



**DIAGNÓSTICO Y SEGUIMIENTO TERMOGRÁFICO DE ELECTROCUCIÓN Y FRACTURA DE RADIO EN UN ÁGUILA IMPERIAL IBÉRICA (*Aquila adalberti*)**  
**THERMOGRAFIC DIAGNOSIS AND MONITORING OF ELECTROCUTION AND RADIAL FRACTURE IN SPANISH IMPERIAL EAGLE (*Aquila adalberti*)**

Melero Asensio M.<sup>1</sup>, Mendoza Vega JL.<sup>2</sup>, Sánchez-Vizcaíno Rodríguez JM.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro VISAVET y Dpto. Sanidad Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid. <sup>2</sup> GREFA, Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat, Majadahonda, Madrid.

**RESUMEN**

Se aplicó la termografía en el diagnóstico y seguimiento de un caso clínico de electrocución y fractura de radio en una hembra joven de Águila imperial ibérica, *Aquila adalberti*, una de las aves rapaces más amenazadas actualmente a nivel mundial. Esta técnica es muy ventajosa en la fauna salvaje por no necesitar contacto. Mediante termografía se apreció la pérdida de vascularización producida por la entrada y salida de la corriente eléctrica, así como el aumento de temperatura por la inflamación consecuente a la fractura. Para conseguir la osificación de la fractura, ésta tuvo que ser inmovilizada durante tres semanas, con lo que el menor uso del ala lesionada produjo fibrosis del tendón del patagio, apreciable mediante termografía por el incremento de temperatura producido. Se valoró la evolución del paciente hasta su total recuperación, tras lo que fue liberada.

**Palabras clave:** termografía, Águila imperial ibérica, *Aquila adalberti*, electrocución, fractura.

**ABSTRACT**

Thermography was applied in diagnosis and monitoring of electrocution and radial fracture in a young female of Spanish imperial eagle, one of the most threatened species of bird of prey in the world. This technique is very advantageous in wildlife because requires no contact. The peripheral vascular damage caused by the input and output of electric current and the radial fracture

inflammation were detected by thermography. To get the ossification of the fracture, this one had to be immobilized for three weeks. The minor use of the injured wing produced patagium tendon fibrosis, thermographically visible for the increase of temperature. The patient evolution was monitoring by thermography until its complete recuperation, after what it was released.

**Key words:** thermography, Spanish imperial eagle, *Aquila adalberti*, electrocution, fracture.

## INTRODUCCIÓN

La termografía se basa en la recepción y cuantificación de las radiaciones infrarrojas emitidas y reflejadas por los distintos materiales. Es una técnica no invasiva que puede ser realizada a grandes distancias, muy útil en animales salvajes que son especialmente estresables (Melero *et al*, 2009). Ha sido aplicada a numerosos campos de la Medicina Humana (Renkielska *et al*, 2005) y Veterinaria (McCafferty, 2007), incluidas las aves (Tessier *et al*, 2003) (Massey *et al*, 2009).

Una temperatura superficial diferente de lo habitual puede deberse a una inflamación (Yanmaz *et al*, 2007), infección (Fowler *et al*, 2008), traumatismo, alteraciones de la vascularización (Bagavathiappan *et al*, 2009), necrosis, atrofia muscular (Melero *et al*, 2009), como reflejo de la temperatura de un órgano interno o por la acción de un elemento externo.

Es relativamente frecuente la electrocución de aves salvajes (Cooper, 2002). Los animales sufren hemorragias, quemaduras, deshidratación y shock (Cooper, 2002), siendo difícil su estabilización. Los órganos internos se afectan por el paso de la corriente, pudiendo afectarse gravemente el corazón (Ritchie *et al*, 1994).

Las lesiones de entrada y salida de la corriente pueden no ser evidentes inmediatamente después del suceso, dificultando la obtención de un diagnóstico rápido. Por todo ello, resulta muy útil aplicar nuevas técnicas que aceleren y faciliten una actuación eficaz.

El tejido afectado por una electrocución presenta una pérdida de vascularización, inervación y contenido de agua (Renkielska *et al*, 2005) así como una menor saturación de oxígeno (Tepper *et al*, 2009), cambios que producen una menor temperatura en la zona.

La inmovilización prolongada del ala produce la retracción del tendón del patagio (Jato *et al*, 2010). Resulta de gran importancia detectar esta patología ya que puede evolucionar a una fibrosis que degenera posteriormente en calcificación, impidiendo que recupere la capacidad de volar, no pudiendo ser devuelto a la naturaleza, principal objetivo de la recuperación de fauna salvaje.

En este paciente se aplicó la termografía al estudio de las variaciones del patrón termográfico fisiológico producidas por la fractura de radio, la retracción del tendón del patagio asociada a la inmovilización y las lesiones debidas a la electrocución, así como su posterior evolución.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Un ejemplar de Águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*) ingresó en el Hospital de Fauna Salvaje de GREFA el 11 de Septiembre de 2008 y fue posteriormente liberada el 16 de Marzo de 2009. En este tiempo se realizaron mediciones termográficas semanales.

La exploración en el ingreso reveló que el animal se encontraba deprimido, emaciado y con una deshidratación del 7%. Presentaba una fractura cerrada proximal de radio derecho.

Se instauró una pauta de rehidratación intravenosa y un tratamiento antibiótico (Marbofloxacina 15 mg/kg 7 días). En la auscultación se apreció una ligera bradicardia y arritmias. Se realizó una valoración termográfica de todo el animal que desveló un patrón térmico diferente en el dedo IV de la extremidad posterior derecha. La exploración exhaustiva de los dedos reveló una menor sensibilidad y movilidad de dicho dedo, pero no se encontraron lesiones necróticas típicas del paso de corriente, evidentes 3 días más tarde.

Al permanecer intacto el cúbito y poder servir de guía al radio fracturado, se decidió aplicar un tratamiento conservador con un vendaje en ocho, que se mantuvo durante 21 días.

Una vez estabilizado el animal, la fisioterapeuta del centro realizó una exploración que reveló signos de afectación vasculonerviosa en el ala derecha, déficit motor en el codo y el carpo, un foco fibrótico en el tercio proximal del radio y una rotura fibrilar antigua en el tercio distal del bíceps.

Por ello, para mejorar el estado de los tejidos dañados por el paso de la corriente y por la fractura, el ave recibió un tratamiento de fisioterapia de 20 sesiones de 30 minutos cada una, con una frecuencia de 2 a 3 por semana y una duración total de 2 meses desde la retirada del vendaje. El protocolo aplicado en cada sesión consistió en termoterapia en codo y carpo derechos, cinesiterapia pasiva, masaje en Z, “stretching”, laserterapia en carpo derecho y dedo IV de la extremidad posterior derecha, ultrasonoterapia en codo y carpo y cinesiterapia activa (Jato *et al*, 2010).

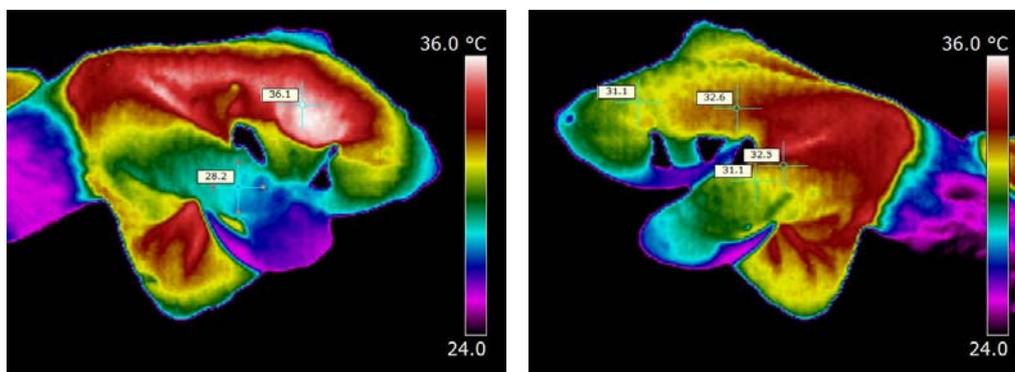
La rehabilitación del ave se completó con sesiones de musculación y pruebas de vuelo hasta su completa recuperación, momento en que fue liberada.

Se valoró termográficamente el estado del animal de 2 a 4 veces en semana durante su recuperación. De igual forma se tomaron imágenes térmicas antes, durante y después de las sesiones de fisioterapia.

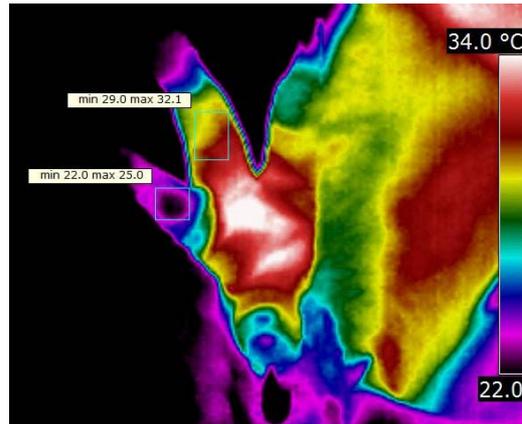
Las mediciones termográficas se realizaron con una cámara térmica modelo FLIR E45 y una cámara digital convencional de forma simultánea. Las imágenes fueron analizadas con el software Quick Report 1.0.

## RESULTADOS

El dedo IV de la extremidad posterior derecha presentaba un patrón termográfico diferente al resto de dedos, siendo menor su temperatura general y mayor la diferencia de temperatura dentro del propio dedo, independientemente de la temperatura absoluta, más condicionada por la temperatura ambiental (Figura 1 y 2). Este patrón alterado resultó detectable en el momento del ingreso, antes de la aparición de las lesiones necróticas típicas del tejido afectado por el paso de la corriente.

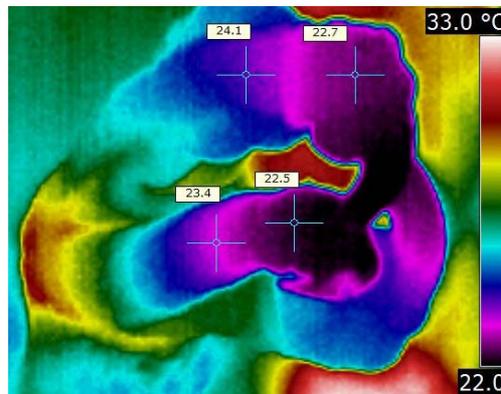


**Figura 1.** Vista lateral de las garras derecha e izquierda el día 13 de Septiembre de 2008.



**Figura 2.** Vista ventral de la extremidad posterior derecha el día 13 de Septiembre de 2008.

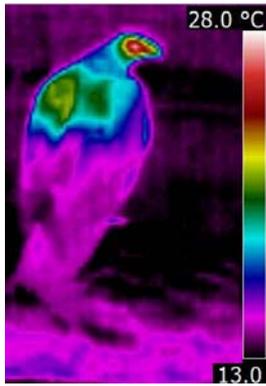
Durante el tratamiento médico y las sesiones de fisioterapia aplicadas, de forma simultánea a la mejora de los signos clínicos, se observó que la imagen termográfica del dedo dañado comenzaba a presentar un patrón similar a la del resto de dedos (Figura 3).



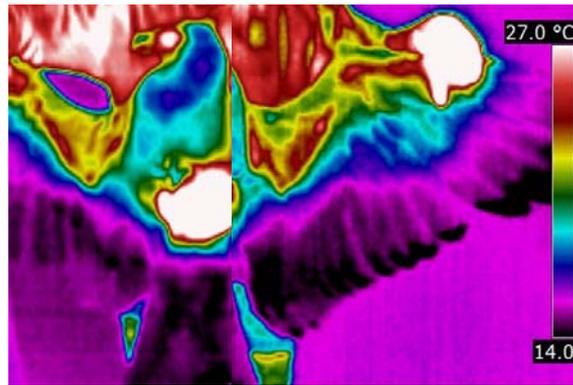
**Figura 3.** Vista lateral garra derecha: 16 de Octubre de 2008.

En un principio la zona de la fractura aparecía con mayor temperatura.

Tras la retirada del vendaje, la zona mostraba una menor temperatura (Figuras 4 y 5). El patrón térmico mostraba una menor temperatura en la zona muscular y una menor diferencia con la zona del patagio, que presentaba mayor temperatura, respecto al ala sana (Figura 5).

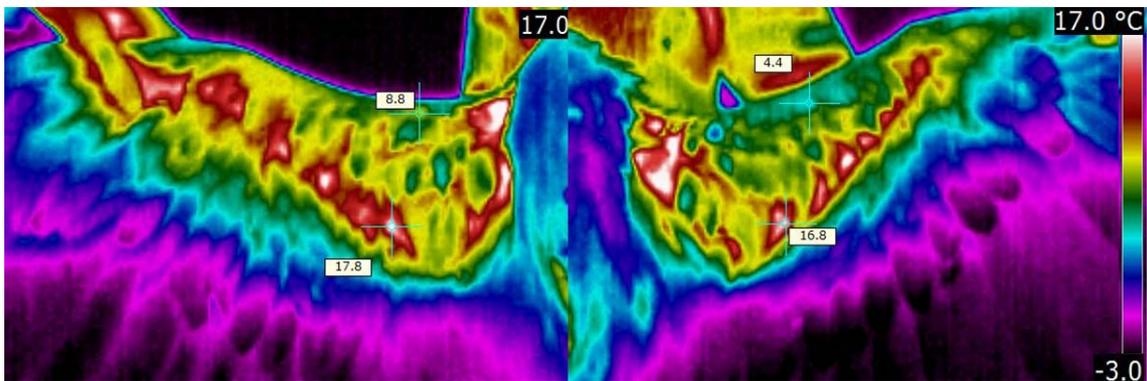


**Figura 4.** Vista dorsal con las alas recogidas.



**Figura 5.** Vista ventral con las alas extendidas

La retracción del patagio se apreciaba termográficamente por la diferencia de temperatura dentro del patagio del ala afectada de más de  $3,5^{\circ}\text{C}$  frente a los  $0,8^{\circ}\text{C}$  del patagio del otro ala, como consecuencia del incremento de la vascularización de la zona (Figuras 5 y 6).



**Figura 6.** Vista ventral de las alas extendidas.

Las imágenes termográficas realizadas antes y después de las sesiones de fisioterapia mostraban una mejoría de forma inmediata en el patrón térmico, más homogéneo y similar al ala contraria. Al finalizar el tratamiento, la diferencia con la extremidad sana se reducía casi totalmente. Unos minutos más tarde, esta mejoría no resultaba tan notoria, pero en todos los casos la zona presentaba una mejora respecto al momento inicial de cada sesión de fisioterapia.

En la etapa final de la rehabilitación se realizaron técnicas de musculación y pruebas de vuelo, tomándose imágenes termográficas antes y después de las sesiones. El

patrón termográfico no mostraba diferencias significativas entre las alas, salvo en la primera prueba de vuelo. En esta sesión se detectó un ligero menor aumento de la temperatura en el ala afectada tras la realización del ejercicio en el que aún no utilizaba el ala de forma normal (Figura 7).

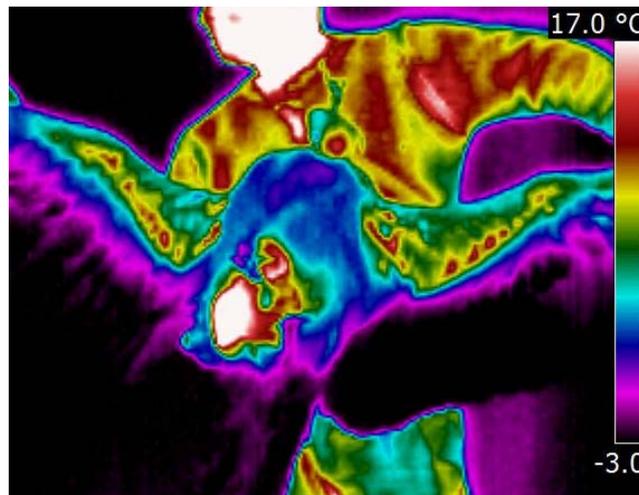


Figura 7. Vista ventral con las alas extendidas.

## DISCUSIÓN

Este trabajo constituye, según nuestros datos, el primer estudio de la aplicación de la termografía en la valoración de las lesiones producidas por la electrocución en animales y más en particular en Águila imperial ibérica, especie gravemente amenazada, en la que por primera vez se lleva a cabo un trabajo de termografía.

Para disminuir en lo posible la influencia de factores externos que pudieran eventualmente modificar la temperatura superficial, enmascarando así el patrón termográfico del animal, se tomaron mediciones con una frecuencia de 2 – 3 veces por semana.

Sin embargo, al tratarse de un único animal no pueden establecerse una significación estadística de los datos. Por lo que resultaría muy recomendable la realización de un estudio de estas características con un mayor número de ejemplares, de gran dificultad por tratarse de una especie muy amenazada.

Los resultados de este trabajo muestran que la termografía es una técnica útil en el diagnóstico, valoración y seguimiento en casos de electrocución y en procesos inflamatorios como los originados por una fractura. Permitiendo también visualizar la retracción del tendón del patagio, producida por una inmovilización prolongada, sin necesidad de manejar al animal, reduciendo así su estrés y favoreciendo su recuperación. Esto nos permite tratar al animal antes de que el tendón sufra fibrosis y degeneración por calcificación que resultaría irreversible, quedando el animal irrecuperable. Resulta especialmente importante poder evitarlo ya que no podría ser devuelto a la naturaleza, principal objetivo en la recuperación de la fauna salvaje.

La termografía nos permite también valorar los efectos producidos por la fisioterapia sobre el tejido dañado. Valorando su respuesta a estímulos como la termoterapia, la laserterapia y la ultrasonoterapia, lo que nos permite estudiar la viabilidad del tejido.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Bagavathiappan, S., Saravanan, T., Philip, J., Jayakumar, T., Raj, B., Karunanithi, R., Panicker, T. M., Korath, M. P., Jagadeesan, K. (2009).** Infrared Thermal Imaging for Detection of Peripheral Vascular Disorders. *Journal of Medical Physics* 34: 43 - 47.
- Cooper, J. E. (2002).** Chapter 5: Non-infectious Diseases. En *Birds of prey: Health and Disease*. 3<sup>er</sup> Edition. Oxford, Blackwell Science Ltd, 2002, Pages 82 - 83.
- Fowler, M.E., Miller, R. E. (2008).** Chapter 3: Infrared Thermography in Zoo and Wild Animals. En *Zoo and Wild Animal Medicine: Current Therapy*. Volume 6. Missouri, Saunders Elsevier Inc, 2008, Pages 20 - 33.
- Jato, S., Otero, I., González, F. (2010).** Patagium Rehabilitation Treatment in Wild Birds after Immobilization Periods. 2010 Annual Symposium National Wildlife Rehabilitators Association. Seattle, USA.
- Massey, J. G., Ziccardi, M. (2009).** Infrared Thermography as a Tool in Oiled Wildlife Rehabilitation and Research. 10<sup>th</sup> International Conference Effects of Oil in Wildlife. Tallin, Estonia.
- McCafferty, D. J. (2007).** The Value of Infrared Thermography for Research on Mammals: Previous Applications and Future Directions. *Mammal Review* 37: 177 - 255.

- Melero, M., Delclaux, M., Sánchez-Vizcaíno, J.M. (2009).** Application of Thermography for the Study of Koalas. *RCCV* 3: 51 - 59.
- Renkielska, A., Nowakowski, Kaczmarek, M., Dobke, M. K., Grudzinski, J., Karmolinski, A., Stojek, W. (2005).** Static Thermography Revisited – An Adjunct Method for Determining the Depth of the Burn Injury. *Burns* 31: 768 - 775.
- Ritchie, B. W., Harrison, G. J., Harrison, L. R. (1994).** Chapter 27: Cardiology. En *Avian Medicine: Principles and Application*. Florida, Wingers Publishing Inc, 1994, Pages 708 - 709.
- Tepper M., Neeman, R., Milstein, Y., David, M.B., Gannot, I. (2009).** Thermal imaging method for estimating oxygen saturation. *Journal of Biomedical Optics* 14: 054048.
- Tessier, M., Du Tremblay, D., Klopfenstein, C., Beauchamp, G., Boulianne, M. (2003).** Abdominal Skin Temperature Variation in Healthy Broiler Chickens as Determined by Thermography. *Poultry Science* 82: 846 - 849.
- Yanmaz, L. E., Okumus, Z., Dogan, E. (2007).** Instrumentation of Thermography and its Applications in Horses. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 6: 858 - 862.