

Effects of Different Music Genres on the Stress Levels of Jeju Crossbred Horses

Yoonjeong Jang^{1†}, Jae-Young Choi^{2†}, Jongan Lee³, Yongjun Kang², Nayoung Kim², Minjung Yoon⁴, Moon-Cheol Shin⁵, Sang-Min Shin², Sangsoo Sun¹ and Jiwoong Lee^{1*}

¹Division of Animal Science, Graduate School, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

²Subtropical Livestock Research Institute, National Institute of Animal Science, RDA, Jeju 63242, Korea

³Animal Genomics and Bioinformatics Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

⁴Animal Science and Biotechnology, Companion and Wild Animal Science, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

⁵Planning and Coordination Division, National Institute of Animal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

Received September 8, 2023 /Revised October 31, 2023 /Accepted November 1, 2023

This study investigated the effects of three music genres (classical, new age, and rock) on the stress levels of six Jeju crossbred horses (Jeju horse × Thoroughbred) in a horse stable. The horses were exposed to the three genres for seven days, and their stress levels were measured by analyzing physiological markers, including neurotransmitter (cortisol, β -endorphin, dopamine, serotonin, and oxytocin) plasma levels and creatine phosphokinase (CPK) and aldolase serum levels. The neurotransmitter analysis showed significant differences in cortisol levels between classical and new age music exposure. Dopamine levels decreased significantly only with new age exposure. Although there were no significant differences in β -endorphin levels between the three genres, β -endorphin levels decreased with increasing classical and new age music playback times and increased with increasing rock music playback times. There were no significant differences in serotonin levels between the three genres. Oxytocin levels decreased significantly with exposure to classical and rock music. The CPK and aldolase analyses showed that CPK levels decreased significantly only with exposure to new age music and increased after playback ended, while aldolase levels decreased significantly with classical and new age music exposure and increased after playback ended. These findings suggest that classical music and new age are the optimal music genres for the psychological stability of Jeju crossbred horses. Playing back an appropriate music genre could be used to improve breeding and promote the welfare of Jeju crossbred horses.

Key words : Animal welfare, Jeju crossbred horse, music genre, neurotransmitter, stress

서 론

야생마는 축화 전 초지에서 군집생활을 하며 자유롭게 활동하던 야생성을 지니고 있다. 그러나 축화 과정을 통하여 개별적 마방으로 사육환경이 바뀌었고 환경변화에 적응하는 과정에서 스트레스가 증가하여 생리학적 특성 변화와 부정적 행동이 발생하고 있다. 다양한 품종의 말은 용도에 따라 경마, 승마, 연구 등의 목적으로 생산되며,

마방 생활, 훈련, 승마 도중에도 작은 소리에 예민하게 반응하거나 매우 놀라는 모습을 볼 수 있다. 이러한 기질적 특성으로 사육에 어려움이 발생하고 승마 또는 경마 시에 기승자의 낙마 위험성이 증가한다. 또한 말의 스트레스로 인한 부정적 행동 빈도의 증가는 동물복지 측면에서 개선이 필요한 부분이다. Jeju crossbred는 천연 기념물 제 347호인 제주마와 더러브렛(Thoroughbred)을 교잡하여 한국인의 체형에 맞는 승용마로 개량을 진행하고 있다. 말의 효과적인 활용을 위해서 안전한 승용이 필수적이며, 말의 행동과 심리적 상태가 중요한 요인으로 작용하기 때문에 스트레스를 최소화시켜 말의 심리적 안정화를 유지하는 것이 중요하다.

말이 스트레스에 노출되면 항상성 유지를 위해 체내의 시상하부-뇌하수체-부신축(Hypothalamic-Pituitary-Adrenal axis, HPA axis)이 활성화되고 많은 시스템의 상호작용에 의해 스트레스 대표 물질인 cortisol과 다양한 스트레스

[†]Authors contributed equally.

*Corresponding author

Tel : +82-62-530-2111, Fax : +82-62-530-2129

E-mail : jwlee@jnu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed 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.

관련 신경전달물질이 분비된다[7]. 과도한 스트레스는 심박동(Heart Rate, HR) 상승에도 영향을 주어 말의 경계 및 악벽 등의 이상 행동과 휴식 행동에도 악영향을 미칠 수 있으며 스트레스와 관련된 신경전달물질 분석을 통해 말의 스트레스 정도를 평가하는 과정이 필요하다. 일반적으로 동물의 스트레스 저감을 위해 방목, 물리치료, 보충제 급여, 적절한 수준의 훈련 등의 방법이 사용되며, 청각이 발달된 말에게 청각적 자극인 음악을 이용하여 스트레스 저감에 효과를 줄 수 있을 것이다. 특히 음악은 심리적 또는 생리적 안정감을 주고, 포유류 및 영장류 동물들의 스트레스를 감소시키며 사람에게도 치료 목적으로 사용된다. 동물이 접할 수 있는 음악과 소음의 차이는 명확한 구분이 필요하며, 음악을 이용한 동물의 스트레스 저감 연구가 진행되기 이전에는 소음에 의해 동물에게 부정적인 행동 반응이 발생하였다. 소음에 의한 동물의 이상 행동 저감을 위해 다양한 동물에서 음악 연구가 활발히 진행되었으며, 음악을 활용하면 긍정적 효과가 있는 것으로 나타났다.

말에서는 최초로 다양한 장르의 음악을 제공하여 행동을 관찰하고[9], 음악 장르에 따른 경계 및 휴식 행동에 대한 연구를 진행하였으며[6], 말의 생리학적 연구를 위해 HR 및 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV), cortisol, β -endorphin 등을 이용한 연구가 진행되었다[7, 13, 19]. 그러나 국내에서 말을 대상으로 음악을 활용한 스트레스 저감 연구가 미진한 실정이고, 혈액 분석을 통한 스트레스 관련 신경전달물질의 지표가 명확하지 않아 다양한 장르의 음악을 이용하여 말의 생리학적 특성 변화를 구명하는 연구가 필요한 시점이라 사료된다.

따라서, 본 연구는 Jeju crossbred를 대상으로 다양한 음악 장르(Classic, Rock, New Age)를 활용하여 스트레스 저감 정도를 비교 분석하고 심리적 안정을 위한 최적의 음악 장르를 선정하기 위해 수행되었다. 또한 음악 장르에 따른 생리학적 특성을 구명하여 말의 사육 여건 개선 및 동물 복지 증진에 기여하고자 실시하였다

재료 및 방법

공시동물 및 시료채취

본 연구에 사용된 공시축은 농촌진흥청 국립축산과학원 난지축산연구소에서 2017년 생산된 Jeju crossbred 암컷 6두를 사용하였다. 개체마다 개별 마방(3.8 m × 3.3 m)에 배치하고 동일한 사육환경에서 실험을 진행하였다 (Fig. 1). 혈액은 말의 경정맥에서 20 ml를 채혈하여 EDTA tube (BD Vacutainer, San Jose, CA, USA) 와 SST tube (BD Vacutainer, San Jose, CA, USA) 를 사용해 보관하였다. 혈액은 1시간 정도 4°C에 냉장보관 후 원심분리기를 사용해 plasma 및 serum을 분리했고 -20°C 냉동고에 보관하였다



Fig. 1. Ground plan of a horse stable and location of music player.

[16]. 또한, VETSCAN HM5 (ABAXIS, Union City, CA, USA) [1]를 이용한 CBC (Complete Blood Count) 검사를 통해 건강상태가 양호한 개체들을 선발하였다. 본 연구의 동물실험은 국립축산과학원 동물실험윤리위원회의 승인 (NIAS20222448)을 받았으며 위원회 규정을 준수하여 수행하였다.

음악 장르 및 실험 기간

음악 장르는 Rock [6], New Age [19], Classic [6]로 구분했으며 장르별 문헌 정보를 참고해 대표성이 있는 곡을 선정하였다. 실험은 2022년 5월부터 6월에 진행하여 Rock, New Age, Classic 순으로 제공되었으며, 다른 음악 장르의 영향을 최소화하기 위해 첫 음악 장르의 재생이 종료되고 7일이 경과한 후에 다음 장르의 음악을 제공하였다. 음악은 오전 10시 30분부터 오후 1시 30분까지 7일간 동물 전용 스피커(MyPetSpeaker, Pet Acoustics, Washington D.C. USA)를 이용해 55~65 dB로 재생하였다.

생리학적 분석

스트레스 관련 신경전달물질은 plasma를 이용하여 ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) 분석을 통해 cortisol, β -endorphin, dopamine, serotonin, oxytocin의 농도를 측정하였다. Cortisol은 Cortisol ELISA kit (ADI-900-071, Enzo Life Science, New York, NY, USA), β -endorphin은 horse Bep (β -endorphin) ELISA kit (IT1465, St Louis, MO, ImmunotagTM, USA), dopamine은 horse Dopamine ELISA kit (HREB0039, AssayGenie, Dublin, Ireland), serotonin은 5-HT ELISA kit (MBS037450, MyBioSource, San Diego, CA, USA), Oxytocin은 Oxytocin ELISA kit (MBS2700454, MyBioSource, San Diego, CA, USA) 을 각각 사용하여 측정하였다(Table 1). ELISA 농도 측정은 Microplate spectrophotometer (Epoch2, BioTek, Winooski, VT, USA) 를 사용하여 Gen5 software (BioTek, Winooski, VT, USA) 를

Table 1. General information of the ELISA kit

ELISA Kit	Sensitivity	Wavelength	Sample dilution ratio
Cortisol	0.11 pg/ml	570-590 nm	1:8
β-endorphin	9.375 pg/ml	450 nm	1:2
Dopamine	0.49 ng/ml	450 nm	1:2
Serotonin	9.38 ng/ml	450 nm	Non-dilution
Oxytocin	4.99 pg/ml	450 nm	1:2

통해 농도 분석 결과를 확인하였다. 근육 손상 및 스트레스 관련 효소인 CPK (Creatine phosphokinase) 와 Aldolase 는 serum을 이용하여 각각 CPK 전용 NAC Activated (OSR 6179, Beckman Coulter, Fullerton, CA, USA) 와 Aldolase assay (AD189, Randox Laboratories Ltd, Antrim, UK) 로 분석하였고, Beckman Coulter AU5800 (Beckman Coulter, Brea, CA, USA) 을 통해 농도를 측정하였다. 혈액 추출 기간은 음악 재생 전 2일(PR2), 음악 재생 1~4일(Music-treated Days 1-4: MD4), 음악 재생 5~7일(Music-treated Days 5-7: MD7), 음악 재생 종료 후 2일(PO2) 로 구분하였다(Fig. 2).

통계 분석

통계는 음악 장르에 따른 기간별 스트레스 변화의 통계적 유의성을 확인하기 위해 SAS Package (Version 9.4; SAS,

Inst., Knc., Cary, NC, USA) 을 이용하였다. 생리학적 데이터는 결측치가 존재하여 일반선형모형(General Linear Model, GLM) 으로 분석하였다.

결과 및 고찰

New Age 제공에 따른 신경전달물질 및 효소 농도 변화

본 연구에서 New Age 제공을 통해 cortisol, dopamine, CPK, Aldolase에서 유의적인 차이를 보였다(Table 3). Cortisol (CTS) 은 부신 피질에서 분비되는 신경전달물질로 스트레스 자극을 받으면 cortisol 수치가 증가하여 스트레스 상태를 평가할 수 있다[24]. cortisol의 농도는 PR2에 7264.33 pg/ml, MD4에 5348.52 pg/ml, MD7에 4606.26 pg/ml, PO2에 3885.77 pg/ml을 나타냈다. New Age 제공에 의해 cortisol 농도가 점차적으로 감소하여 음악 종료 후에도 영향을 주어 Kędzierski [13] 등이 경주마에서 newage 음악을 제공하였을 때 시간에 따라 타액 cortisol 농도가 감소한 것과 동일한 결과를 확인하였다. Dopamine (DPM) 은 일종의 카테콜아민으로 뇌의 보상 및 쾌락을 조절한다 [23]. 반면, 물리적 및 심리적 스트레스는 dopamine을 전달 물질로 사용하는 뉴런의 활성화를 초래하여 중추신경계의 화학적 시냅스에서 dopamine 방출을 증가시켜 스트레스 정도를 예측하는 기능을 한다[20]. Dopamine의 농도는 PR2에 5.87 ng/ml, MD4에 5.29 ng/ml, MD7에 4.98 ng/ml,

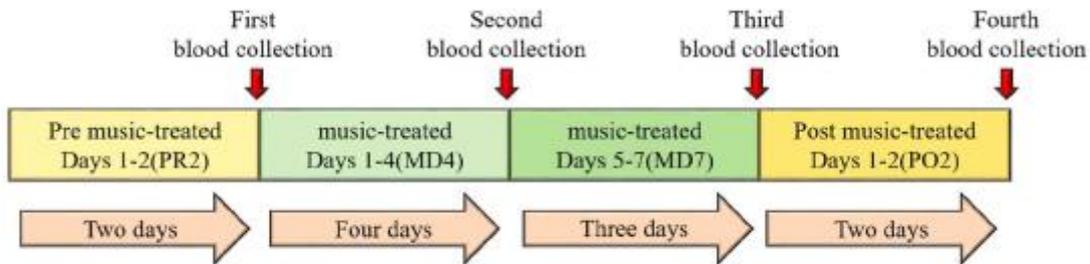


Fig. 2. An experimental period for blood collection by music genre.

Table 2. The means±Standard Deviations (SD) of plasma Cortisol (CTS), Dopamine (DPM), β-endorphin (BTE), Serotonin (5-HT) and Oxytocin (OXT), CPK, Aldolase (ALD) concentrations during experimental periods by New Age genre

New Age	¹ PR2	² MD4	³ MD7	⁴ PO2	*p-value
CTS (pg/ml)	7264.33±997.75 ^a	5348.52±1001.42 ^b	4606.26±580.74 ^c	3885.77±679.27 ^d	<0.0001
DPM (ng/ml)	5.87±0.84 ^a	5.29±0.76 ^{ab}	4.98±0.64 ^b	5.09±0.71 ^b	<0.05
BTE (pg/ml)	774.88±396.93	761.05±268.41	698.92±168.18	668.46±251.22	ns
5-HT (ng/ml)	132.36±23.14	137.79±35.28	130.42±41.22	112.68±26.64	ns
OXT (pg/ml)	823.18±278.32	766.45±178.02	685.27±170.89	624.84±209.76	ns
CPK (U/L)	326.20±77.83 ^a	216.60±38.71 ^b	212.00±46.89 ^b	265.00±83.42 ^{ab}	<0.05
ALD (U/L)	11.06±2.69 ^a	5.46±0.54 ^b	5.22±0.95 ^b	7.76±3.15 ^b	<0.01

¹PR2 = Days 1-2 pre music-treated, ²MD4 = Days 1-4 music-treated, ³MD7 = Days 5-7 music-treated and ⁴PO2 = Days 1-2 post music-treated.

*Values are presented as ns = p-value>0.05 and a, b, c, and d means within the same row with different superscripts were significantly different at p-value<0.05.

PO2에 5.09 ng/ml로 점차 감소하였고 음악이 종료된 후에도 수치를 유지하였다. β -endorphin (BTE) 은 중추신경계와 말초신경계 내의 특정 뉴런에 의해 분비되는 신경전달물질이다. 스트레스 요인이 발생하면 스트레스에 의한 통증을 인식하고 완화시켜 신체의 항상성을 유지하는 기능을 가져 β -endorphin의 농도 증가로 이어진다[17]. β -endorphin 농도는 PR2에 774.88 pg/ml, MD4에 761.05 pg/ml, MD7에 698.92 pg/ml, PO2에 668.46 pg/ml로 통계적 유의성은 없었으나, 감소하는 경향이 있었다. Serotonin (5-hydroxytryptamine, 5-HT) 은 모노아민 신경전달물질로 트립토판에서 합성되어 동물의 심리적 상태를 조절하고 사회적 상호작용을 촉진시킨다. 또한 공격성을 감소시키고 행복감을 느끼도록 하는 물질이다[12]. 5-HT의 농도는 PR2에 132.36 ng/ml, MD4에 137.79 ng/ml, MD7에 130.42 ng/ml, PO2에 112.68 ng/ml로 유의적 차이는 없었다. 음악 제공 4일에 조금 증가하였으나, 점차 감소하여 음악 종료 후에 감소하는 경향을 나타냈다. Oxytocin의 농도는 PR2에 823.18 pg/ml, MD4에 766.45 pg/ml, MD7에 685.27 pg/ml, PO2에 624.84 pg/ml로 시간에 따라 지속적으로 감소하는 경향을 나타냈다. Creatine Phosphokinase (CPK) 는 근육 손상에 따라 수치가 증가하는 효소로 동물의 장기와 밀접한 관계가 있어 동물 훈련 시에 근육 및 스트레스 상태를 파악하기 위해 주로 사용된다[15]. CPK 농도는 PR2에 326.20 U/L, MD4에 216.60 U/L, MD7에 212.00 U/L, PO2에 265.00 U/L로 지속적인 감소를 나타냈고, 음악 종료 후에 다시 상승하였다. Aldolase (ALD) 는 해당 과정에 작용하는 효소로 CPK와 같이 근육 손상에 관여하고, Aldolase의 농도가 높아지면 근육 손상과 스트레스 및 피부 질환이 발생하여 동물의 질병을 야기한다[18]. aldolase의 농도는 PR2에 11.06 U/L, MD4에 5.46 U/L, MD7에 5.22 U/L, PO2에 7.76 U/L로 감소하였고, 음악 종료 후에 다시 상승하였다. New Age 장르의 제공은 더러브렛의 심박동 변화에 긍정적인 영향을 주었다[13, 19]. 본 연구에서

스트레스 관련 물질 분석 결과를 통해 New Age 제공은 마방에 있는 말의 스트레스를 저감시켜 현장 사고 예방 및 훈련 능력에 영향을 주고 말 복지에도 긍정적인 효과가 있을 것으로 사료된다.

Classic 제공에 따른 신경전달물질 및 효소 농도 변화

본 연구에서 classic을 제공하여 cortisol, oxytocin, aldolase에서 유의적인 차이가 있었다(Table 4). Cortisol 농도는 PR2에 6106.08 pg/ml, MD4에 5786.07 pg/ml, MD7에 4810.87 pg/ml, PO2에 5071.60 pg/ml로 감소하였고 음악 종료 후에도 cortisol 농도는 감소하였다. dopamine 농도는 PR2에 4.79 ng/ml, MD4에 4.32 ng/ml, MD7에 3.86 ng/ml, PO2에 3.84 ng/ml로 통계적 유의성은 없었으나, 시간이 지남에 따라 점차 감소하였고 음악 종료 후에도 지속되었다. β -endorphin의 농도는 PR2에 534.62 pg/ml, MD4에 477.64 pg/ml, MD7에 455.50 pg/ml, PO2에 452.28로 유의적 차이는 없었으나, 점차 감소하는 경향을 나타내었고 음악 종료 후에도 지속되었다. 5-HT의 농도는 PR2에 123.51 ng/ml, MD4에 128.35 ng/ml, MD7에 125.11 ng/ml, PO2에 115.55 ng/ml로 음악 제공에 의해 농도가 변화하지는 않았으나, 음악이 종료된 후에 감소하는 경향을 보였다. Oxytocin (OXT) 은 시상하부에서 생성되고 뇌하수체 후엽에 저장되어 분비되는 신경전달물질로, 신뢰 행동, 관대함, 모성애 및 공감 능력과 같은 친화 행동을 조절한다[25]. 다른 기능으로 스트레스 반응 물질인 cortisol과 cytokine을 조절하여 스트레스에 의한 cortisol 상승을 약화시킨다[5]. Oxytocin의 농도는 PR2에 692.66 pg/ml, MD4에 573.18 pg/ml, MD7에 518.59 pg/ml, PO2에 500.86 pg/ml로 지속적으로 감소하였고, 음악 종료 후에도 유지되었다. CPK 농도는 PR2에 263.60 U/L, MD4에 286.00 U/L, MD7에 223.20 U/L, PO2에 243.80 U/L로 유의적 차이는 없었으나, 음악 제공 7일에 감소하였다. aldolase의 농도는 PR2에 7.60 U/L, MD4에 6.88 U/L, MD7에 5.20 U/L, PO2에 6.52 U/L로 음악

Table 3. The means \pm Standard Deviations (SD) of plasma Cortisol (CTS), Dopamine (DPM), β -endorphin (BTE), Serotonin (5-HT) and Oxytocin (OXT), CPK, Aldolase (ALD) concentrations during experimental periods by Classic genre

Classic	¹ PR2	² MD4	³ MD7	⁴ PO2	*p-value
CTS (pg/ml)	6106.08 \pm 1112.49 ^a	5786.07 \pm 1891.69 ^{ab}	4810.87 \pm 784.24 ^b	5071.60 \pm 943.56 ^{ab}	<0.05
DPM (ng/ml)	4.79 \pm 1.05	4.32 \pm 0.96	3.86 \pm 1.05	3.84 \pm 1.06	ns
BTE (pg/ml)	534.62 \pm 140.19	477.64 \pm 138.46	455.50 \pm 264.90	452.28 \pm 203.74	ns
5-HT (ng/ml)	123.51 \pm 30.97	128.35 \pm 32.44	125.11 \pm 34.31	115.55 \pm 24.96	ns
OXT (pg/ml)	692.66 \pm 237.97 ^a	573.18 \pm 125.79 ^{ab}	518.59 \pm 126.64 ^b	500.86 \pm 168.98 ^b	<0.05
CPK (U/L)	263.60 \pm 30.17	286.00 \pm 77.05	223.20 \pm 43.80	243.80 \pm 51.19	ns
ALD (U/L)	7.60 \pm 1.45 ^a	6.88 \pm 1.11 ^{ab}	5.20 \pm 0.62 ^b	6.52 \pm 1.47 ^{ab}	<0.05

¹PR2 = Days 1-2 pre music-treated, ²MD4 = Days 1-4 music-treated, ³MD7 = Days 5-7 music-treated and ⁴PO2 = Days 1-2 post music-treated.

*Values are presented as ns = p-value>0.05 and a, b, c, and d means within the same row with different superscripts were significantly different at p-value<0.05.

Table 4. The means ± Standard Deviations (SD) of plasma Cortisol (CTS), Dopamine (DPM), β-endorphin (BTE), Serotonin (5-HT) and Oxytocin (OXT), CPK, Aldolase (ALD) concentrations during experimental periods by Rock genre

Rock	¹ PR2	² MD4	³ MD7	⁴ PO2	*p-value
CTS (pg/ml)	6123.98±1104.85	6208.91±1058.44	6302.74±2105.82	7202.26±2166.36	ns
DPM (ng/ml)	5.59±0.47	5.71±0.94	5.59±0.71	5.61±1.13	ns
BTE (pg/ml)	634.72±294.67	704.60±284.85	772.66±239.12	691.23±364.71	ns
5-HT (ng/ml)	105.67±20.91	117.73±27.14	129.85±30.80	126.72±27.00	ns
OXT (pg/ml)	1048.27±104.39 ^a	931.78±272.16 ^{ab}	754.92±195.05 ^b	767.75±230.94 ^b	<0.01
CPK (U/L)	230.40±40.89	223.40±36.02	262.60±84.87	235.20±25.96	ns
ALD (U/L)	7.36±1.00	6.86±0.67	7.68±2.07	7.88±0.72	ns

¹PR2 = Days 1-2 pre music-treated, ²MD4 = Days 1-4 music-treated, ³MD7 = Days 5-7 music-treated and ⁴PO2 = Days 1-2 post music-treated.

*Values are presented as ns = p-value>0.05 and a, b, c, and d means within the same row with different superscripts were significantly different at p-value<0.05.

에 노출됨에 따라 감소하였고, 음악이 종료된 후에 조금 상승하였다. New Age 장르와 동일하게 말에게 classic 장르를 제공하여 스트레스 관련 물질의 농도를 감소시켰다. Classic 장르의 제공은 더러브렛의 경계 행동을 줄이고 휴식 행동을 증가시키는 것으로 보고되었다[6, 8, 11]. 본 연구를 통해 더러브렛에 대한 연구 결과와 유사하게 Classic 장르가 Jeju crossbred의 스트레스 저감에 영향을 주어 말 복지 개선에도 효과를 줄 것으로 추측된다. 또한 추가적 연구를 통해 장기적 음악 제공에 의한 효과를 구명하여 최적의 음악 재생 기간 설정이 필요할 것으로 사료된다.

Rock 제공에 따른 신경전달물질 및 효소 농도 변화

Rock은 장시간 재생을 통해 소음으로 작용할 수 있다 [3, 6]. 본 연구에서는 Rock을 제공하여 oxytocin에서만 통계적 유의성을 나타냈다(Table 5). Cortisol의 농도는 PR2에 6123.98 pg/ml, MD4에 6208.91 pg/ml, MD7에 6302.74 pg/ml, PO2에 7202.26 pg/ml로 음악 재생에 따른 유의적 차이는 없었으나, 음악 종료 후에 상승하는 경향을 보였다. dopamine 농도는 PR2에 5.59 ng/ml, MD4에 5.71 ng/ml, MD7에 5.59 ng/ml, PO2에 5.61 ng/ml로 음악 제공 기간에 따라 변화가 없었다. β-endorphin의 농도는 PR2에 634.72 pg/ml, MD4에 704.60 pg/ml, MD7에 772.66 pg/ml, PO2에 691.23 pg/ml로 유의적 차이를 확인할 수 없었으나 음악 제공 기간에 미세하게 증가하는 경향을 보였다. β-endorphin은 말의 스트레스를 평가하는 지표로 사용되고 있다 [17]. 그러나 음악 제공에 따른 말의 β-endorphin 농도 변화를 평가하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다. 5-HT의 농도는 PR2에 105.67 ng/ml, MD4에 117.73 ng/ml, MD7에 129.85 ng/ml, PO2에 126.72 ng/ml로 통계적 유의성은 없었으나, 음악에 노출되는 기간에 따라 점차 5-HT의 농도가 증가하였고 음악 종료 후에도 유지되었다. Oxytocin의 농도는 PR2에 1048.27 pg/ml, MD4에 931.78 pg/ml, MD7에 754.92 pg/ml, PO2에 767.75 pg/ml로 음악 제공 7일에 크게

감소하였고, 음악 종료 후에도 지속되었다. Oxytocin 농도 분석으로 모든 장르의 Oxytocin 농도가 감소하여 Jeju crossbred의 스트레스를 평가하는 지표로 사용하는 것은 적절하지 않은 것으로 사료된다. CPK 농도는 PR2에 230.40 U/L, MD4에 223.40 U/L, MD7에 262.60 U/L, PO2에 235.20 U/L로 통계적 유의성은 없었으나, 음악이 제공되고 7일 경과에 증가하여 다른 장르에 비해 가장 높은 농도를 나타냈다. 음악이 종료된 후에 음악 제공 전의 농도로 다시 감소하는 것으로 보아 rock이 소음으로 작용하는 것으로 사료된다. aldolase의 농도는 PR2에 7.36 U/L, MD4에 6.86 U/L, MD7에 7.68 U/L, PO2에 7.88 U/L로 기간에 따른 큰 변화는 나타나지 않았다. 따라서, rock 음악은 Jeju crossbred의 aldolase 농도 변화에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. Rock에 노출되면 말의 경계 행동이 증가하고 [6], 개의 cortisol 농도를 증가시킨다고 보고되었다[3]. 본 연구에서 Rock은 신경전달물질 및 효소 분석에 의해 Oxytocin을 제외한 모든 물질에서 유의적 차이는 없었다. 그러나 소음으로 작용할 수 있는 경향을 보여 Rock은 Jeju crossbred의 스트레스 저감에는 비효율적인 음악 장르로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2021년도 농촌진흥청 학·연협동연구과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(연구개발과제명: 국내산 승용마 기질 연관 특성 구명 연구, 연구개발과제 번호 : PJ01679701, 주관과제 번호 : PJ016797)의 지원에 의해 이루어진 것임.

The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest

with the contents of this article.

References

1. Algers, B. and Jensen, P. 1991. Teat stimulation and milk production during early lactation in sows: effects of continuous noise. *Can. J. Anim. Sci.* **71**, 51-60.
2. Beerda, B., Schilder, M. B., van Hooff, J. A. and de Vries, H. W. 1997. Manifestations of chronic and acute stress in dogs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **52**, 307-319.
3. Bowman, A., Scottish, S., Dowell, F. and Evans, N. 2017. The effect of different genres of music on the stress levels of kennelled dogs. *Physiol. Behav.* **171**, 207-215.
4. Brent, L. and Weaver, O. 1996. The physiological and behavioral effects of radio music on singly housed baboons. *J. Med. Primatol.* **25**, 370-374.
5. Cardoso, C., Ellenbogen, M. A., Orlando, M. A., Bacon, S. L. and Joobar, R. 2013. Intranasal oxytocin attenuates the cortisol response to physical stress: a dose-response study. *Psychoneuroendocrinology* **38**, 399-407.
6. Carter, C. and Greening, L. 2012. *Auditory stimulation of the stabled equine; the effect of different music genres on behaviour.* in *Proceedings of the 8th International Equitation Science Conference, Royal (Dick) Veterinary School, Edinburgh, 18th.*
7. Ferlazzo, A., Medica, P., Cravana, C. and Fazio, E. 2012. Circulating β -endorphin, adrenocorticotropin, and cortisol concentrations of horses before and after competitive show jumping with different fence heights. *J. Equine. Vet. Sci.* **32**, 740-746.
8. Hartman, N. and Greening, L. M. 2019. A preliminary study investigating the influence of auditory stimulation on the occurrence of nocturnal equine sleep-related behavior in stabled horses. *J. Equine. Vet. Sci.* **82**, 102782.
9. Houpt, K. A. and Kusunose, R., *Genetics of behaviour*, in *The genetics of the horse*. 2000. CAB International Wallingford UK. p. 281-306.
10. Howell, S., Schwandt, M., Fritz, J., Roeder, E. and Nelson, C. 2003. A stereo music system as environmental enrichment for captive chimpanzees. *Lab Anim.* **32**, 31-36.
11. Huo, X., Wongkwanklom, M., Phonraksa, T. and Na-Lampang, P. 2021. Effects of playing classical music on behavior of stabled horses. *Veterinary Integrative Sciences* **19**, 259-267.
12. Jacobs, B. L. and Azmitia, E. C. 1992. Structure and function of the brain serotonin system. *Physiol. Rev.* **72**, 165-229.
13. Kędzierski, W., Janczarek, I., Stachurska, A. and Wilk, I. 2017. Comparison of effects of different relaxing massage frequencies and different music hours on reducing stress level in race horses. *J. Equine. Vet. Sci.* **53**, 100-107.
14. Kogan, L. R., Schoenfeld-Tacher, R. and Simon, A.A. 2012. Behavioral effects of auditory stimulation on kennelled dogs. *J. Vet. Behav.* **7**, 268-275.
15. Meltzer, H., Holzman, P., Hassan, S. and Guschwan, A. 1972. Effects of phencyclidine and stress on plasma creatine phosphokinase (CPK) and aldolase activities in man. *Psychopharmacologia* **26**, 44-53.
16. Park, S. K., Jung, H. J., Choi, Y. L., Kwon, O. S., Jung, Y. H., Cho, C. I. and Yoon, M. 2013. The effect of living conditions on stress and behavior of horses. *J. Anim. Sci. Technol.* **55**, 325-330.
17. Pilozzi, A., Carro, C. and Huang, X. 2020. Roles of β -endorphin in stress, behavior, neuroinflammation, and brain energy metabolism. *Int. J. Mol. Sci.* **22**, 338.
18. Sardi, L., Gastaldo, A., Borciani, M., Bertolini, A., Musi, V., Martelli, G., Cavallini, D., Rubini, G. and Nannoni, E. 2020. Identification of possible pre-slaughter indicators to predict stress and meat quality: A study on heavy pigs. *Animals* **10**, 945.
19. Stachurska, A., Janczarek, I., Wilk, I. and Kędzierski, W. 2015. Does music influence emotional state in race horses? *J. Equine. Vet. Sci.* **35**, 650-656.
20. Stanwood, G. D. 2019. *Dopamine and stress*, in *Stress: Physiology, biochemistry, and pathology*. Elsevier. p. 105-114.
21. Uetake, K., Hurnik, J. F. and Johnson, L. 1997. Effect of music on voluntary approach of dairy cows to an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **53**, 175-182.
22. Wells, D. L. and Irwin, R. M. 2008. Auditory stimulation as enrichment for zoo-housed Asian elephants (*Elephas maximus*). *Anim. Welf.* **17**, 335-340.
23. Wise, R. A. 2004. Dopamine, learning and motivation. *Nat. Rev. Neurosci.* **5**, 483-494.
24. Yehuda, S. and Mostofsky, D. I. 2006. *Nutrients, stress and medical disorders*. Springer Science & Business Media
25. Zak, P. J., Stanton, A. A. and Ahmadi, S. 2007. Oxytocin increases generosity in humans. *PLoS One* **2**, e1128.

초록 : 마방에서 음악장르에 따른 Jeju crossbred의 스트레스 변화 연구

장윤정^{1*} · 최재영^{2†} · 이종안³ · 강용준² · 김나영² · 윤민중⁴ · 신문철⁵ · 신상민² · 선상수¹ · 이지웅^{1*}

(¹전남대학교 동물자원학부, ²농촌진흥청 국립축산과학원 난지축산연구소, ³농촌진흥청 국립축산과학원 동물유전체과, ⁴경북대학교 생태환경대학 축산BT학과, ⁵농촌진흥청 국립축산과학원 기획조정과)

본 연구는 Jeju crossbred 6두를 대상으로 다양한 장르(Classic, New Age, Rock)의 음악 활용을 통해 기간에 따른 스트레스 저감 정도를 비교 분석하였다. 말의 스트레스 상태를 평가하기 위해 신경전달물질(cortisol, β -endorphin, dopamine, serotonin, oxytocin)과 효소(CPK, Aldolase)의 농도 분석을 진행하였다. Plasma를 통해 분석된 신경전달물질 결과는 다음과 같다. cortisol은 Classic과 New Age에서 음악 제공 기간에 따라 유의적으로 감소하였고, Rock은 증가하는 경향을 보였다. Dopamine은 New Age에서만 유의적으로 감소하였고, Classic은 감소하는 경향을 보였으며, Rock은 차이가 없었다. β -endorphin은 모든 장르에서 통계적 유의성은 없었으나, Classic과 New Age에서 감소하고 Rock은 증가하는 경향을 나타냈다. Serotonin은 모든 장르에서 통계적 유의성이 없었다. Oxytocin은 Classic과 Rock에서 감소하였고, New Age는 차이가 없었다. Serum에 의해 분석된 스트레스 관련 효소의 농도는 다음과 같다. CPK는 New Age에서 유의적 차이로 감소하였고 음악 종료 후에 다시 증가하였다. Classic과 Rock은 유의적 차이가 없었다. Aldolase는 Classic과 New Age에서 유의적으로 감소하였고 음악 종료 후에 다시 증가하였다. Rock은 통계적 유의성이 없었다. 본 연구를 통해 Jeju crossbred의 심리적 안정을 위한 최적의 음악 장르로 Classic과 New Age가 적합하며, 음악 장르에 따른 생리학적 특성 구명을 통해 말의 사육 여건 개선 및 동물 복지 증진에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.