

말에서 체열촬영술의 적용에 관한 연구

양영진¹ · 조길재 · 손원근* · 남치주**

한국마사회, *제주대학교 수의학과
**서울대학교 수의과대학

Application of Thermography in Thoroughbred Horses

Young-jin Yang¹, Gil-jae Cho, Won-keun Son* and Tchi-chou Nam**

Korea Racing Association

*Department of Veterinary Medicine, Jeju National University

**College of Veterinary Medicine, Seoul National University

Abstract : The purpose of this study was to construct fundamental information for the usefulness and effects of thermography in Thoroughbred horses. Total 10 horses were examined to determine a normal thermal pattern before and after sedation in lower limbs and ophthalmic area, and to investigate the effects of thermography during 42 days after induced wound and arthritis. In normal horses, the range of temperature difference(ΔT) of symmetry site in lower limbs was 0.20 to 0.68°C on pre-sedation, which was similar to that of post sedation, 0.17 to 0.74°C, and eyeball area was 0.34 to 0.68°C. Thermographically, the warmest area in normal limbs were coronary band of frontal view and the region between heel bulbs of back view. And temperature difference(ΔT) after clipping in left forelimb was increased 1 to 3°C more than before clipping. However, there was no significant change of the temperature difference and degree of clinical signs by the process of inflammation healing during the experiment period in the all groups. These results suggest that the thermography was especially helpful in following clinical course of a disease because the thermal pattern will return to normal with declining clinical signs and healing of the lesion.

Key words : horse, thermography, sedation, clipping, healing

서 론

체열촬영술(thermography)은 물체로부터 방출되는 적외선의 방열 상태를 그래픽 영상으로 표시하고 측정하는 기술이다.^{3,13,19} 어떤 물체에 의해 방출되는 적외선 양은 그 물체의 온도 역할을 하기 때문에 적외선 체열촬영은 동물의 신체 표면온도를 양적으로 표시하는 피부 온도 분포도이다.^{3,13} 말은 정온 동물로서 환경온도 변화에 관계없이 비교적 일정한 내부 온도를 유지하는데 피부 온도는 대개 체온보다 다소 낮으며¹², 또한 신체의 표면 온도에 영향을 주는 생리적 활성도를 평가하는데 이용되어진다¹¹. 정상적으로 신체 온도는 그 자체 대사작용 상태에 의해 잘 조절된다. 이처럼 일정한 체온의 유지는 열 소실과 열 생산 사이의 균형을 필요로 한다.^{2,13} 열 소실은 신체내 열 원천으로부터의 열 전도, 신체 표면내 맥관의 활성도, 복사 및 증발 그리고 주변과의 열 에너지 교환에 의한 열 대류 등으로 일어나기 때문에 신체 중심 온도가 대략 37°C이며 피부는 심부보다 5°C 정도 낮다.^{2,13,19,23} 한편 피부의 온도는 국소 순환과 조직 대사작용에 의존하며, 이 조직대사는 일반적으로 일정하기 때문에 피부의 온도 변화가 일차적으로 국소 조직 관류에 기인하여 열 생산이 일어나게 된다.^{1,20}

Purohit와 McCoy¹³는 주변과의 적외선 복사열이 서로 교환됨으로써 발생하는 신체의 열 소실 현상이 체열촬영술의 기초가 된다고 하였다. 피부 온도의 변이는 조직 관류 변화 및 표층 정맥의 혈류 변화 때문에 생긴다. 대사 활동 부위로 흐르는 정맥혈은 보통 동맥혈 보다 다소 따뜻하다. 즉, 표층 정맥은 표층 동맥 보다 더 많은 열을 발생하고, 높은 대사율을 가진 조직이나 장기로부터 나오는 정맥 혈류가 정상 조직에서 나오는 혈류보다 더 따뜻하며¹⁹, 이는 혈액 순환 양식과 관계있는 혈류는 체열촬영 영상의 해석을 위해 기본이 되는 열성 양상과 상통한다²⁰.

말의 다리 맥관구조는 좌우 대칭성으로써 조직은 순환증가에 의한 특정 부위의 온감 발생이나 조직의 종창, 혈전 등의 혈류량의 감소에 의한 냉감 발생 같은 순환 변화를 가지며, 체열 영상에 각각 "hot spot", "cold spot"으로 표시되는 신체 열감을 계량화 해주므로 체열촬영술은 진단 및 치료결과에 대한 객관성을 제공해준다^{7,13}. 한편 최근에는 동·서양인의 뿐만 아니라 수의학분야에 이르기까지 체열촬영술에 대한 관심과 그 기기의 활용이 증가되는 추세이다. 이와 같이 체열은 피부로부터 끊임없이 방출되며, 피부는 혈액 순환, 국소 대사, 열 전도 및 피부의 온도와 주변 온도와의 차이로 인한 피부의 온·습도가 변화되기 때문에 피부 온도는 신체 진단에 유용한 정보를 제공해준다.

따라서 본 연구는 체열촬영을 통하여 정상 상태에서 대칭 부위별과 신체부위간 온도차이를 조사하고 진정제 투약 및

¹Corresponding author.
E-mail : eqnvet@hanmail.net

피모 상태 정도가 체열 변화에 미칠 수 있는 영향을 파악하여 마체 부위별 표준 체열 촬영상을 정립하고 임상적 판단 기준을 설정하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

공시 동물

한국마사회 제주 경주마 육성목장에서 사육중인 말중에서 임상적으로 사지의 피부 손상과 파행, 열감 및 종창이 없으며, 마체 상태가 건강한 말 10두를 대상으로 하여 표준 체열상을 얻은 후 이들중 2두는 인위적으로 감염유발 후 치료 효과에 관한 체열상을 연구하였다. 공시동물의 마체 상태별 표준 체열상을 확보하기 위하여 진정제 투여전과 투여후 및 삭모전과 삭모후를 비교하였고, 촬영부위는 사지는 전면, 후면, 측면상을, 두부는 전면상만을 체열촬영하였다. 이 때 말은 체열촬영하기 최소 10분전에 검사실에 입실시켰으며, 체열 검사에 영향을 미칠 수 있는 흙이나 오염물질들은 검사 30분전에 완전히 제거하였다.

표준 체열상 촬영

실험마 10두 모두는 전지 무릎 및 후지 비절이하 4다리에 대한 체열촬영을 외풍과 직사광선이 없고 실내온도가 20°C 내외 유지되는 밀폐된 검사실에서 검사하였고, 물리적 보정 또는 진정제에 의한 화학적 보정이 이루어지지 않은 가운데 체열진단기로서 스캐닝하여 정상마의 표준상을 가장 먼저 확보하였으며, 정상마의 진정제 투여에 따른 체열상은 detomidine Hcl(Domosedan®, 핀란드)을 체중 kg당 20 µg씩 정맥내로 투여 후 진정 상태에서 즉시 스캐닝하였다. 또한 자동 삭모기를 이용하여 좌전지의 정면과 외측면을 삭모한 후 스캐닝하여 반대편 대칭부위와의 온도차이를 비교하였다.

실험적 감염유도 및 치료효과 촬영

말의 감염 상태에 따른 체열 영상 관찰을 위하여 실험마 2두에 대하여 각각 1두씩 외상과 관절염을 인위적으로 유도하였는데 외상은 우전지 무릎 위, 전박부 하단에 세로로 피부와 피하 조직을 5 cm 절개한 후 나일론으로 6 points 피부 봉합하였으며, 외상유도 7일 후 봉합사를 제거하였다. 그리고 관절염은 우측 완관절 원위열에 *Staphylococcus aureus* 균 1.6×10^6 CFU을 20G 주사침을 사용하여 접종하였으며,

각각 감염전후 임상검사 및 체열촬영을 실시하였다. 외상 및 관절염을 유도한 말들은 감염유도 1일후 부터 외상은 2주간 관절염은 3주간 페니실린 및 스트렙토마이신 혼합제제 (Fortecilline®, 바이엘)를 1일 두당 1,200만 IU씩 근육 주사를 실시하면서 임상검사 및 체열촬영을 실시하였다. 이 때 임상검사는 파행, 열감, 종창 및 통증들의 경증정도에 따라 0-4등급으로 나누어 마체 상태를 기록하였다.

적외선 체열진단기 촬영방법

실험에 사용된 체열진단기(IR-2000, Medicores사, 한국)는 비휴대형, 비접촉형이며 마체로 부터 방사되는 적외선을 스캐닝하는 적외선 카메라에 부착되어 적외선을 받아들이는 센서와 디텍터를 사용 전 또는 사용 중에 약 300 ml의 액화질소로써 냉각시켰다. 그리고 본 기기는 기본 촬영거리가 52 cm로 설정되어 있으며, 촬영시 실험마와 카메라와의 거리를 촬영부위에 따라 기기 또는 실험마를 전후상하 및 좌우로 적절히 수동으로 이동시키면서 초점을 맞춘 다음 영상을 고정하고 소프트웨어에 저장시켰다.

결 과

진정전 사지 대칭간 온도차이

진정제 투여전 다리 하부의 전면 및 후면 체열상에 대해 좌·우측지 대칭간 온도차이를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 전지 전면상(Fig 2)과 후면상의 대칭간 온도차이 범위는 각각 0.40-0.57°C, 0.36-0.68°C였으며 후지는 0.20-0.64°C, 0.37-0.54°C로 나타났다. 그리고 전지 후면상과 후지 전면상은 다른 방향별 촬영상보다 온도차이 범위가 약 2배 정도를 나타내었는데 이는 촬영의 난이성 때문인 것으로 판단되며, 그 가운데 전지의 무릎부위 후면상이 좌우 대칭부위간 온도차이중 가장 큰 0.68°C를 나타내었다.

진정전 사지 조직간 온도차이 비교

진정전 체열촬영 방향별 제관대와 제구간의 평균온도대비 각 조직간 온도차이를 비교한 결과는 Table 2와 같다. 전면 및 후면 촬영상 공히 제관대 또는 제구사이의 온도가 가장 높게 나타났는데 전면상은 제관대 다음으로 제벽부의 온도가 높았으며, 전후지 모두 제관대 보다 제벽은 1.10-1.30°C, 나머지 부위는 1.48-3.78°C 낮게 나타났고, 특히 긴 털로 덮

Table 1. Temperature difference (ΔT) of symmetric site by regions of frontal and back view in the lower limbs before sedation

	Hoof wall	CB/ HB*	Pastern	Fetlock	MC/ MT**	Carpus/ Tarsus	Forearm/ Crus
Fore- Dorsal	0.41 ± 0.26	0.57 ± 0.29	0.41 ± 0.32	0.51 ± 0.23	0.40 ± 0.16	0.42 ± 0.38	0.46 ± 0.19
-limb Palmar	NE***	0.55 ± 0.41	0.58 ± 0.41	0.36 ± 0.19	0.57 ± 0.50	0.68 ± 0.42	0.39 ± 0.44
Hind- Dorsal	0.46 ± 0.28	0.20 ± 0.23	0.43 ± 0.26	0.55 ± 0.39	0.32 ± 0.29	0.43 ± 0.29	0.64 ± 0.45
-limb Plantar	NE	0.37 ± 0.35	0.52 ± 0.35	0.54 ± 0.47	0.49 ± 0.51	0.47 ± 0.35	0.47 ± 0.36

*CB/HB: Coronary band/ heel bulbs, ** MC/MT: Metacarpus/Metatarsus

***NE: Not evaluated

힌 부위를 스캐닝해야 하는 후면상의 경우 측정이 곤란한 제벽을 제외한 나머지 부위가 제구간 보다 훨씬 낮은 3.35-6.92°C였다.

진정후 사지 대칭간 온도차이

Table 3은 진정제 투여 후 다리 하부의 전면 및 후면 체열상의 좌우측지 대칭간 온도차이를 비교한 것으로써 전지 전면상과 후면상의 대칭간 온도차이 범위는 각각 0.33-0.66°C, 0.38-0.74°C였으며 후지는 0.17-0.73°C, 0.33-0.58°C로 나타났다. 전지 후면상과 후지 전면상 역시 진정전과 마찬가지로 촬영의 난이성 때문에 전지 전면상과 후지 후면상(Fig 3)보다 온도차이 범위가 다소 넓었으며, 특히 전지 후면의 무릎부위는 좌우 대칭간 가장 큰 온도차이인 0.74°C를 나타내었다. 그리고 Table 1과 비교·분석한 동일부위간 진정 전후의 온도차이 변화가 전면상은 후지 제벽에서 0.29°C, 후면상은 전지 구절부에서 0.27°C로써 가장 큰 온도차이를 나타내었지만 좌우 대칭부위 온도차이 비교분석에 있어 진정제 투여는 큰 영향이 없는 것으로 사료되었다.

진정후 안구주변 조직의 대칭간 온도차이

결막의 혼탁이나 충혈 및 부종이나 누습이 확인되지 않는 건강한 말 안면부의 전면상(Fig 4)을 진정제 투여 후 체열촬영하고 안구주변 조직의 좌우 대칭간 온도차이를 측정된 결과는 Table 4와 같이 안구주변의 온도차이 범위는 0.34-0.68°C였다.

진정후 좌전지 전면의 삭모후 대칭간 온도차이

정상마에서 다리 삭모시 좌우측지 대칭간의 온도차이를 비교하기 위하여 좌전지의 전면부(Fig 5)를 전동 삭모기로 털을 깎고 일정시간이 지난 후, 반대편 미삭모 다리 대칭부위와의 온도차이를 측정된 결과는 Table 5와 같이 제벽을 제외한, 털이 자라는 모든 촬영부위의 온도차이 범위가 1.33-3.41°C로써 삭모전에 측정된 Table 3의 진정 후 전지 전면상의 평균온도차이 범위인 0.33-0.66°C보다 다소 넓고 크게 나타났다. 바 삭모, 즉 털의 길이는 체열촬영 진단에 영향을 끼칠 수 있을 것으로 판단되었다.

Table 2. Temperature difference (ΔT) between regions of the frontal and back view of four legs before sedation

	CB/ HB*	Hoof wall	Pastern	Fetlock	MC/ MT**	Carpus/ Tarsus	Forearm/ Crus
Fore- Dorsal	ST***	1.10±0.70	3.20±0.58	3.42±0.72	3.46±0.86	3.44±0.76	3.78±0.69
-limb Palmar	ST	NE****	6.56±1.95	5.45±1.66	5.50±1.51	3.56±1.24	3.35±1.45
Hind- Dorsal	ST	1.30±1.12	3.00±1.00	3.05±1.09	2.52±1.13	2.33±1.76	1.48±0.92
-limb Plantar	ST	NE	6.92±3.16	6.15±1.70	6.39±0.88	4.14±0.99	4.56±1.18

*CB/HB: Coronary band/ heel bulbs, ** MC/MT: Metacarpus/Metatarsus ***ST: Standards, **** NE: Not evaluated

Table 3. Temperature difference (ΔT) of symmetric site by regions of frontal and back view in the lower limbs after sedation

	Hoof wall	CB/ HB*	Pastern	Fetlock	MC/ MT**	Carpus/ Tarsus	Forearm/ Crus
Fore- Dorsal	0.66±0.41	0.47±0.50	0.37±0.27	0.49±0.36	0.50±0.43	0.37±0.29	0.33±0.29
-limb Palmar	NE***	0.38±0.29	0.65±0.31	0.63±0.63	0.62±0.65	0.74±0.86	0.57±0.42
Hind- Dorsal	0.17±0.23	0.42±0.46	0.47±0.32	0.32±0.25	0.53±0.36	0.52±0.47	0.73±0.51
-limb Plantar	NE	0.40±0.32	0.52±0.45	0.53±0.45	0.33±0.21	0.58±0.31	0.37±0.24

*CB/HB: Coronary band/ heel bulbs, ** MC/MT: Metacarpus/Metatarsus
***NE: Not evaluated

Table 4. Temperature difference (ΔT) of symmetric site by regions of eyeball after sedation

	eyeball	upper eyelid	lower eyelid	medial eyeball
Temperature difference (ΔT)	0.58±0.58°C	0.38±0.33°C	0.34±0.38°C	0.68±0.63°C

Table 5. Temperature difference (ΔT) of Symmetric site by regions of the frontal view of the left foreleg which was clipped after sedation

	Hoof wall	Coronary band	Pastern	Fetlock	Metacarpus	Carpus	Forearm
ΔT	0.42±0.42	1.33±0.74	2.80±0.81	2.75±0.80	2.63±0.92	3.41±1.17	3.14±0.85

Table 6. Change of the temperature difference and degree of clinical signs by the process of inflammation healing

	Pre-inflammation		Post-inflammation			
	Normal(DCS*)	+1 Day	+1 Week	+2 Week	+3 Week	+6 Week
Case 1	0.46(0)	8.35(4)	7.75(2)	4.72(2)	1.52(0)	0.64(0)
Case 2	0.15(0)	1.74(8)	2.57(5)	1.78(3)	0.53(1)	0.05(0)
Mean	0.31(0)	5.05(6)	5.16(3.5)	3.25(2.5)	1.02(0.5)	0.35(0)

*DCS: Degree of clinical signs, the sum of the score of clinical signs in the individual case

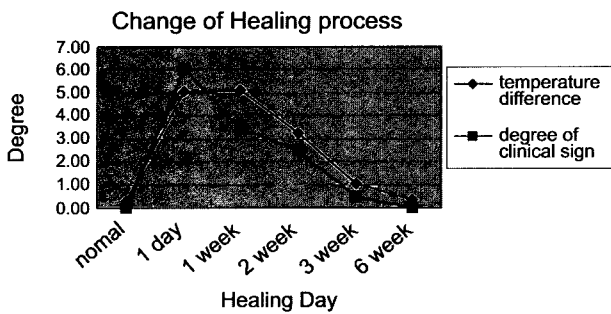


Fig 1. Change of inflammatory process by the healing day.

치유경과에 따른 정상부위와 염증 부위와의 온도차이 및 임상증상 변화

Table 6은 인위적인 외상 유도마(Case 1)와 감염성 관절염 유도마(Case 2) 각각 1두에 대한 체열촬영 및 임상증상을 비교·관찰한 결과이다. 대체적으로 2주 공히 감염유도 1일 후 급성의 염증반응을 보이며, 치유경과의 관찰 말기인 약 6주 후에는 임상증상과 더불어 체열 영상이 정상 소견에 가까운 비슷한 결과를 나타내었다(Fig 1, 6-9).

고 찰

Dorland's 의학사전에 의하면 Thermography는 “heat”와 “to write”의 뜻을 가진 라틴어에서 왔으며 적외선 방열에 기인한 체표면 온도를 사진으로 나타내는, 신체 열 분포도를 측정하고 그래프로 표시하는 기법이다^{7,13,24}. 오늘날 동·서양인의 분야에서 체열촬영, 체열영상, 체열진단, 체열영상진단, 열화상검사, 열측정 화상기 그리고 체열영상 진단기 등의 다양한 용어로서 혼용되고 있으며 CT, Ultrasonography, X-ray 처럼 영상을 통해 신체 각 부위의 건강 및 질병 여부를 판별하는 화상진단장치의 하나이다. Lawson은 이러한 열 그림을 thermogram이라 하고 열 사진을 만들어내는 기법을 thermography라고 불렀다²³. 이와같이 thermography는 신체로부터 방열되는 열을 적외선 카메라로써 촬영하고 진단하는 기술 또는 장비로 지칭되므로 국내 수의분야에서도 체열촬영(술)이나 체열진단(기)으로 불려도 무방할 것으로 사료된다.

체열촬영은 피부온도를 측정하고 그것을 사진영상으로 전환시켜주는 과정이므로 신체 장기 중 가장 크고 민감한 감각기관으로서 미생물 차단, 체액유지, 태양빛 복사에 대한 방



Fig 2. Thermogram of dorsal view in the thoracic limbs before sedation.



Fig 3. Thermogram of plantar view in the pelvic limbs after sedation.

어 및 체온조절 등의 기능을 갖는 피부와 밀접한 관련이 있으며, 이 피부에 분포하는 말초신경들이 혈액흐름을 조절하여 열의 교환과 보존이 일어난다^{4,6,9}. 적외선 카메라로 스캐닝되고 기록되는 피부온도는 조직내 열의 수송과 환경으로의 열 수송 결과로서 발생하는 균형이다¹¹. 그리고 말초 맥관

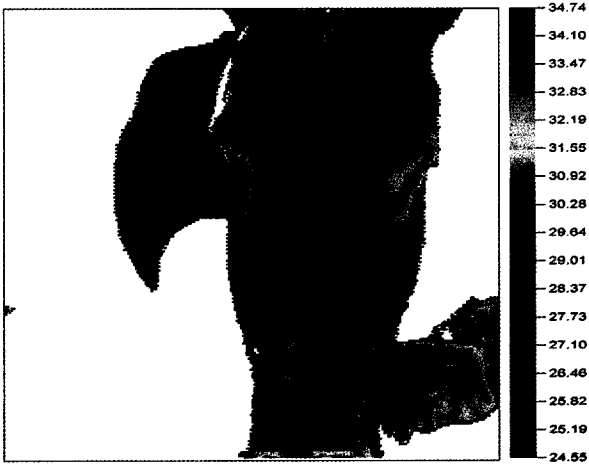


Fig 4. Thermogram of dorsal view in the face after sedation.

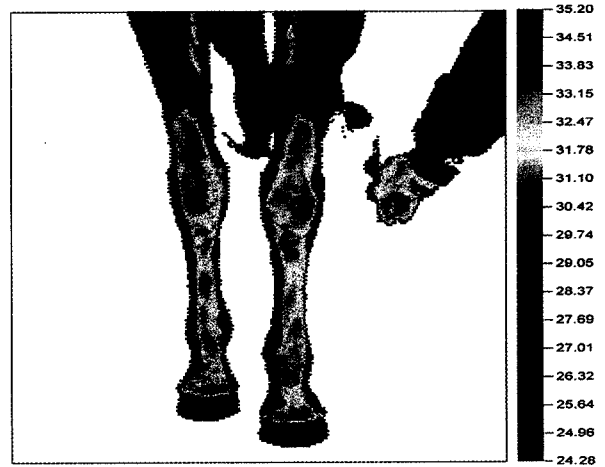


Fig 7. Thermogram of laceration in the forearm area (dorsal view) after sedation-3 weeks treatment.



Fig 5. Thermogram of dorsal view in the left thoracic limbs clipped after sedation.



Fig 8. Thermogram of infectious arthritis of the middle carpal joint(dorsal view) after sedation-1 day treatment.



Fig 6. Thermogram of laceration in the forearm area (dorsal view) after sedation-1 day treatment.

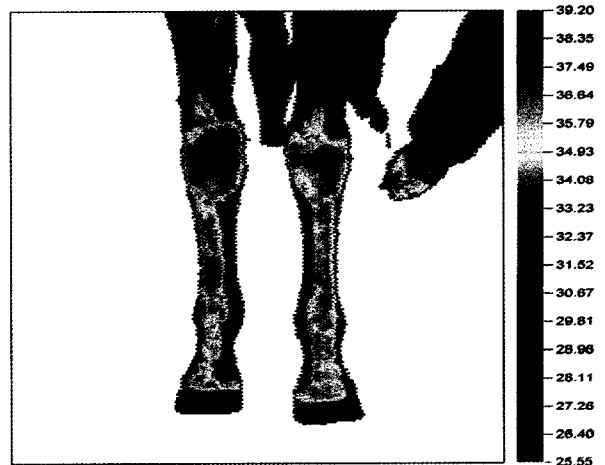


Fig 9. Thermogram of infectious arthritis of the middle carpal joint(dorsal view) after sedation-3 weeks treatment.

장애에 의한 순환 장애 및 세포 대사작용의 변화는 피부의 적외선 방사 형태가 정상적인 온도분포와 차이를 보이므로 체열 영상패턴의 형성에 기여를 한다¹.

Purohit와 McCoy¹³는 정상적인 열 양상 결정을 위해서 운동전후 체열촬영한 모든 말에서 유사한 적외선 방출 양상을 보였다고 하였으며, 무릎과 비절 이하 다리 말단부에서 좌우 측면, 전후면 간에는 높은 대칭성이 있다고 하였다. 휴식중인 건강한 4다리의 피부온도를 진정전후 체열촬영한 후 전면상과 후면상에 대한 좌우 대칭부위간 온도차이를 분석한 본 연구결과에서는 진정제 투여전의 대칭부위간 최소·최대 온도차이 범위가 전지 전면상 0.40-0.57°C, 전지 후면상 0.36-0.68°C, 후지 전면상 0.20-0.64°C, 후지 후면상 0.37-0.54°C로 나타났고, 진정제 투여후의 체열촬영상 또한 진정제 투여전과 유사한 결과를 나타내어 진정제 투여전후간 모두 좋은 좌우 대칭성을 보였으며, 특히 전지 전면상과 후지 후면상의 온도차 범위가 전지 후면상과 후지 전면상보다 적은 것은 촬영의 용이성 때문인 것으로 사료된다. 또한 진정제 투여후 안구주변 조직의 좌우 대칭부간 온도차이 비교시 하안검과 안구내측부가 각각 0.34°C, 0.68°C를 나타내어 가장 적고, 큰 온도차이를 보였다. 그리고 체열 촬영방향별로 동일부위에서의 진정제 투여전후간 온도차이를 보면, 전지 전후면상은 제벽과 구절에서 각각 0.25°C, 0.27°C 그리고 후지 전후면상은 제벽과 중족부에서 각각 0.29°C, 0.16°C로써 가장 큰 온도차이를 보였으나 좌우 대칭 비교시에는 진정제 투여만으로 체열변화에 특별한 영향을 끼치지 않는 것으로 판단되었다. 그러나 일반적으로 진정제 투여에 의한 진정작용은 혈관확장을 일으켜서 잘못된 온도 상승을 가져올 수 있으므로 검사를 위해 가능한 한 화학적 보정을 피할 것을 권고하고 있다^{8,20}.

어느 신체 부위의 열 양상은 혈관과 표면의 윤곽을 근거로 하여 예측되며, 체열촬영 해석의 근거가 되기도 한다. 말의 다리 전면부와 후면부에서 가장 따뜻한 곳은 각각 제관대와 제구 사이로써 이러한 부위에는 동·정맥총이 풍부하거나 혈관이 많이 지나는 경향이 있다. 반면 대동맥, 구절 및 발목의 앞쪽은 혈액 공급이 다소 적기 때문에 상대적으로 차갑다. 그리고 다리의 내외측면들은 내측지 동맥과 정맥 및 외측지 동맥의 루트를 따라 가장 따뜻하며 중수부는 내측, 중족부는 외측이 반대편 보다 그 피부 표면에 크고 혈액이 풍부한 혈관이 많이 있어 따뜻하다^{18,20}.

Purohit와 McCoy¹³는 무릎과 비절이하 전면상과 후면상의 적외선 방출 특징을 조사하여 전후지가 비슷하다고 보고하였는데 평균온도가 전면상에서는 발굽 제관대(Coronary band)가 가장 따뜻하였고 제관대 대비 제벽 1-2°C, 구절 및 중수(족)부 3-4°C, 발목은 3-5°C정도 낮았으며, 후면상은 제구사이가 가장 높은 온도를 나타내었고 제구간 대비 제벽 1-2°C, 전박부 및 하퇴부 2°C, 발목 거모부는 5-8°C정도 낮다고 하였다. 본 연구에서는 전지 및 후지 공히 후면상의 제벽 부위는 측정할 수 없었으며, 전면상 및 후면상은 각각 제관대와 제구간이 가장 따뜻하였는데 전후지의 전면상은 제관

대 대비 제벽은 1.10-1.30°C, 구절 및 중수(족)부는 2.52-3.46°C, 발목은 3.00-3.20°C 그리고 무릎과 비절의 상부는 1.48-3.78°C정도 낮았으며, 후면상은 제구간 대비 무릎과 비절의 상부는 3.35-4.56°C, 털이 많은 발목 거모부, 구절 및 중수(족)부는 5.45-6.92°C정도가 낮았다. 한편 이러한 온도차이는 신체로 부터의 적외선 방출 뿐만 아니라 조사자의 촬영기술과 보정 방법, 검사대상말의 순응 정도에 따라 약간의 변이가 발생할 수 있는 것으로 사료되었다. 그러므로 몸에 묻은 오물이나 긴 털은 절연상태로써 열의 발산을 막아 체열 촬영을 방해할 수 있으므로 동물에 진단 목적으로 체열 진단기를 응용할 때에는 주의깊은 조절과 결과에 영향을 미칠 환경적 요소를 측정 전에 제거하는 등의 지속적인 모니터링을 하여야 한다^{3,5,7,12,20}. 말은 털갈이를 하는 대표적인 동물로써 피부 표면을 덮고 있으면서 봄가을에 털갈이를 하는 가는 털과 털갈이를 하지 않는 긴 털로 구분되므로 체열 측정에 있어 털의 길이는 중요하다. 대칭부위의 털이 짧거나 길이가 동일할 때의 체열 영상은 보다 정확도가 높게 되며, 털 자란 상태가 단일하지 않거나 상대적으로 짧은 털이 있는 부위는 비염증성 "hot spot"이 나타나게 되어 오진할 수 있다^{19,20}. 따라서 관심있는 부위는 많은 체열상 영상을 확보하여야 하며, 가능한 말의 사지를 4방향에서 검사하고 "hot spot"이 일관되게 나타나면 반복검사를 실시할 필요가 있다²⁰. Turner¹⁸등은 임상적으로 건강한 말의 전지 한다리만을 삭모한 채 운동전후 삭모한 다리와 삭모하지 않은 다리를 비교·관찰한 결과 좌우 다리의 온도차이는 운동전과 운동후 각각 2.63°C, 2.72°C로 나타났는 바 이는 털의 적외선 방사 차단 성상 때문에 삭모한 다리쪽의 온도가 높으나 운동후에 양다리간 온도차이가 거의 변하지 않은 것은 삭모가 다리의 열성 패턴에 영향을 주지 않으므로 체열측정을 위해 삭모가 반드시 필요치 않다고 보고한 바 있다. 건강한 말의 왼쪽 앞다리 전면부를 삭모하고서 반대편 다리와 온도차이를 비교한 본 연구결과 털이 없는 제벽부위는 0.42°C로써 미삭모 상태에서의 온도차이와는 별다른 변화가 없었으나 가장 높은 온도를 나타내는 제관대는 1.33°C, 다음으로 중수부, 구절, 발목 및 전박 하단 순으로 각각 2.63, 2.75 2.80 3.14°C정도의 온도차이(평균 2.53°C)를 보여 체열촬영시 털의 길이 및 삭모여부는 체열 방사에 영향을 미치기 때문에 가마 주변, 구절 및 발목 거모부의 긴털들은 주변 털이나 대칭부위의 털길기와 똑같이 잘라줄 필요가 있다고 판단되었다.

일반적으로 상해를 입거나 병이 있는 조직은 혈류의 순환 변화를 일으키고 그 체열 영상은 염증반응이나 치유과정으로써의 맥관 확장에 의한 순환 증가로 "hot spot"을 보이고, 종창, 색전 및 반흔 조직에 기인한 혈액공급 감소로 "cold spot"을 나타낸다^{4,7,16,19,20}. 즉 열감은 염증의 주요한 증상 하나이고 피부 표면의 혈액 순환 증가를 의미하며 체열촬영술로서 계량화될 수 있다. 그러나 말의 체온은 일일 주기적 변화가 있어 아침저녁의 직장온도가 1°C 차이가 날 수 있고 운동만으로도 약 0.5°C의 체열 상승이 관찰되며, 이러한 비염증성 열은 맥관 확장으로 자연스럽게 정상 회복된다^{2,19,20}.

많은 연구자들^{10,14,20,21,23}이 체열촬영술은 체열 영상의 대칭성 차이를 평가하는 것으로써 온도 변화의 양이 대칭적인 것은 중요하지 않으며, 영상 평가시 좌우 대칭부위 온도의 차이가 1°C 이하이면 정상으로 간주하고 1°C 또는 그 이상일 때는 병변의 존재 가능성이 있으며 임상적으로 의미를 갖는 온도 차이라고 규명하였다. 한편 패혈증 및 기타 심한 염증의 경우 8°C 이상¹⁵, 오래된 관절 병변의 악화시 10°C 이상¹⁷의 온도 변화가 있다고 하였다. 그리고 Willam²³은 좌우 대칭다리의 온도 변화는 맥관의 구조적·기능적 이상, 열 전도성 변화 및 혈관의 국소적 열 산생 효과에 의해 일어날 수 있다고 하였다. 임상적으로 건강한 다리를 가진 10마리 말들의 진정 전후, 전후지 전면 및 후면 체열상에서의 평균적인 좌우 온도차이를 측정하고, 각각 1두씩 피부와 관절내 감염을 유도하여 염증의 치유경과를 관찰한 본 연구의 좌우 대칭부의 온도차이 범위가 0.17-0.74°C로 나타난 결과와 인의적인 외상 및 관절염 유도 1일후 관찰한 각각의 온도차이가 8.35°C, 1.74°C인 결과들을 참고하여 종합적으로 판단해 볼 때 적외선 체열 촬영에 있어서의 좌우 대칭부의 온도차이 범위가 0.8°C 이상일 경우에는 임상적 유의성 있는, 즉 병변이 있는 온도차이로서 결정하여도 무난할 것으로 사료되나 향후 이러한 체열촬영술이 수의 임상에서 보다 객관적 정보로써 활용되기 위해서는 보다 많은 실험 두수에 의한 검사를 통한 임상적 판단기준 및 표준상 정립이 필요할 것으로 고려된다. Purohit와 McCoy¹³ 및 Turner¹⁹는 체열진단이 질병의 임상경과 및 치료효율을 평가하는데 도움이 되며, 초기 상해 후 임상적으로는 건강하게 나타나지만 체열 영상은 여전히 염증부위를 나타내는 경우는 손상된 조직의 완전 치유가 되지 않았다는 것을 체열촬영술로서 알 수 있으며, 이렇게 매일 체열 영상을 관찰한다면 치료효과와 치료중단 시기를 결정하는데 유용하다고 하였다. 따라서 반복적인 검사로써 임상적으로 의미 있는 온도차이를 명백히 규명한다면 체열촬영술은 대칭부위의 온도차이를 측정·비교하여 염증의 진단과 병변부를 국소화하고 질병의 임상적 예후를 믿게 해주어 침술이나 대체의학의 치유과정 및 치료결과의 객관적 평가가 어려운 처치 방법에 대한 치료간격과 치료 반응의 평가를 도와주는 진단술 또는 진단기기로써 수의분야에 폭넓게 활용될 수 있을 것이라 기대된다.

결 론

표준 체열상 및 임상적 판단기준의 설정 및 기초자료를 확보를 통한 체열촬영술을 말 임상에 활용하고자 패독 및 초지에서 6개월 이상 사육·관리중인 건강한 10두를 대상으로 임상적인 실험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 진정전 사지 전후면의 온도차이 범위는 0.20-0.68°C였다.
2. 진정제 투여전 다리 하부의 가장 따뜻한 부위는 전면상은 체관대, 후면상은 체구간으로 나타났으며, 다른 측정 부위 보다 각각 1.10-3.78°C, 3.55-6.92°C 높았다.
3. 진정후 사지 전후면 대칭간 측정부위의 온도차이 범위는

0.17-0.74°C로써 진정전과 비슷하였다.

4. 동일 부위들에 대한 삭모후 온도차이의 변화는 삭모전 대비 약 1-3°C 증가가 관찰되었다.

5. 체열진단상의 온도변화와 염증 경과별 임상소견이 일치하였다.

결론적으로 좌우 대칭간 0.8°C 이상의 온도는 임상적으로 유의성이 있다고 사료된다. 따라서 체열촬영술은 질병의 발병상태 진단 및 치유과정의 추적에 유용한 진단기법으로 판단된다.

감사의 글

이 논문의 실험에 기기의 임대와 많은 자료 및 기술지원을 무상으로 제공해주신 (주)메디코아에 다시 한번 감사의 말씀을 드립니다.

참 고 문 헌

1. Bianemark PI, Nilsson K. Thermographic and microvascular studies of the peripheral circulation. *Bibl Radiol* 1969; 5: 130-142.
2. Brown CM. Fever. In: *Problems in equine medicine*, Philadelphia: Lea & Febiger. 1989: 196-204.
3. Clark JA, Cena K. The potential of infrared thermography in veterinary diagnosis *Vet Rec* 1977; 100: 402-404.
4. Colahan PT, Mayhew IG, Merritt AH et al. Disease of the skin. In: *Equine medicine & surgery*, 4th ed. California: American Veterinary Publication, Inc. 1991: 1569-1721.
5. Delahanty DD, Georgi JR. Thermography in equine medicine. *JAVMA* 1965; 147: 235-238.
6. Hall J, Bramlage LR, Kantrowitz BM et al. Correlation between contact thermography and ultrasonography in the evaluation of experimentally-induced superficial flexor tendinitis VCNA: *Equine practice* 1987; 32: 429-438.
7. Herbert KS. Thermography: Using the normal and abnormal infrared heat from a horse's body to diagnose injury or inflammation. *The Horse*. 1998; May: 49-53.
8. Hoogmoed L, Snyder JR, Allen AK et al. Use of infrared thermography to detect performance-enhancing techniques in horses. *EQUINE VETERINARY EDUCATION* 2000; 132-138.
9. Kobluk CN, Ames TK, Geor RJ. Pathophysiology and diagnosis of skin disease. In: *The horse disease & clinical management*. Philadelphia: W.B Saunders Company. 1995: 506-511.
10. Kold SE, Chappell KA: Use of computerised thermographic image analysis(CTIA) in equine orthopaedics: review and presentation of clinical case. *EQUINE VETERINARY EDUCATION* 1998; 10: 198-204.
11. Love TJ. Thermography as an indicator of blood perfusion. *Ann NY Acad Sci* 1980; 335: 429-436.
12. Palmer SE. Use of the portable infrared thermometer as a means of measuring limb surface temperature in the horse. *Am J Vet Res* 1979; 105-108.
13. Purohit RC, McCoy MD. Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. *Am J Vet Res* 1980; 41:

- 1167-1174.
14. Riegel RJ, Hicola SE. Concepts and technologies. In: *Illuminated atlas of clinical equine anatomy and common disorders of the horse(V.1). Musculoskeletal system and lameness disorders.* Ohio: Equistar Publications, Limited. 1996: 5-8.
 15. Stashak TS. Diagnosis of lameness. In: *Adams' lameness in the horses.* 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger. 1987: 151-156.
 16. Stashak TS. Principle of wound healing. In: *Equine wound management.* Philadelphia: Lea & Febiger. 1991: 151-156.
 17. Stromberg B. The use of thermography in equine orthopedics. *J Am Vet Radiol Soc* 1974; 15: 94-97.
 18. Turner TA, Fessler JT, Lamp M, et al. Thermographic evaluation of for the podo-trochlosis. *Am J Vet Res* 1983; 44: 535-539.
 19. Turner TA, Purohit RC, Fessler JF. Thermography : a review in equine medicine *Compend Contin Educ Pract Vet* 1986; 8: 855-862.
 20. Turner TA. Thermography as an aid to the clinical lameness evaluation. *VCNA: Equine practice* 1991; 311-338.
 21. Turner TA. Use of thermography in lameness evaluation. *AAEP Proceedings* 1998; 44: 224-229.
 22. Waldsmith JK, Oltmann JI. Thermography : subclinical inflammation. diagnosis, rehabilitation, and athletic Evaluation. *J Equine Vet Sci* 1994; 1: 8-10.
 23. William KL. Infrared thermometry as a tool in medical research. *Ann NY Acad Sci* 1964; 121: 99-112.
 24. Winsors T. Vascular aspects of thermography. *J Cardiovasc Surg* 1971; 12: 379-388.