

Active biotelemetry를 이용한 젖소의 스트레스 반응 측정

II. 수송 스트레스 감소를 위한 수액투여 효과

이수한 · 이병한 · 임좌진 · 김진영 · 이동희 · 김재경 · 최농훈 · 정순욱 · 정병현*

건국대학교 수의과대학
(2001년 11월 13일 게재승인)

Measuring stress responses using active biotelemetry in cattle

II. Fluid administration for reducing transport stress

Su-han Lee · Byeong-han Lee · Joa-jin Lim · Jin-young Kim · Dong-hee Lee · Jae-kyung Kim Nong-hoon

Choe · Soon-wuk Jeong · Byung-hyun Chung*

College of Veterinary Medicine, Konkuk University

(Accepted November 13, 2001)

Abstract : A transport stress is one of the main causes of economic losses and physiological dysfunction. The present study has been performed to suggest a method to decrease the adverse effects above mentioned from transport. The groups were prepared as follows; (1) Control group : 4 cattle transported for 5 hrs (274 km) without any treatment, (2) Treatment group : 4 cattle treated with electrolyte-mineral solution (I.V.) at 1 hr before the enrollment of transport under same experimental condition with Control group. The blood specimens were collected at 1 hr before transport, 2.3 hrs (135 km) and 5 hrs (274 km) after the enrollment of transport, and 1, 6 and 18 hrs after fulfillment of transport. The collected blood specimens were analyzed for cortisol and epinephrine. Core temperature and heart rate were measured with active biotelemetry in every 30 minutes from 0.5 hr before the start of transport to 18 hrs after the end of transport. In results, the level of cortisol considerably increased to the peak either in Control group ($5.3 \pm 1.3 \mu\text{g/dl}$) and in Treatment group ($4.0 \pm 2.6 \mu\text{g/dl}$) at 2.3 hrs in transport. The concentration of epinephrine of Treatment group had been higher than that of Control group from the start of transport to 18 hrs after the fulfillment of transport. Particularly there was the biggest gap between Control and Treatment groups, $424.0 \pm 194.1 \text{ pg/ml}$ and $209.1 \pm 65.1 \text{ pg/ml}$ respectively, at 6 hrs after the end of transport. The heart rates were considerably increased either in Control group (81.5 ± 18.5 to $126.3 \pm 7.8 \text{ beats/min}$) and in Treatment group (114.3 ± 14.4 to $140.8 \pm 22.4 \text{ beats/min}$) with the enrollment of transport. These results indicate that the concentration of cortisol and the heart rate were pertinent to cognitive parameters to evaluate physiological responses against stress such as transport. In addition, the intravenous administration of electrolyte-mineral solution could be suggested as the method to decrease the adverse effects from a transport stress.

Key Words : transport stress, active biotelemetry, cortisol, epinephrine, heart rate

* Corresponding author: Dr. Byung-hyun Chung, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul, 143-140, Korea

서 론

스트레스란 신경내분비 활성을 유발하는 여러 외인성 혹은 내인성의 자극원들에 대한 생리적 반응이라고 정의할 수 있다¹. 소에 있어서 여러 스트레스 유발원 중 급성 자극원이 되는 수송은 그들의 일생에서 거의 한번은 반드시 겪게 되는 일이다². 선진 외국에서는 이런 수송에 있어서 철도, 비행기, 선박, 차량을 이용하여 이루어 진다. 이 중에서 차량을 이용한 수송시 소음, 진동 등의 물리적인 요소와 낮은 환경 또는 균의 재배열과 같은 감정적인 요소, 그리고 온도, 습도, 산소의 농도와 같은 기후가 소에게 스트레스의 유발 요인이 된다³.

수송이나 이에 상응하는 자극원들은 첫번째로 도체율을 저하시키고, 둘째로 肉質의 저하를 유발하고, 마지막으로 동물의 well-being을 저하시키는 작용을 일으킨다. 이와 같은 경제적인 이유와 동물의 복지차원에서 수송 또는 이에 상응하는 자극들에 의한 영향은 최소화 되어져야 한다⁴.

수송 또는 이에 상응하는 자극은 생체 대사작용에 복합적인 손상을 일으키게 되는데 이에 대응하기 위한 방어법으로서 수송 전 식이요법^{5,6}, 수송 전 vitamin투여⁷, vaccine의 접종⁸ 그리고 지방급여⁹ 등의 방법에 의한 수송 스트레스 감소효과에 많은 연구가 이루어졌다.

소에서 수송은 또한 전해질 대사작용에 부정적인 영향을 미치며⁴, energy의 고갈 또는 저혈당증도 소에서 수송에 의해 발생할 수 있는 것 중의 하나이다^{10,12}. 이러한 이유에 의해 수송을 전후하여 전해질-영양제 처치와 고에너지 사료를 통한 요법이 시도된다. 이러한 접근 방법은 낙농에서 동물의 능력 향상^{10,13}, 그리고 육질과 도축에 의한 이익 증진 조절¹⁴⁻¹⁷에 효율성을 나타낸다.

본 실험은 이러한 경제적인 손실과 생체에 불리한 기능 저하를 감감시킬 수 있는 방법을 확인하기 위하여 전해질과 무기물을 투여하였다. 그리고 이러한 물질의 투여로 인한 수송 자극에 대한 생체반응의 경감 효과를 확인하기 위하여 단기자극에 분비하는 cortisol과 부신수질에서 분비되는 epinephrine, 그리고 active biotelemetry 방법을 이용한 심박수와 체온의 원격측정을 통하여 분석하였다.

재료 및 방법

공시동물

본 실험에 공시된 동물은 건강한 Holstein 종으로 대조군과 치료군으로 나누어 각군을 4두씩(각각 경산우 1두, 미경산우 3두) 총 8두를 공시하였다. 대조군의 평균 연령과 체중은 18.5 ± 9.0개월과 469.8 ± 104.1kg이었고, 치료군은 각각 평균 17.3 ± 8.5개월과 406.3 ± 104.3kg이었다.

실험준비 및 관리

실험군은 공시 전 4주일에 좌경부를 절개하여 심부체온 측정을 위한 active bio-telemetry의 체온송신기(temperature transmitter)를 복강내 좌측복벽에 장착하였고 심박수송신기(heart rate transmitter)는 소의 전흉부에서 최대 심전도 파형이 얻어지는 곳에 두개의 gold electrode를 피부조직내에 장착하였고 복대를 하여 고정한 후 일반적인 슬루처치를 하였다.

공시동물은 4주간 동안 축사내의 칸막이(stanchion)에 24시간 보정하였고, 1일 3회 농후사료와 조사료, 그리고 음수를 급여하였다. 또한 실험기간동안 자연 발정에 의한 생리적 변화요인을 배제하기 위해 progesterone제제인 사료 첨가제(MGA-100[®], Upjohn, melen-gestrol acetate 220 mg/kg)를 2 g/head/day씩 농후사료 급여시 첨가하였다.

수송 자극과 수액처치

수송차량은 소 수송용 트럭을 사용하였고, 승차시 대조군과 치료군 모두에 있어 개체별로 halter를 착용하여 고정용 파이프에 로프로 보정하였으며, 개체와 개체사이에는 50cm 이상의 공간을 확보하여 약간의 활동성을 확보하였다. 수송 자극은 대조군과 치료군 모두 5시간동안 평균 50km/h의 속도로 총 274km를 주행하였고 수송중 같은 조건을 유지하기 위하여 경사도가 거의 없는 평탄한 아스팔트 도로를 주행하였다. 수송거리 총 274km중 수송개시 후 135km(출발 후 2시간 20분)에서 정차하여 채혈한 후 회차하여 139km(회차 후 2시간 40분)를 주행하였다. 실험 당일 오전과 오후에는 절식과 절수를 실시하였고 수송자극 종료 후 농후사료, 조사료, 음수를 급여하였다.

치료군에 있어서는 대조군과 달리 균형 전해질 및 무기물이 첨가된 rehydrating 제제인 Lodevil[®](Vétoquinol, France)을 치료군 4두에서 수송 1시간 전 채혈 후 즉시 IV infusion set, KRUUSE[®], Denmark)를 이용하여 각 개체마다 1,000 ml 씩 20분에 걸쳐 정맥주사하였다(Table 1).

Table 1. Composition of Lodevil[®]

1000ml Contains :	
Anhydrous glucose	1.080 g
Sodium acetate	0.408 g
Sodium bicarbonate	0.408 g
Sodium chloride	0.351 g
Potassium chloride	0.045 g
Magnesium chloride	0.020 g
Methylparaben	0.080 g
Propylparaben	0.020 g
Excipient	to 100 ml

심부체온 및 심박수의 측정

심부체온을 측정하기 위하여 150.6~150.9MHz 대의 8개의 체온송신기(Sirtrack, New Zealand)를 사용하였고 심박수의 측정을 위해서는 150.1~150.5MHz대의 8개의 심박수송신기(Sirtrack, New Zealand)를 사용하였다.

각각의 송신기의 신호를 수신하기 위해서 수신기는 150~151MHz 주파수를 수신할 수 있는 Receiver 2000[®](ATS, USA)을 사용하였고, 이러한 receiver의 신호를 변환하여 출력하고 저장할 수 있는 장치로는 DCC II[®](ATS, USA)를 사용하였다. 심부체온과 심박수는 수송자극 30분 전에서 측정을 시작하여 30분 간격으로 측정하였고 수송자극 종료 18시간 후까지 측정 기록하였다.

채혈 및 혈액검사

채혈 및 sample 처리 : 채혈을 위해 실험 1일전 경정맥에 Centracath[®](130mm, 17G, Vygon, France)를 삽입한 후, 경부 피부에 봉합하여 밀착 고정하였고, heparinized saline(15IU/ml)으로 flushing하여 카테터의 내강을 확보하였다. 채혈은 수송자극 전(출발 1시간 전)에 실시하였고 수송자극 중간지점인 135km에서 채혈하였고, 수송자극 종료시점에서 채혈한 후, 수송 자극 종료 1시간, 6시간, 그리고 18시간 후에 각각 채혈하였다. 채혈은 혈장분리를 위해 3ml용량의 EDTA VACUTAI-NER[®](Becton Dickinson, USA)를 사용하여 각각 3ml씩 채혈하였다. 혈장분리를 위한 sample은 채혈 즉시 3,500rpm에서 20분간 원심분리하여 바로 혈장을 분리하여 다른 tube에 분주한 후 실험실 분석 전까지 -70°C에서 냉동보관하였다

혈중 호르몬 검사 : Cortisol의 분석은 혈장을 Coat-A-Count[®](DPC, USA) kit를 사용하여 처리한 후 γ -Counter-Cobra II[®](Packard, USA)를 사용하여 분석하였다. Epinephrine 분석은 혈장 1ml에 4N perchloric acid 125 μ l를 가하여 15분간 방치 후 3,000rpm에서 10분간 원심분리하여 제단백한 후, 그 상층액 500 μ l에 Tris EDTA(pH 8.6) buffer 1ml를 첨가하고 난 다음 acid washed alumina를 가하여 10분간 rolling mix한 후, 증류수에 3회 세척하고, 1N acetic acid 100 μ l로 추출하여 전처리한 후 HPLC system(Waters, USA)을 사용하여 분석하였다.

통계처리

본 실험을 통하여 얻어진 자료의 시간대별 통계학적 유의성 및 군간의 통계학적 유의성은 SAS package의 General Linear Model(GLM) Procedure(SAS ver. 6.12, SAS Institute)을 이용하여 Duncan's multiple range test에 의해 검정하였고

$P<0.05$ 이하의 유의성만을 통계학적 차이로 인정하였다.

결 과

Cortisol의 변화

수송자극에 의한 혈중 cortisol의 농도는 Fig 1에서 보는 바와 같이 대조군에서 수송 전 $0.80 \pm 0.56 \mu\text{g/dl}$ 에 대해 수송개시 2시간 20분에서 $5.28 \pm 1.32 \mu\text{g/dl}$, 수송 종료시점에서 $4.37 \pm 1.14 \mu\text{g/dl}$ 로 나타났고 수송개시 2시간20분에서는 최고치를 나타내 수송 전에 대해 6.6배, 수송 종료시점에서는 수송 전에 대해 5.46배의 높은 유의성 있는 증가($P<0.05$)를 나타내었다. 그리고 수송 종료 1시간과 6시간 및 18시간 후에는 각각 1.52 ± 0.62 과 0.95 ± 0.80 및 $1.64 \pm 0.80 \mu\text{g/dl}$ 로 거의 수송전의 수준으로 회복되었다.

치료군에서도 수송 전에 비하여 수송개시 2시간 20분에 유의성 있는 증가를 나타내는 등 대체적으로 대조군과 유사한 변화추세를 나타냈으나 대조군과 비교하여 낮은 수준을 나타냈다. 수송 전 혈중 cortisol의 농도는 $1.37 \pm 0.86 \mu\text{g/dl}$ 이었으나 수송개시 2시간 20분에서는 $4.00 \pm 2.58 \mu\text{g/dl}$, 수송 종료시점에서는 $3.26 \pm 1.34 \mu\text{g/dl}$ 로 수송개시 2시간 20분에서 수송 전보다 2.92배 높은 수치로 유의성 있는 변화($P<0.05$)를 나타내었다. 그리고 수송 종료 후 1시간과 6시간 및 18시간에서는 0.79 ± 0.72 과 0.29 ± 0.16 및 $0.93 \pm 0.79 \mu\text{g/dl}$ 로 수송전과 거의 유사한 수준으로 회복되었다.

CORTISOL

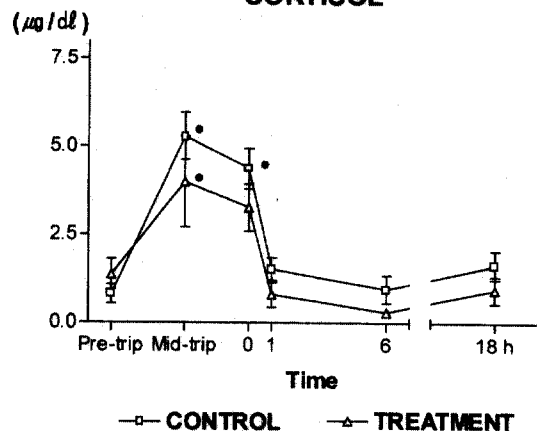


Fig 1. Cortisol values for control group and IV infusion group at pre-trip, at midtrip and for 18 hours after transport. CONTROL: control group (n=4) and TREATMENT: IV infusion group before transport (n=4). ● significant difference from pre-trip: $P<0.05$. Values are mean \pm SD.

Epinephrine의 변화

수술 자극에 의한 혈중 epinephrine의 농도는 Fig 2에서 보는 바와 같이 대조군에서 수술 전 $328.5 \pm 158.1 \text{ pg/ml}$ 에서 수술개시 2시간 20분에서는 $430.2 \pm 235.2 \text{ pg/ml}$ 와 수술 종료 시점에서 $441.5 \pm 175.9 \text{ pg/ml}$ 로 수술전보다 약 1.3배 수술전과 비교하여 증가하였지만 유의성은 없었고 수술종료 후에도 비슷한 수준을 유지하였다.

치료군에서 혈중 epinephrine의 농도는 수술 전에 $296.9 \pm 211.5 \text{ pg/ml}$ 에서 수술개시 2시간 20분과 수술종료 시점에서 각각 253.2 ± 233.7 과 $268.7 \pm 155.8 \text{ pg/ml}$ 로 대조군에 비하여 낮은 수준으로 감소하였지만 수술전과 비교하여 유의성이 나타나지는 않았다. 또한 수술 종료 1시간과 6시간 후에서 271.1 ± 152.1 과 $209.1 \pm 65.1 \text{ pg/ml}$ 가 되었고 수술 종료 18시간 후에서 $398.4 \pm 177.0 \text{ pg/ml}$ 로 증가하였으나 유의성이 나타나지는 않았다.

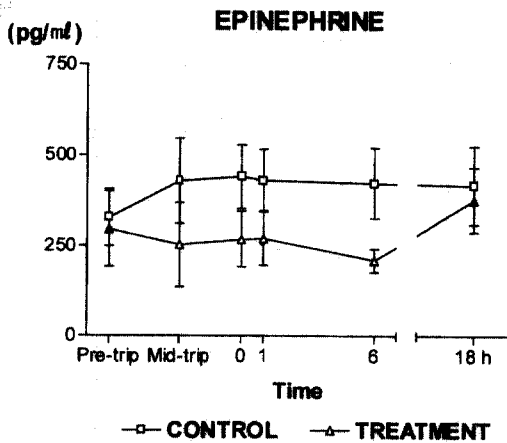


Fig 2. Epinephrine values for control group and IV infusion group at pre-trip, at midtrip and for 18 hours after transport. CONTROL: control group (n=4) and TREATMENT: IV infusion group before transport (n=4). Values are mean \pm SD.

심박동수의 변화

심박동수의 변화는 Fig 3에서 보는 바와 같이 대조군에서는 수술 전 30분에 $81.5 \pm 18.5 \text{ beats/min(bpm)}$ 에서 수술개시 시점에 $126.3 \pm 7.8 \text{ bpm}$ 으로 수술 전 30분보다 1.55배 증가하여 최고값을 나타내었다. 그 후 수술개시 150분까지 비슷한 수준을 나타내었으며 수술개시 시점에서 150분까지 수술전에 대해 유의성 있는 증가를 하였다(P<0.05). 그 후 평균 80~90 bpm의 낮은 수준이 수술종료 18시간까지 지속되었다.

치료군에서 심박동수의 변화는 수술 전에서 $114.3 \pm 14.4 \text{ bpm}$ 을 나타내었고 수술개시시점에서 $140.8 \pm 22.4 \text{ bpm}$ 으로 증가하여 수술 전에 대해 유의성 있는 증가를 나타냈다

(P<0.05). 수술개시 180분까지 약 120bpm 전후로 일정한 수준을 유지하였으며, 수술개시 270분까지 100bpm 전후로 변화되었고 그 후 점차 낮아져 수술종료 18시간까지 약 80bpm 전후로 수술전의 수준으로 회복하여 소의 일반 휴식시의 심박동수를 나타내었다.

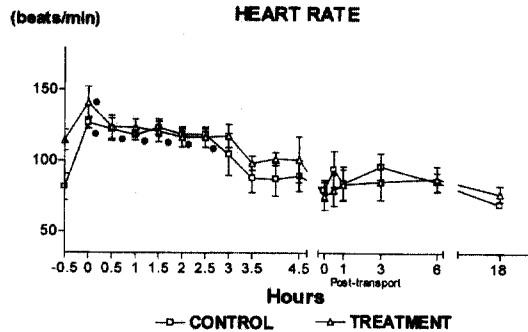


Fig 3. Heart rate values for group and IV infusion group before, during, and after transport. CONTROL: control group (n=4) and TREATMENT: IV infusion group before transport (n=4). ● significant difference from pre-trip: P<0.05. Values are mean \pm SD.

심부체온의 변화

수술 자극에 의한 심부체온의 변화는 Fig 4에 보는 바와 같이 대조군에서는 수술 전에 $38.6 \pm 0.8 \text{ }^\circ\text{C}$ 에서 수술개시와 함께 증가하여 수술개시 30분부터 270분까지 $39.3 \text{ }^\circ\text{C}$ 전후를 유지하였으나 수술 전 측정치의 큰 표준편차로 유의성이 나타나지 않았다. 그 후 수술종료 18시간까지 체온의 저하를 나타내다가 수술전의 수준으로 복구되었다.

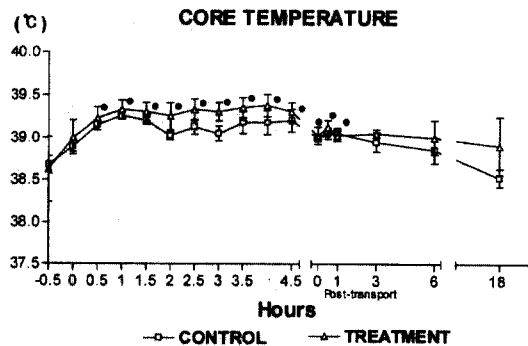


Fig 4. Core temperature values for control group and IV infusion group before, during, and after transport. CONTROL: control group (n=4) and TREATMENT: IV infusion group before transport (n=4). ● significant difference from pre-trip: P<0.05. Values are mean \pm SD.

치료군에서 심부체온의 변화는 수송 전에서 $38.7 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 에서 수송개시와 함께 증가하여 수송개시 60분까지 수송 자극 30분 전보다 약 0.6°C 증가하여 최고치를 나타내었다. 그 후 수송개시 270분까지 약 $39.1 \sim 39.2^\circ\text{C}$ 의 수준을 유지하다가 수송종료 18시간까지 서서히 낮아져 수송전의 수준으로 복귀하였다. 수송개시 30분부터 수송종료 1시간까지 수송 자극 전에 대해 유의성 있는 증가를 나타내었다($P < 0.05$).

고 찰

스테로이드 호르몬 중 glucocorticoids는 동물의 단기 자극에 반응하여 분비되는 호르몬으로 그 항목들의 측정으로 자극에 대한 반응의 정도를 알아내는 중요한 정보로 이용된다¹⁸. 시상하부-뇌하수체-부신계를 활성화하는 glucocorticoids의 증가는 스트레스 환경하에 있는 동물의 주요반응이며 그 중 cortisol은 스트레스 환경하에 있는 동물에게 적응을 유도하는 생리적기능을 조절한다¹⁹. Grandin²에 따르면 소에 있어서 cortisol 수준은 매우 변이가 심하고 여러 연구 사이에 완전한 비교가 이루어 질 수 없으나, 단순한 보정 또는 도축이 작은 스트레스인가 큰 스트레스가의 구분을 가능하게 한다. 이러한 관점에 따르면 우선 cortisol의 농도가 70ng/ml 이상의 수치는 steer 또는 cow에서 거친 취급 또는 열악한 보정에 대한 지침으로 사용할 수 있고 baseline 수준(10ng/ml 이하)에 가깝고 낮은 값은 약한 스트레스 또는 매우 짧은 자극의 과정이 취해졌다는 지침이 된다. 소를 103초 동안 뒤집어 보정한 연구에서는 수치가 극도로 상승한 93ng/ml 의 값을 나타내었고²⁰, 이에 비교하여 동일한 연구자가 직립 자세에서 보정한 경우 이에 거의 반의 수준인 45ng/ml 을 나타내었다. 본 연구에서 cortisol농도의 대조군과 치료군의 최고값이 위에서 서술한 Grandin²의 분류에 따르면 중간 정도의 스트레스를 받고 있는 것으로 사료된다.

Baucus²¹의 말을 이용한 9시간 수송시 수송전과 수송중간에 cortisol의 농도가 평균 $1.95 \pm 0.30\mu\text{g/dl}$ 에서 $4.38 \pm 0.65\mu\text{g/dl}$ 로 증가를 나타내 본 연구결과와 비교해 볼 때 유사하다고 사료된다. 또한 수송종료에서는 수송전과 비슷한 수준으로 회복되었는데, 이는 단시간의 자극에 의한 혈중 cortisol의 급격한 증가는 1~2 시간 후에 cortisol의 농도의 반감기에 도달한다^{19,22}는 내용과 유사하다고 사료된다. 수송개시 2시간 20분 시점에서 cortisol농도가 최대치로 급격하게 증가하였다가 수송종료에서 다소 저하된 것은 초기의 승차이동에 대한 단기적인 자극이 강하게 작용되었다가 수송시간 지속에 따라 점진적인 소의 심리적 적응에 의해 저하된 것으로 사료된다. 수송 전 수액을 처치한 치료군에서도 수송단계에 따른 cortisol의 농도변화는 대체적으로 대조군과 유사한 변화추세를 나타내었으나 대조군과 비교하여

낮은 수치를 나타낸 것은 Schaefer et al⁴의 전해질-무기물의 투여가 스트레스반응을 경감시키는데 유효하다는 보고에 일치하는 결과이다. 혈중 cortisol의 농도변화의 측정이 동물에게 주어지는 자극의 강도에 따른 반응의 정도를 확인할 수 있다고 한 Grandin²의 보고에 따르면, 같은 자극이라 할 지라도 자극 전 전해질과 무기물의 투여가 스트레스를 경감시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

Francesco et al¹은 스트레스에 대한 가장 중요한 marker로 cortisol, epinephrine, nonesterified fatty acid(NEFA)를 지적하였으며, Frandson과 Spurgeon²³은 스트레스 상황에 대한 신체의 반응시 norepinephrine보다는 epinephrine의 작용이 훨씬 크고 특히 대사작용과의 관계에서는 더욱 크다고 보고하였다. 본 실험의 epinephrine 농도의 변화에서 시간대 별 유의성이 존재하거나 군간의 유의 수준이 존재하지는 않았지만, 수송개시후 2시간 20분에서부터 수송종료 후 6시간까지 대조군이 치료군보다 전체적으로 평균 181.25pg/ml (최고 214.88pg/ml)의 높은 증가를 나타내었다. Francesco et al¹과 Rulofson et al²⁴의 연구에 따르면 수송자극 전과 후의 비교에서 각각 50pg/ml 이상의 증가와 133.8pmol/ml 이상의 증가가 나타났다는 보고와 비교해 볼 때, 본 실험의 대조군에 대한 치료군에서는 수송 전 수액의 투여가 스트레스에 대한 반응을 경감시키는 것으로 사료된다.

통증 스트레스 반응에 대한 교감신경 작용²⁵, 거세시 심박동수의 변화²⁶, 단기간 스트레스 측정²에 관한 보고에 따르면, 심박동수의 변화는 cortisol, beta endorphin hormone의 반응과 병발하는 유력한 측정 수단으로 제시된다. 본 실험에서는 두 실험군 모두에 있어서 수송자극 개시와 더불어 급격하게 증가하여 일정수준이 유지된 다음 수송자극 180분 후에서 감소를 나타내었다. 이는 급격한 육체운동에 의한 스트레스 반응으로 나타나는 변화에 대한 연구들^{27,28,29}과 일치하는 결과를 나타내었으나 수액의 투여효과가 심박수의 안정에는 큰 도움이 되지 못하는 것으로 사료된다.

수송과 보정은 신체의 심부체온을 상승시키는 작용을 한다³⁰. Georgiev³¹는 rat에 있어서 소음이나 낮선 환경이 체온을 평균 1.4°C 증가시킬 수 있음을 보고하였다. 본 실험에서 체온의 변화는 수송개시 2시간 20분에 있어 다소 증가되고 안정상태의 체온보다 다소 상승된 수치가 수송 중에 나타났다. 이는 Truckfield와 Broom³²이 수송 중 부신피질의 활성화에 의해 체온이 상승된다는 보고와 일치하는 결과를 보이고 있다. 이러한 내용에 비춰 보면 두 실험군 모두에 있어 스트레스에 의한 체온상승을 보이고 있음을 알 수 있으나, 심박수의 경우처럼 수액의 투여가 체온의 안정화에는 도움이 되지 못하는 것으로 생각된다.

이상의 결과에서 비록 심박수와 심부체온에서는 수액의 투여에 의한 어떤 유효성을 확인하지는 못하였으나 cortisol

과 epinephrine에서 나타난 유의한 결과와 경향을 비추어 볼 때, 수송 자극에 의한 스트레스를 줄이기 위한 방안으로 전해질과 무기물이 포함된 수액의 투여는 수송에 대한 신체의 과도한 반응을 경감시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

결 론

본 연구는 소의 수송 스트레스에 따른 생체의 여러 반응과 이를 측정할 수 있는 여러 parameter에 대하여 관찰하였고 특히 수송자극 전에 전해질의 투여를 통해 수송자극에 의한 스트레스를 감소시킬 수 있는 방안을 모색하였다. 실험결과는 다음과 같다.

1. 혈중의 cortisol의 농도의 변화는 대조군과 치료군 모두에서 수송개시 2시간 20분에서 유의성 있는 증가($P<0.05$)를 나타내었고, 치료군은 수송 자극에 의한 cortisol 농도의 증가반응이 대조군 보다 경감되었다.

2. 혈중의 Epinephrine의 농도는 대조군과 치료군 모두에서 유의성 있는 변화가 나타나지 않았지만 Epinephrine의 농도가 대조군에 비해 치료군이 낮게 나타났다(평균 181.25pg/ml).

3. 심박동수는 수송개시와 함께 치료군에서는 유의성 있는 변화($P<0.05$)를 나타내었고, 대조군에 있어서는 수송시점에서 수송개시 150분 후까지 유의성 있는 변화($P<0.05$)를 나타내었다.

4. 심부체온은 수송개시 30분 후부터 수송종료 1시간 후까지 치료군에서 유의성 있는 변화($P<0.05$)를 나타내었고, 대조군에서는 유의성이 나타나지 않았다.

위의 결과들을 통해서 수송 자극에 의한 스트레스를 줄이기 위한 방안으로 전해질과 무기물이 포함된 수액의 투여는 자극에 대한 신체의 과도한 반응을 경감시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Francesco A, Sartorelli P, Abdi BH, Locatelli A. Effect of transport loading or noise on blood biochemical variables in calves. *Am J Vet Res*, 51:1679-1681, 1990.
2. Grandin T. Assessment of stress during handling and transport. *J. Anim. Sci*, 75:249-257, 1997.
3. Grandin T. *Livestock Handling and Transport*. CAB INTERNATIONAL. 1993.
4. Schaefer AL, Jones SDM, Stanley RW. The use of

- electrolyte solutions for reducing transport stress. *J Anim Sci*, 75:258-265, 1997.
5. Woods GT, Mansfield ME, Webb RJ. A three year comparison of acute respiratory disease, shrink and weight gain in preconditioned and non-preconditioned Illinois beef calves sold at the same auction and mixed in a feedlot. *Can J Comp Med*, 37:249, 1973.
6. Cole NA, Camp TH, Rowe Jr LD, et al. Effect of transport on feeder calves. *Am J Vet Res*, 49:178-183, 1988.
7. Cole NA, McLaren JB, Hutcheson DP. Influence of preweaning and B-vitamin supplementation of the feedlot receiving diet on calves subjected to marketing and transit stress. *J Anim Sci*, 54:911, 1982
8. Johnson BD, Hays VS, Gill DR, et al. Respiratory syncytial virus vaccine for stressed stocker cattle. *Anim Sci Res*, Rep Okla State Univ, 105, 1988
9. Cole NA, McLaren JB, Hutcheson DP. Influence of receiving diet fat level on the health and performance of feeder calves. *Nutr Rep Int*, 36:965, 1987
10. Phillips WA, Wettemann, Horn FP. Influence of preshipment management on the adrenal response of beef calves to ACTH before and after transit. *J Anim Sci*, 54:697, 1982.
11. Cole NA, Hutcheson DP. Influence of prefast feed intake on recovery from feed and water deprivation by beef steers. *J. Anim. Sci*, 60:772, 1985.
12. Lofgreen GP, Kiesling HE. Effects of receiving and growing diets on compensatory gains of stressed calves. *J Anim Sci*, 61:320, 1985.
13. Cole NA, Phillips WA, Hutcheson DP. The effect of pre-fast diet and transport on nitrogen metabolism of calves. *J. Anim. Sci*, 62:1719, 1986.
14. Wajda S, Wichlacz H. Effect of giving molasses on pH and colour of bull meat. *Fleishwirtschaft*, 67:962, 1987.
15. Eldridge GA. Road transport factors that may influence stress in cattle, in: *Proceedings. 34th Int Cong Meat Sci Tech*, Part A 148-149, 1988.
16. Lister D. Muscle metabolism and animal physiology in the dark cutting condition. In: Fabiansson SU, Shorthose WR, Warner RD, ed *Dark cutting in cattle and sheep*. Proceedings of and Australian Workshop, 19-25, 1988
17. Tarrant PV. Animal behaviour and environment in the dark-cutting condition. In: Fabiansson SU, Shorthose WR, Warner RD ed *Dark cutting in cattle and sheep*. Proceedings of an Australian Workshop, 8-18, 1988
18. Feli LR, Shutt DA. Use of salivary cortisol as an indicator of stress due to management practices in sheep and calves.

- Proc. Aust. Animal Prod., 16:203-206, 1986.
19. Johnson MD, Shier DN, Barger AC. Circulating catecholamines and control of plasma renin activity in conscious dogs. *Am. J. Physiol.*, 236:464-470, 1979.
 20. Dunn CS. Stress reactions of cattle undergoing ritual slaughter using two methods of restraint. *Vet. Rec.*, 126:522, 1990.
 21. Baucus KL, Ralston SL, Nockels CF, et al. Effects of transportation on early embryonic death in mares. *J. Anim. Sci.*, 68:345-351, 1990.
 22. Aramio A, Lopez-Calderon A, Jolin T, et al. Response of anterior pituitary hormones to chronic stress. *Neurosci. Biobehav.*, Rev10:245-250, 1986.
 23. Frandson RD, Spurgeon TL. *Anatomy and physiology of Farm animals 5th Ed.* Lea & Febiger. 1992.
 24. Rulofson FC, Brown DE, Bjur RA. Effect of blood sampling and shipment to slaughter on plasma catecholamine concentrations in bulls. *J. Anim. Sci.*, 66:1223-229, 1988.
 25. Molony V, Kent JE. Assessment of acute pain in farm animals using behavioral and physiological measurements. *J. Anim. Sci.*, 75:266-772, 1997.
 26. Kent JE, Molony V, Robertson IS. Changes in plasma cortisol concentration in lambs of three ages after three methods of castration and tail docking. *Res. Vet. Sci.*, 55:246-251, 1993.
 27. Arave CW, Bunch TD, Callan RJ. Measuring stress in cattle via implanted heart rate transmitters. *J. Anim. Sci.*, 69:236, 1991.
 28. Hopster H, Blokhuis H. Validation of a heart-rate monitor for measuring a stress response in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 74:465-474, 1994.
 29. Stephens DB, Toner JN. Husbandry influences on some physiological parameters of emotional response in calves. *Appl. Anim. Ethol.*, 1:233-243, 1975.
 30. Warris PD. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 28:171, 1990.
 31. Georgiev J. Influence of environmental conditions and handling on the temperature rhythm of the rat. *Biotelemetry Patient Monit.*, 5:229-234, 1978.
 32. Rosenberger G. *Clinical Examination of Cattle.* Verlag Paul Parey. 1979.
 33. Truckfield HR, Broom DM. Welfare of calves during handling and transport. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 9:25, 1990.