

승마 속도 시 미숙련자에게 적용한 하지장 비율 74.04% 등자길이 피팅의 기승자세 효과

현승현¹ · 류재청¹

¹ 제주대학교 자연과학대학 체육학과

The Effects of the Stirrup Length Fitted to the Rider's Lower Limb Length on the Riding Posture for Less Skilled Riders during Trot in Equestrian

Seung-Hyun Hyun¹ · Che-Cheong Ryew¹

¹Department of Physical Education, College of Natural Science, Jeju National University, Jeju-Do, Korea

Received 31 July 2015; Received in revised form 6 September 2015; Accepted 29 September 2015

ABSTRACT

Objective: The purposes of this study was to analyze the effects of the stirrup length fitted to the rider's lower limb length and its impact on less skilled riders during trot in equestrian events.

Methods: Participants selected as subjects consisted of less skilled riders(n=5, mean age: 40.02±10.75 yrs, mean heights: 169.77±2.08 cm, mean body weights: 67.65±7.76 kg, lower limb lengths: 97.26±2.35 cm, mean horse heights: 164.00±5.74 cm with 2 type of stirrups lengths(lower limb ratio 74.04%, and 79.18%) during trot. The variables analyzed consisted of the displacement for Y axis and Z axis(head, and center of mass[COM]) with asymmetric index, trunk front-rear angle(consistency index), lower limb joint(Right hip, knee, and ankle), and average vertical forces of horse rider during 1 stride in trot. The 4 camcorder(HDR-HC7/HDV 1080i, Spony Corp, Japan) was used to capture horse riding motion at a rate of 60 frames/sec. Raw data was collected from Kwon3D XP motion analysis package ver 4.0 program(Visol, Korea) during trot.

Results: The movements and asymmetric index didn't show significant difference at head and COM, Also, 74.04% stirrups lengths in trunk tilting angle showed significant difference with higher consistency than that of 79.18% stirrups lengths. Hip and knee joint angle showed significant difference with more extended posture than that of 74.04% stirrups lengths during trot. Ankle angle of 79.18% stirrups length showed more plantarflexion than that of 74.04% stirrups lengths. Average vertical force of rider showed significant difference with higher force at 79.18% stirrups lengths than that of 74.04% stirrups lengths during stance phase.

Conclusion: When considering the above, 74.04% stirrups length could be effective in impulse reduction with consistent posture in rather less skilled horse riders.

Keywords: Equestrian, Less skilled rider, Stirrups lengths, Average vertical force, lower limb ratio 74.04%

1. 서 론

승마활동에서 기승자는 안정성 확보를 위해 말의 불확실한 특성에 적응해야 한다. 하지만 기승자의 머리분절은 지면으로부터 약 4 m의 수직높이에 위치한 상태에서 말은 65 km/h의

속도로 이동할 수 있기 때문에 부상의 발생위험이 높다(Silver, 2002). 낙마로 인한 부상예방을 위해 외부충격을 방지할 수 있는 헬멧(Edixhoven, Sinha, & Dandy, 1981), 장갑, 그리고 신발 등, 안전장구의 사용을 권장해 왔다(Barber, 1973; Grossman, Kulund, Miller, Winn, & Hodge, 1978; Pounder, 1984). 또 초보자의 경우 나이가 많은 말로 기승하는 것을 권장하고 있는데, 발굽질(kicked by the horse)에 의한 부상 역시 더 감소시킬 수 있기 때문이다(Ingemarson, Grevsten, & Thorean, 1989). 이 외에도 보다 안전한 라이딩(riding)을 위해 많은 연구자들은

Corresponding Author : Che-Cheong Ryew
Faculty of Exercise and Sports Science, College of Natural Science,
Jeju National University, #1 Ara-dong, Jeju-city, Jeju-do, Korea
Tel : +82-64-754-3588 / Fax : +82-64-757-1752
E-mail : ryew@jejunu.ac.kr

부상유형과 빈도를 조사하고 최적의 기승자세를 유지할 수 있도록 다양한 정보들을 제공했다.

부상 관련 Ball, C. G., Ball, J. E., Kirkpatrick와 Mulloy (2007)의 연구에서 스포츠 활동 중 승마 라이딩으로 인한 입원율은 0.49/1000 시간(Sorli, 2000)으로 오토바이 라이딩으로 인한 입원율의 0.14/1000 시간(Bixby-Hammett & Brooks, 1989) 보다 더 높은 것으로 조사되었고, Paix(1999)는 부상 발생율을 1/1000 시간으로 보고하는 등, 자동차 레이싱(automobile racing), 모터사이클(motorcycle), 축구(football), 그리고 스키(skiing)보다 더 위험한 스포츠로 분류했다(Sorli, 2000; Macnab & Cadman, 1996; Norwood, McAuley, Vallina, Fernandez, McLarty, & Goodfried, 2000; Buckley, Chalmers, & Langley, 1993). 또한 Paix(1999)는 모든 스포츠 중에서 승마가 가장 높은 사망률을 가지고 있으며, 특히 병원입원 환자의 사망률이 1% 미만이었지만 넓은 지역에서의 사고 혹은 병원도착 시간 지연으로 사망률이 더 증가될 수 있음을 시사했다(Abu-Zidan & Rao, 2003).

기승자세 역시 부상예방을 위해 중요하는데, 일반적으로 말을 이용한 매개치료의 이론적 근거는 말의 걸음걸이가 정확성, 부드러움, 그리고 리듬패턴 등 반복적으로 제공되는 특징이 인간의 걸음걸이와 유사하다는 것이다(McGee & Reese, 2009; Bertoti, 1988). Ryew(2012)는 Lovett, Hodson-Tole과 Nankervis (2005)가 제시한 승마기준자세(기수의 귀-어깨-엉덩이-발 뒤꿈치의 수직선상, 그리고 팔꿈치-손-고삐-비트까지의 일정한 거리유지)를 토대로 10명의 여성 초보 기승자들을 0주, 12주, 24주에 따라 기승자세를 분석한 결과, 6개월간의 규칙적인 승마 활동이 기승자세의 교정 내지 자세교정에 효과적이라고 보고했다. Hyun과 Ryew(2015a)는 인간과 동물 간 상호작용(Wolframm, 2013), 말-기수 간 밀접한 상호작용을 통해 효과적인 훈련 타이밍과 일관성이 필요하다는 이론(Goodwin 2009)을 바탕으로 평보와 속도 시 등자길이 72 cm 피팅(fitting)으로 숙련자들의 양측 관절각도 간 각운동학적 변인의 일관성 및 비대칭지수를 조사한 결과, 평보와 속도 시 지수의 값에 차이는 있었지만, 특히 속도 시 비대칭지수(asymmetric index)는 엘보 3.1%, 어깨 11.8%, 힙 3%, 무릎 2.9%, 발목관절 5.7%, 일관성지수(consistency index)는 엘보 3.4%, 어깨 12.9%, 힙 6.3%, 무릎 7.2%, 발목관절 3.8%로, 초보 기승자들에게도 안정성 확보 및 부상예방을 위해 활용될 수 있는 정량적 자료로 제시했다.

최근의 연구에서는 기승안정성 유지를 위해 등자길이 피팅을 강조하면서 Hyun과 Ryew(2015b)가 속도, Ryew와 Hyun (2014)이 평보 시 기승자세를 분석하였는데, 이들의 연구에서 개인특성을 고려하여 평보 시 등자길이는 하지장비율 73.25%

로 적용하는 것이 기승자세 정렬에 가장 효과적임을 시사했고, 속보는 74.04%가 기승자의 안정성 및 자세교정에 효과적이라고 했다.

이에 본 연구자는 지금까지의 선행연구들을 바탕으로 분석변인을 고려해본 결과, 최근에 연구되었던 등자길이 피팅에 초점을 두었다. 이는 등자가 말 위에 올라타거나 내릴 때, 그리고 기승활동에서 체중배분과 균형을 유지하는데 필수적인 마구(harness)이며 등자길이 변화에 따라 협응성에 차이가 발생되고 기동성에 제한이 나타날 수 있기 때문이다(Ryew & Hyun, 2014). 또한 초보자들이 활용할 수 있는 기승자세와 관련된 자료들은 매우 부족한 실정이다(Ryew, 2012).

특히, 승마활동에 대한 위험성조사 및 자료제공, 그리고 심각한 장애가 발생할 수 있음에도 불구하고, 승마는 전국적으로 수백만명의 사람들이 즐기고 있으며(Jagodzinski & DeMuri, 2005; Loder, 2008; Mayberry, Pearson, Wiger, Diggs, & Mullins, 2007; Srinivasan, Pierre, Plog, Srinivasan, Petraglia, & Huang, 2014), 초보자의 승마 참여율 역시 증가되는 추세임을 알 수 있다. 따라서 초보자의 관점에서 기승활동 시 안전하고 부상을 예방할 수 있는 정량적 자료제공과 다양한 변인들을 고려한 연구가 이루어져야 한다.

이에 본 연구의 목적은 승마 미숙련자들에게 자세교정과 가장 밀접한 속도(trot) 보조(Ryew 2012) 시 Hyun과 Ryew (2015)가 제시한 등자길이 피팅(하지장비율 74.04%)적용에 따른 기승자세 효과를 규명하기 위해 실시하였다. 이는 선행연구에 대한 이론이 초보자에게도 적용될 수 있는지의 여부와 기승자의 머리-신체중심위치(Y axis, Z axis)의 이동방향 합벡터에 대한 비대칭지수, 하지관절 각도(엉덩, 무릎, 발목), 체간의 기울기각도(일관성지수), 그리고 운동학적 변인을 사용한 평균충격력 조사 등을 통해 초보자들이 현장에서 활용될 수 있는 정량적 자료를 축적하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

승마활동에 참여하는 미숙련자 5명을 본 연구의 대상자로 선정하였다<Table 1>. 이들의 승마 경력은 1년 미만이었으며, 평보와 속보가 가능한 자들이었다. 특히, 속도 시 선호하는 등자길이를 진술에 의존한 결과, 자신이 사용하는 등자길이를 정확하게 파악 및 제시하지 못했고, 기승활동 시 상황에 따라 등자길이는 매번 변경하여 피팅하는 것으로 조사되었다.

이러한 특징들을 바탕으로 대상자 선정과정에서 연령에 차

Table 1. Characteristics of subjects (n=5)

Section	Age (yrs)	Height (cm)	Mass (kg)	Lower limb length(cm)	Horse height(cm)
1(F)	21	167.50	72.65	98.89	170
2(F)	44	168.61	57.42	100.02	170
3(M)	46	169.46	61.20	94.09	160
4(M)	45	170.28	74.30	95.98	160
5(M)	45	173.01	72.71	97.50	160
M	40.02	169.77	67.65	97.26	164.00
(SD)	(10.75)	(2.08)	(7.76)	(2.35)	(5.74)

Note: F: female, M: male

이를 보였지만, 등자길이 설정에 초점을 두었고 미숙련 정도의 동질성 여부로 대상자들을 확보하였다. 실험 전 등자길이에 따른 기승자세 효과, 그리고 본 연구의 목적과 내용을 충분히 설명하였고, 이 내용에 대해 정확하게 이해하고 동의한 자에 한하여 연구동의서에 서명을 실시한 후 실험을 진행하였다.

2. 실험 절차

등자길이는 Hyun과 Ryew(2015)의 자료를 참고하여 하지장 비율 74.04%(72.03±1.73 cm)와 이보다 긴 79.18%(77.03±1.85 cm)로 적용하였다. 각 등자길이 별 대상자들은 조련사의 감독 하에 충분한 워업(warm up)을 약 20분간 실시하였고, 카메라 (HDR/HDV 1080i) 및 조명등 각 4대를 설치 한 후, 2 m×2 m×1 m 규격의 통제점들로 공간좌표를 계산하였다. 이때 캠코

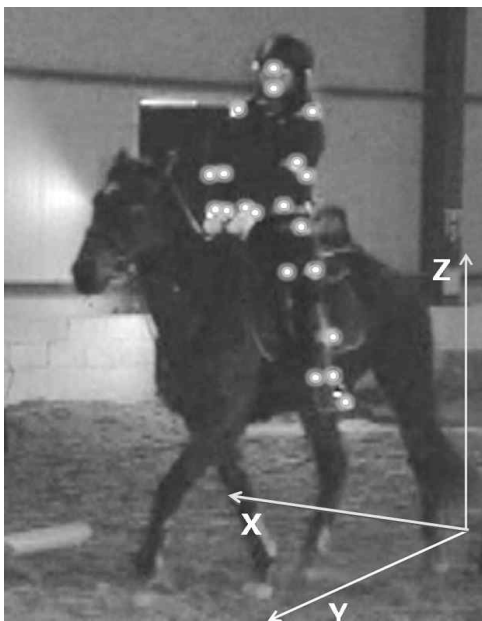


Figure 1. Experimental field

더의 속도는 60 frames/sec, 노출시간(exposure time)은 1/500 sec로 설정하여 A/D sync box(MP-20B)로 조작하였고 장비배선들은 실험 시 문제가 되지 않도록 매설하였다.

각 신체분절의 무게중심과 전신의 무게중심 위치를 계산하기 위해 인체 분절 매개변수는 Plagenhoef, Evans와 Abdelnour (1983)의 자료를 참고하여, 관절점 21개 외에 기준점 10개를 추가한 후 총 31개의 표식점을 사용했다(Figure 1). 기승복장은 영상분석 과정에서 색채, 마커 위치확인 및 마커선별 등 오류를 범할 수 있기 때문에 타이트한 검정색상의 상·하의 복장을 요청하였고 헬멧, 장갑, 그리고 부츠는 일반화된 장비를 사용하였다.

특히, 대상자들은 미숙련자들로 실험과정에서 낙마 혹은 다른 변인에 의해 발생될 수 있는 특정상황을 고려하여 응급처치가 가능한 의료진 1명과 속보의 성공여부 판단을 위해 30년 경력 이상의 전문가 1명이 본 연구에 참여하였다. 3차원 좌표 설정은 <Figure 1>과 같다.

3. 이벤트 및 각도정의

본 연구에서 말 앞발굽을 기준으로 1 걸음(stride)동안 3개의 이벤트와 2개의 국면으로 설정하였다.

1) 이벤트 설정

Event 1(right foot touch-down[RFT-D]): 말 오른쪽 앞발굽이 지면에 착지되는 순간

Event 2(right foot take-off[RFT-O]): 말 오른쪽 앞발굽이 지기 후 떨어지는 순간

Event 3(right foot touch-down 2[FRT-D2]): 스윙이후 다시 오른쪽 말 앞발굽이 지면에 착지되는 순간

2) 국면 설정

Phase 1(stance) : event 1- event 2

Phase 2(swing) : event 2- event 3

3) 각도의 정의

승마 속보 동안 각도의 정의는 <Figure 2>와 같이, 3개의 상대각도로 설정하였다.

엉덩관절 각도(θ^1) : 체간과 대퇴가 이루는 상대각도로 시상면에서 (+)값은 신전, (-)값은 굴곡으로 정의

무릎관절 각도(θ^2) : 대퇴와 하퇴벡터가 이루는 상대각도로 정의하였고 시상면에서 (+)값은 신전, (-)값은 굴곡으로 정의

발목관절 각도(θ^3) : 하퇴와 발 벡터가 이루는 상대각도로 정의하였고 (+)값은 저축굴곡, (-)값은 배축 굴곡으로 정의

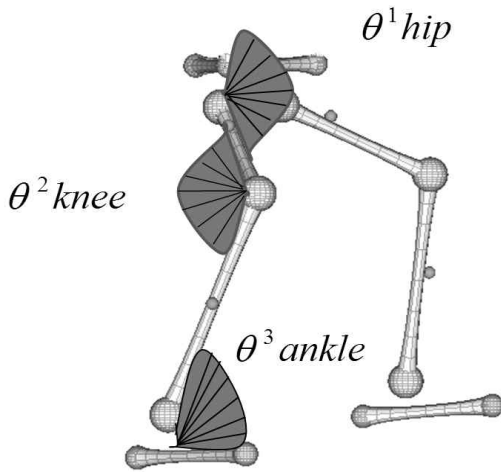


Figure 2. Body segment angle during trot

4. 자료처리

Kwon 3D XP ver. 4.0(2007, Visol., Korea) 프로그램을 이용하여 운동학적 변인들을 분석하였다. 산출과정에서 통제점 및 인체관절점 좌표화, 동조, 그리고 3차원 좌표는 Abdel-Aziz와 Krara(1971)의 직접선형변화방법을 통해 계산되었고, Butterwort의 저역통과필터(low-pass filter)법을 이용한 차단주파수는 6Hz로 스무딩하여 노이즈(noise) 제거 후 연구변인을 분석하였다.

산출된 기승자세의 원자료(raw data)를 이용하여 다음과 같이, 머리분절-신체중심위치(Center of mass[COM]) 간 비대칭지수, 체간기울기 각도를 이용한 안정성지수, 그리고 기승자의 충격력을 산출하였다.

1) 비대칭지수

승마 속도 시 상-하 반동에 의한 착석법을 고려하여 전방(Y axis)과 수직(Z axis)이동거리에 대한 머리분절 중심과 기승자 신체중심위치(COM)의 합 벡터는 <Equation 1>과 같이 계산하였고, Robinson 공식(Robinson, Herzog, & Nigg, 1987)을 참고하여 비대칭지수를 산출하였다(Equation 2).

$$COM(d) = \sqrt{(COM Y axis)^2 + (COM Z axis)^2}$$

Equation 1. Distance of COM for Y axis and Z axis

이때, COM은 각 머리분절 중심과 신체중심위치이며 독립적으로 산출하였다.

$$AI (%) = \left| \frac{Head COMd - Whole body COMd}{\frac{1}{2}(Head COMd + Whole body COMd)} \right| \times 100$$

Equation 2. Asymmetric index during trot

Head COMd는 머리분절 중심의 Y축과 Z축에 대한 이동거리의 합 벡터

Whole body COMd는 기승자 신체중심위치의 Y축과 Z축에 대한 이동거리의 합 벡터

AI(%)는 0일 때, 두 분절의 이동거리 간 완전 대칭이며, AI 값이 증가할수록 이동거리 간 비대칭이 커짐을 의미한다.

체간기울기 각도는 시상면에서 체간이 수직선상에 대한 Y축 방향의 누적각도로 (+)값은 전경각, (-)값은 후경각으로 정의하였다. 이에 따라 산출된 체간의 기울기 각도를 일관성지수로 분석하였고, Winter의 공식(Winter, 1983)을 사용하였다(Equation 3).

$$CV(\%) = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma^2_i}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X^2_i}} \times 100$$

Equation 3. Coefficient of variation

이때, n은 구간 별 sample 수, σ_i 는 i-i번째 샘플의 표준편차, \bar{X} 는 i-i번째 sample의 평균값이며, CV는 0일 때, 완전 일치를 나타내며, CV가 커질수록 일관성이 낮아짐을 의미한다.

평균충격력을 Chung와 Shin(2005)이 일은 위치에너지와 운동에너지의 합이라는 일과 에너지의 관계로 설명했다. 이에 본 연구에서는 기승상황을 고려하여 말 앞발굽이 지면에 닿는 순간의 기승자 COM 수직위치(Y axis, Z axis)에서 가장 낮은 위치 시점(Y axis, Z axis)에 대한 속도와 위치의 합 벡터로 계산하였다.

$$\bar{F}_z = \frac{\sum W}{d(\Delta h)} \dots \dots \dots \sum W = \Delta E_k + E_p$$

Equation 4. Average vertical forces

$$E_k = \frac{m(v_f^2 - v_i^2)}{2}, \quad E_p = mg(\Delta h)$$

Equation 5. Kinetic and potential energy

여기서, 일은 운동에너지(E_k)와 위치에너지(E_p)의 합이며, V_i 는 기승자의 COM 수직변위가 가장 낮은 시점의 Y축과 Z축에 대한 속도벡터, V_f 는 말 앞발굽이 지면에 닿은 순간 기승자 COM 수직변위의 Y축과 Z축에 대한 속도벡터

$$\Delta h = \sqrt{(COM Y axis distance)^2 + (COM Z axis heights)^2}$$

Equation 6. Heights of COM for Y axis and Z axis

Δh 는 말 앞발굽이 지면에 닿는 순간(event 1[FRT-D])부터

기승자의 COM 위치가 가장 낮아진 시점까지 변화된 Y축과 X축에 대한 합성벡터이다. 산출된 평균충격력 값(N)은 각 대상자별 체중의 차이를 고려하여 표준화를 위해 체중(body weights)으로 나누었다(N/BW).

승마 속도 시 숙련자들에게 적용한 등자길이 피팅(하지장비율의 74.04%와 79.18%)에 따른 각 변인 간 비교를 위해 PASW 18.0 통계프로그램을 이용하여 대응표본 t 검정(Paired t -test)을 실시하였고 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결 과

1. 비대칭지수와 일관성지수

<Table 2>과 같이 머리분절-COM 간 수평과 수직방향 이동에 대한 실제이동 값으로 비대칭지수를 산출하였고, 기승자 체간 기울기 각도는 1 stride 동안 누적된 평균값과 표준편차를 이용하여 일관성지수를 분석하였다.

Table 2. AI and CI according to the stirrups length fitting between 74.04% and 79.18% during trot in equestrian

Section	Variables	Stirrups length fitting%		t	p
		74.04%	79.18%		
Stance	Head(cm)	97.69±21.73	97.07±6.17	.061	.953
	COM(cm)	98.87±22.28	96.74±4.30	.210	.839
	AI(%)	1.99±1.07	2.01±1.81	-.022	.984
Swing	Head(cm)	128.04±12.48	121.25±12.20	.870	.409
	COM(cm)	125.68±12.69	119.58±12.80	.758	.470
	AI(%)	1.96±1.24	2.02±1.70	-.109	.919
Total	Head(cm)	225.74±20.36	218.32±15.72	.645	.537
	COM(cm)	224.56±19.46	216.33±15.39	.742	.480
	AI(%)	1.03±0.50	1.79±1.21	-1.087	.338
FR angle	CI(%)	61.62±19.69	82.65±31.12	-3.197	.033*

NOTE : * $p<.05$, AI: asymmetric index, CI: consistency index, stirrups length : 74.04%(72.01 cm), 79.18%(77.01 cm)

등자길이 피팅에 따라 각 국면별, 전체이동변위는 통계적 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 속도변화에 따라 이동 거리에 차이가 발생할 수 있기 때문에 머리-COM 간 이동변위를 비대칭지수로 분석한 결과, 통계적 유의한 차이는 없었지만, 74.04% 등자길이가 79.18% 등자길이 보다 상대적으로 적은 지수를 보였고 각 대상자별 지수 값을 그림으로 나타냈다(Figure 3).

Table 3. Lower extremity joints angle and average vertical forces according to the stirrups length fitting between 74.04% and 79.18% during trot in equestrian

Section	Variables	Stirrups length fitting%		t	p
		74.04%	79.18%		
RFT-D	Hip joint(°)	122.81±6.12	131.55±7.66	-2.818	.011*
	Knee joint(°)	127.52±5.76	135.59±6.88	-2.843	.011*
	Ankle joint(°)	107.18±7.26	109.59±6.75	-.768	.453
RFT-O	Hip joint(°)	116.82±4.73	126.53±5.55	-4.214	.001***
	Knee joint(°)	124.85±4.67	129.00±3.29	-2.291	.034*
	Ankle joint(°)	102.19±9.11	108.67±9.74	-1.535	.142
RFT-D 2	Hip joint(°)	121.29±7.80	130.11±10.39	-2.148	.046*
	Knee joint(°)	122.87±8.46	131.98±5.98	-2.780	.012*
	Ankle joint(°)	105.42±9.82	106.59±9.54	-.270	.790
Stance	AVF(N/BW)	1.21±0.10	1.43±0.14	-2.851	.046*

NOTE : *** $p<.001$, * $p<.05$, AVF : average vertical forces, stirrups length : 74.04%(72.01 cm), 79.18%(77.01 cm)

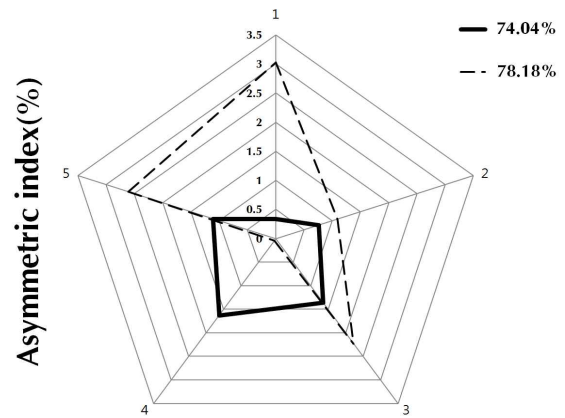


Figure 3. Asymmetric index between 74.04% and 79.18% stirrup length on 5 subjects

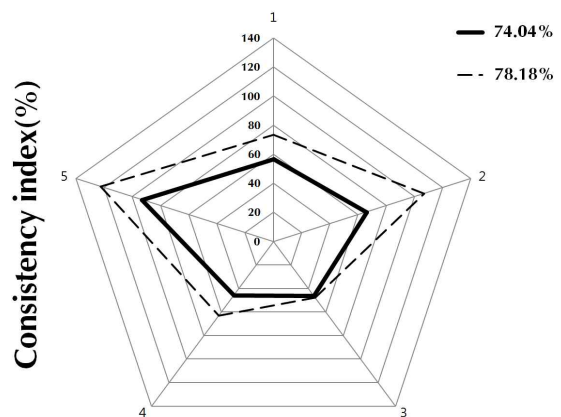


Figure 4. Consistency index between 74.04% and 79.18% stirrup length on 5 subjects

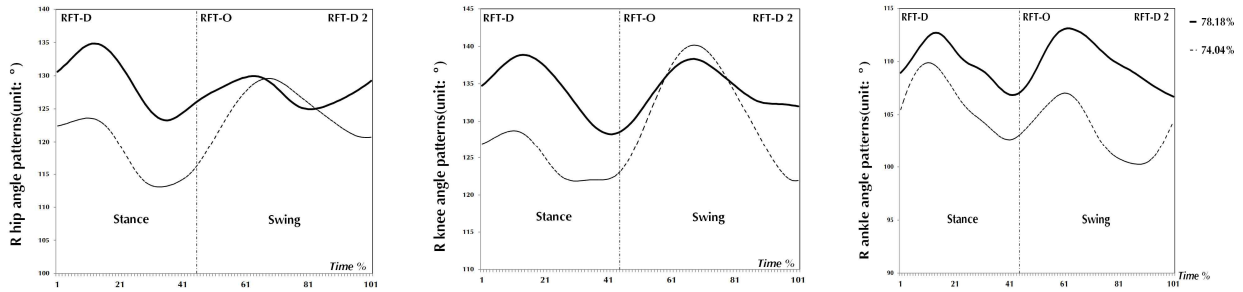


Figure 5. Lower extremity angle patterns between 74.04% and 78.18% stirrup length during trot

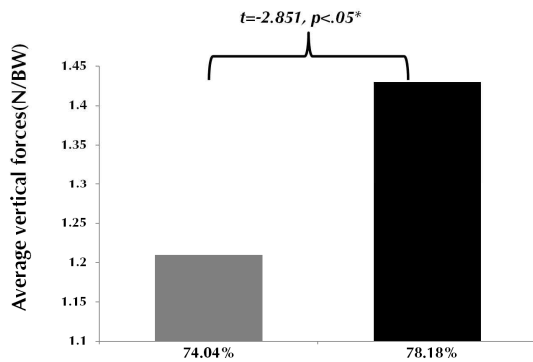


Figure 6. Average vertical forces between 74.04% and 78.18% stirrup length

각 대상자 별 일관성지수의 값을 <Figure 4>와 같이 나타냈고, 74.04% 등자길이가 79.18% 등자길이 보다 더 일관성 있는 기승자세를 보여 통계적 유의한 차이를 나타냈다.

2. 하지관절 각도와 평균충격력

<Table 3>는 하지관절 각도와 지지기 동안 발생된 평균충격력을 분석한 결과이다.

RFT-D, RFT-O, RFT-D2에서 각각 엉덩관절, 무릎관절 각도는 79.18% 등자가 74.04% 등자길기와 비교하여 더 신전된 형태를 보여 통계적 유의한 차이를 보였다. 또한 발목관절 각도는 통계적 유의한 차이는 없었지만, 78.18% 등자가 더 저축 굴곡된 형태를 나타냈다(Figure 5).

스탠스 동안 기승자가 받는 평균충격력은 79.18% 등자길이가 74.04% 등자길기 보다 더 큰 힘을 보여 통계적 유의한 차이를 나타냈다(Figure 6).

IV. 논 의

승마는 많은 사람들이 즐기는 스포츠인 만큼 부상의 위험

역시 감소시킬 수 있는 많은 노력들이 필요하다. 기승활동 시 숙련된 기승자의 경우, 말의 움직임에 대한 기승자세는 완충 작용과 함께 유동적이고 유연함을 나타내는 반면, 미숙련자는 긴장 및 경직된 자세로 말의 움직임을 제어하기 힘들다 (Lagarde, Peham, Licka, & Kelso, 2005). 따라서 본 연구는 승마활동에 참여하는 미숙련자들을 대상으로 등자길이를 하지장 비율 74.04%와 이보다 더 증가된 79.18%로 피팅하여 기승자세의 효과를 분석하였다.

본 연구에서 말 앞발굽기준 1 걸음(stride) 동안 머리분절과 COM 간 전방-수직 방향에 따른 이동 변화량을 분석한 결과 유의한 차이는 없었지만, 지지기(stance)에서 비대칭지수(AI)는 74.01% 등자길이가 1.99%, 79.18% 등자길이는 2.01%, 공중기(swing)는 각각 1.96%, 2.02%, 총 변화량(total)은 1.03%, 1.79%로 나타나, 74.01% 등자길이가 더 대칭적인 형태를 나타냈다. 또한 체간기울기 각도의 일관성지수(CI) 역시 74.04% 등자길이가 더 일관성 있는 기승자세를 유지하여 유의한 차이를 나타냈다.

승마활동 중 기승자의 뇌(brain)와 척수(spinal cord) 부상으로 인한 마비증상이 심각한 부상유형으로 분류되고 있는데 (Silver, 2002), 기승자의 양측 간 비대칭적인 자세는 안장을 통해 말에게 전달하는 비대칭적인 분포를 전달(Meyners, 2004) 하게 되어, 다시 기승자에게 2차적인 통증유발 및 말에게도 비대칭적인 움직임을 유발시키는 것으로 보고하고 있다(Greve & Dyson, 2013). 이에 본 연구에서 적용한 74.04% 등자길이가 체중분배 기전 및 자세 고착화에 더 효과적인 것으로 판단된다. 반면, 기승자의 체간 기울기각도에 일관성이 낮은 79.18% 등자길이는 말 보법에 적용하지 못하는 결과를 초래할 수 있고 머리분절-COM 간 비대칭적인 움직임으로 동적안정성은 더 저하 될 수 있다고 생각된다.

특히, 본 연구에서 분석된 하지관절 각도의 변화에서도 알 수 있듯이, 엉덩관절과 무릎관절은 74.04% 등자길이에 비해 79.18% 등자길이가 더 신전된 형태를 보였고, 발목관절 각도는 더 저축굴곡된 형태를 나타냈다. 이는 숙련된 기승자들을

대상으로 등자길이 별 기승자세를 비교한 Hyun과 Ryew(2015)와 연구와 유사한 결과이며, 미숙련자에게도 74.04% 등자길이 피팅이 동일하게 적용될 수 있음을 시사한다. 즉, 79.18% 등자길이가 체중분배에 실패한 것으로 74.04% 등자길이에 비해 엉덩, 무릎관절의 신전, 그리고 발목관절의 저축굴곡으로 하지를 통해 말 보법에 따른 충격기전을 상쇄시킬 수 있지만, 중력방향으로 이동되는 COM 이동패턴의 반동으로 체간과 골반에 2차적인 충격이 발생할 수 있다고 사료된다.

이처럼 등자길이 증가로 기승자의 경직된 자세, 체간기울기 각도의 낮은 일관성지수, 그리고 하지관절 각도의 변화 등은 Lagarde et al. (2005)이 경직된 자세로 인해 통증과 강성이 증가하고 말 움직임에 대한 적응능력에 영향이 미친다는 연구결과와 깊은 관련이 있는 것으로 생각된다. 이는 본 연구에서 운동학적 자료를 이용해 분석된 평균충격력의 결과에서 1.21 N/BW인 74.01% 등자길이 보다 79.18% 등자길이가 1.43 N/BW로 더 높게 통계적 유의한 차이가 나타났기 때문이다. 승마활동에서 지면반발력은 속도(McLaughlin, Gaughan, Roush, & Skaggs, 1996)와 질량(Barr, Dow, & Goodship, 1995)에 따라 그 유형이 달라진다. 즉, 동일한 속도에서 각 대상자별 표준화된 평균충격력을 비교해 볼 때, 머리-COM 간 더 비대칭적이고, 체간의 기울기가 더 증가되는 79.18% 등자길이가 74.04% 등자길이 보다 척추기립근(backbone erector)에 가해지는 모멘트는 비례적으로 증가될 수 있음을 시사한다.

종합해 볼 때, 승마에서 속보의 특징은 1 보조 동안 항상 공중국면을 유지하고 각 stride에 2번의 공중국면을 가지는 대각선형 보조법이다(Clayton, 2002). 이와 더불어 승마활동이 장시간 이루어진다는 관점에서 기승자가 사용하는 부적절한 등자길이는 신체에 큰 충격유형이 지속적으로 발생할 수 있다고 생각된다. 따라서 본 연구결과를 통해 Hyun과 Ryew(2015)가 제시한 하지장비율 74.04% 등자길이 피팅이 미숙련자들에게도 일관성있는 기승자세 유지와 함께 말과 더 고착화될 수 있다고 생각되며, 말-기승자 간 충격력 역시 더 감소되어 기승 활동에 효과적일 수 있음을 시사한다.

V. 결론

본 연구는 승마 속보 시 미숙련자에게 적용한 하지장비율 74.04% 등자길이 피팅의 기승자세 효과를 규명하기 위해 실시하였다. 분석변인은 머리-기승자의 신체중심위치 간 이동변화 및 비대칭지수, 체간기울기 각도의 일관성지수, 하지관절 각도, 그리고 평균충격력을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1 스트라이드 동안 머리분절 중심, 기승자 신체중심위치 간 이동거리와 비대칭지수는 유의한 차이는 없었지만, 체간기울기 각도의 일관성지수는 74.04% 등자길이가 79.18% 등자길이보다 더 일관성 있게 유의한 차이를 보였다.

하지관절 각도에서 RFT-D, RFT-O, 그리고 RFT-D2에서 엉덩, 무릎관절 각도는 79.18% 등자길이가 74.04% 등자길이보다 더 신전된 형태를 보여 유의한 차이가 나타났고, 발목관절각도는 유의한 차이는 없었지만 더 저축굴곡된 형태를 보였다.

지지기 동안 생성된 평균 충격력의 변화는 79.18% 등자길이가 74.04% 등자길이보다 더 크게 유의한 차이를 보였다.

앞서 본 연구자가 주장하였듯이, 승마에 참여하는 미숙련자들을 위한 기승자세 관련 연구는 매우 부족하다. 부상유형과 발생율의 빈도조사, 그리고 역학(epidemiology)조사도 중요하지만, 현장에서 실질적으로 적용 및 응용할 수 있는 기승자세와 관련 정량적 자료가 많이 확보되어야 하겠다.

참고문헌

- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M. (1971). *Direct Linear Transformation from Comparator into Object Space Coordinates In Close-Range Photogrammetry*. Proceeding of the Symposium on close-range Photogrammetry(1-18). Falls church, VA: American society of photogrammetry.
- Abu-Zidan, F. M., & Rao, S. (2003). Factors affection the severity of horse-related injuries. *Injury*, 34(12), 897-900.
- Ball, C. G., Ball, J. E., Kirkpatrick, A. W., & Mulloy, R. H. (2007). Equestrian injuries: incidence, injury patterns, and risk factors for 10 years of major traumatic injuries. *The American Journal of Surgery*, 193(5), 636-640.
- Barber, H. M. (1973). Horse-Play: Survey of accidents with horses. *British Medical Journal*, 8(3), 532-534.
- Barr, A. R., Dow, S. M., & Goodship, A. E. (1995). Parameters of forelimb ground reaction force in 48 normal ponies. *The Veterinary Record*, 136(2), 283-286.
- Bertoti, D. B. (1988). Effect of therapeutic horseback riding on posture in children with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 68(100), 1505-1512.
- Bixby-Hammett, D. M., & William, H. B. (1989). Neurologic injuries in equestrian sports. *Sports Neurology*, 229-234.
- Buckley, S. M., Chalmers, D. J., & Langley, J. D. (1993). Injuries due to falls from horses. *Australian Journal of Public Health*, 17(3), 269-271.
- Chung, C. S., & Shin, I. S. (2005). *Introduction to sports biomechanics*. Seoul: Daehanmedia.

- Clayton, H. M. (2002). Walk this way: Learn to discern the fine points of this all important basic gait. *Veterinary Connection*, 39-42.
- Edixhoven, P., Sinha, S. C., & Dandy, D. J. (1981). Horse injuries. *Injury*, 12(4), 279-282.
- Goodwin, D., McGreevy, P., N., & McLean, A. (2009). How equitation science can elucidate and refine horsemanship techniques. *The Veterinary Journal*, 181(1), 5-11.
- Greve, L., & Dyson, S. (2013). The horse-saddle-rider interaction. *The Veterinary Journal*, 195(3), 275-281.
- Grossman, J. A., Kulund, D. N., Miller, C. W., Winn, H. R., & Hodge, R. H. (1978). Equestrian injuries: results of a prospective study. *The Journal of the American Medical Association*, 240(17), 1881-1882.
- Hyun, S. H., & Ryew, C. C. (2015a). Analysis of the angular kinematics variables for riding posture during walk and trot in horse riding: consistency and asymmetric indices. *Kinesiology*, 17(1), 17-27.
- Hyun, S. H., & Ryew, C. C. (2015b). 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.
- Ingemarson, H., Grevsten, S., & Thorean, L. (1989). Lethal horse-riding injuries. *Trauma and Acute Care Surgery*, 21(9), 25-30.
- Jagodzinski, T., & DeMuri, G. P. (2005). Horse-related injuries in children: a review. *Wisconsin Medical Journal*, 104(2), 50-54.
- Lagarde, J., Peham, C., Kicka, T., & Kelso, J. A. S. (2005). Coordination dynamics of the horse-rider system. *Journal of Motor Behavior*, 37(6), 418-424.
- Loder, R. T. (2008). The demographics of equestrian-related injuries in the united states: injury patterns, orthopedic specific injuries, and avenues for injury prevention. *Journal of Trauma-injury infection & Critical Care*, 65(2), 447-460.
- Lovett, T., Hodson-Tole, E., & Nankervis, K. (2005). A preliminary investigation of rider position during walk, trot and canter. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, 2(2), 71-76.
- Macnab, A. J., & Cadman, R. (1996). Demographics of alpine skiing and snowboarding injury: lessons for prevention programs. *Injury Prevention*, 2(4), 286-289.
- Mayberry, J. C., Pearson, T. E., Wiger, K. J., Diggs, B. S., & Mullins, R. J. (2007). Equestrian injury prevention efforts need more attention to novice riders. *Journal of Trauma-injury infection & Critical Care*, 62(3), 735-739.
- McGee, M. C., & Reese, N. B. (2009). Immediate effects of a hippotherapy session on gait parameters in children with spastic cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 21(2), 212-218.
- McLaughlin, R. M., Gaughan, E. M., Roush, J. K., & Skaggs, C. L. (1996). Effects of subject velocity on ground reaction force measurements and stance times in clinically normal horses at the walk and trot. *American Journal of Veterinary Research*, 57(1), 7-11.
- Meyners, E. (2004). *Effective Teaching and Riding: Exploring Balance and Motion*. Goals Unlimited Press, Montana, USA.
- Norwood, D., McAuley, C., Vallina, V. L., Fernandez, L. G., McLarty, J. W., & Goodfried, G. (2000). Mechanisms and patterns of injuries related to large animals. *The Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 48(4), 740-744.
- Paix, B. R. (1999). Rider injury rates and emergency medical services at equestrian events. *British Journal of Sports Medicine*, 33(1), 46-48.
- Plagenhoef, S. C., Evans, F. G., & Abdelnour, T. (1983). Anatomical data for analyzing human motion. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54(2), 169-178.
- Pounder, D. J. (1984). The grave yawns for the horseman: Equestrian deaths in South Australia 1973-1983. *The Medical Journal of Australia*, 141(10), 632-635.
- Robinson, R. O., Herzog, W., & Nigg, B. M. (1987). Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. *Journal of Manipulative Physiology Therapy*, 10(4), 172-176.
- Ryew, C. C. (2012). Kinematic analysis on the stabilization & correction effects of riding posture according to rider's skill levels in horse back riding. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 22(1), 83-94.
- Ryew, C. C., & Hyun, S. H. (2014). Kinematic analysis of the rider postural alignments according to the fitting of stirrups lengths during horse walk of high level rider. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 24(4), 329-338.
- Silver, J. R. (2002). Spinal injuries resulting from horse riding accidents. *Spinal Cord*, 40(6), 264-271.
- Sorli, J. M. (2000). Equestrian injuries: a five year review of hospital admissions in British Columbia, Canada. *Injury Prevention*, 6(1), 59-61.
- Srinivasan, V., Pierre, C., Plog, B., Srinivasan, K., Petraglia, A. L., & Huang, J. H. (2014). Straight from the horse's mouth: neurological injury in equestrian sports. *Neurological Research*, 36(10), 873-877.
- Winter, D. A. (1983). Moment of force and mechanical power in jogging. *Journal of Biomechanics*, 16(1), 91-97.
- Wolfram, I. A., Bosga, J., & Meulenbroek, R. G. J. (2013). Coordination dynamics in horse-rider dyads. *Human Movement Science*, 32(1), 157-170.