

초보자 승마운동 시 완충고삐 사용을 통한 말의 스트레스 완화에 관한 연구

정현아¹ · 이경은² · 김준규¹ · 도경탁³ · 김병선^{1*}

¹제주한라대학교 마사학부, ²서울대학교 수의학과, ³제주대학교 생명공학부

Study on the stress relief effect of buffer rein for the beginner riders in horseback riding

Hyun Ah Chung¹, Kyung Eun Lee², Joon Gyu Kim¹, Kyoung-Tag Do³ and Byung Sun Kim^{1*}

¹Department of Equine Science, Cheju Halla University, Jeju 63092, Korea

²College of Veterinary Medicine, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

³Department of Animal Biotechnology, Faculty of Biotechnology, Jeju National University, Jeju 63243, Korea



Received: Jan 2, 2022
Revised: May 21, 2022
Accepted: May 22, 2022

*Corresponding author

Byung Sun Kim
Department of Equine Science, Cheju Halla University, Jeju 63092, Korea
Tel: +82-64-741-7663
E-mail: bskim0929@chu.ac.kr

Copyright © 2022 Korean Society of Animal Science and Technology. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

Hyun Ah Chung
<https://orcid.org/0000-0001-9753-8330>
Kyung Eun Lee
<https://orcid.org/0000-0002-6938-6621>
Joon Gyu Kim
<https://orcid.org/0000-0002-6246-2097>
Kyoung-Tag Do
<https://orcid.org/0000-0001-5188-7295>
Byung Sun Kim
<https://orcid.org/0000-0003-1008-2305>

Abstract

During equestrian exercise, communication between riders and horses is very important, and riders' appropriate signals without any disturbance for the horses' proper movements are required. Therefore, horses may get different stress depending on the rider's riding balance, posture, and proficiency. This study was conducted to confirm the difference in the stress of horses between the beginner's riding and the expert's riding, additionally, to prove the effectiveness of buffer rein reducing stress even when beginners ride. Average heart rate (HR) was measured for five minutes in stages with a walk, and HR variability (HRV) were measured for three minutes in stages with both rising trot and sitting trot. HRV variables include root mean square of successive differences (RMSSD), standard deviation of normal to normal interval (SDNN), and ratio of low to high frequency components of a continuous series of heartbeats (low-frequency [LF]/high-frequency [HF]). The study involved 6 horses that underwent routine husbandry procedures. The average HR did not show a difference among groups in all exercise stages includes walk, rising trot, and sitting trot. RMSSDs showed lower values for the sitting trot when the beginner rides compared to the expert's riding ($p < 0.05$), which means the stress was more increased when beginners ride. On the other hand, when beginners ride using buffer reins, the RMSSD was increased in all exercise stages compared to the case of using regular reins. SDNN was increased when the beginners ride using buffer reins in the rising trot ($p < 0.05$), which means the stress was more relieved. Ratio of low to high frequency components of a continuous series of heartbeats was not different among groups, but it showed decreased value when beginners use buffer reins rather than regular reins. In this study, it was confirmed that beginners induce more stress on horses than experts during riding exercise and that the use of the buffer reins by beginners more reduces the riding stress of horses compared to when they use regular reins.

Keywords: Horse, Horseback riding, Beginner, Stress, Buffer reins

Competing interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Funding sources

Not applicable.

Acknowledgements

Not applicable.

Availability of data and material

Upon reasonable request, the datasets of this study can be available from the corresponding author.

Authors' contributions

Conceptualization: Kim BS.
Data curation: Chung HA, Lee KE, Kim JG, Kim BS.
Formal analysis: Chung HA.
Methodology: Do KT, Kim BS.
Software: Lee KE, Kim JG.
Validation: Do KT, Kim BS.
Investigation: Chung HA, Kim JG, Kim BS.
Writing - original draft: Chung HA.
Writing - review & editing: Chung HA, Lee KE, Kim JG, Do KT, Kim BS.

Ethics approval and consent to participate

Experimental procedures conformed to the guidelines for the ethical treatment of animals in applied animal behaviour research (http://www.applied-ethology.org/ethical_guidelines.html).

서론

농어촌 경제 활성화와 국민의 여가선용 등 삶의 질 향상을 목적으로 말산업육성법이 제정(2011.03.09) 및 시행(2011.09.10)된 이후 국내 승마인구는 증가 추세에 있다. 농림축산식품부에서 2020년 KOSIS 국가통계포털에 의뢰한 「말산업실태조사-승인번호 제114051호」에 의하면 우리나라에서 정기적으로 승마를 즐기는 인구는 2016년 47,471명에서 2019년 57,046명으로 20.1%가 증가했고, 매년 약 80만 명이 1회성 체험 승마를 하며, 승마 초보자의 유입이 증가되고 있는 것으로 나타났다.

승마운동 시 기승자와 말 사이의 의사소통은 적절한 시간에 적절한 물리적 신호를 제공하는 기승자의 능력에 의해 영향을 받으며, 이러한 상호작용은 기승자와 말의 각각의 경험, 특정 말의 심리에 대한 이해[1,2], 기승자의 기승술[3], 말과 기승자의 '협응성-부조의 조화' 정도[2-4]에 의해 영향을 받는다. 또한, 기승자의 '비대칭'[5] 및 체중[6]과 같은 신체조건과 특성은 말 등의 움직임과 보행 운동학(보행 시 사지의 관절 가동 범위)에도 영향을 미칠 수 있다. 그러나 남성과 여성 기승자들 사이의 신체적 노력, 스트레스 반응 및 기좌에는 근본적인 차이가 존재하지 않고, 남성과 여성에 대한 말의 반응에도 근본적인 차이가 존재하지 않는다는 보고가 있다[7].

승마행위는 말에 대한 급성스트레스의 원인이 될 수 있고[8], 말이 승마를 불편하게 인식할 수 있다는 연구 결과가 있다[9]. 더욱이, 기승자의 기승술, 기승자세 및 숙련도는 말의 정신적, 육체적 복지에 영향을 미치며[10-12], 말의 스트레스 행동(갈등 행동)의 발현 및 생리적인 변화를 유발한다[13-17]. 특히, 과도한 고삐 장력은 말의 정서 및 신체적 상태에 더욱 영향을 미치는 것으로 보인다. 초보 기승자가 고삐 사용의 미숙으로 재갈을 너무 가혹하고 불필요하게 사용하면 말에서 특히 민감한 부분인 입에 심각한 부상을 입힐 수 있고[18], 부주의하게 고삐를 당기면 말의 등이 흔들릴 수 있으며, 입에 작용하는 압력 신호가 일관되지 않으면 머리를 흔들거나 목을 앞으로 뺀 등 불편한 징후가 나타날 수 있다[19-21]. 또한, 말과 기승자 간에 체계적으로 약속된 신호가 없는 경우, 입에 대한 과도한 압력은 말의 스트레스 행동의 원인이 될 수 있고[8,22], 이러한 말의 반복적인 스트레스 행동(즉, 고개 들어 올리기, 고개를 흔드는 것 등)은 허리 통증과 만성적, 행동학적 또는 자세의 변화로 이어질 수 있다[12,23]. Lesimple 등[12,24]은 손이 높은 초보자가 기승할 경우, 말의 목이 높아지는 시간이 길어져 결과적으로 등과 허리에 더 많은 장해를 유발하며, 이런 기승자는 말에게 부정적인 경험이 된다고 하였다.

말의 스트레스 정도를 측정하기 위한 방법으로 심박동수, 체중, 체온, 혈중젖산, 코티솔(cortisol), 카테콜아민(catecholamine), 베타엔돌핀(beta-endorphin) 등 다양한 생리학적 인자들이 이용되고 있다[25,26]. 그중 심박동수(heart rate, HR) 측정은 말의 행동반응[27]과 스트레스[28-33]를 평가하는 데 유용한 도구로 사용되었다. 일반적으로 말이 스트레스를 받으면 심박동수(HR)가 변화하면서 심장박동과 박동 사이 간격의 차이를 나타내는 심박동수변이(heart rate variability, HRV)가 발생하는데, 심박동수변이에는 인접한 심박수 사이 간격의 차이를 제공한 값의 평균의 제곱근으로 구한 지표로 고주파수 지표값과 상관성이 높고, 부교감신경계 활성도를 주로 반영하는 RMSSD(root means square of standard deviation), 각각의 심박동 사이 간격이 평균과 얼마나 많은 차이를 나타내는가를 의미하는 SDNN(standard deviation of normal to normal interval), 부교감신경계의 활동에 대한 지표인 고주파(high-frequency, HF) 및 교감신경계와 부교감신경계의 활동을 동시에 반영하나, 대부분 교감신경계활동의 지표로 활용되는 저주파(low-frequency, LF) 등이 있다[34]. Salahuddin 등[35]은 스트레스 반응 척도를 이용하여 스트레스가 높은 집단일수록 고주파수(HF)는 낮아지고, 저주파수(LF)와 LF/HF는 높아짐을 확인

하여 스트레스 수준이 심박동수변이 지표와 관련되어 있음을 증명하기도 하였다. 심박동수변이(HRV)는 심박동수 및 심박동 매개변수 등이 연계되어 많은 동물들의 자율신경계(autonomic nervous system, ANS)에 조절 특성에 대한 보다 정확한 정보를 제공한다[33]. 하노베리안종말을 대상으로 실시한 연구에서는 말이 갑자기 움직이는 자극에 노출된 후 반응성과 진정시간, 그리고 심박동수와 RMSSD 사이에 강한 상관관계가 있다는 것을 확인했다[36]. 낮은 HRV 지수(SDNN 및 RMSSD)의 의미는 부교감신경 길항작용의 불충분으로 생리학적 제어가 교감신경계로 이동했음을 나타낸다[33]. 그래서 부교감신경 반응성이 낮은 말은 스트레스를 더 많이 받는다[30,37].

수의사들은 종종 말의 치간 공간에 재갈에 의한 손상이 있다고 보고했다[18,20,38-41]. Cook과 Mills[42]는 재갈을 제거한 후 많은 행동 문제가 사라지는 것을 확인하고, 말의 안전, 복지 및 성과와의 관련성 때문에 재갈에 의한 손상 평가가 필요하다고 하였다. 또한, 승마운동 시 말의 스트레스 완화를 위한 안장패드[43], 완충고삐[44], 재갈없는 굴레[42] 등의 개발이 이루어졌는데, 완충고삐 사용으로 초보자 승마강습 시 말의 스트레스가 완화된다는 과학적 검증 사례는 찾아보기가 어려웠다. 2014년 8월 덴마크에서 열린 국제마술과학학회(International Equitation Science Conference)에서 탄성 삽입물이 고삐 장력에 미치는 영향을 다룬 논의에서는 고삐에 적용되는 탄성 삽입물이 일반 승마에서는 말 입에 더 적은 장력을 미칠 수 있으나, 마장마술에서 요구되는 고도의 승마술을 수행할 때에는 부조의 정확한 전달이 부족할 수 있으므로 이에 대한 논의가 더 필요하다고 하였다[45]. 하지만, 초보자의 기승 시 스트레스를 저감시킬 수 있는 방법에 관한 정보는 아직 상당히 부족한 현실이다. 이에 본 연구는 초보자와 숙련자 기승 시 말의 스트레스 차이와 초보자 기승 시 완충고삐 사용이 말의 스트레스 감소에 효과가 있는지를 검증하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

초보자와 숙련자 간의 승마운동 시 승용마의 스트레스를 비교하고, 초보자가 일반고삐를 착용한 경우와 완충고삐를 착용한 경우에 승용마의 스트레스를 비교하였으며, 각각의 경우에서 승마운동은 평보, 경속보, 좌속보 등을 실시하였다.

실험 대상

초보자는 승마 경험이 주 2회, 회당 30분 기승하여 총 20회 내외인 20대 3명(남 1명, 여 2명)으로 체중은 54 ± 3.5 kg이었고, 숙련자는 말산업국가자격증(말조련사, 승마지도사 등) 취득자로서 20대 3명(여 3명)으로 체중이 55 ± 3.0 kg이었다.

파행검사와 심폐기능검사에서 문제가 없는 신체 건강하고 학생 승마 교육용으로 사용되는 말 6두(암 5두, 거세 1두, 나이 8-17세, 품종 더러브렛 4두, 워블러드 2두)를 사용하였으며, 이 말들의 평소 사양관리는 하루에 말 체중의 2%에 해당하는 양의 사료(건초 : 농후사료 = 7 : 3 비율)를 3-4회 나누어 급여하였다. 평소 실험마의 운동관리는 매일, 하루에 평균 1시간씩 평보, 속보, 구보를 적절히 실시하였으며, 관리형태는 마방(3.6 m × 3.6 m) 내에서 관리하였으며, 1일 평균 2시간 정도는 방목장에서 일광욕을 실시하였다.

기승자에 적응을 시키기 위해 일주일에 3회 이상 기승예정자가 해당 말과 접촉하며 끌기 10분, 솔질하기 10분, 마방관리 등을 실시하여 친밀한 관계를 형성하도록 하였다.

실험 장비 및 측정 방법

완충 고삐

승마운동 시 말 스트레스 완화 여부 검사를 위해 사용된 완충고삐는 일반고삐를 개조하여 재갈에서 가까운 쪽(50 cm 위치)에 원래의 고삐(20 cm)와 고무밴드(길이 12.5 cm, 폭 3 cm)를 부착하여 연결하였다(Fig. 1).

심박동 측정 장비

심박동수(HR) 및 심박동수변이(HRV)를 측정하기 위하여 무선심박동기(POLAR V800, Heart Rate Meter, Finland)를 사용하였는데, 심박동수 측정단자는 복대형 벨트로 되어 있어서 말의 가슴에 둘러 장착하였고, 측정자가 5 m 거리범위 내에서 심박동수 모니터를 통해 기록하였다. 심박동수변이는 RMSSD, SDNN, LF/HF 등 항목의 측정값을 조사하였다(Fig. 2).

실험 절차

승마운동은 지름 17 m인 원형마장에서 실시하였으며, 마장 바닥은 모래(깊이 5 cm)로 되어

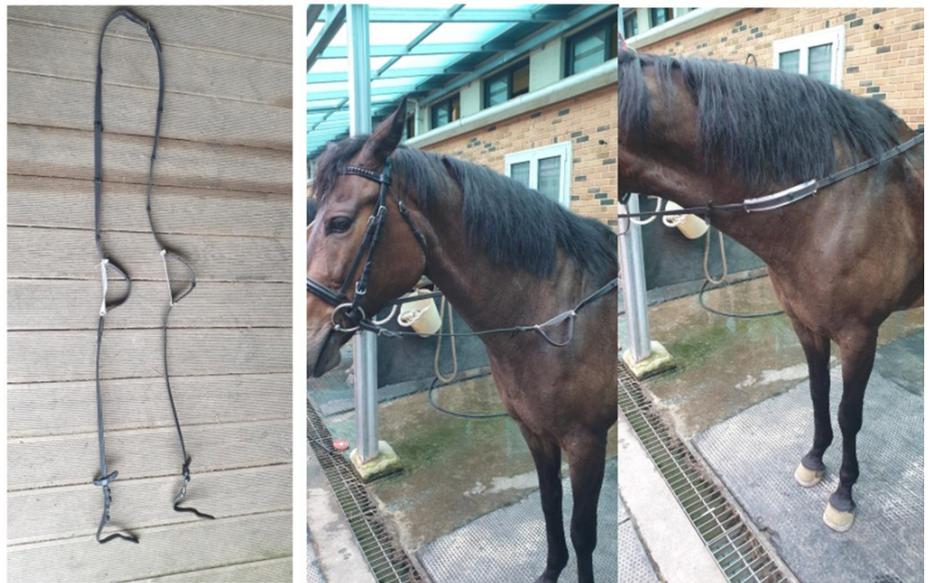


Fig. 1. Buffer rein used in the experiment.



Fig. 2. Wireless heart rate device - POLAR V800, Heart Rate Meter, Finland.

있고, 일정한 길이를 지키고 이탈 방지를 위해 안, 밖에 울타리를 설치하였다. 말이 환경에 영향을 받아 발생할 수 있는 심리적 변화를 줄이기 위해 원형마장 외곽은 2 m 높이의 차벽이 설치되었다(Fig. 3).

기승자가 기승한 상태에서 승마운동은 단계적으로 평보(92 m/min) 5분, 경속보(160 m/min) 3분, 좌속보(160 m/min) 3분, 평보(92 m/min) 3분 등의 순으로 실시하였다.

자료 처리

초보자와 숙련자 간의 기승 시 승용마의 스트레스의 유의성을 검증하기 위해 oneway ANOVA 처리 후 유의한 차이를 보이는 경우는 Tukey's HSD(Honest Significant Difference) test로 어떤 집단 간의 차이가 있는지를 통계처리 하였다. 통계 프로그램은 program R의 최신 버전 4.1.0을 사용하여 유의차는 $p < 0.05$ 로 설정하였으며, HRV 데이터는 Kubios HRV software(Kubiosstandard 3.2.0)로 산출하였다.

결 과

본 연구는 기승경험에 따라 기승자를 숙련자와 초보자 두 군으로 분류하고, 기승경험이 적은 초보자가 기승할 때 말이 더 많은 스트레스를 받는지를 알아보기 위해서 각 군의 기승자가 말을 타고 평보, 경속보 그리고 좌속보를 하는 동안에 말의 심박동수와 심박동수변이(RMSSD, SDNN 및 LF/HF 등)를 측정하였다.

심박수는 운동량이 증가하면 증가한다. 심박동수의 증가만으로는 스트레스로 인한 증가인지 확인하기가 어려우므로 RMSSD, SDNN 및 LF/HF 등을 측정하여 비교하였다.

또한, 초보자가 일반고삐를 사용해 기승한 경우와 완충고삐를 사용해 기승한 경우에 말이 느

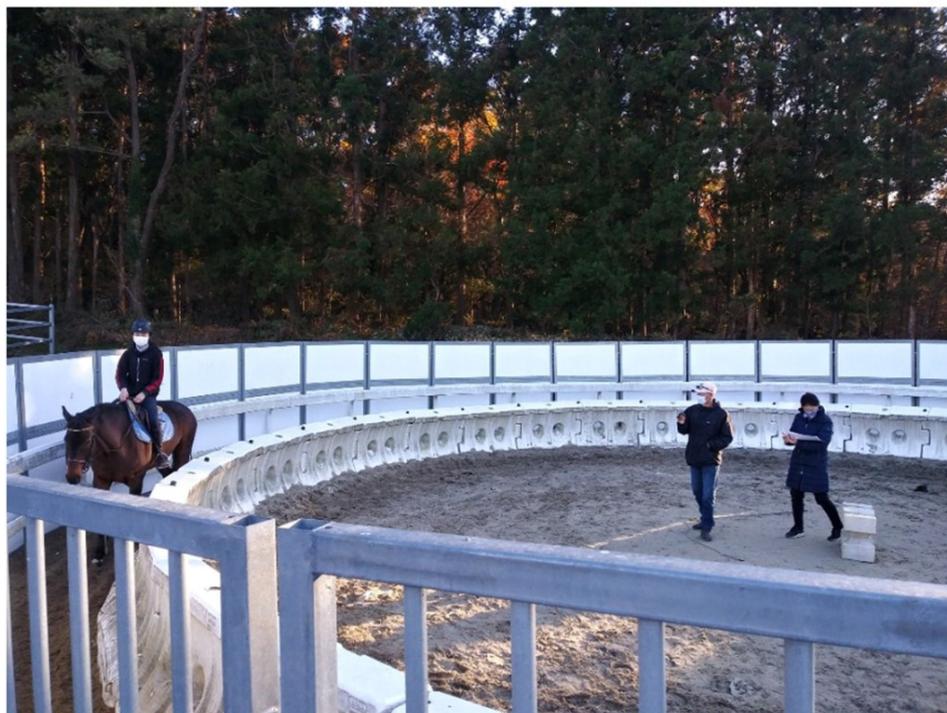


Fig. 3. A rider and a horse being under test in the round pen.

끼는 스트레스에 어떠한 차이가 있는지 알아보기 위하여 평보, 경속보 그리고 좌속보 등 운동단계에 따라 말의 심박동수와 심박동수변이(RMSSD, SDNN 및 LF/HF 등)를 측정한 결과는 다음과 같았다.

운동단계별 심박동수(beats/min) 변화

숙련자가 말에 기승하여 단계별로 평보, 경속보 그리고 좌속보를 하는 동안에 말의 심박동수는 각각 60.86 ± 13.34 (beats/min), 87.80 ± 11.81 (beats/min), 그리고 84.29 ± 13.23 (beats/min)이었는데, 초보자가 기승한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 각각 63.89 ± 8.02 (beats/min), 92.72 ± 12.05 (beats/min) 그리고 95.56 ± 13.21 (beats/min)로써, 숙련자가 기승한 경우에 비해 초보자가 기승한 경우 모든 운동단계에서 더 높은 심박동수를 보였다(Table 1).

초보자가 기승하여 완충고삐를 사용한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 각각 59.12 ± 14.07 (beats/min), 87.31 ± 13.07 (beats/min) 그리고 85.52 ± 12.65 (beats/min)로서 초보자가 일반고삐를 사용한 경우에 비해 완충고삐를 사용한 경우 모든 단계에서 더 낮은 심박동수를 보였다.

기승자의 숙련도 및 말의 운동단계에 따라 말 심박동수의 변화 정도를 알아보기 위하여 숙련자가 평보기승을 할 때 말의 심박동수를 기준(100%)으로 정한 경우, 숙련자가 경속보 및 좌속보로 기승 시 말의 심박동수는 각각 144.27%, 138.50%로 평보에서 보다 속보에서 증가하였고, 초보자가 일반고삐를 사용해서 기승을 한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 말의 심박동수가 각각 104.98%, 152.35% 그리고 157.02%로 숙련자가 기승한 경우보다 더 증가하였다. 그러나 초보자가 완충고삐를 사용해서 기승한 경우에는 심박동수가 각각 97.14%, 143.46% 그리고 140.52%로써, 숙련자가 일반고삐를 사용해 기승한 경우와 거의 유사한 수준으로 심박동수가 안정화되었다.

운동단계별 RMSSD(ms) 변화

숙련자가 말에 기승하여 단계별로 평보, 경속보 그리고 좌속보를 하는 동안에 말의 RMSSD는 각각 26.51 ± 6.50 (ms), 10.05 ± 3.68 (ms), 그리고 11.05 ± 3.34 (ms)이었는데, 초보자가 기승한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 각각 20.32 ± 5.54 (ms), 8.29 ± 3.16 (ms) 그리고 6.43 ± 1.83 (ms)로써, 숙련자가 기승한 경우에 비해 초보자가 기승한 경우 모든 운동단계에서 낮은 RMSSD를 보였다. 특히 좌속보에서는 *p*-value가 0.035로 유의성 있게 감소하였다(Table 2).

초보자가 기승하여 완충고삐를 사용한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 각각 22.84 ± 8.42 (ms), 17.46 ± 10.83 (ms) 그리고 8.97 ± 2.87 (ms)로써 초보자가 일반고삐를 사용한 경우에 비해 완충고삐를 사용한 경우 모든 운동단계에서 증가된 RMSSD를 보였다.

기승자의 숙련도 및 말의 운동단계에 따라 말 RMSSD 변화 정도를 알아보기 위하여 숙련자가 평보기승을 할 때의 RMSSD를 기준(100%)으로 정한 경우, 숙련자가 경속보 및 좌속보로 기승 시 말의 RMSSD는 각각 37.91%, 41.68%로 평보에서보다 속보에서 감소하였는데, 초보자가 일반고삐를 사용해서 기승을 한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 말의 RMSSD는 각각 76.65%, 37.27% 그리고 24.25%로 모든 운동단계에서 더 감소하였다. 그러나 초보자가 완

Table 1. Difference of average heart rates (beats/min) of horses between experienced rider (regular reins) and beginner rider (regular reins & buffer reins)

	Rider	Reins	Walk	Rising trot	Sitting trot
Heart rate (beats/min)	Experienced rider (E)	Regular (a)	60.86 ± 13.34 (100.00%)	87.80 ± 11.81 (144.27%)	84.29 ± 13.23 (138.50%)
	Beginner rider (B)	Regular (a)	63.89 ± 8.02 (104.98%)	92.72 ± 12.05 (152.35%)	95.56 ± 13.21 (157.02%)
	Beginner rider (B)	Buffer (b)	59.12 ± 14.07 (97.14%)	87.31 ± 13.07 (143.46%)	85.52 ± 12.65 (140.52%)

Table 2. Difference of average RMSSD (ms) of horses between the experienced rider (regular reins) and beginner rider (regular reins & buffer reins)

	Rider	Reins	Walk	Rising trot	Sitting trot
RMSSD (ms)	Experienced rider (E)	Regular (a)	26.51 ± 6.50 (100.00%)	10.05 ± 3.68 (37.91%)	11.05 ± 3.34 (41.68%)
	Beginner rider (B)	Regular (a)	20.32 ± 5.54 (76.65%)	8.29 ± 3.16 (37.27%)	6.43 ± 1.83 ¹⁾ (24.25%)
	Beginner rider (B)	Buffer (b)	22.84 ± 8.42 (86.16%)	17.46 ± 10.83 (65.86%)	8.97 ± 2.87 (33.84%)

¹⁾Significantly different ($p < 0.05$) from sitting trot of experienced rider equipped regular reins. RMSSD, root mean square of successive differences.

충고삐를 사용해서 기승한 경우에는 RMSSD가 각각 86.16%, 65.86% 그리고 33.84%로써, 초보자가 일반고삐를 사용해 기승한 경우보다 모든 운동단계에서 증가하였고, 특히 경속보에서는 숙련자의 경속보 시 보다도 더 증가하였다.

운동단계별 SDNN(ms) 변화

숙련자가 말에 기승하여 단계별로 평보, 경속보 그리고 좌속보를 하는 동안에 말의 SDNN은 각각 30.35 ± 6.08(ms), 19.26 ± 8.13(ms), 그리고 17.11 ± 5.70(ms)이었는데, 초보자가 기승한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 각각 32.22 ± 6.28(ms), 13.45 ± 2.59(ms) 그리고 14.48 ± 5.81(ms)로써, 숙련자가 기승한 경우에 비해 초보자가 기승한 경우 평보에서는 약간 증가했으나, 경속보와 좌속보에서는 낮은 SDNN을 보였다(Table 3).

초보자가 기승하여 완충고삐를 사용한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 각각 31.94 ± 11.61(ms), 21.40 ± 2.55(ms) 그리고 16.88 ± 5.67(ms)로써 초보자가 일반고삐를 사용한 경우에 비해 완충고삐를 사용한 경우 평보에서는 큰 차이가 없으나, 경속보와 좌속보 단계에서 높은 SDNN을 보였다. 특히 경속보에서는 p -value가 0.045로 유의성 있게 증가하였다.

기승자의 숙련도 및 말의 운동단계에 따라 말 SDNN 변화정도를 알아보기 위하여 숙련자가 평보기승을 할 때 말의 SDNN을 기준(100%)으로 정한 경우, 숙련자가 경속보 및 좌속보로 기승 시 말의 SDNN은 각각 63.46%, 56.38%로 평보에서보다 속보에서 감소하였고, 초보자가 일반고삐를 사용해서 기승을 한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 말의 SDNN이 각각 106.16%, 41.74% 그리고 47.71%로 평보에서는 약간 증가하였으나, 경속보와 좌속보에서는 더 많이 감소하였다. 그러나 초보자가 완충고삐를 사용해서 기승한 경우에는 SDNN이 각각 105.24%, 70.51% 그리고 55.62%로써, 경속보에서 숙련자가 일반고삐를 사용해 기승한 경우보다 오히려 증가를 보였고, 좌속보에서는 거의 유사한 수준으로 SDNN이 안정화되었다.

운동단계별 LF/HF 변화

숙련자가 말에 기승하여 단계별로 평보, 경속보 그리고 좌속보를 하는 동안에 말의 LF/HF는 각각 1.95 ± 0.46, 7.44 ± 4.25, 그리고 10.49 ± 4.79이었는데, 초보자가 기승한 경우에는 평보,

Table 3. Difference of average SDNN (ms) of horses between the experienced rider (regular reins) and beginner rider (regular reins & buffer reins)

	Rider	Reins	Walk	Rising trot	Sitting trot
SDNN (ms)	Experienced rider (E)	Regular (a)	30.35 ± 6.08 (100.00%)	19.26 ± 8.13 (63.46%)	17.11 ± 5.70 (56.38%)
	Beginner rider (B)	Regular (a)	32.22 ± 6.28 (106.16%)	13.45 ± 2.59 (41.74%)	14.48 ± 5.81 (47.71%)
	Beginner rider (B)	Buffer (b)	31.94 ± 11.61 (105.24%)	21.40 ± 2.55 ¹⁾ (70.51%)	16.88 ± 5.67 (55.62%)

¹⁾Significantly different ($p < 0.05$) from rising trot of beginner rider equipped regular reins. SDNN, standard deviation of normal to normal interval.

경속보 그리고 좌속보에서 각각 7.00 ± 2.85 , 10.17 ± 8.21 그리고 13.47 ± 7.91 로써, 숙련자가 기승한 경우에 비해 초보자가 기승한 경우 모든 운동단계에서 높은 LF/HF를 보였다.

초보자가 기승하여 완충고삐를 사용한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 각각 7.52 ± 6.85 , 7.89 ± 5.58 그리고 7.38 ± 5.24 로서 초보자가 일반고삐를 사용한 경우에 비해 완충고삐를 사용한 경우 평보에서는 약간 증가를 보였고, 경속보와 좌속보 운동단계에서는 감소된 LF/HF를 보였다.

기승자의 숙련도 및 말의 운동단계에 따라 말 LF/HF 변화 정도를 알아보기 위하여 숙련자가 평보기승을 할 때의 LF/HF를 기준(100%)으로 정한 경우, 숙련자가 경속보 및 좌속보로 기승 시 말의 LF/HF는 각각 381.54%, 537.95%로 평보에서보다 속보에서 현저히 증가하였는데, 초보자가 일반고삐를 사용해서 기승을 한 경우에는 평보, 경속보 그리고 좌속보에서 말의 LF/HF는 각각 358.97%, 521.54% 그리고 690.76%로 모든 운동단계에서 더 많은 증가를 보였다. 그러나 초보자가 완충고삐를 사용해서 기승한 경우에는 LF/HF가 각각 385.64%, 404.62% 그리고 378.46%로써, 초보자가 일반고삐를 사용해 기승한 경우보다 평보에서는 약간 증가를 하였으나, 경속보와 좌속보 운동단계에서는 감소하였는데, 특히 좌속보에서는 숙련자의 좌속보 경우보다도 더 감소되었다.

결론

기존 연구에 따르면 승마운동은 사람에게 체중감량, 운동증진, 통증감소, 균형능력 향상 및 정서적 안정감 등에 효과가 있다[1,46,47]. 하지만 말에 오르고 내리는 행위[9], 승마운동 시 기승술에 따라 달라지는 기승자의 자세[48-50], 불안정한 손[44,51] 등은 말에게 스트레스와 불안을 유발할 수 있다. 승마스포츠는 종목에 따라 기승자가 고삐를 이용해 속도와 방향을 조절하고, 말의 에너지와 추진력을 조절하며, 머리와 목 위치를 조절할 수 있는데, 이를 달성하기 위해서는 기승자의 골반과 몸통이 말의 움직임과 조화를 이루어 움직이는 독립적인 기좌를 개발해야 하며, 어깨와 팔꿈치 관절은 독립적으로 움직여서 기승자의 손이 재갈과 일관된 연결을 유지할 수 있도록 해야 한다[52]. 숙련자가 초보자에 비해 골반 유연성이 좋고[49], 상지 근육을 적게 동원하며[50], 팔꿈치와 어깨신전각도가 더 커서 안정적인 자세로 말에게 보다 명확한 신호를 전달한다[53,54]고 하여, 승마초보자는 불안정한 기승자세로 불확실한 신호를 말에게 전달하여 스트레스를 유발할 수 있음을 반영한다.

스트레스 평가를 위해 심박동수와 심박동수변이(RMSSD, SDNN 및 LF/HF)가 많이 활용되고 있다. 심박동수는 분당 심장의 수축(박동)수로 측정된 심박동의 속도이다. 심박동수는 산소를 흡수하고 이산화탄소를 배출해야 하는 등 신체의 신체적 필요에 따라 달라질 수 있지만, 유전, 체력, 스트레스 또는 심리적 상태, 호르몬 상태, 환경 등 수많은 요인에 의해 조절된다(Wikipedia). 심박동수는 건강과 운동강도 설정의 지표가 되며(두산백과), 활동근의 산소요구량을 공급하는 역할을 하므로 노동부담이 증가함에 따라 직선적으로 상승한다(농촌진흥청: 농업용어사전). 심장에 연결된 교감신경과 부교감신경은 서로 길항적으로 작용하는데, 교감신경이 활성화되면 심장박동이 빨라지고 부교감신경이 활성화되면 심장박동이 느려진다(동물대백과). Malik 등[55]에 의하면, RMSSD는 인접한 심박동 사이 간격의 차이를 제공한 값의 평균의 제곱근으로 심장에 관여하는 자율신경 중 부교감신경의 활동을 평가하고자 할 때 가장 흔하게 이용되는 변수로, RMSSD의 감소는 스트레스의 증가를 나타내는 지표가 된다. SDNN은 전체 심박동 사이 간격의 표준편차(the standard deviation of the NN interval)를 나타내는데, 이는 기록시간 동안에

각각의 심박동 사이 간격이 평균과 얼마나 많은 차이를 나타내는가를 의미하며, 심박동의 변화가 얼마나 되는지를 가늠할 수 있는 지표이다. 일반적으로 SDNN의 감소는 스트레스 저항도의 감소, 즉 스트레스의 증가를 나타낸다. LF는 상대적인 저주파 성분으로 교감신경계와 부교감신경계의 활동을 동시에 반영하나, 대부분 교감신경 활동의 지표로 활용한다. 일반적으로 LF가 증가하는 경우에 HRV는 감소한다. HF는 상대적으로 고주파수 영역이며, 호흡 활동과 관련이 있는 성분으로 부교감신경계의 활동에 대한 지표인데, 지속적인 스트레스나 공포, 불안이 발생할 경우 낮게 나타난다. 보통, HF가 증가하게 되면 전반적으로 HRV가 증가하게 된다. LF/HF는 LF와 HF 간의 비율을 의미하는데, 이는 교감신경과 부교감신경 즉, 자율신경의 전체적인 균형 정도를 반영하며, 경우에 따라서는 교감신경의 활동에 대한 지표로 이용되기도 한다. 이 수치는 교감신경의 활동도에 비례하고 부교감신경의 활동도에 반비례한다.

이러한 말의 스트레스를 줄이기 위한 방법으로, 기승자의 기좌 및 말과 기승자의 상호작용을 긍정적으로 개선하기 위해 압력매트, 근육활동 측정 및 기타 데이터와 같은 기술을 사용할 수 있고[56], 훈련용 마틴게일을 사용하여 초보자가 타는 말들의 머리 위치를 안정시킬 수 있으며[51], 재갈이 없는 굴레를 착용하고 기승운동을 한 말들의 행동반응이, 일반재갈을 착용하고 기승운동을 했을 때보다 향상되었다[42]는 보고가 있었는데, 탄성소재를 삽입한 고삐의 작용은 말의 스트레스 행동반응에 별다른 영향을 미치지 않았고[51], 탄성소재가 수년 동안 복대와 고삐 등의 장비에서 '양보'와 유연성을 얻기 위해 사용되어 왔으나, 고삐에 적용된 탄성삽입물이 일반적인 승마에서는 장력을 덜어줄 수 있는데, 특정 마장마술 운동을 할 때 적용되는 탄성소재 고삐의 장력은 정교한 부조 전달에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다[57].

이에 본 연구에서는 초보기승자가 탄성물체가 부착된 완충고삐를 사용할 경우, 말의 스트레스를 감소시키는데 효과가 있을 것이라는 가설을 세우고, 기승 경험과 고삐유형별 말의 스트레스를 차이를 조사하기 위해 심박동수 및 심박동수변이를 측정하고 비교 분석하였다. 심박동수와 심박동수변이는 스트레스 정도를 측정하는 유용한 지표로 활용된다. 즉, Von Borell 등[33]은 낮은 HRV 지수(SDNN 및 RMSSD)는 부교감신경 길항작용의 불충분으로 생리학적 제어가 교감신경계로 이동했음을 나타낸다고 하였고, Visser 등[30]은 부교감신경 반응성이 낮은 말은 스트레스를 더 많이 받는다고 하였는데, 본 연구결과 숙련자가 일반고삐를 사용하여 기승한 경우에 비해 초보자가 일반고삐를 사용하여 기승한 경우 모든 운동단계에서 낮은 RMSSD를 보였고, 특히 좌속보에서는 p -value가 0.035로 유의성 있게 감소하여 숙련자가 기승할 때보다 초보자가 기승할 때 스트레스를 더 받는 것으로 나타났다. 이는 타액 코티솔 농도를 분석한 기존의 연구에서 승마강습프로그램이 초보자용 말과 중급자용 말, 그리고 초보기승자와 중급기승자의 스트레스 수준에 영향을 미치지 않았다[58]는 보고와 차이가 있는데, 기존의 연구에서 초보자와 중급자의 기승 횟수가 주 1회, 회당 2시간으로 총 10-25회로 설정되어 있으나, 중간에 10분 휴식 시간이 있어 총 기승 횟수를 20-50회로 보았을 때, 본 연구에서 초보자의 기승횟수가 주 2회, 회당 30분으로 총 20회 내외로 설정된 것과 실험시간 및 강도의 차이는 있으나, 최소 20회 기승 경험이 있는 초보자와 50회의 기승경험이 있는 중급자는 기승운동 시 말에게 거의 비슷한 수준의 스트레스를 줄 수 있을 것으로 생각된다.

또한, 본 연구에서 초보자가 일반고삐를 사용하여 기승한 경우에 비해 초보자가 탄성물질이 부착된 완충고삐를 사용하여 기승한 경우, 일반고삐를 사용한 경우에 비해 평보에서는 큰 차이가 없었으나, 경속보와 좌속보 단계에서 높은 SDNN을 보였고, 특히 경속보에서는 p -value가 0.045로 유의성 있게 증가하여 완충고삐를 사용하여 기승했을 때, 말이 스트레스를 덜 받는 것으로 나타났다. 특히 초보자가 완충고삐를 사용하고 경속보를 한 경우에는 숙련자가 일반고삐를

사용해 기승한 경우보다 SDNN이 오히려 증가를 보였고, 좌속보에서는 거의 유사한 수준으로 SDNN이 안정화되었다. 이는 경속보가 좌속보에 비해 더 안정적이고, 말의 등에 스트레스를 덜 주지만[59], 초보자의 경우 숙련자에 비해 경속보 시 더 불안정한 자세를 취하게 된다[52]는 기존의 연구와 일치함과 동시에 완충고삐가 초보자 기승시 말의 스트레스를 완화시키는 데 도움이 될 수 있음을 나타낸다.

본 연구를 통해 기승운동 시 초보자가 숙련자보다 말에게 스트레스를 더 유발하고, 초보자 기승운동 시 완충고삐의 사용이 일반고삐를 사용할 때보다 스트레스를 감소시킨다는 것을 확인하였다. 향후 실험 환경조건을 완벽하게 설정함으로써 외부요인이 말의 심리에 미치는 영향을 최소화하고, 말과 기승자(초보자, 숙련자) 수도 늘려 실험표본을 확대하고, 완충고삐의 장력을 몇 단계로 분류하여 추가보완실험을 한다면 완충고삐가 말의 스트레스에 미치는 영향에 대해 더 많은 정보를 얻을 수 있을 것이라 기대한다.

REFERENCES

1. Miller RM. Behavior and misbehavior of the horse. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2001;17:379-87. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30068-8](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30068-8)
2. Visser EK, Van Reenen CG, Blokhuis MZ, Morgan EKM, Hassmén P, Rundgren TMM, et al. Does horse temperament influence horse-ridercooperation? *J Appl Anim Welf Sci.* 2008;11:267-84. <https://doi.org/10.1080/10888700802101254>
3. McLean AN, McGreevy PD. Horse-training techniques that may defy the principles of learning theory and compromise welfare. *J Vet Behav.* 2010;5:187-95. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2010.04.002>
4. Visser EK, Van Reenen CG, Rundgren M, Zetterqvist M, Morgan K, Blokhuis HJ. Responses of horses in behavioural tests correlate with temperament assessed by riders. *Equine Vet J.* 2003;35:176-83. <https://doi.org/10.2746/042516403776114108>
5. Symes D, Ellis R. A preliminary study into rider asymmetry with inequitation. *Vet J.* 2009; 181:34-7. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.03.016>
6. De Cocq P, Van Weeren PR, Back W. Effects of girth, saddle and weight on movements of the horse. *Equine Vet J.* 2004;36:758-63. <https://doi.org/10.2746/0425164044848000>
7. Ille N, Aurich C, Erber R, Wulf M, Palme R, Aurich J, et al. Physiological stress responses and horse rider interactions in horses ridden by male and female riders. *Comp Exerc Physiol.* 2014;10:131-8. <https://doi.org/10.3920/CEP143001>
8. McGreevy P, McLean A. Behavioural problems with the ridden horse. In: Mills DS, McDonnell SM, editors. *The domestic horse: the evolution, development and management of its behaviour.* Cambridge: Cambridge University Press; 2005. p. 196-211.
9. von Borstel UK, Keil J. Horses' behavior and heart rate in a preference test for shorter and longer riding bouts. *J Vet Behav.* 2012;7:362-74. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2012.02.006>
10. Ödberg FO, Bouissou MF. The development of equestrianism from the baroque period to the present day and its consequences for the welfare of horses. *Equine Vet J.* 1999; 31:26-30. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05152.x>
11. Lovett T, Hodson-Tole E, Nankervis K. A preliminary investigation of rider position during walk, trot and canter. *Equine Comp Exerc Physiol.* 2005;2:71-6. <https://doi.org/10.1079/EC P200444>
12. Lesimple C, Fureix C, Menguy H, Hausberger M. Human direct actions may alter animal welfare, a study on horses (*Equus caballus*). *PLOS ONE.* 2010;5:e10257. <https://doi.org/>

- 10.1371/journal.pone.0010257
13. von Borstel UU, Duncan IJH, Shoveller AK, Merckies K, Keeling LJ, Millman ST. Impact of riding in a coercively obtained Rollkur posture on welfare and fear of performance horses. *Appl Anim Behav Sci.* 2009;116:228-36. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.10.001>
 14. Quick JS, Warren-Smith AK. Preliminary investigations of horses' (*Equus caballus*) responses to different bridles during foundation training. *J Vet Behav.* 2009;4:169-76. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2008.12.001>
 15. Williams LR, Warren-Smith AK. Conflict responses exhibited by dressage horses during competition. *J Vet Behav.* 2010;5:215. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2009.11.002>
 16. Górecka-Bruzda A, Kosińska I, Jaworski Z, Jezierski T, Murphy J. Conflict behavior in elite show jumping and dressage horses. *J Vet Behav.* 2015;10:137-46. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2014.10.004>
 17. Hall C, Heleski C. The role of the ethogram in equitation science. *Appl Anim Behav Sci.* 2017;190:102-10. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.02.013>
 18. Cook WR. Bit-induced pain: a cause of fear, flight, fight and facial neuralgia in the horse. *Pferdeheilkunde.* 2003;19:1-8.
 19. Jeffcott LB. Back problems in the horse: a look at past, present and future progress. *Equine Vet J.* 1979;11:129-36. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1979.tb01324.x>
 20. Cook WR, Strasser H. Metal in the mouth: the abusive effects of bitted bridles. Qualicum Beach, BC: Sabine Kells; 2003. p.134.
 21. Tiggelman SL. The influence of head and neck position on stress in the horse. Utrecht, Netherlands: Utrecht University; 2010.
 22. Kaiser L, Heleski CR, Siegford J, Smith KA. Stress-related behaviors among horses used in a therapeutic riding program. *J Am Vet Med Assoc.* 2006;228:39-45. <https://doi.org/10.2460/javma.228.1.39>
 23. Hausberger M, Gautier E, Biquand V, Lunel C, Jégo P. Could work be a source of behavioural disorders? A study in horses. *PLOS ONE.* 2009;4:e7625. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007625>
 24. Rochais C, Fureix C, Lesimple C, Hausberger M. Lower attention in a daily environment: a novel cue for detecting chronic horses' back pain? *Sci Rep.* 2016;6:20117. <https://doi.org/10.1038/srep20117>
 25. Forrean JH, Ferlazzo A. Physiological responses to stress in the horse. *Pferdeheilkunde.* 1996;12:401-4. <https://doi.org/10.21836/PEM19960405>
 26. Marc M, Parvizi N, Ellendorff F, Kallweit E, Elsaesser F. Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. *J Anim Sci.* 2000;78:1936-46. <https://doi.org/10.2527/2000.7871936x>
 27. Munsters CCBM, Visser KEK, van den Broek J, van Oldruitenborgh-Oosterbaan MMS. The influence of challenging objects and horse-rider matching on heart rate, heart rate variability and behavioural score in riding horses. *Vet J.* 2012;192:75-80. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.04.011>
 28. Thayer JF, Hahn AW, Pearson MA, Sollers J, Johnson PJ, Loch WE. Heart rate variability during exercise in the horse. *Biomed Sci Instrum.* 1997;34:246-51.
 29. Kuwahara M, Hiraga A, Kai M, Tsubone H, Sugano S. Influence of training on autonomic nervous function in horses: evaluation by power spectral analysis of heart rate variability. *Equine Vet J.* 1999;31:178-80. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05213.x>

30. Visser EK, van Reenen CG, van der Werf JTN, Schilder MBH, Knaap JH, Barneveld A, et al. Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses. *Physiol Behav.* 2002;76:289-96. [https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(02\)00698-4](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00698-4)
31. Rietmann TR, Stuart AEA, Bernasconi P, Stauffacher M, Auer JA, Weishaupt MA. Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters. *Appl Anim Behav Sci.* 2004;88:121-36. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.02.016>
32. Pomfrett CJD, Pollard BJ, Glover DG, Bollen BG. Perturbation of heart rate variability in cattle fed BSE-infected material. *Vet Rec.* 2004;154:687-91. <https://doi.org/10.1136/vr.154.22.687>
33. von Borell E, Langbein J, Després G, Hansen S, Leterrier C, Marchant-Forde J, et al. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals: a review. *Physiol Behav.* 2007;92:293-316. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.01.007>
34. Kim W, Woo JM, Chae JH. Heart rate variability in psychiatry. *J Korean Neuropsychiatr Assoc.* 2005;44:176-84.
35. Lizawati S, Cho J, Jeong MG, Kim D. Ultra short term analysis of heart rate variability for monitoring mental stress in mobile settings. In: *Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS Cité Internationale; 2007; Lyon, France.*
36. von Borstel UK, Euent S, Graf P, König S, Gauly M. Equine behaviour and heart rate in temperament tests with or without rider or handler. *Physiol Behav.* 2011;104:454-63. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.05.010>
37. Janczarek I, Stachurska A, Wilk I, Krakowski L, Przetacznik M, Zastrzeżyńska M, et al. Emotional excitability and behaviour of horses in response to stroking various regions of the body. *Anim Sci J.* 2018;89:1599-608. <https://doi.org/10.1111/asj.13104>
38. Smith JC. Osteitis and sequestrum formation of the interdental region of the mandible in 11 polo ponies. *Vet Rec.* 1993;133:188-9.
39. Jansson N, Hesselholt M, Falmer-Hansen J. Extirpation of amandibular canine tooth in a horse as a treatment for severe bit-induced traumato the bar. *Equine Vet Educ.* 1998; 10:143-5. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3292.1998.tb00868.x>
40. Cook WR. Pathophysiology of bit control in the horse. *J Equine Vet Sci.* 1999;19:196-204. [https://doi.org/10.1016/S0737-0806\(99\)80067-7](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(99)80067-7)
41. Johnson TJ. Surgical removal of mandibular periostitis (bone spurs) caused by bit damage. *Proc Am Ass Equine Pract.* 2002;48:458-62.
42. Cook WR, Mills DS. Preliminary study of jointed snaffle vs. crossunder bitless bridles: quantified comparison of behaviour in four horses. *Equine Vet J.* 2009;41:827-30. <https://doi.org/10.2746/042516409X472150>
43. Ricken J. Anti-stress saddle pad for horses. United States patent US4974397.1990.
44. Keppick K. Equestrian training device. United States patent US6349527B1.2002.
45. Christensen JW, Munk R, Hawson L, Palme R, Larsen T, Egenvall A, et al. Rider effects on horses' conflict behaviour, rein tension, physiological measures and rideability scores. *Appl Anim Behav Sci.* 2021;234:105184. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105184>
46. Kwon MS, Shin SH, Go SG. The effects of horseback riding on musculoskeletal ankle joint during gait to people with intellectual and developmental disabilities. *Korean J Phys Educ.* 2010;49:473-82.
47. Lee C, Kim H, Lee I. The effect of horse-riding exercise on the balance ability in the chronic

- low back pain patients. *J Korean Soc Integr Med.* 2014;2:101-8. <https://doi.org/10.15268/ksim.2014.2.1.101>
48. Schils SJ, Greer NL, Stoner LJ, Kobluk CN. Kinematic analysis of the equestrian — walk, posting trot and sitting trot. *Hum Mov Sci.* 1993;12:693-712. [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(93\)90011-D](https://doi.org/10.1016/0167-9457(93)90011-D)
 49. Münz A, Eckardt F, Witte K. Horse-rider interaction in dressage riding. *Hum Mov Sci.* 2014;33:227-37. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2013.09.003>
 50. Heo MH, Kim D, Lee E, Yang J, Kim Y. A comparative analysis of muscle activation according to walking step of horse in skilled and unskilled riders - focusing on ordinary walks, sitting trots, and riding trots. *J Korean Soc Wellness.* 2017;12:459-68. <https://doi.org/10.21097/ksw.2017.08.12.3.459>
 51. Heleski CR, McGreevy PD, Kaiser LJ, Lavagnino M, Tans E, Bello N, et al. Effects on behaviour and rein tension on horses ridden with or without martingales and rein inserts. *Vet J.* 2009;181:56-62. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.03.011>
 52. Terada K, Clayton HM, Kato K. Stabilization of wrist position during horseback riding at trot. *Equine Comp Exerc Physiol.* 2006;3:179-84. <https://doi.org/10.1017/S1478061506337255>
 53. Oh WY, Ryew CC, Kim JH, Hyun SH. Kinematic analysis of horse-riding posture according to skill levels during rising trot with JeJu-horse. *Korean J Sport Biomech.* 2009;19:467-79. <https://doi.org/10.5103/KJSB.2009.19.3.467>
 54. Ryew CC. Kinematic analysis on the stabilization & correction effects of riding posture according to rider's skill levels in horse back riding. *Korean J Sport Biomech.* 2012;22:83-94. <https://doi.org/10.5103/KJSB.2012.22.1.083>
 55. Malik M, Bigger JT, Camm AJ, Kleiger RE, Malliani A, Moss AJ, et al. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.* 1996;17:354-81. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.eurheartj.a014868>
 56. Greve L, Dyson S. The horse-saddle-rider interaction. *Vet J.* 2013;195:275-81. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.10.020>
 57. Hayley R, Alison A. Is elastic fantastic? The impact of elastic inserts on rein tension. In: *Proceedings of the 10th International Equitation Science Conference; 2014; Velje, Denmark.*
 58. Kang OD, Yun YM. Influence of horse and rider on stress during horse-riding lesson program. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2016;29:895-900. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.1068>
 59. Peham C, Kotschwar AB, Borkenhagen B, Kuhnke S, Molsner J, Baltacis A. A comparison of forces acting on the horse's back and the stability of the rider's seat indifferent positions at the trot. *Vet J.* 2010;184:56-9. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.04.007>