육들을 복합적으로 강화시키는 운동이며 특히 체간의 운동과 유연성을 담당하는 코어근육군 중 몸통과 골반의 균형역할을 하는 요추근력 향상에 효과적인 것으로 보고되고 있다(Kang et al., 2010). 이에 대하여 Back, Sung, & Lee(2005)는 승마운동

의 근육운동 효과를 발생시킬 수 있는 시뮬레이터를 통해 전신 근육들의 발달을 가져올 수 있을 뿐만 아니라 트레드밀과도 유사한 정도의 운동효과를 가져오는 것으로 보고하였다.

본 연구 결과에서도 <Table 3>에서 보는 바와 같이 동력 기반의 승마운동기구를 이용한 운동 시 골반의 후방 기울기 국면, 골반의 전방 기울기 국면에서 복직근, 외복사근, 척추기립근, 대둔근, 대퇴직근, 비복근의 근 활동량을 측정된 결과 모든 근육들이 수축활동을 하고 있음을 알 수 있었다. 그리고 상대적인 근 활동량의 측정결과에서 다소간의 차이는 있었으나 전체적으로 코어근육들을 이용하여 운동을 수행한 것으로 나타났다. 무동력 기반의 승마운동기구를 이용한 운동 시에도 복직근, 외복사근, 대둔근, 대퇴직근, 비복근에서는 골반의 후방 기울기 국면, 골반의 전방 기울기 국면 두 국면별 근 활동량을 측정된 결과 동력 기반의 승마운동기구와 같이 코어근육군들을 이용하여 운동하고 있음을 알 수 있었다.

특히, 척추기립근은 골반의 후방 기울기 국면에서의 근 활동량이 골반의 전방 기울기 국면 보다 약 2배 정도의 수치를 나타내었다. 이는 무동력 승마운동기구의 기구학적 설계인 스프링으로 인해 <Table 2>의 결과와 같이 몸통의 회전 운동이 증가하여 동력 기반의 승마 운동 기구에 비해 몸통의 굴곡/신전 회전 각도의 증가하게 되었고, 이는 골반의 전방 기울기 국면에서 보다 골반의 후방 기울기 국면에서 몸통이 굴곡하기 때문에 척추기립근의 근 활동량은 상대적으로 감소한 것으로 판단된다. 동력 기반의 승마 운동기구 운동시 6개 근육들의 근 활동량은 전체적으로 고르게 나타났다. 이러한 결과는 동력 기반의 승마운동기구의 경우 초당 10-60 Hz 범위의 진동을 이용하여 승마운동의 효과를 재현하는 데 이때 신체 밸런스 유지 기능을 담당하는 몸통과 골반의 무게 중심이동이 심할 경우 기구에서 낙상할 수 있는 위험성을 내재하고 있으므로 이러한 무게 중심의 이동성을 최소화하여 설계한 것으로 판단된다. 이에 반해 무동력 승마 기구의 경우 동력 기반의 빠른 진동 장치를 대신하여 골반과 몸통의 상대적 회전 움직임을 증가시켜 근 활동의 결과를 나타낸 것을 알 수 있었다.

Kim, Hwang 과 Park(2013)은 국내 야외 운동기구 안전성 평가를 조사한 결과 야외 운동기구의 이용률은 높은 반면 안전성에 대한 규정과 장비의 테스트 시스템 부족으로 인해 국내 보급되어 있는 야외 운동기구의 안전성이 높다고 볼 수 없음을 보고하였다. Lee, Lee 와 Lee(2011)는 야외운동기구의 기대효과로서 리듬감과 흥미유발이 필요하며 다양한 근육의 운동효과를 가져올 수 있어야 함을 보고하였다. 이에 본 연구에서는 <Table 4>와 <Figure 4>에서 보는 바와 같이 무동력 승마운동기구를 구성하고 있는 재료인 주장과 운동기구의 구조에 대한 정하중과 반복 하중 테스트를 실시한 결과 야외 운동

기구로서의 내구성을 가지고 있는 것으로 나타났다. 더불어 상부와 하부의 스프링 시스템은 신체 운동과 자가적 운동을 통해 리듬감과 흥미유발을 돕는 역할을 하며 코어근육군의 수축 운동을 발생시키는 것을 알 수 있었다. 그리고 스프링은 구조에 대하여 Frictionless support로 가정하여 분석한 결과 반동에 의한 간섭이 운동을 방해하지 않는 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 무동력 기반 야외 승마운동기구의 개발과 검증 을 위해 동력 기반 승마운동기구와의 몸통과 골반의 운동과 근 활성성을 비교 분석을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다. 무동력 기반 야외 승마운동기구가 동력 기반 승마운동기구에 비해 몸통과 골반 분절의 전후 회전운동과 수직운동에서 통계적으로 크게 나타났다. 두 가지 승마운동기구 모두 6개 근육들의 근 활성성을 활발하게 수축한 것으로 나타났으며 특히, 무동력 기반 야외 승마운동기구에서 복직근과 회복사근의 근 활성성이 동력 기반 승마운동기구에 비해 통계적으로 크게 나타났다. 더불어 하중과 안정성 테스트를 통해 야외 운동기구로서의 내구성과 안정성 기계적/구조적으로 높았다. 이를 종합해 보면 동력 기반의 승마운동기구가 기기의 진동을 통해 분절의 운동과 근육의 트레이닝을 가져올 수 있다면 무동력 승마운동기구는 자의적 신체 운동을 동력으로 운동함으로써 몸통과 골반의 회전 운동의 증가와 코어근육군의 근 활성성에도 도움을 줄 수 있으며 야외에서 많은 이들이 운동할 수 있는 공공 운동기구로서의 기능을 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M. (1971). *Direct Linear Transformation from Comparator Coordinates into Object Space Coordinates in Close-Range Photogrammetry*. Paper presented at the Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry, Falls Church, VA.
- Back, J. H., Sung, B. J., & Lee, B. W. (2005). The analysis of electromyogram in horse riding simulator. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 23, 341-352.
- Cho, H. G., Jong, T. W., & Kwon, M. S. (2013). Effect of the horse back riding on a capacity for acceleration of a body and bilateral balance in healthy children during the Sit-to-Stand. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 23(1), 37-44.
- Cho, W. S., Kim, Y. N., Park, J. S., & Jin, H. K. (2012). The effects of ability to balance posture and proprioception by horse riding simulator and galvanic vestibular stimulation. *Physical Therapy Korea*, 19(2), 39-47.
- Devienne, M. F., & Guezennec, C. Y. (2000). Energy expenditure of horse riding. *European Journal of Applied Physiology*, 82(5-6), 499-503.
- Ha, D. O. (2011). Designing operation equipment of horseback riding simulator which can switch walking steps on real-time basis. *Journal of Korea Entertainment Industry Association*, 5(2), 216-223.
- Han, S. C., Chu, H. G., & Lee, S. H. (2004). The effects of horseback riding on the balance improvement of the children with cerebral palsy. *The Korean Journal of Physical Education*, 43(2), 601-610.
- Hyun, S. H., & Ryew, C. C. (2015). Analysis of the coordination of the trunk tilting angle and bilateral lower limbs according to the stirrups length during trot in equestrian: asymmetric index development of overall movement index algorithm. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 25(1) 131-140
- Hyun, S. H., Ryew, C. C., & Lee, A. R. (2015). Socio-cultural meaning of sports exchanges between the south and north, since the Korean war. *Journal of Exercise and Sport Science*, 21, 29-37.
- Kang, S. R., Kim, U. R., Jeong, G. Y., Moon, D. A., & Kwon, T. K. (2013). Analysis on the flexibility and muscle function in young adults using indoor horseback riding machine. *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, 7(1), 1-11.
- Kim, H. S. (2012). Effect of core stability training on body composition and physical fitness in university students. *Journal of Coaching Development*, 14(4), 102-110.
- Kim, U. R., Kang, S. R., Jong, G. Y., Moon, D. A., & Kwon, T. K. (2012). *Estimation of Muscle Function in 20th aged Female According to Exercise Protocol using Indoor Horse Riding Equipment*. in Proc. Rehabilitation Engineering and Assistive Technology Society of Korea Academic Symposium, Daejeon, 152-155.
- Kim, Y. H., Hwang, S. J., & Park, S. B. (2013). Evaluation of out-door fitness safety in the Korea - TUV standards applied. *Journal of Korean Institute of Landscape Architecture*, 41(5), 46-56.
- Lee, Y. S., Lee, D. J., & Lee, E. B. (2011). Expected effect and design characteristic of outdoor exercise equipments. *Design Forum*, 31, 245-258.
- Lee, C. W., Lee, I. S., & Kim, H. S. (2013a). The effect of horse-riding exercise on pain and body flexibility for the patient with chronic low back pain. *Korean Society of Integrative Medicine*,

1(3), 111-118.

- Lee, C. W., Lee, I. S., & Kim, H. S. (2013b). The effect of horse-riding exercise on pain and body flexibility for the patient with chronic low back pain. *Korean Society of Integrative Medicine*, 1(4), 67-74.
- Mitani, Y., Doi, K., Yano, T., Sakamaki, E., Mukai, K., Shinomiya, Y., & Kimura, T. (2008). Effect of exercise using a horse-riding simulator on physical ability of frail seniors. *Journal of Physical Therapy Science*, 20, 177-183.
- Ministry of Culture Sports and Tourism(2013). 2013 *National Sport Participation Survey in Korea*. Seoul: Ministry of Culture Sports and Tourism.
- Oh, W. Y., Ryew, C. C., Kim, J. H., & Hynu, S. H. (2009a). Kinematic analysis of horse-riding posture according to skill levels during rising trot. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 19(3), 467-479.
- Oh, W. Y., Ryew, C. C., Kim, J. H., Hynu, S. H., Kang, O. D., & Lee, C. E. (2009b) Kinematic analysis of horse-riding posture according to skill Levels during walking of horse-riding. *The Korean Journal of Physical Education*, 48(6), 583-595.
- Seo, D. J., Jun, S. W., & Kim, Y. O. (2011). Motion analysis for control of a 2-DOF horse riding robot. *The Journal of Korea Robotics Society*, 6(3), 263-273.
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and Motor control of Human movement. 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Zatsiorsky, V. M.(2002). *Kinetic of Human Motion*. Champaign, IL: Human Kinetics.