

21. Kramer L, Grandi G, Passeri B, Gianelli P, Genchi M, Dzimianski MT, et al. Evaluation of lung pathology in *Dirofilaria immitis*-experimentally infected dogs treated with doxycycline or a combination of doxycycline and ivermectin before administration of melarsomine dihydrochloride. *Vet Parasitol.* 2011 Mar 22;176(4):357–60.
22. Moorhead AR, Evans CC, Sakamoto K, Dzimianski MT, Mansour A, DiCosto U, et al. Effects of doxycycline dose rate and pre-adulticide wait period on heartworm-associated pathology and adult worm mass. *Parasit Vectors* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 May 10];16(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37491306/>
23. Herrera-Rodríguez D, González-Martín M, Mt TJ. Staphylococcus aureus in Veterinary Students of Different Levels: Prevalence, Risk Factors and Antimicrobial Resistance. Vol. 5, *Journal of Veterinary Medicine and Research.* 2018.
24. Tejedor-Junco MT, González-Martín M, Bermeo-Garrido E, Villasana-Loaiza R, Carretón-Gómez E. Doxycycline treatment for *Dirofilaria immitis* in dogs: impact on Staphylococcus aureus and Enterococcus antimicrobial resistance. *Vet Res Commun* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2024 May 15];42(3):227–32. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29938353/>

Valoración clínica y quirúrgica de un hurón (*Mustela putorius furo*) infectado por *Dirofilaria immitis*

Eva Mohr Peraza, Jorge Isidoro Matos Rivero, Sara Nieves García Rodríguez, Alexis Santana González, David Marbella Fernández, Elena Carretón Gómez, José Alberto Montoya Alonso

eva.mohr101@alu.ulpgc.es

Filiación:

1. Medicina Interna, Facultad de Medicina Veterinaria, Instituto de Investigación en Ciencias Biomédicas y de la Salud (IUIBS), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España.

2. Servicio de cardiología y aparato respiratorio de Anicura Albea, Las Palmas de Gran Canaria, España
3. Servicio de diagnóstico por imagen HCV CEU - CEU Universidad Cardenal Herrera, Valencia, España.

Línea temática: Cardiorrespiratorio

Resumen:

La dirofilariosis cardiopulmonar en hurones (*Mustela putorius furo*) es una enfermedad emergente de importancia clínica. Estudios previos han demostrado la alta susceptibilidad de los hurones a la infección por *Dirofilaria immitis*, comparable a la de los perros. El diagnóstico de esta patología en hurones presenta desafíos debido a la falta de técnicas específicas, siendo la ecocardiografía la principal herramienta para la detección de gusanos adultos en el corazón.

Presentamos un caso clínico detallado de un hurón macho de 2 años de edad con episodios tusígenos recurrentes, procedente de un área endémica de *D. immitis*. El diagnóstico positivo se confirmó mediante un test de antígenos, respaldado por hallazgos ecocardiográficos consistentes con la presencia de parásitos adultos en el atrio derecho. Se optó por la cirugía para la extracción de los parásitos, evitando el uso de melarsomina debido a riesgos asociados en hurones.

Además, se empleó tomografía computarizada (TC) para evaluar la anatomía torácica, identificando linfadenomegalia y bronquiectasia. Estos resultados subrayan la importancia de desarrollar más estudios sobre la dirofilariosis en hurones, incluyendo el uso de técnicas de imagen como la TC, para mejorar el diagnóstico y manejo clínico en esta especie.

En conjunto, este estudio proporciona información relevante sobre la presentación clínica, diagnóstico y tratamiento de la dirofilariosis en hurones, contribuyendo al conocimiento científico necesario para abordar eficazmente esta enfermedad en una especie menos estudiada pero igualmente afectada. Los resultados obtenidos tienen implicaciones significativas para la práctica veterinaria y la salud animal.

Introducción

Los hurones (*Mustela putorius furo*) son hospedadores definitivos de *Dirofilaria immitis*, con la misma capacidad que los perros para completar el ciclo biológico, si bien no son tan conocidos y existe muy poca conciencia sobre su papel como hospedadores¹. De hecho, investigaciones previas realizaron de manera experimental la inoculación de larvas de tercer estadio (L3), demostrando que los hurones tienen una alta susceptibilidad a la infección².

De manera similar a la dirofilariosis felina, el diagnóstico de esta patología en hurones es complejo y requiere la combinación de varias técnicas. La ecocardiografía es una herramienta valiosa para detectar la presencia de gusanos adultos de *Dirofilaria immitis* en el corazón. Como en el caso de los perros, el test de antígenos supone una herramienta útil para el diagnóstico de la enfermedad, aunque estudios experimentales han demostrado que los resultados solo son fiables desde los 5 meses post infección². La ecocardiografía supone un diagnóstico definitivo debido a que los adultos pueden observarse directamente en la arteria pulmonar, ventrículo derecho y/o atrio derecho¹. Esta técnica no solo permite confirmar la presencia de la enfermedad, sino también evaluar la extensión del daño cardíaco y guiar el tratamiento adecuado.

La Tomografía Computarizada (TC) es un recurso valioso para observar con precisión la anatomía torácica, evitar superposición de estructuras y evaluar hallazgos compatibles con determinadas enfermedades como la dirofilariosis cardiopulmonar. La falta de estudios de TC en hurones con dirofilariosis es una laguna importante en el conocimiento científico y clínico. En el presente trabajo se

detalla de manera descriptiva un caso clínico de un hurón infectado por *D. immitis* de manera natural. Las imágenes ecocardiográficas y tomográficas obtenidas pueden ser de utilidad para el conocimiento de cómo la enfermedad afecta a esta especie, lo que ayudaría a mejorar la comprensión de la patología y facilitaría un mejor manejo clínico.

Caso clínico

Se presentó en consulta un hurón doméstico macho de 2 años de edad en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España), debido a la presencia de episodios tusígenos recurrentes. El paciente vivía en el exterior del hogar, en un área hiperendémica de *D. immitis*³ y no recibía profilaxis contra la infección. Los propietarios informaron del reciente fallecimiento de otro hurón, de manera repentina, y que también presentaba toses.

En la exploración física, no se detectaron signos de deshidratación. Las membranas de la mucosa oral se encontraban ligeramente pálidas, con un tiempo de relleno capilar menor de 2 segundos. El peso era de 1.35 kg y la condición corporal fue calificada como 3/5 según la escala de Laflamme. Se encontró un ritmo cardíaco irregular, con una velocidad que oscilaba entre 150 y 210 latidos por minuto, junto a una frecuencia respiratoria de 45 respiraciones por minuto, sin mostrar un patrón anormal. Durante la auscultación pulmonar, no se detectaron ruidos anormales. Sin embargo, se detectó un soplo moderado (III/VI) en la porción caudal del hemitórax derecho, entre las costillas sexta y octava. La palpación abdominal no reveló ninguna alteración. Se observó un pulso femoral débil e irregular. Además, no se observaron anomalías en las extremidades y se reportó una buena propiocepción.

Se extrajo sangre de la vena cava craneal para realizar una prueba de inmunocromatografía para la detección de antígenos de *D. immitis* (Urano test Dirofilaria®, Urano Vet SL, Barcelona, España), cuyo resultado fue positivo. El hurón no mostró comportamiento agresivo en ningún momento y no se empleó sedación ni anestesia para la realización de pruebas clínicas. Además, se realizó la técnica de gota gruesa, en la que se encontraron un total de 13 microfilarias en 50 mL.

Se obtuvieron las radiografías torácicas estándar en dos proyecciones (proyecciones dorsoventral y lateral derecha) (Bennett HFQ-600P, Carolina del Norte, EE. UU.). En la proyección dorsoventral se observó tortuosidad y dilatación de las arterias pulmonares caudales. Además, se observó una silueta cardíaca en forma de D levemente invertida, compatible con agrandamiento del ventrículo derecho⁴. Además, en la proyección lateral derecha se observó un corazón globoso con una puntuación cardíaca vertebral (VHS) de 5,75 (rango de referencia 5,23 a 5,47)⁵. También se informó un patrón broncointersticial pulmonar leve, difuso y bilateral.

El hurón fue sometido a un examen ecocardiográfico transtorácico convencional, utilizando un equipo de ultrasonido con un transductor de 12 MHz (Vivid iq, General Electric, Boston, MA, EE. UU.). En el corte paraesternal derecho de eje corto a nivel de la base cardíaca, se observaron hallazgos compatibles con la presencia de parásitos adultos de *D. immitis* (líneas hiperecoicas paralelas), presentes en el atrio derecho. Además, se evidenció una moderada dilatación del tronco pulmonar y cámaras cardíacas derechas con la presencia de regurgitación tricuspídea (velocidad máxima de 2.89 m/s).

Tras estos resultados, se decidió optar por el tratamiento quirúrgico debido a que en el hurón, como en los gatos, se desaconseja el uso de melarsomina, ya en los casos reportados se demuestra una tasa de supervivencia inaceptable (<50%)⁶ y los

hurones tienen un alto riesgo de sufrir muerte súbita por tromboembolismo después de la eliminación del parásito. Debido a estos riesgos, se han empleado de manera más reciente protocolos quirúrgicos para eliminar parásitos adultos mediante técnicas endovasculares. Estas técnicas han demostrado ser efectivas y podrían representar una opción viable⁷.

Antes de la cirugía, el hurón fue hospitalizado sin medicación, sedación o terapia con fluidos. La anestesia fue inducida y mantenida con 2.5% de isoflurano. El hurón fue colocado en decúbito lateral izquierdo y se utilizó una técnica de Seldinger convencional a través de una venotomía de la vena yugular derecha^{8,9}. Se utilizó un introductor de 4 French y un dispositivo de recuperación endoscópica tipo cesta (Snare-System; 2.5-5 mm, Merit Medical, West Merit Parkway, South Jordan, EE. UU.), que fueron avanzados hacia la cavidad auricular derecha bajo guía fluoroscópica (OEC One CFD, General Electric, Boston, MA, EE. UU.). Con manipulación cuidadosa se extrajeron dos parásitos adultos. Posteriormente, la vena yugular fue ligada permanentemente mediante el uso de clips vasculares y la incisión fue suturada de manera rutinaria. Al finalizar la cirugía, se comprobó mediante estudio ecocardiográfico la ausencia de gusanos de *D. immitis* en cámaras cardíacas derechas.

Sin embargo, se realizó una ecocardiografía de control una semana post cirugía, donde observaron imágenes compatibles con la presencia de, al menos, un verme adulto de *D. immitis* en el atrio derecho. Pese a esto, no se observaron signos de hipertensión pulmonar o insuficiencia cardíaca congestiva, por lo que se recomendó continuar con preventivo de filaria de manera mensual y acudir a revisiones periódicas cada 3-6 meses. Debido a que los propietarios no estaban dispuestos a someter al animal a otra cirugía y, al existir un antecedente en el que el animal

permaneció estable tras una extracción incompleta⁷, se descartó abordar la extracción de esa filaria remanente. Según relataron los propietarios, el hurón permaneció asintomático desde la cirugía y en posteriores revisiones.

Las principales medidas ecocardiográficas registradas se resumen en la Tabla 1.

Medidas ecocardiográficas	Antes de la cirugía	Después de la cirugía
RPADi	33%	33%
RVOT-FS	25%	50%
RVEDAi	1,0 cm ²	0,9 cm ²
RAAi	1,2 cm ²	1,1 cm ²
TRPG	33,46 mmHg	31,87 mmHg
TAPSE	0,5	0,7
AT:ET	0,21	0,25
PT:Ao	1,25	1,2
PV:PA	0,7	0,74
E'	0,02 m/s	0,05 m/s
A'	0,11 m/s	0,09 m/s
S	0,04 m/s	0,06 m/s
E:E'	9,5	7,2

Tabla 1. Mediciones ecocardiográficas registradas. RPADi: índice de distensibilidad de la arteria pulmonar derecha; RVOT-FS: fracción de acortamiento del tracto de salida del ventrículo derecho; RVEDAi: índice del área telediastólica del ventrículo derecho; RAAi: Área atrial derecha; TRPG: gradiente de presión de la regurgitación tricúspide; TAPSE: Desplazamiento del anillo tricúspide; AT:ET: Ratio entre el tiempo de aceleración y el tiempo de eyección del ventrículo derecho; PT:Ao: ratio entre la arteria pulmonar y la aorta; PV:PA: Ratio entre la vena pulmonar y la arteria pulmonar; E': Velocidad máxima endocárdica de la diástole temprana; A': Velocidad máxima endocárdica de la diástole tardía; S: Velocidad máxima endocárdica de la sístole; E:E': Ratio entre el flujo diastólico temprano y la velocidad máxima en la diástole temprana.

Por otro lado, se realizó un estudio tomográfico (TC) empleando un escáner helicoidal de 16 cortes (Toshiba Astelion, Sistema Médico Toshiba, Madrid) para la valoración cardiorrespiratoria del paciente. El hurón fue posicionado en decúbito esternal para la realización del examen, se realizó la inducción y mantenimiento anestésico a través de uso de Sevoflurano a 2%. La ventana pulmonar (WL - 500, WW 1400) fue empleada para la visualización y evaluación de hallazgos tomográficos a nivel torácico. La evaluación de las imágenes y realización de mediciones se llevó a cabo mediante el software de análisis Horos® Versión 3 (LGPL-3.0). Se detectó linfadenomegalia esternal, mediastínica y a nivel abdominal. No se

reportó presencia de cardiomegalia. No se observaron patrones pulmonares evidentes; sin embargo, se observó una leve bronquiectasia en la totalidad del parénquima pulmonar. Los vasos sanguíneos mostraron un diámetro normal, sin desviaciones y con disminución del tamaño de forma progresiva, sin signos de tromboembolismo pulmonar.

Conclusiones

El caso clínico presentado muestra las características clínicas de un hurón infectado por *D. immitis* en un área endémica, siendo escasos los reportes previamente publicados sobre la enfermedad en un animal infectado de manera natural.

Con respecto a la ecocardiografía previa a la cirugía se obtuvieron valores compatibles con presencia de hipertensión pulmonar, disfunción diastólica y sistólica del ventrículo derecho. Sin embargo, la mayoría de los parámetros mejoraron posteriormente a la extracción quirúrgica, por lo que se formula la hipótesis de que las determinaciones analizadas pudieron estar influenciadas en gran medida por la dilatación de las estructuras cardiovasculares provocada por la presencia de los vermes adultos. En este caso, aunque la extracción no fue completa, el paciente mejoró significativamente su funcionalidad hemodinámica.

La linfadenomegalia de manera generalizada detectada en la TC, pese a ser un signo clínico inespecífico, ya que puede ser el resultado de varios procesos incluyendo infecciones, inflamación, neoplasias u otros trastornos, en el contexto de este paciente podría ser causada por una respuesta inmunológica generalizada frente a la presencia del parásito, algo que también se ha descrito en perros infectados por *D. immitis*¹⁰. La TC no mostró lesiones cardiopulmonares reseñables, lo que podría ser compatible con los resultados de la ecocardiografía y con la ausencia de

síntomas en el hurón tras la cirugía. Sin embargo, y como limitación, el estudio tomográfico se realizó sin añadir contraste, lo que dificultó su análisis posterior y pudo haber contribuido a que alguna alteración patológica haya pasado inadvertida.

La investigación y el desarrollo de estudios específicos sobre la dirofilariosis en hurones, que incluyan el uso de técnicas de imagen como la TC, son esenciales para ampliar nuestro conocimiento sobre esta enfermedad en esta especie. Esto permitirá un diagnóstico más preciso y oportuno, así como la implementación de estrategias efectivas de prevención y tratamiento para mejorar la salud y el bienestar de los hurones afectados.

Referencias

1. van Zeeland Y.RA., Schoemaker N. J. Ferret Cardiology. *Vet Clin North Am Exot Anim Pract.* 2022; 25: 541–562.
2. McCall J. W. Dirofilariosis in the domestic ferret. *Clin tech small ani pract.* 1998; 13: 109–112.
3. Montoya-Alonso J.A., Morchón R., García S., Falcón-Cordón Y., Costa-Rodríguez N., Matos J., *et al.* Expansion of Canine Heartworm in Spain. *Animals.* 2022; 12:12-25.
4. Adams, D.S.; Marolf, A.J., Valdés, A.; Randall, E.K.; Bachand, A.M. Associations between thoracic radiographic changes and severity of pulmonary arterial hypertension diagnosed in 60 dogs via Doppler echocardiography: A retrospective study. *Vet Radiol Ultrasound* **2017**; 58:454-462.
5. Stepien, R.L.; Benson, K.G.; Forrest, L.J. Radiographic measurement of cardiac size in normal ferrets. *Vet Radiol Ultrasound* **1999**;40: 606-610.
6. Antinoff N. Clinical observations in ferrets with naturally occurring heartworm disease and preliminary evaluation of treatment with ivermectin with and without melarsomine. *Proc Symp Am Heartworm Soc Recent Adv Heartworm Dis.* 2002; 1:7-15.

7. Bradbury C., Saunders A.B., Heatley J.J., Gregory C.R., Wilcox A.L., Russell, K.E. Transvenous heartworm extraction in a ferret with caval syndrome. *J Am Anim Hosp Assoc.* 2010; 46: 31–35.
8. Yoon W.K., Han D., Hyun C. Catheter-guided percutaneous heartworm removal using a nitinol basket in dogs with caval syndrome. *J Vet Sci.* 2011; 122:199-201.
9. Small M.T., Atkins C.E., Gordon S.G., Birkeheuer A.J., Booth-Sayer M.A., Keene B.W., *et al.* Use of a nitinol gooseneck snare catheter for removal of adult *Dirofilaria immitis* in two cats. *J Am Vet Med Assoc.* 2008; 233:1441-1445.
10. Mesquita I, Lam R, Lamb CR, Mcconnell JF. Computed tomographic findings in 15 dogs with eosinophilic bronchopneumopathy. *Am col vet radiol.* 2014; 109: 33-39.