

Active biotelemetry를 이용한 젖소의 보정 스트레스 반응 측정

이동희, 이병한, 임좌진, 김진영, 박희명, 정병현

건국대학교 수의과대학
(계재승인 : 2002년 3월 20일)

Measuring restraints stress responses using active biotelemetry in cattle

Dong-Hee Lee, Byeong-Han Lee, Joa-Jin Lim, Jin-Young Kim, Hee-Myung Park, Byung-Hyun Chung*

College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul, 143-701, Korea

(Accepted : March 20, 2002)

Abstracts : This study was conducted to investigate the influences of the rope and the tipping chute restraints on body temperature (BT) and heart rate (HR) as acute response for stress caused by restraining for diagnosis and treatment in cattle. Both parameters were recorded by active biotelemetry. In addition cortisol concentration in blood was analyzed as a indicator for stress response. Twelve cattle were divided into two groups based on hydraulic power, the rope restraint group and the tipping chute restraint group. BT and HR were measured at -30 (base), 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, and 180 minutes, including restraint period from 0 to 30 minutes during the experiment. The results obtained in this study was summarized as follows:

1. BT of the rope restraint group was increased ($39.8 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$) until 20 min after restraint stress for 30 min, and then maintained with high values to the end of experiment. In the tipping chute restraint group, the BT was increased ($39.6 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$) until the end of the restraint period, but then showed decrease until the end of experiment.
2. HR of both groups was maximized at the beginning of the restraint stress ($P < 0.05$), and then it was decreased gradually but in the tipping chute restraint group showed increase again at the end of the restraint stress ($P < 0.05$).
3. The cortisol level of the rope restraint group was increased significantly ($9.72 \pm 5.09 \mu\text{g/dl}$) until 30 min after the end of the restraint stress ($P < 0.05$) and then decreased, but in the tipping chute restraint group showed great increase ($4.68 \pm 1.56 \mu\text{g/dl}$) at the end of the restraint stress ($P < 0.05$) and then decreased while the tipping chute restraint group was significantly lower than the rope restraint group 30 min after the restraint stress ($P < 0.05$).

In conclusion, this study suggests that the tipping chute restraint produces less response to physical stress than the rope restraint but the time for diagnosis and treatment should be shortened when using the tipping chute restraint.

Key words : restraint stress, active biotelemetry, cow, rope restraint, tipping chute restraint

서 론

질병에 걸린 소의 진단이나 치료를 위하여 우선 선행되어야 할 사항은 소의 보정이다. 특히 소에 있어서 파행을 수반하는 사지의 질병을 진단하고 치료를 하기 위

해서는 보다 철저한 보정이 요구되며, 파행의 대부분의 원인은 다리와 발굽에 있다¹⁾.

다리와 발굽의 보정방법은 크게 로프(rope)를 이용하는 방법과 보정틀(tipping chutes)을 이용하는 방법이 있다. 임상에서 가장 많이 손쉽게 사용하고 있는 로프를

* Corresponding author : Dr. Byung-Hyun Chung, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul, 143-701, Korea
Phone : +82-02-450-3717 (E-mail : chungbh@kkucc.kankuk.ac.kr)

이용한 후지 보정법은 보조자가 필요하지 않고 소의 뒷 발길질로 인하여 시술자가 다칠 위험이 적으며, 위급한 상황에서도 다리에 손상을 주지 않고 단 한번의 동작으로 쉽게 풀릴 수 있는 매듭방법이다². 보정틀을 이용하여 소를 보정하는 장치는 차량이나 트랙터 등의 운반구에 부착시켜 이동에 편리하고 전기 및 동력의 힘으로 유압장치를 가동시켜 소를 보정하는 방법으로서, 소를 보정틀 속으로 몰아 넣고, 머리를 고정시킨 다음 복대로 몸통을 고정한 후 유압의 힘으로 소와 함께 고정틀을 수평으로 눕혀 다리를 고정시킬 수 있는 장치이다^{3,4}.

본 연구에서는 생체반응의 정도를 객관적이고 계량적으로 측정할 수 있는 active biotelemetry를 이용하여, 소에서 자주 사용되는 로프를 이용한 보정법과 보정틀을 이용한 유압식 경사보정법(이하 경사보정법)간의 비교를 통하여 적은 스트레스 자극으로 보정의 목적을 충족시킬 수 있는 방법을 확인하여 동물의 생산성과 복지의 향상에 기여하는데 그 목적이 있다.

재료 및 방법

공시동물

본 실험에 공시된 실험동물은 건강한 holstein종의 암소로써 미경산우 6두와 경산우 6두로 총 12두를 공시하였는데, 평균 연령과 체중은 미경산우의 경우 15~17개월령의 $467.2 \pm 48.8\text{kg}$ 이었고 경산우는 36~38개월령의 $670.7 \pm 55.8\text{kg}$ 이었다. 실험군은 로프보정군과 경사보정군으로 나누어 각각 경산우 3두와 미경산우 3두씩 배정하여 각 실험군이 6두씩 갖도록 하였다. 공시동물에게는 1일 3회에 걸쳐 일반적인 사양관리 기준에 준하여 조사료와 농후사료, 그리고 음수가 공급되었다.

송신기(transmitter)의 이식 및 부착

체온 송신기의 복강내 이식수술은 진정 후 좌경부를 국소마취한 상태에서 종질개한 후 복강내에 이식하였고, 수술 후 항생제와 소염제 등 일반적인 후처치를 하였다. 심박수 송신기의 부착은 복부의 cranial part 양쪽에서 최대 심전도 파형이 얻어지는 곳에 두개의 gold electrodes를 장착한 후 복대를 하여 탈락을 방지하였다.

실험전 조건

공시동물의 자연발정에 의한 생리적 변화요인을 방지하기 위해 progesterone (MGA-100[®], Upjohn, melengestrol acetate 220mg/kg)을 2g/head/day씩 농후사료에 첨가하여 급여하였다. 또한 송신기의 이식수술 스트레스를 배제하기 위하여 7일간의 회복기간 후에 공시하였다. 실험

기간 중 대기온도는 20~25°C였으며 상대습도는 78~80%를 나타냈다.

로프보정 및 이동식 유압보정

로프보정법으로는 임상에서 보편적으로 사용되고 있는 로프(길이 10m, 직경 2.5cm의 견고한 밧줄)를 이용하여 소의 후지 비절부를 고관절에서 10cm 아래까지 거상하여 우사 천장 가로보에 고정하는 로프보정법(rope restraint)과 차량에 부착된 보정틀을 이용한 유압식 경사보정 장치(tipping chute by hydraulic power)를 이용하여 실험하였다. 공시동물은 30분간의 보정자극을 부여하였으며 보정자극이 종료된 후에는 측사 내에 고정시키고 계획된 시간별로 채혈 및 모니터링을 하였다.

심부체온과 심박수의 측정

심부체온의 무선측정에는 150.6~150.9MHz 영역대의 12개의 체온 송신기(Sirtrack, New Zealand)를 사용하였으며, 심박수의 무선측정은 150.1~150.5MHz 영역대 12개의 심박수 송신기(Sirtrack, New Zealand)를 사용하였다. 150~151 MHz 영역대의 서로 다른 주파수의 송신기와 수신기 및 소형 컴퓨터 등을 사용하여 자료의 조사와 기록 및 저장을 하였다. 심부체온과 심박수는 보정스트레스 자극시점(0 minute)을 기준으로 하여 30(base), 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 90, 120, 180분에 각각 측정되었다.

채혈과 검사방법

채혈은 실험 전날 Centracath[®] (130mm, 17G, Vygon, France)를 경정맥 내에 삽입한 후 경부에 밀착 고정하고 heparin 처리한 생리 식염수(15 IU/ml)를 사용하여 카테터를 확보하였다. 채혈은 스트레스자극 시점(0 minute)을 기준으로 하여 -0.5(base), 0, 0.5, 1, 2, 3, 6 시간에 보정되어 있는 상태에서 항응고제 미첨가 polymer plain vacuum tube를 이용하여 채혈하였다. 채혈 10분 후에 원심분리(3,500 RPM, 20분)하여 얻은 혈청은 -70°C에 냉동 보관하였다가 분석하였다. Cortisol 분석에는 Coat-A-Count[®] (DPC, USA) kit를 사용하여 γ -Counter-Cobra II (Packard, USA)장비를 이용하여 분석하였다.

통계

공시동물 각각의 시간대별 그리고 실험군간의 통계적 유의성은 SAS package의 General Linear Model (GLM) Procedure (SAS version 6.12, SAS Institute, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 다음 95% 이상의 통계학적 유의차를 나타낸 것에 한하여 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

결 과

심부체온의 변화

심부체온의 변화는 그림1에서 보는 바와 같이 로프보정군에서 보정자극 전에는 평균 $39.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 였으나 자극개시($39.4 \pm 0.3^\circ\text{C}$)로부터 자극종료 후 20분인 자극개시 후 50분($39.8 \pm 0.3^\circ\text{C}$)까지 최고로 상승하였으며, 그 후 실험종료 시점까지 자극전의 상태로 회복하지 못하였다. 경사보정군에서 심부온도의 변화는 자극 전 평균 $39.2 \pm 0.4^\circ\text{C}$ 와 비교하여 자극개시($39.3 \pm 0.3^\circ\text{C}$)와 동시에 약간 상승하여 자극종료 시점 30분에 평균 $39.6 \pm 0.3^\circ\text{C}$ 로 상승하여 최고를 나타낸 후 실험종료 시점에서는 거의 자극 전의 상태로 회복하였다. 로프보정군과 경사보정군 간에 심부체온에 대한 통계학적 유의성 차이는 발견하지 못하였으며, 또한 각 실험군내의 경과시간에 따른 비교에서도 유의적인 차이는 없었다.

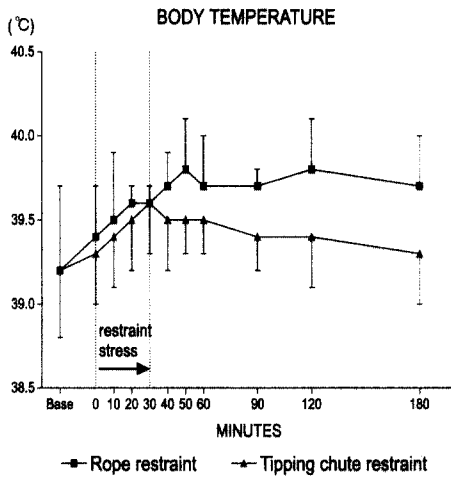


Fig. 1. Changes of body temperature by rope and tipping chute restraints in cattle. Values are meanSD.

심박수의 변화

심박수의 변화는 Fig 2에서 보는 바와 같이 로프보정군에서 보정자극 전 평균 분당 심박수(bpm)가 69 ± 56.8 bpm이었으나 자극과 동시에 108 ± 10.1 bpm으로 약 150% 증가로 최고의 심박동수에 도달하였으며($P < 0.05$), 그 후 자극개시 10분(67 ± 10.5 bpm)에 다시 자극 전 상태로 회복하여 실험종료시까지 유지되었다. 경사보정군에서 자극 전 평균 71 ± 37.6 bpm과 비교시 자극개시와 동시에 104 ± 813.2 bpm으로 약 150%의 증가로 최고의

심박동수에 도달하였다($P < 0.05$). 자극개시 후 10분(76 ± 37.8 bpm)만에 안정상태로 유지되다가 자극이 끝나는 시점인 30분(91 ± 8.3 bpm)에 다시 증가를 보였으며($P < 0.05$). 이후 실험종료시까지 서서히 감소하여 자극 전의 상태로 회복하였다. 로프보정군과 경사보정군 간의 심박수에 대한 통계적 유의성은 자극개시 후 30분과 40분에 각각 나타났다($P < 0.05$).

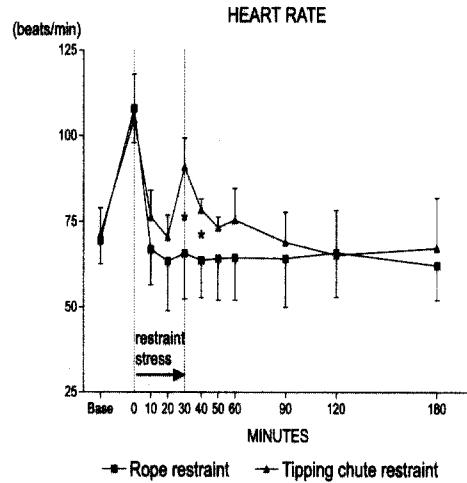


Fig. 2. Changes of heart rate by rope and tipping chute restraints in cattle. § Significant difference from base of the rope restraint group: $P < 0.05$. † Significant difference from base of the tipping chute restraint group: $P < 0.05$. * Significant difference between the rope restraint group and the tipping chute restraint group: $P < 0.05$. Values are meanSD.

코티솔(Cortisol)의 변화

코티솔의 변화는 Fig 3에서 보는 바와 같이 로프보정시 자극 전 평균 0.85 ± 0.64 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 비교하여 자극개시와 동시에 약간 상승하여 자극개시 후 1시간(9.72 ± 5.09 $\mu\text{g}/\text{dl}$)까지는 최고의 혈중농도로 상승하였으며($P < 0.05$), 이후 감소하기 시작하여 실험종료시에는 거의 자극 전의 상태로 회복하였다. 경사보정군에서는 자극 전 평균 1.59 ± 0.78 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 와 비교하여 자극개시 30분(4.68 ± 1.56 $\mu\text{g}/\text{dl}$)에 최고의 혈중농도를 나타냈으며($P < 0.05$), 이후 자극개시 3시간(1.28 ± 0.53 $\mu\text{g}/\text{dl}$)까지 자극 전의 상태로 감소하여 실험종료시까지 유지되었다. 로프보정군과 경사보정군 간 혈중 코티솔농도에 대한 통계학적 유의성은 자극개시 1시간 후에 인정되었다($P < 0.05$).

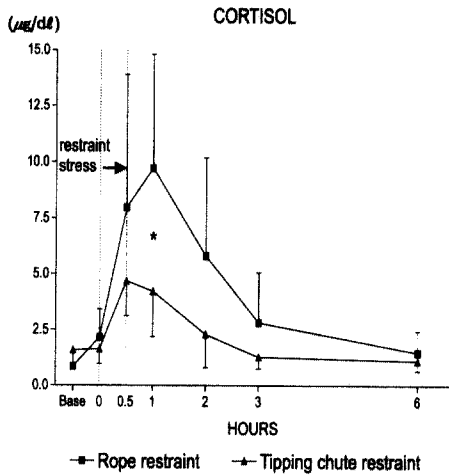


Fig. 3. Changes of plasma cortisol concentration by rope and tipping chute restraints in cattle. §Significant difference from base of the rope restraint group: $P < 0.05$. ‡ Significant difference from base of the tipping chute restraint group: $P < 0.05$. * Significant difference between the rope restraint group and the tipping chute restraint group: $P < 0.05$. Values are meanSD.

고 찰

동물체의 외부조작은 환경온도에 따라 온도가 변하지만 심부온도는 일중 생리적 변화를 보이며 안정을 유지한다. 그러나 이러한 동물의 심부온도도 물리적, 심리적 자극에 의하여 변화할 수 있다⁵. 본 연구에서 소의 로프보정과 보정틀에 의한 경사보정시 각 실험군은 모두 보정자극 전의 심부온도와 비교하여 자극종료 시점인 30분까지 0.4°C 상승하였다. 이러한 사실은 송아지를 차량에 태워 일정시간 이동에 의한 물리적 자극 후에 직장온도의 상승을 보고한 것과 일치하였으며⁶, 소를 보정틀에 압박한 후 체온상승이 나타났다는 보고와도 유사하다⁷. 본 연구에서 비록 두 실험군 간 통계학적인 유의성은 없었지만 로프보정군에서 자극종료 후 30분 즉 자극개시 후 50분 시점까지 심부온도가 0.2°C 더 증가하여 실험종료시까지 유지된 반면, 보정틀에 의한 경사보정군은 자극종료 후부터 감소하는 경향을 나타냈다. 이러한 사실은 경사보정법이 로프보정법보다 소에 있어서 더 적은 스트레스 자극원으로 작용되고 있는 것으로 사료된다.

야생조류의 일종인 Lagopus 새는 위장이 잘된 자기의 등지에 있을 때는 주위에 약탈자가 배회하여도 심박수는 증가하지 않으며, 사람이나 개와 마주친 양에서 갑작스런 심박수의 증대는 재빨리 다음의 행동을 준비하고

자 하는 신체반응의 결과라는 사실에서 보듯이⁹, 정서적 자극원에 대항하는 자율신경계의 반응을 나타내는 객관적인 현상인 심박수의 변화는 외부자극에 대한 심리적 영향(psychological impact)을 나타내는 지표가 된다¹⁰. 본 연구의 두 실험군에서 보정자극과 동시에 나타난 심박수의 증가($P < 0.05$)는 이러한 보정자극 전 사람의 접근에 대한 심리적 반응과 보정자극에 따른 육체활동의 급격한 변화의 결과로 보이며, 이는 여러 연구자들^{11,12,13}의 결과와 일치하였다. 본 연구에서 로프보정군의 자극개시 10분 후에 나타난 심박수 감소는 로프보정에 대한 익숙한 경험에 의해 나타난 심리적 안정의 반영이라고 생각되며, 경사보정군의 보정자극 30분 후에 나타난 심박수의 재상승은 황와상태의 지속에서 오는 일시적인 불편함이 그 원인인 것으로 사료된다. 이러한 사실에서 경사보정법을 이용한 장시간의 치료는 소의 생리적, 심리적인 불안정 상태를 유발시켜 로프보정법보다 스트레스 자극원으로 작용될 가능성이 더 큰 것으로 사료된다. 일반적으로 동물의 단기자극의 확인에 있어서 상당한 가치를 갖는 것으로 알려진^{5,14} 혈중 코티솔농도의 증가는 스트레스 환경 아래에 있는 동물의 가장 중요한 반응이며 생리적인 기능을 조절하여 적응을 유도한다¹⁵. 보정자극 전과 비교하여 본 연구의 두 실험군에서 나타난 보정자극 개시 후 30분과 60분에서의 코티솔 농도의 증가($P < 0.05$)는 랫트의 보정과 제한자극 후의 급격한 증가¹⁶와 송어의 handling과 치료시 높은 상승¹⁷, 그리고 양의 보정 및 수송시의 증가¹⁸ 등의 결과와 일치하였다. 본 연구의 로프보정군의 혈중 코티솔농도가 경사보정군보다 높은 증가($P < 0.05$)를 나타낸 것은 자극의 강도에 따라서 코티솔 농도도 비례한다는 결과^{19,20}로서, 이는 말에서 자극의 강도가 큰 인대수술 후에 혈중 코티솔의 농도가 자극의 강도가 적은 소규모 수술 보다도 유의성 있게 상승하였다는 보고와 일치하는 것이다²¹. 이러한 보고를 바탕으로 소에 있어서 혈중 코티솔 농도가 낮게 나타난 경사보정장치로 보정할 경우는 혈중 코티솔 농도가 높게 나타난 로프보정의 경우보다도 자극의 강도가 적을 것으로 사료된다.

위의 결과를 종합하여 볼 때 소의 발굽병의 진단과 치료에 보편적으로 많이 사용되는 두 보정법의 비교에서, 경사보정법이 로프보정법보다 스트레스자극이 더 적다고 생각되나 가능한 짧은 시간내에 진료과정을 마치는 것이 요구된다.

결 론

본 연구에서는 생체반응을 객관적이고 계량적으로 측

정할 수 있는 active biotelemetry를 이용하여, 소에서 발굽병의 진단 및 치료시 자주 사용되는 로프를 이용한 보정보정과 보정틀을 이용한 유압식 경사보정보정법간의 비교를 통하여 적은 스트레스 자극으로 보정의 목적을 충족시킬 수 있는 방법을 확인하여 동물의 생산성과 복지의 향상에 기여하고자 하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 심부체온에 있어서 로프보정군은 보정자극 종료 후 20분($39.8 \pm 0.3^\circ\text{C}$)까지 체온의 상승을 나타낸 다음 실험종료시($39.7 \pm 0.3^\circ\text{C}$)까지 높은 수준으로 유지되었으나, 경사보정군은 자극종료시($39.6 \pm 0.3^\circ\text{C}$)까지는 증가하였으나 이후 감소되어 실험종료시($39.3 \pm 0.3^\circ\text{C}$)까지는 거의 자극전 수준으로 회복하였다.
2. 심박수에 있어서 두 실험군 모두 보정자극 개시(로프보정군 108.0 ± 10.1 bpm, 경사보정군 104.8 ± 13.2 bpm)에 급격한 증가를 나타냈으며($P < 0.05$) 이후 로프보정군은 실험종료시(62.3 ± 10.2 bpm)까지 감소하였으나, 경사보정군은 자극종료시(91.0 ± 8.3 bpm)에 다시 심박수의 증가를 나타낸 후($P < 0.05$) 감소하였다.
3. 혈중 코티솔수준에 있어 로프보정군은 보정자극 종료 후 30분(9.72 ± 5.09 $\mu\text{g}/\text{dl}$)까지 급격한 상승을 나타낸 후($P < 0.05$) 실험종료시까지 감소하였으나, 경사보정군은 자극종료시(4.68 ± 1.56 $\mu\text{g}/\text{dl}$)에 농도의 증가를 나타낸 다음($P < 0.05$) 자극종료 후 30분(4.21 ± 2.02 $\mu\text{g}/\text{dl}$)에 로프보정군과 유의적인 차이를 나타내며 감소하였다($P < 0.05$).

이상과 같이 소의 발굽병의 진단과 치료에 보편적으로 많이 사용되는 두 보정보정의 비교에서, 경사보정보정이 로프보정보정보다 스트레스자극이 더 적다고 생각되나 가능한 짧은 시간내에 진료과정을 마치는 것이 요망된다.

참고문헌

1. Russell WB, Clarkson MJ, Downham DY, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, Merritt JB, Murray RD, Sutherest JE, Ward WR. Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Vet Rec*, 138:563-567, 1996.
2. Hess. Euler Das Auftreten der Fusse beim Rind und die an Wendung von Zwangsmitteln hierzu. *Schweizer Hufschmied*, 5:58-62, 1920.
3. Knezevic P. Ein fahrtauer Grossstierenoperationstisch für die Extremitätenchirurgie. *Wien Tierarztl Mschr*, 58: 173-176, 1971.
4. Buchen R. Neue patentierte vollhydraulische operationstische. *Tierarztl Umschau*, 29:476-480, 1974.
5. Broom DM, Johnson KG. Stress and Animal Welfare. Chapman & Hall. 95-101, 1993.
6. Trunkfield HR, Broom DM, Maatje K, Wieranga HK, Lamboy E, Kooijman J. Effect of housing on responses of veal calves to handling and transport, in New Trends in veal Calf Production (eds JHM Meth and CM Groenestein), Pudoc, Wageningen, 40-43, 1991.
7. Kaufmann CH, Kundig H, Binder H, Thun R. Messung von stress parameteri bei Nutztieren mittels aktiver Telemetrie. *Schweiz Arch Tierheilk*, 138:234-240, 1996.
8. Gabrielsen GW, Kanwisher JW, Steen JB. Emotional bradycardia: a telemetry study on incubating willow grouse *Lagopus lagopus*. *Acta Physiol Scand*, 100:255-57, 1977.
9. Baldock NM, Sibly RM. Effect of handling and transportation on heart rate behaviour in sheep. *Appl Anim Behav Sci*, 28:15-39, 1990.
10. Herd JA, Morse WH, Kelleher RT, Jones LG. Arterial hypertension in the squirrel monkey during behavioral experiments. *Am J Physiol*, 217:24-29, 1969.
11. Stephens DB, Toner JN. Husbandary influences on some physiological parameters of emotional responses in calves. *Appl Anim Ethol*, 1:233-243, 1975.
12. Arave CW, Bunch TD, Callan RJ. Measuring stress in cattle via implanted heart rate transmitters. *J Anim Sci*, 69:236, 1991.
13. 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.
14. Lay DC. A comparative physiological and behavioral study of freeze and hot-iron branding using dairy cows. *J Anim Sci*, 70:1121-1125, 1992.
15. Johnson MD, Shier DN, Barger AC. Circulating catecholamines and control of plasma renin activity in conscious dogs. *Am J Physiol*, 236:463-470, 1979.
16. Aramio A, Lopez-Calderon A, Jolin T, Balasch J. Response of anterior pituitary hormones to chronic stress. *Neurosci Biobehav*, 10: 245-250, 1986.
17. Pickering AD, Pottinger JG. Factors influencing blood cortisol levels of Brown trout under intensive culture conditions. In current trend in Comparative Endocrinology. 1239-1242, 1985.

18. Broom DM. Indicators of poor welfare. *Br Vet J*, 142:524-526, 1986.
19. Shutt DA, Fell LR, Cornell R. Stress induced changes in plasma concentrations of immunoreactive endorphin and cortisol in response to routine surgical procedures in lambs. *Aust J Biol Sci*, 40:97-103, 1987.
20. Mellor DJ, Murray L. Effects of tail docking and castration on behaviour and plasma cortisol concentrations in young lambs. *Res Vet Sci*, 46:387-391, 1989.
21. Silver IA. The firing of Horses. Final report to the Veterinary Advisory Committee of the Horse race Betting Levy Board, 48, 1982.