

< Case Report >

적외선 체열촬영술을 이용한 thoroughbred 말의 근골격계 파행진단 증례

박형준¹ · 송윤오¹ · 이진주¹ · 지창무¹ · 정해원¹ · 김 석¹
조규완¹ · 조재현¹ · 김종수¹ · 문운경² · 송영민³ · 김충희^{3*}

¹경상대학교 수의과대학, ²농림수산검역검사본부, ³경남과학기술대학교 생명자원과학대학

Use of thermography in lameness caused by musculoskeletal disease in Thoroughbred mare

Hyoung-Joon Park¹, Yuno Song¹, Jin-Ju Lee¹, Chang-Moo Ji¹,
Hae-Won Jung¹, Suk Kim¹, Kyu-Won Cho¹, Jae-Hyeon Cho¹, Jong-Shu Kim¹,
Oun-Kyong Moon², Young-Min Song³, Chung-Hui Kim^{3*}

¹College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Anyang 430-757, Korea

³College of Life Resources Science, Gyeongsang National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

(Received 14 July 2012; revised 22 August 2012; accepted 29 August 2012)

Abstract

The mare had lameness and asymmetry edematous on its tarsal and metatarsal joints at the initial physical examination. The pain was elicited with a palpation along the metatarsal articulations. No significant abnormalities were detected in the screening test. However, thermographic images revealed a significant increase in the surface temperature at the joint of the hindlimb when compared to the reference range. At necropsy, an irregularity of the surface and excessive synovial fluid were observed on the right tarsal joint. No bacterial growth was shown in the cultures of synovial fluid. *Staphylococcus aureus* was detected in the subcutaneous discharge. Taken together, the thermography images were very useful in localizing the area of injury and were an effective diagnostic methodology for assessing lameness.

Key words : Thermography, Lameness, Diagnosis, Tarsal, Equine

서 론

적외선 체열촬영(Digital infrared thermographic image, DITI)은 피부의 감염, 종창 또는 골절부위의 체표면에서 발산되는 온도가 주변의 피부 체표면과 온도 차이를 나타내며 방출되는 미세한 적외선을 컴퓨터를 이용하여 검출하고 이를 색상의 구분을 통한 시각적 영상으로 나타내어 신체의 질환이나 이상 유무를 평가하는 검사법이다(Park과 Park, 2000). 이러한

진단방법은 환축에 대한 방사선 노출이나 침습적인 통증이 없으며, 시각적 결과를 나타냄으로써 질환의 상태나 이상 유무를 정량적인 평가로 객관화할 수 있는 방법으로 인정받고 있다(Holmes, 2003). 1966년 미국 방사선학회에서 임신여성의 복부 온도차를 통한 임신의 진단 여부에 응용하기 시작하면서(Johnson 등, 1966) 사람, 동물 등 여러 분야에서 진단적 가치를 인정받고 있으며, 특히 현장이나 신속한 진단을 해야 하는 상황에서 적용되고 있다.

적외선 체열촬영술은 질환의 발생 시 신체의 조직 관류변화와 피부아래의 정맥혈류 변화로 인한 온도

*Corresponding author: Chung-Hui Kim, Tel. +82-55-751-3237,
Fax. +82-55-751-3267, E-mail. kimch@gntech.ac.kr

차를 나타내는 것이며(Purohit와 McCoy, 1980), 정맥 혈은 일반적으로 동맥혈보다 온도가 높다. 이는 피부 아래의 정맥이 동맥보다 많은 열을 방출하고 정상조직에서 나오는 혈류보다 따뜻하기 때문이다. 이러한 혈액순환의 생리적 체표면 온도변화를 분석함으로써 체열촬영을 통한 질환의 진단이 가능하게 되었다.

말의 혈관구조는 양측 다리가 좌우 대칭의 형태를 보이고 있으며, 염증이나 종창, 혈전 등이 발생할 경우 혈류량의 순환 변화로 인하여 체표면의 온도 변화가 발생한다. 이러한 변화는 체열촬영 영상에서 “hot spot”, “cold spot”로 각각 표시되는 신체 열감을 계량화가 가능하며, 이를 진단 및 치료결과에 대한 객관적인 자료로 제공 가능하다(Yang, 2002b).

말은 달리기를 즐기는 동물로 승마 등 레저활동을 통하여 생활체육에 활성화되어 있다. 그러나 말의 파행, 즉 말이 절뚝걸이는 걸음걸이 등의 이상증상이 빈번히 발생하기도 한다. 이처럼 말은 신경이 예민한 동물이기 때문에 야외 현장에서 파행에 대한 진단의 어려움과 한계가 있다.

따라서 이번 연구는 파행으로 인해 도태되어 기증된 말의 증례를 통해 통증이나 신경과민 유발없이 적외선 체열촬영을 통한 진단 및 안락사 후 병리부검 및 실험실적 분석을 통하여 말의 파행 원인을 알아보았다. 이와 같은 체열변화 자료의 축적을 통하여 유사한 사례의 발생 시에 신속히 말의 환부를 예측하고 진단하며, 나아가 임상 증상악화를 예방함으로써 말의 건강을 유지하는데 도움이 되는 기초 자료로 제공하고자 이번 실험을 하였다.

증 례

한국마사회 소속의 장수경주마목장에서 7년령의 Thoroughbred 암컷 말이 파행으로 도태되어 경상대학교 수의과대학에 해부학 실험동물로 기증되었다. 경주마로 활동하다 은퇴하였으며, 장기간 만성 관절염으로 인한 치료와 요양을 병행하였고 기증 당시 말은 보행 시 파행 증상을 나타내었으며, 뒷다리 우측 발목관절에 부종이 확인되었다. 기립 및 휴식 시에도 자주 다리를 들고 있으며, 촉진 시에 통증을 호소하였으나, 다른 부위 촉진 시에는 통증의 호소를 나타내지 않았다.

혈액학적 소견

신체 각 장기의 기능과 감염상태를 알아보기 위해 혈액을 채취하여 혈액 및 혈액생화학적 검사를 수행하였다.

혈액 검사 결과 WBC는 $11.18 \times 10^3/\text{mm}^3$ 으로 정상범위 내에 있어 세균에 의한 패혈증 등과 같은 전신적 감염은 없는 것으로 보였으며, Hct과 PLT은 각각 46.3%와 $176 \times 10^3/\text{mm}^3$ 의 수치를 나타내었다. 그리고 생화학적 검사는 ALB 2.8 g/dl, ALP 70 U/L, AST 447 U/L, BUN 13 mg/dl 그리고 CK 208 U/L 등으로 검사되어 screening test 결과 모든 항목이 정상범위 내에 존재함을 알 수 있었다(Table 1).

방사선학적 소견

말의 뒷다리 발목부위의 부종과 파행의 진단을 위하여 방사선 검사를 실시하였다. 양측 앞다리와 뒷다리를 좌우 각각 비교한 결과 앞다리와 뒷다리 모두에서 방사선적 이상 소견을 찾지 못하였다. 따라서 골절과 같은 질환은 없는 것으로 판단되었다(Fig. 1).

적외선 체열촬영 검사

적외선 체열촬영 검사를 위한 기기는 Wahl사 제품의 GHSI-1500S 휴대용 열화상 카메라를 사용하였으며, 제품의 무게는 0.7 kg, 크기는 130×9×90 mm이며, 사용 가능한 온도의 범위는 $-5 \sim 45^\circ\text{C}$ 이고, 온도의 분해능력은 0.1°C 이다. 촬영 시 초점범위는 1 m로 하였다.

앞다리와 뒷다리의 발목부위 및 발목허리부위의

Table 1. Hematological and serological findings in the mare

Parameters	Values	Reference range
WBC*	11.18	5.5~12.5
RBC*	10.22	6.5~12.5
PLT*	176	100~600
Hb (g/dl)	14.5	11~19
Hct (%)	46.3	32~52
ALB (g/dl)	2.8	2.5~4.2
ALP (U/L)	70	109~315
AST (U/L)	447	205~555
BUN (mg/dl)	13	8~27
CK (U/L)	208	90~565

* $\times 10^3/\text{cubic mm}$.



Fig. 1. Ventrodorsal and lateral radiographic views of hindlimbs in the mare. Right (A) and left (B) tarsal and metatarsal joint.

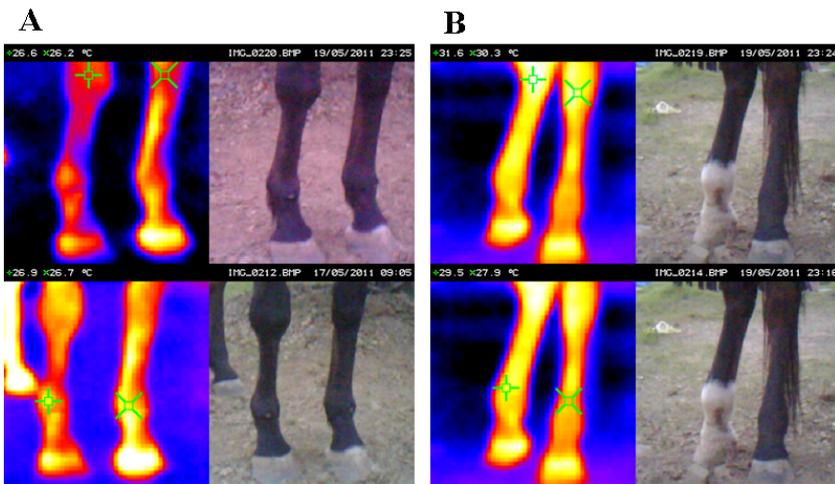


Fig. 2. Thermographic images of joint in the mare. Forelimb (A) and hindlimb (B).

피부 체표면 온도를 적외선 체열촬영 검사를 통하여 실시하였으며, 앞다리의 좌우측의 피부 체표면 온도는 각각 26.6°C, 26.2°C로서 양측의 온도차이가 0.4°C를 나타내었고, 앞발목의 온도는 좌우 각각 26.9°C, 26.7°C로 0.2°C의 차이를 보여, 양측 앞다리의 온도차에 의한 유의적 변화는 없는 것으로 나타났다. 반면 뒷다리의 뒷발목관절 온도는 우측이 31.6°C, 좌측이 30.3°C로 우측이 1.3°C의 높은 것으로 나타났으며, 뒷발허리관절부위는 우측이 29.5°C, 좌측이 27.9°C로 우측이 1.6°C 높게 나타났다. 따라서 뒷다리의 체열촬영 검사는 뒷발목관절과 뒷발목허리관절 모두에서 우측이 좌측보다 유의성 있게 체표면 온도가 높게 나타났다(Fig. 2).

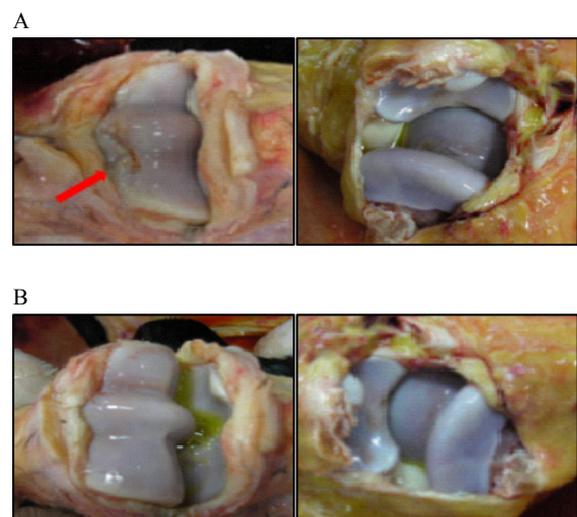


Fig. 3. The irregularity of surface and excessive synovial fluid were observed on right tarsal and metatarsal joint (A) and left tarsal and metatarsal joint (B).

양측 전지 및 후지 관절의 해부학적 소견

양측 앞다리와 좌측 뒷다리의 발목관절 및 발목허리관절을 병리해부한 결과 특이한 소견을 발견할 수 없었다. 반면에 우측 뒷다리의 발목관절을 개방하였을 때 과도한 관절 활액이 배출되었으며, 관절 연골면의 일부가 손상되었고 염증성 삼출물의 소견도 관찰할 수 있었다. 따라서 우측 뒷다리의 발목관절 내의 연골손상이 말의 파행 원인이었으며, 또한, 적외선 체열촬영 시 피부 체표면의 온도 상승의 원인이 된 것으로 보인다(Fig. 3).

고 찰

적외선 체열촬영술은 사람이나 동물의 피부에서 발산되는 체표면의 온도를 적외선 방출형태로 측정하여 각 부위를 온도와 색상으로 구분하여 나타내는 것이다(Turner 등, 1986; Purohit와 McCoy, 1980). 이러한 측정방법은 피부 자극이 없는 비침습적 검사법으로 환축에 긴장이나 통증의 유발 없이 염증, 인대의 손상 그리고 골절과 같은 부위를 찾을 수 있는 장점이 있다. 이와 같은 체열촬영술은 개나 말과 같은 동물의 손상된 사지를 진단하는 방법으로 양측 다리에서 같은 부위 온도를 비교하여 국소부위의 온도 차이로 손상부위를 찾아내는 방법으로 적외선 체열촬영술이 활용되고 있다(Palmer와 Bertone, 1994).

피부의 체표면 온도는 대기의 순환에 의해 체온이 손실되므로 체내 온도보다 낮은 25.04~37.4°C의 범위 내에서 정상으로 나타나며, 일반적으로 체내보다 표면 온도가 5°C 또는 그 이상으로 환경에 따라 낮게 나타난다고 보고되고 있다(Marr, 1992). 피부의 체표면에 따뜻한 열 기운을 가져오는 이유는 혈액의 순환 때문이며, 특히 동맥보다 정맥 대사 활성의 반응지역으로 많은 열을 가져다줌으로써 정맥 주변의 체온이 따뜻하게 되는 것이다. 이러한 체온 변화를 적외선 체열촬영을 통하여 평가함으로써 환부의 진단이 가능한 것이다(Holmes 등, 2003).

말은 선천적으로 달리는 것을 좋아하며 사람은 이를 이용하여 경마나 승마를 통하여 레저활동을 즐기기도 한다. 이러한 결과로 말은 다리의 관절이나 근육부위의 건과 인대 연골 등의 손상이 많아 파행 질환이 있는 사례가 많다(Wang 등, 2012). 일반적으로 말의 앞다리와 뒷다리의 양측 다리 온도 차이는 같은

부위를 비교하였을 때 0.8~1°C를 기준으로 이 범위에 속하면 정상이며, 그 이상의 온도 차이를 나타낼 때 유의성 있는 질환으로 의심할 수 있다고 한다(Marlin 등, 1998). 다른 보고서에 따르면 말의 파행 시 임상적 진단사례에서 1°C 이상의 변화를 비정상적으로 진단하거나 질환의 가능성으로 인지하며, 골절의 상태에 따라 골절부위의 체표면 온도가 10°C 이상으로 상승하기도 한다고 하였다(Stashak, 1987; Waldsmith와 Oltmann, 1994).

실제 임상에서는 파행의 증상을 가진 말의 임상적 진단을 위한 검사가 쉽지 않다. 먼저 진단의 장비가 대형이며 대부분 대학병원이나 도심에 있어 말을 이동하여 검사하기가 쉽지 않으며, 또한, 많은 경비가 소요되기 때문이다. 따라서 휴대용 적외선 체열촬영기를 이용하여 임상에서 카메라 촬영하듯이 비침습적인 방법으로 말에게 긴장을 초래하지 않으며 간단하게 진단할 수 있는 방법이 권장되고 있다(McCracken 등, 2012). 이러한 이유로 기증된 말의 파행 증상에 적외선 체열촬영기를 통한 체표면 온도 변화가 진단적 유의성이 있는지를 알아보았다.

이번 연구의 결과 방사선 검사에서는 앞다리와 뒷다리 모두에서 이상 소견이 없었으며(Fig. 1), 혈액 및 혈액화학적 검사에서도 건강상의 유의적 이상은 발견되지 않았다(Table 1). 그러나 적외선 체열촬영술을 시행한 결과 뒷다리의 우측 뒷발목은 좌측보다 1.6°C 그리고 뒷발목허리 부분은 1.3°C 높게 나타났다(Fig. 2). 부검소견에서도 우측의 뒷발목관절의 연골 손상을 관찰할 수 있었으며, 이로 인해 파행 및 체표면 온도 상승의 원인을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 이러한 결과는 Weil 등(1998)이 보고한 말의 파행 119두의 사례에서 골절 시 1~3°C 환부의 체표면이 상승하며, 또한, Purohit와 McCoy (1980)가 보고한 말의 골절 사례 6두에서 다리와 척추 부위의 체표면 온도가 3.4°C 까지 상승한다는 내용과 일치하고 있다.

1970년대 초 말의 파행진단은 수의정형외과에서 적외선 체열촬영술을 시술하여 관절염, 활막염, 건염 그리고 골막의 이상 유무를 빠르게 진단할 수 있었으며 이들 부위는 통증이나 부종이 발생하기 1~2주 전에 피부체표면 온도가 상승한다고 하였다(Strömberg, 1974). 이러한 보고서에 따르면 적외선 체열촬영술을 이용하여 진단할 경우 말의 파행에 따른 증상을 초기에 확진함으로써 더는 질환이 악화하지 않도록 예방할 수 있으며, 이번 실험의 증례에서와 같이 방사선 진단 검사에서도 확인이 어려운 관절의 연골 손상도 적

외선 체열촬영을 통하여 찾아낼 수 있다. 또한, 적외선 체열촬영술은 진단의 기능뿐만 아니라 골절 또는 염증의 부위가 회복되는 예후를 판단할 수 있는데 도움을 줄 수 있으리라 생각한다.

적외선 체열촬영술은 임상적 적용 시 말에 대한 수의사의 경험이 축적되어야 하며, 또한, 많은 사례를 통하여 임상적 기준을 위한 분석이 더 필요하다고 생각한다. 적외선 체열촬영술을 통한 진단은 최종 진단적 확립을 위해서는 추가적 정밀진단기기의 검사가 필요하기 때문에 진단의 보조기로서 유용할 것으로 생각하며, 염증을 동반한 의심되는 사례에서 정밀기기를 사용하기 전에 장소의 이동과 경비 절감을 위해 충분한 보조적 진단기구로서 유용하게 사용할 수 있을 것으로 생각한다(Yang, 2002a).

적외선 체열촬영술의 적용은 말 뿐만 아니라 개, 고양이를 비롯한 다른 모든 동물에게도 적용이 가능하므로 앞으로 많은 임상사례를 축적하여 동물들의 질병 조기발견이나 진단 및 예후 관찰을 위한 정밀기기의 보조적 진단목적으로 널리 사용되기를 바란다.

결 론

적외선 체열촬영술을 이용하여 파행의 질환이 많은 말에서 임상적 적용 여부의 가능성을 알아보기 위하여 한국마사회 소속의 장수경주마 목장에서 파행의 질환으로 도태되어 기증된 말을 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 우측 뒷다리 파행의 원인으로 뒷발목부위의 관절이 좌측보다 종대 되었으며, 축신시 통증을 호소하였고 열감이 감지되었다. 적외선 체열촬영술을 실시한 결과 우측의 뒷발목관절이 좌측보다 1.6°C 높았으며, 뒷발목허리관절도 1.3°C 높게 나타났다. 부검의 결과에서도 우측 뒷발목관절의 연골이 손상된 것을 확인하여 파행의 원인과 환부의 피부체표면 온도 상승이 일치함을 알 수 있었다. 따라서 적외선 체열촬영법으로 피부 체표면의 양측 온도 비교를 통하여 파행, 종창, 골절 등에 의한 질환을 조기에 발견할 수 있다는 것을 확인하였다. 앞으로 이러한 체열촬영술의 진단법을 동물 질병의 조기발견과 예방에 적용하여 동물건강 관리에 도움이 되기를 바란다.

감사의 글

이 논문은 경남과학기술대학교의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Holmes LC, Gaughan EM, Gorondy DA, Hogge S, Spire MF. 2003. The effect of perineural anesthesia on infrared thermographic images of the forelimb digits of normal. *Can Vet J* 44: 392-396.
- Johnson PM, Bragg DG, Sciarra JJ. 1966. Placental localization: a comparison of radiopharmaceutic and thermographic methods. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 96: 681-689.
- Marlin DJ, Scott CM, Roberts CA, Casas I, Holah G, Schroter RC. 1998. Post exercise changes in compartmental body temperature accompanying intermittent cold water cooling in the hyperthermic horse. *Equine Vet J* 30: 28-34.
- Marr CM. 1992. Microwave thermography: a non-invasive technique for investigation of injury of the superficial digital flexor tendon in the horse. *Equine Vet J* 24: 269-273.
- McCracken MJ, Kramer J, Keegan KG, Lopes M, Wilson DA, Reed SK, Lacarrubba A, Rasch M. 2012. Comparison of an inertial sensor system of lameness quantification with subjective lameness evaluation. *Equine Vet J* 6: doi: 10.1111/j.2042-3306.2012.00571.x.
- Palmer JL, Bertone AL. 1994. Experimentally-induced synovitis as a model for acute synovitis in the horse. *Equine Vet J* 26: 492-495.
- Park YJ, Park YB. 2000. The study on utilization of thermography in oriental medicine. *The Journal of The Korean Institute of Oriental Medical Diagnostics* 4: 43-50.
- Purohit RC, McCoy MD. 1980. Thermography in the diagnosis of inflammatory processes in the horse. *Am J Vet Res* 41: 1167-1174.
- Stashak TS. 1987. Diagnosis of lameness. pp. 151-156. In: *Adams' lameness in the horses*. 4th ed. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Strömberg B. 1974. The use of themography in equine orthopedics. *J Am Vet Radiol Soc* 15: 94-97.
- Turner TA, Purohit RC, Fessler JF. 1986. Thermography: a review in equine medicine. *Compend Cont Educ Prac Vet* 8: 855-861.
- Yang YJ, Cho GJ, Nam TC, Choi SH. 2002a. Use of thermography in Thoroughbred horses. *Korean J Vet Res* 42: 269-275.
- Yang YJ, Cho GJ, Son WK, Nam TC. 2002b. Application of thermography in Thoroughbred horses. *J Vet Clin* 9: 139-146.
- Waldsmith JK, Oltmann JI. 1994. Themography: subclinical inflammation, diagnosis, rehabilitation, and athletic Eval-

- uation. *J Equine Vet Sci* 14: 8-10.
- Wang L, Pawlak E, Johnson PJ, Belknap JK, Alfandari D, Black SJ. 2012. Effects of cleavage by a disintegrin and metalloproteinase with thrombospondin motifs-4 on gene expression and protein content of versican and aggrecan in the digital laminae of horses with starch gruel-induced laminitis. *Am J Vet Res* 73: 1047-1056.
- Weil M, Litzke LF, Fritsch R. 1998. Diagnostic validity of thermography of lameness in horses. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere* 26: 346-354.