



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

碩士學位論文

승용마에서 운동에 따른 혈액학 및
혈청 생화학적 변화

濟州大學校 産業大學院

馬産業學科

高貞子

2017年 2月

승용마에서 운동에 따른 혈액학 및 혈청 생화학적 변화

指導教授 李 慶 甲

高 貞 子

이 論文을 理學 碩士學位 論文으로 提出함.

2016년 12월

高貞子の 理學 碩士學位 論文을 認准함.

審査委員長 서 종필 (인)

委 員 이 경갑 (인)

委 員 도 경탁 (인) 都敬

濟州大學校 産業大學院

2016年 12月

Effects of exercise on hematological and serum biochemical parameters in horses

Ko Jeong-Ja

(Supervised by Professor Lee Kyoung-kap)

Department of Horse Industry
Graduate School
Jeju National University

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the effect of exercise on hematological and serum biochemical parameters in horses. A test carried out before and after exercise in horses the following results were obtained.

Hematological values PCV, WBC, RBC, Hb and TP were increased significantly ($p < 0.01$), Fibrinogen increased slightly. In cases of serum electrolytes concentrations Na^+ was increased significantly ($p < 0.01$), K^+ was decreased slightly and Ca^{++} was decreased significantly ($p < 0.01$). As for the activity of the serum enzymes, CK was increased significantly ($p < 0.05$), AST, GGT activity were increased significantly ($p < 0.01$). Serum glucos was decreased significantly ($p < 0.05$), BUN, creatine and bilirubin were increased significantly ($p < 0.01$). Serum cortisol hormone elevated extremely ($p < 0.01$). The majority of values were within a normal reference range but the

bilirubin and cortisol was high increased significantly, beyond the normal reference range post-exercise.

As a result, there was a great physiological changes due to dehydration and It was confirmed that stress caused by a high increase of cortisol hormone. This study showed that the exercise stress induced additional significant changes of cortisol hormone, hematological and serum biochemical patterns in horses.

Keywords: dehydration, enzyme, exercise, hematological, horse riding, serun biochemical, stress.

목 차

Abstract.....	i
I. 서 론.....	1
II. 재료 및 방법.....	4
III. 결과.....	7
IV. 고찰.....	11
V. 결론.....	14
REFERENCE.....	16

I. 서론

말의 몸은 강한 운동을 할 수 있도록 잘 구성되었다. 말은 빨리 달리는 동안 신진대사율이 휴식기 보다 60 배의 산소섭취량을 증가시킬 수 있는 독특한 능력을 가지고 있다 [12]. 또한 말은 온도 조절 작용에 대한 부하를 보상하고 견딜 수 있는 막대한 용량의 체온조절시스템이 있으며, 운동과 같은 스트레스에 복잡한 방식으로 반응하는 규제 시스템이 있어 에너지를 공급하고 온도를 조절하여 이로 인해 땀을 생산하게 한다 [8].

운동으로 인한 피부수분 및 전해질 손실은 수화상태 또는 전해질 항상성과 온도조절에 의해 변화되며, 체내 수분과 전해질 불균형에 따라 말의 운동성을 제한하고 회복을 저해하는 요인이 될 수 있다 [8]. 그리고 운동 중 에너지 소비에 따른 에너지 균형은 신경분비 조절의 중요한 요인으로 작용 한다 [10, 16].

말에서 운동 강도와 운동지속시간은 에너지소비와 생리변화에 큰 영향을 미친다. 스트레스가 많은 환경조건, 새로운 상황에 대한 적응 및 훈련 상태 등이 같은 변화에 따라 조절될 수 있다. 특히 운동중 기능성 생체항상성을 유지하기 위한 자율신경 활성 및 호르몬 분비의 변화는 물질동원과 활용을 제어하는 feedforward 및 feedback 작용으로 연결된다 [17]. 이는 스트레스 요인에 대처해 생리적으로 안정된 상태를 유지하려는 반응, 즉 싸우거나 도피(fight or flight)하는 생체조절의 과정이다.

이처럼 말의 뛰어난 성능은 운동을 하는 동안 신경계, 호흡기, 심혈관계 및 근골격계가 잘 조화된 균형 잡힌 기능을 한다. 그럼에도 불구하고 말은 몹시 예민하여 스트레스와 관련된 여러가지 문제로부터 고통을 받을 수 있다. 스트레스의 원인이 되는 외인성 요인으로 운동, 수송, 파행, 질 나쁜 공기, 덥고 습한 대기, 미생물, 마방, 건조한 농축사료와 건조 등 그밖에 다양한 요인들이 있으며, 이러한 요소에 대한 관리 부족은 신체에 비정상적인 발병을 유도하여

건강상의 문제를 일으킬 수 있다 [3, 25, 26].

더욱이 스피드나 지구력 같은 심신이 소진되는 습관적인 극기력 운동은 면역계에 악영향을 미치고, 말초 혈액세포성분의 변화를 일으키며, 과운동증후군과 관련된 것으로 나타날 수 있다 [4, 5, 6]. 이로 인해 일부 조건에서는 해로운 영향과 내인성 스트레스의 원인이 되기도 한다. 내인성 스트레스는 신체를 공격하는 제약이며, 운동으로 인한 생리적 조정에 의해 일어난다. 또한 신체의 방어력을 약화시키고 바이러스나 박테리아와 같은 외인성 물질에 의한 공격을 촉진시킬 수 있다. 이러한 내인성 스트레스는 고칼륨혈증, 젖산혈증, 고체온증 등과 같은 산화스트레스를 일으킬 수도 있다 [3].

따라서 스트레스는 다양한 질병을 일으키고 건강 유지에 악영향을 미치므로 말의 건강관리, 운동력 향상 및 질병예방과 관련하여 중요한 요인으로 다루어진다. 이러한 말에서 운동에 의한 스트레스로 발생하는 변화에는 다양한 신체의 생리현상과 생화학적 변화가 나타날 수 있다.

말의 운동에 의한 탈수의 정도를 알아볼 수 있는 혈액학치로 충전세포용적(packed cell volume; PCV), 총단백질(total protein; TP)을 검사하며, 그밖에 백혈구(white blood cell; WBC), 적혈구(red blood cell; RBC), 헤모글로빈(hemoglobin; Hb), 섬유소원(fibrinogen; Fib.)을 검사한다. 또 말의 운동으로 인한 생리학적 평가로 혈청 생화학치 중 전해질은 나트륨(sodium; Na⁺), 칼륨(potassium; K⁺), 칼슘(calcium; CA⁺⁺)과 혈청효소 크레아티닌 키나아제(creatinine kinase; CK), 아스파르테이트 아미노 전이효소(aspartate amino transferase; AST), 감마 글루타밀 전이효소(gamma glutamyl transferase; GGT), 혈청 포도당(glucos; Glu), 혈액요소질소(blood urea nitrogen; BUN), 크레아티닌(creatine) 및 빌리루빈(bilirubin; Bil)을 검사하고 측정 비교함으로써 운동에 의한 탈수, 근육의 화학변화, 간 손상의 평가, 신장 기능과 단백질 대사 등 스트레스와 관련된 생화학적 변화를 확인할 수 있다.

특히 말의 운동 후 증가하는 효소 creatinine kinase는 횡문근융해증, 골격근 손상, 다발성 근염, 근육장애를 진단하며 AST와 근육에 존재한다. AST는 간

효소이며, 심장과 근육, 뇌에도 존재 하며, 골격근손상, 간 손상과 괴사를 진단한다. GGT는 간 손상, 간 경변, 담즙 등을 알아볼수 있는 효소이다. 반복적인 운동성 횡문근융해증을 앓고 있는 말에서 효소 활성은 각각 CK 10-900배, AST 5-100배 증가할 수 있다 [23, 30]. 주로 골격근에서 발견되는 효소인 CK, AST의 활성은 말에서 골격근 손상의 지표로 사용된다 [21]. 골격근이 손상되면 세포에서 이러한 효소가 배출되어 혈액 내 활성도가 상승 한다 [1, 27].

운동 후 탈수가 일어나면 증가하는 BUN은 조직,식이 단백질에서 생성된 암모니아가 간에서 생산되어 신장으로 배출되는 신장 기능과 단백질 대사의 중요한 마커이다. 급성 및 만성신부전증 방광과열을 진단하며 장시간 운동시에 BUN이 증가하게 된다. creatinine은 근육에 존재하며 근육에서 발생한 크레아티닌을 신장이 얼마나 잘 배출하는지에 따른 기능의 평가이자, 신장 기능을 검사하는 지표이다. Bilirubin은 간 손상의 평가로 사용되며 담도폐쇄를 진단하고 만성간경화와 간 담도질환을 알 수 있다.

그리고 cortisol은 당질코르티코이드계의 호르몬으로 부신피질에서 분비되는 하이드로코르티손인 스테로이드 호르몬이다. 부신피질은 스트레스나 낮은 농도의 혈중 글루코코르티코이드에 반응해 코르티솔을 분비하는데, 혈당을 높이고, 면역계 시스템을 저하시키며, 단백질, 탄수화물, 지방의 대사를 돕는 작용을 하여, 항상성 기능의 다양성을 유지하고 조절한다. 운동으로 인한 코르티솔 농도의 증가는 말에서 광범위하게 보고되었으며, 코르티솔은 운동으로 인한 스트레스 정도를 정량하기 위해 주로 사용되고 있다 [11, 20, 24].

이와 같이 본 연구에서는 운동에 의한 생리적 변화로 일어나는 혈액학치(PCV, WBC, RBC, Hb, TP, Fib.)와 생화학치 (Na^+ , K^+ , CA^{++} , CK, AST, GGT, glucos, BUN, creatine, bilirubin) 그리고 cortisol 호르몬 농도를 측정하고 생리현상과 스트레스 정도를 확인하여 승마운동으로 인한 말의 상태를 파악하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 대상동물

연구대상 말은 승마아카데미에서 승마강습에 사용되고 있는 제주산마(Jeju crossbred) 10두를 이용하였다. 성별 거세, 나이 4.5 ± 0.5 세, 체중 330 ± 40 kg, 체고 143 ± 5 cm이다. 이 말들은 마방 (3 m×3 m)에서 생활하며, 평소 승마강습이 없을 때는 워킹머신과 조마삭을 병행하여 조교하며, 아침급식은 농후사료(농협배합) 1.5-2 kg과 조사료 (건초 티모시, 알파파, 라이아그라스) 1.5-2 kg, 저녁급식으로 배합사료 1.5-2 kg과 조사료 1.5-2 kg을 공급하고, 물은 자유급수하나 승마강습 중에는 제한되어 각각 개체별 관리되었다.

승마경기장 실내 모래 트랙 (80 m×40 m)에서 승마아카데미 교육생 각 강습반별 10명이 기승하여 운동을 하였으며, 운동의 내용은 평보 5분, 경속보 50분 (좌속보 10분 포함), 구보 또는 평보 속보와 구보 (multiple gait)로 트랙을 한 바퀴씩 20분, 평보 5분으로 총 1시간 20분씩 각 강습반별 유사한 패턴으로 진행되었다.

이 연구는 승마아카데미 강습을 모니터링한 것으로 승마운동은 1회 9:00-10:20, 2회 13:00-14:20, 3회 15:40-17:00이며, 운동전과 3회차 운동 후 (17:00)에 채혈하여, 혈액검사를 통해 승마강습에 사용되고 있는 말의 운동전후 생리학적 변화를 비교 분석한 것이다. 동물실험과정은 제주대학교 동물실험윤리위원회의 승인 (승인번호: 2016-0050) 하에 시행되었다.

2. 채혈시기 및 방법

혈액 채혈은 운동전과 운동 후에 경정맥으로부터 일회용 주사기를 사용하여

10 ml 혈액을 채혈하였다. 혈액 검사용은 항응고제인 EDTA-3K로 처리된 vacutainer tube에 2 ml를 분주하여 혈액 검사에 사용하였다. 혈청검사용은 무 처리된 BD vacutainer tube에 8 ml를 분주하여 실온에서 응고 시킨 후 10 분간 3,000 rpm으로 원심분리 하여 혈청을 분리하였다. 분리된 혈청은 1 ml 단위로 분주하여 혈청학적 검사에 사용 하였고, 나머지 1 ml 단위로 분주한 혈청은 냉동 (-72 ℃) 보관하였다.

3. 검사방법

1) 혈액검사

PCV는 microcapillary tube를 이용하여 microhematocrit method로 측정하였으며, WBC, RBC와 Hb은 자동분석기 Celltac α, MEK-6450K (Nihon Kohden, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. TP 농도는 refractometer (AO spencer, USA)를 이용하여 측정하였고, 섬유소원은 Schalm's method를 이용하여 측정하였다.

2) 혈청 생화학검사

전해질 검사로 Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺농도를, 혈청 효소로는 CK, AST, GGT농도를, GLU, BUN, creatine, Bilirubin 농도를 화학치 종합테스터 분석기 Vet scan Equine Profile Plus (# 500-0043)를 이용하여 Vet scan Vs2 (Abaxis, California Us)로 측정하였다.

3) 코르티솔 농도 측정

형광면역 분석법(FIA)를 이용하여 혈청으로부터 코르티솔을 정량하기 위한 체외진단분석기, 내분비 물질 검사시약 카트리지테스트, 검사액튜브, capillary 캡으로 구성된 cartridge Vet Cortisol (Lot comha 01V) ichroma vet cortisol (Anivet diagnostics Inc. Korea)을 이용하여 Vet chroma (Boditech med Inc. Korea)로 cortisol의 농도를 측정하였다.

4. 통계처리

통계처리는 t-test를 이용하여 운동전, 운동 후의 검사 결과로 각 항목 혈액 변화를 비교하였고, 데이터는 $\text{mean} \pm \text{s.d}$ 로 표시하였다. 데이터 통계처리는 SPSS Package (Ver. 20.0; IBM, USA)을 이용하였다.

Ⅲ. 결과

1. 혈액학적 검사

운동전과 운동 후에 시행한 혈액 학적 검사 결과는 Table 1. 에 제시하였다. 운동전과 운동 후의 혈액학치를 비교하였을 때, 유의적인 변화가 관찰되었다. PCV는 30.3±2.71 %에서 34.0±1.70 %로, WBC수는 7.4±0.7 U/L에서 9.7±1.5 U/L로, RBC수는 7.0±0.56 U/L에서 8.1±0.57 U/L로, Hb은 10.6± 0.78 g/dL에서 12.3±1.01 g/dL로 TP은 6.3±0.30 g/dL에서 6.9±0.25 g/dL로 매우 유의성 있게 ($p<0.01$) 증가하였고, 섬유소원은 340±134.99 mg/L에서 440±126.49 mg/L로 다소 증가하였다.

Table 1. Hematological changes before and after exercise in ponies.

Parameter	Mean±s.d		p value
	pre-exercise (n=10)	post-exercise (n=10)	
PCV(%)	30.3±2.71	34.0±1.70	0.01**
WBC($10^9/L$)	7.4±0.73	9.7±1.51	0.01**
RBC($10^{12}/L$)	7.0±0.56	8.1±0.57	0.01**
Hemoglobin(g/dL)	10.6±0.78	12.3±1.01	0.01**
TP(g/100ml)	6.3±0.30	6.9±0.25	0.01**
Fib.(mg/100ml)	340±134.99	440±126.49	n.s

Values for blood parameters measured before and after exercise at; ** $p<0.01$. Values are presented as Mean±s.d. **, accuracy(99 %). Statistical significance: n.s $p>0.05$.

2. 혈청 생화학적 검사

1). 전해질

운동전과 운동 후에 시행한 혈청 전해질 검사 결과는 Table 2. 에 제시하였다. 운동전과 운동후의 혈청 전해질의 농도를 비교하였을 때, 유의적인 변화가 관찰되었다. Na⁺농도는 133±1.96 mmol/L에서 136±2.05 mmol/L로 매우 유의성 있게 ($p<0.01$) 증가하였고, K⁺농도는 4.04±0.56 mmol/L에서 4.01±0.29 mmol/L로 약간 감소하였으며, Ca⁺⁺농도는 12.6±0.23 mg/dL에서 11.9±0.34 mg/dL로 매우 유의성 있게 ($p<0.01$) 감소하였다.

Table 2. changes in serum electrolyte before and after exercise in ponies.

Parameter	Mean±s.d		p value
	pre-exercise (n=10)	post-exercise (n=10)	
Na ⁺ (mmol/L)	133 ± 1.96	136 ± 2.05	0.01**
K ⁺ (mmol/L)	4.04 ± 0.56	4.01 ± 0.29	n.s
Ca ⁺⁺ (mg/dL)	12.6 ± 0.23	11.9 ± 0.34	0.01**

Values for serum parameters measured before and after exercise at; ** $p<0.01$. Values are presented as mean±s.d. **; accuracy(99 %). Statistical significance: n.s $p>0.05$.

2). 혈청 효소와 화학치

운동전과 운동 후에 시행한 혈청 생화학 검사 결과는 Table 3. 에 제시하였다. 운동전과 운동 후 혈청 전해질의 농도를 비교하였을 때, 유의적인 변화가 관찰되었다. 혈청효소 CK 활성은 231±37.94 U/L에서 304±121.40 U/L로 유의성 있게 ($p<0.05$) 증가하였고, AST는 289±67.63 U/L에서 316±79.68 U/L로,

그리고 GGT는 11.1±1.29 U/L에서 12.7±1.64 U/L로 매우 유의성 있게 ($p<0.01$) 증가하였다. Glucose는 운동전 96±6.57 mg/dL에서 88±10.04 mg/dL로 유의성 있게 ($p<0.05$) 감소하였으며, BUN은 17.0±2.40 mg/dL에서 18.4±2.63 mg/dL로, creatinine은 1.23±0.19 mg/dL에서 1.51±0.25 mg/dL로, 그리고 Bilirubin은 2.95±1.26 mg/dL에서 4.40±2.25 mg/dL로 매우 유의성 있게 ($p<0.01$) 증가하였다.

Table 3. Enzyme and serum biochemical changes before and after exercise in ponies.

Parameter	Mean±s.d		p value
	pre-exercise (n=10)	post-exercise (n=10)	
CK(U/L)	231±37.94	304±121.40	0.05*
AST(U/L)	289±67.63	316±79.68	0.01**
GGT(U/L)	11.1±1.29	12.7±1.64	0.01**
Glucose(mg/dL)	96±6.57	88±10.04	0.05*
BUN(mg/dL)	17.0±2.40	18.4±2.63	0.01**
Creatinine((mg/dL)	1.23±0.19	1.51±0.25	0.01**
Bilirubin(mg/dL)	2.95±1.26	4.4±2.25	0.01**

Values for serum parameters measured before and after exercise at; * $p<0.05$; ** $p<0.01$. Values are presented as mean±s.d. *; accuracy(95 %).

3. 코르티솔 호르몬 농도

운동전과 운동 후에 시행한 혈청 cortisol 검사 결과는 Fig 1. 에 제시하였다.

운동전과 운동 후 혈청 cortisol의 농도를 비교하였을 때, 유의적인 변화가 관찰되었다. cortisol 농도는 $3.4 \pm 0.8 \mu\text{g/dL}$ 에서 $9.2 \pm 2.3 \mu\text{g/dL}$ 2.7배로 매우 유의성 있게 ($p < 0.01$) 증가 하였다.

cortisol $\mu\text{g/dL}$

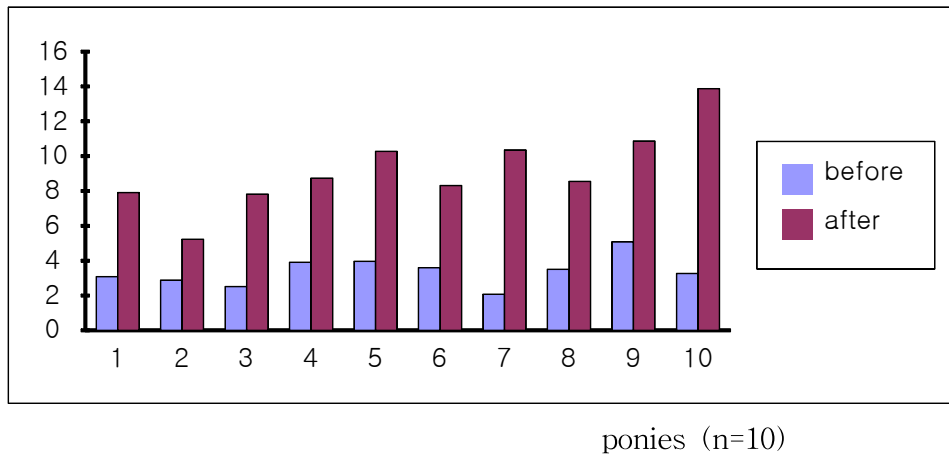


Fig 1. changes in serum cortisol concentration before and after exercise in ten ponies (Values are presented at $p < 0.01$)

IV. 고찰

운동으로 인한 혈액학 및 생화학적 변화는 사람, 설치류 그리고 말의 경우 운동의 유형, 운동 조절의 단계, 연령, 성별 및 몸 상태에 따라 변할 수 있다 [2, 13, 15, 27]. 또한 운동 스트레스에 의한 cortisol 호르몬 변화는 특히 운동의 강도와 지속시간과 밀접한 관계가 있으며, 운동으로 탈수가 일어나면 스트레스 수준이 높아질 수 있다 [8, 9, 22, 25].

Larsson, J 등의 120 km 지구력 경기 경주전과 경주 후(8-12시간) 비교한 연구에 따르면, WBC, RBC, Hb은 증가하고 TP의 수치가 감소한다. TP의 변화는 수분 공급과 밀접한 관계가 있으며, 경기 중 말의 자발적 수분섭취에 의해 TP는 신속하게 정상 수준으로 돌아올 수 있다 [7, 29]. Larsson, J 등의 연구는 경주 중 지속적으로 수분과 전해질을 공급하여서 TP가 감소하여, 본 실험과는 TP가 상반되게 나타난 것으로 보인다. 그러나 본 실험에서 WBC, RBC, Hb, TP 의 증가는 운동에 따른 땀 손실로 혈액량 감소와 운동 중 급수의 제한으로 나타나는 탈수의 결과라고 여겨진다.

Larsson, J 등의 120 km 지구력경기 경주전과 경주후의 연구에 따르면, Na^+ 은 증가하고, K^+ , Ca^{++} 이 감소하였다. 또 다른 연구 Rama, R의 100 km 장거리경주 보고에서는 말의 운동에 의한 혈중 전해질 Na^+ , K^+ 이 유의성 있게 ($p<0.05$) 증가하여 나트륨 혈증 및 고칼륨 혈증에 영향을 줄 수 있다고 하였다 [28]. K^+ 은 세포내에 존재하며 세포내액 및 외액사이의 균형을 조절하고, 산성 염기상태에 따라 세포막간 K^+ 의 이동이 이루어진다. 강한 운동후 K^+ 은 산증으로 세포내에서 즉시 세포외로 이동하며 고칼륨혈증을 일으킬수 있다 [8, 28]. 그러나 K^+ 의 감소는 알칼리증이 유도되어 세포외액의 K^+ 이 세포내액으로 이동하므로 체내 칼륨이 감소하게 된다. 본 연구에서 Na^+ 은 유의성 있게 증가하고, K^+ 약간 감소하며, Ca^{++} 이 유의성 있게 감소하여 Larsson, J 등의 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

운동을 하는 동안 탈수로 인하여 전해질 농도가 크게 변할 수 있으며, 운동으로 인한 스트레스가 혈중 전해질 농도에도 영향을 미칠 수 있다 [8]. 전해질 농도의 변화는 말에서 반복적인 운동성 횡문근융해증의 원인으로 연루되기도 한다 [14]. 그러나 본연구에서 전해질 Na^+ 의 증가는 운동으로 인해 세포내 및 세포외액 간 삼투질(osmolality) 농도의 불균형이 발생되면서 항상성을 유지하기 위해 증가 한 것이며, K^+ 은 약간 감소하지만 유의성이 없고, Ca^{++} 의 감소는 운동으로 인한 근육 수축 및 신경 세포 사이의 조절 작용으로 감소 현상이 일어난 것으로 보인다. 전해질 농도는 수분 공급과 급수 제한에 따라 변화될 수 있으며, 이 또한 운동에 의한 산증이라고 볼 수 있다.

Larsson, J 등의 120 km 지구력경기 경주전과 경주후의 연구에서 CK, AST, GGT, BUN, creatinine, Bilirubin은 상승하고 glucose는 감소하여 본 연구와 같은 경향을 보였다. 또 다른 연구 Rama, R의 100km 장거리경주 보고서는 CK, creatinine의 유의성 있는 ($p<0.05$) 증가는 급성신장 기능장애, 근육 손상이 관찰되었다고 하였다 [28].

본 연구에서 운동 후 말의 혈청근육효소의 유의적인 상승은 근육 세포 괴사가 아니라 세포막의 투과성 변화의 결과로 여겨지며, 대부분 정상범위 내로 운동으로 인해 활성이 상승된 것으로 보인다. 그렇지만 빌리루빈의 정상범위 (0.8-2.6 mg/dL)를 벗어난 2.95 ± 1.26 mg/dL에서 4.40 ± 2.25 mg/dL로 지나친 활성은 운동 외에도 건조한 농축사료나 건조 등이 원인이 될수 있으며, 간 기능의 이상 징후일 수도 있다. 말의 Bilirubin 농도의 해석과 변이에 대한 추가 조사가 요구된다. 그 밖의 혈청효소와 생화학치의 증가와 glucose의 감소는 근육 병증의 외적인 임상 징후와 관련이 없어보이며, 운동으로 인하여 에너지 소비 증대와 간 기능 및 신장 기능 대사 활성에 근거한 것으로, 발한작용과 운동 중 음수 섭취 제한으로 나타날 수 있는 탈수 현상으로 여겨진다.

운동으로 인한 스트레스 호르몬 cortisol에 대한 Linden, A 등의 연구 5가지 운동종류에 따른 혈장내 코르티솔 측정 결과에서 크로스컨트리 (saddlebred; 3.526 km; 471.8 sec) 1.6배 증가하였고, 속도경주는 (standardbred; 2.2 km;

178.2 sec) 1.9배 증가하고, 평지경주에서는 (throughbred; 2 km; 129.5 sec) 2.1배로 증가하였고, 쇼 점핑은 (saddlebred; 0.5 km; 96.6 sec) 2.2배의 증가를 보였으며, 지구력경기에서는 (saddlebred; 44 km; 14,000 sec) 2.7배로 증가하였다 [20]. 본 연구에서는 운동 후 혈청 내 코르티솔 농도가 운동전 $3.4 \pm 0.8 \mu\text{g/dL}$ 에서 $9.2 \pm 2.3 \mu\text{g/dL}$ 로 2.7 배로 매우 유의성 있게 ($p < 0.01$) 증가하여 Linden, A 등의 연구 44 km 지구력경기과 동일한 결과가 관찰되었다.

운동중 적절한 물과 전해질 공급은 신진대사의 산성 효과를 억제할 뿐만 아니라 운동으로 인해 발생하는 열을 낮추고, cortisol 호르몬 배출을 감소시킨다 [8]. 한편 운동으로 인한 에너지 소비에 따른 추가적인 에너지 섭취의 불균형은 신경 뇌분비 조절의 정상적인 패턴을 저해하는 다양한 요인으로 작용할 수 있다. 말초 호르몬의 징후는 사료 섭취, 지방산 대사 또는 포도당 및 인슐린 조절에 대한 영향을 통해 에너지 균형을 중재하는 역할을 한다 [10, 16]. 더욱이 글루카곤은 포도당신생물에 대한 간 아미노산 섭취 및 단백질 분해를 증가시킴으로써 이화작용을 하며, 게다가 cortisol은 근육에 이화작용을 한다. 운동 후 cortisol의 높은 증가는 성장 호르몬, 테스토스테론 및 인슐린의 동화작용을 약화시킬 수 [11, 18] 있으므로, 말을 관리하는 방법의 개선으로 코르티솔 호르몬 분비를 감소시키는 효과적인 방안이 필요하다.

이 연구는 혈액의 다양한 매개 변수를 기반으로 하여 승마 강습에 사용되는 말의 혈액 변화를 분석하여 승마운동이 스트레스와 생리학적 요구에 잘 반응하였다. 혈액 (PCV, WBC, RBC, Hb, TP, Fib.), 전해질 (Na^+ , K^+ , Ca^{++}), 혈청 생화학 (CK, AST, GGT, Glucose, BUN, creatinine, Bilirubin) 그리고 cortisol 호르몬의 변화는 운동에 따른 에너지 소비와 혈액량 감소로 땀 손실과 음수 섭취 제한의 결과이며, 탈수와 스트레스에 대한 혈장량 적응에 의한 항상성 기능을 반영한 것으로 보인다.

V. 결론

승용마의 운동 전후의 혈액 검사로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1). 운동 후에 운동 전과 비교한 PCV는 30.3 ± 2.71 %에서 34.0 ± 1.70 %로, WBC수는 7.4 ± 0.7 U/L에서 9.7 ± 1.5 U/L로, RBC수는 7.0 ± 0.56 U/L에서 8.1 ± 0.57 U/L로, Hb은 10.6 ± 0.78 g/dL에서 12.3 ± 1.01 g/dL로 TP은 6.3 ± 0.30 g/dL에서 6.9 ± 0.25 g/dL로 매우 유의성 있게 ($p < 0.01$) 증가하였고, Fib은 340 ± 134.99 mg/L에서 440 ± 126.49 mg/L로 다소 증가하였다.

2). 운동 후에 운동전과 비교한 Na^+ 농도는 133 ± 1.96 mmol/L에서 136 ± 2.05 mmol/L로 매우 유의성 있게 ($p < 0.01$) 증가하였고, K^+ 농도는 4.04 ± 0.56 mmol/L에서 4.01 ± 0.2 mmol/L로 약간 감소하였으며, Ca^{++} 농도는 12.6 ± 0.23 mg/dL에서 11.9 ± 0.34 mg/dL로 매우 유의성 있게 ($p < 0.01$) 감소하였다.

3). 운동 후에 운동전과 비교한 CK 활성은 231 ± 37.94 U/L에서 304 ± 121.40 U/L로 유의성 있게 ($p < 0.05$) 증가하고, AST는 289 ± 67.63 U/L에서 316 ± 79.68 U/L로, 그리고 GGT는 11.1 ± 1.29 U/L에서 12.7 ± 1.64 U/L로 매우 유의성있게 ($p < 0.01$) 증가하였다. Glucose는 운동전 96 ± 6.57 mg/dL에서 88 ± 10.04 mg/dL로 유의성 있게 ($p < 0.05$) 감소하였으며, BUN은 17.0 ± 2.40 mg/dL에서 18.4 ± 2.63 mg/dL로, creatinine은 1.23 ± 0.19 mg/dL에서 1.51 ± 0.25 mg/dL로, Bilirubin은 2.95 ± 1.26 mg/dL에서 4.40 ± 2.25 mg/dL로 매우 유의성 있게 ($p < 0.01$) 증가하였다.

4). 스트레스 정도를 측정하기 위해 운동 후 운동 전과 비교한 혈청내 cortisol 의 농도는 3.4 ± 0.8 $\mu\text{g/dL}$ 에서 운동 후 9.2 ± 2.3 $\mu\text{g/dL}$ 로 정상범위 (2.9 - 6.6 $\mu\text{g/dL}$)를 벗어나 매우 유의성 있게 ($p < 0.01$) 증가하였다.

이상의 결과로 말의 승마 운동 후에 탈수에 따른 혈액학적 변화가 크게 있었으며, 코르티솔 호르몬의 정상범위를 벗어난 높은 증가로 스트레스가 있다는

것을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

1. Anderson, M. G. (1975). The influence of exercise on serum enzyme levels in the horse. *Equine Veterinary Journal*, 7(3), 160-165.
2. Armstrong, R. B., Olgilvie, R.W., & Schwane, J.A. (1983). Eccentric exercise-induced injury to rat skeletal muscle. *J. appl. Physiol.* 54, 80-93.
3. Art, T., & Lekeux, P. (2005). Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sports horses. *Livestock Production Science*, 92(2), 101-111.
4. Barrey, E., Mucher, E., Robert, C., Amiot, F., Gidrol, X. (2006). Gene expression profiling in blood cells of endurance horses completing competition or disqualified due to metabolic disorder. *Equine Veterinary Journal Supply*, 36, 43-49.
5. Buttner, P., Mosig, S., Lechtermann, A., Funke, H., Mooren, F. C. (2007). Exercise affects the gene expression profiles of human white blood cells. *Journal of Applied Physiology*, 102: 26-36. 10.1152
6. Cappelli, K., Felicetti, M., Capomaccio, S., Spinsanti, G., Silvestrelli, M., & Supplizi, A. V. (2008). Exercise induced stress in horses: selection of the most stable reference genes for quantitative RT-PCR normalization. *BMC molecular biology*, 9(1), 1.
7. Carlson, G. P., & Mansmann, R. A. (1974). Serum electrolyte and plasma protein alterations in horses used in endurance rides. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 165(3), 262-264.
8. Coenen, M. A. N. F. R. E. D. (2005). Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. *Livestock Production Science*, 92(2), 131-145.

9. Friend, T. H. (2000). Dehydration, stress, and water consumption of horses during long-distance commercial transport. *J. Anim. Sci.* 78, 2568 - 2580.
10. Gale, S. M., Castracane, V. D., & Mantzoros, C. S. (2004). Energy homeostasis, obesity and eating disorders: recent advances in endocrinology. *The Journal of nutrition*, 134(2), 295-298.
11. Gordon, M. E., McKeever, K. H., Betros, C. L., & Manso Filho, H. C. (2007). Exercise-induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptin, glucose, insulin, and cortisol in horses. *The Veterinary Journal*, 173(3), 532-540.
12. Guthrie, A. J., & Lund, R. J. (1998). Thermoregulation. Base mechanisms and hyperthermia. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 14(1), 45-59.
13. Hamlin, M. J., Shearman, J. P., & Hopkins, W. G. (2002). Changes in physiological parameters in overtrained Standardbred racehorses. *Equine veterinary journal* 34.4: 383-388.
14. Harris, P. A., & Snow, D. H. (1991). Role of electrolyte imbalances in the pathophysiology of the equine rhabdomyolysis syndrome. *Equine exercise physiology*, 3, 435-442.
15. Harris, P. A., Marlin, D. J., & Gray, J. (1998). Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. *The veterinary journal* 155.3, 295-304.
16. Havel, P. J. (2001). Peripheral signals conveying metabolic information to the brain: short-term and long-term regulation of food intake and energy homeostasis. *Experimental Biology and Medicine*, 226(11), 963-977.
17. Hyyppä, Seppo. (2005). Endocrinal responses in exercising horses.

Livestock Production Science, 92(2), 113-121.

18. Irvine, C. H. G. (1967). Thyroxine secretion rate in the horse in various physiological states. *Journal of Endocrinology*, 39(3), 313-320.
19. Larsson, J., Pilborg, P. H., Johansen, M., Christophersen, M. T., Holte, A., Roepstorff, L., & Harrison, A. P. (2013). Physiological parameters of endurance horses pre-compared to post-race, correlated with performance: a two race study from Scandinavia. *ISRN veterinary science*.
20. Linden, A., Art, T., Amory, H., Desmecht, D., Lekeux, P. (1991). Effect of 5 different types of exercise, transportation and ACTH administration on plasma cortisol concentration in sport horses. In: Persson SGB, Lindholm A, Jeffcott LB (eds.). *Equine Exercise Physiology 3*. pp. 391-396, ICEEP publications, Davis.
21. Lindholm, A. (1987). Pathophysiology of exercise induced diseases of the musculoskeletal system of the equine athlete. *Equine exercise physiology*, 2, 711-727.
22. Marlin, D. J., Fenn, K., Smith, N., Deaton, C. D., Roberts, C. A., Harris, P. A., ... & Kelly, F. J. (2002). Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise. *The Journal of nutrition*, 132(6), 1622S-1627S.
23. McEwen, S. A., & Hulland, T. J. (1986). Histochemical and morphometric evaluation of skeletal muscle from horses with exertional rhabdomyolysis (tying-up). *Veterinary Pathology Online*, 23(4), 400-410.
24. McKeever, K. H. (2002). The endocrine system and the challenge of exercise. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 18(2), 321-353.
25. Medica, P., Giacoppo, E., Fazio, E., Aveni, F., Pellizzotto, R., & Ferlazzo, A. (2010). Cortisol and haematochemical variables of horses

- during a two day trekking event: effects of preliminary transport. *Equine Veterinary Journal*, 42(s38), 167-170.
26. Mills, P. C., Smith, N. C., Casas, I., Harris, P., Harris, R. C., & Marlin, D. J. (1996). Effects of exercise intensity and environmental stress on indices of oxidative stress and iron homeostasis during exercise in the horse. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 74(1-2), 60-66.
 27. Noakes, T. D. (1987). Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. *Sports Medicine*, 4(4), 245-267.
 28. Rama, R., Ibanez, J., Riera, M., Prats, M. T., Pagés, T., & Palacios, L. (1994). Hematological, electrolyte, and biochemical alterations after a 100-km run. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 19(4), 411-420.
 29. Robert, C., Goachet, A. G., Fraipont, A., Votion, D. M., van Erck, E., & LECLERC, J. L. (2010). Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. *Equine Veterinary Journal*, 42(s38), 98-104.
 30. Valberg, S., Jonsson, L., Lindholm, A., & Holmgren, N. (1993). Muscle histopathology and plasma aspartate aminotransferase, creatine kinase and myoglobin changes with exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. *Equine vet. J*, 25(1), 11-16.