

Avances en los tratamientos de las enfermedades cardíacas en los caballos

LEIRE BENAVENTE-SÁNCHEZ^{1,2} y MARÍA VILLALBA-ORERO^{1,2}

¹Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad Complutense de Madrid.

²Hospital Clínico Veterinario Complutense.

Contacto: leireben@ucm.es; mvorero@ucm.es

El sistema cardíaco de los caballos es especialmente eficaz para el deporte. En esta especie, la frecuencia cardíaca puede aumentar hasta casi diez veces durante el ejercicio para garanti-

zar un gasto cardíaco adecuado, incluso durante ejercicio muy intenso. Por ello, las alteraciones cardíacas son la tercera causa más frecuente en la disminución del rendimiento deportivo en los

équidos, después de los problemas respiratorios y musculoesqueléticos. Las patologías cardíacas son comunes en los caballos, aumentando su prevalencia según avanza su edad. Por ello, es-



tas patologías, tanto congénitas como adquiridas, se deben incluir dentro de los diagnósticos diferenciales de la disminución del rendimiento, que es una consulta muy habitual en los caballos de actividad deportiva. Cuando las alteraciones son leves, los caballos pueden tener un examen clínico normal en reposo, sin signos de bajo gasto cardíaco. Sin embargo, al sobreponer al corazón a un mayor estrés durante el ejercicio, se exagera la hipoxia cardíaca. Esta situación va a favorecer la aparición de arritmias, que además de afectar al rendimiento deportivo, pueden ser un riesgo para la seguridad del caballo y del jinete. Sufrir un colapso cardíaco durante una carrera o una competición, pone en peligro la seguridad de todos los involucrados, pudiendo causar lesiones graves o incluso la muerte.

En ocasiones, las patologías cardíacas pueden progresar hasta producir insuficiencia cardíaca, que se caracteriza por signos clínicos como taquicardia, pulso yugular positivo, edema ventral, debilidad, pérdida de peso, ataxia e incluso síncope. Estos caballos deben retirarse del ejercicio y requieren de un tratamiento crónico, que la mayoría de veces va a permitir mantener una calidad de vida adecuada, pero no compatible con la vida deportiva.

Hasta hace poco algunas de estas patologías cardíacas no tenían tratamiento definitivo y eran limitantes en los caballos. Sin embargo, recientemente se han desarrollado técnicas avanzadas que permiten recuperar su actividad deportiva con el nivel de rendimiento previo a la patología, y en otros casos mantener una calidad de vida adecuada. En este trabajo se describen aquellas técnicas de cardiología avanzada que emplean intervencionismo cardíaco en esta especie.

Generalidades del cateterismo cardíaco en équidos

El cateterismo cardíaco implica la introducción de un catéter dentro del corazón o de sus arterias y se trata de un procedimiento mínimamente invasivo porque no requiere incisión más allá de la punción inicial. El abordaje que se utiliza es a través de vías periféricas mediante (i) la vena yugular o cefálica en el abordaje venoso para cateterismo de cámaras derechas; (ii) la arteria carótida como abordaje arterial para cateterismo de las cámaras izquierdas y de las arterias coronarias.

“ Las alteraciones cardíacas son la tercera causa más frecuente en la disminución del rendimiento deportivo en los équidos, después de los problemas respiratorios y musculoesqueléticos. Las patologías cardíacas son comunes en los caballos, aumentando su prevalencia según avanza su edad. ”

Es un procedimiento que ofrece herramientas diagnósticas y terapéuticas de gran utilidad. El material específico que se requiere es una aguja de punción, una guía corta, un introductor y catéteres. Estos últimos son tubos de gomas flexibles y delgadas que transcurren por el vaso sanguíneo y se introducen hasta el corazón. Dependiendo del procedimiento que se vaya a realizar, tienen diferentes funciones. Antes de realizar un cateterismo cardíaco es necesario obtener una analítica sanguínea general, unas pruebas de coagulación, un electrocardiograma y ecocardiografía.

Las dos principales indicaciones para la realización del cateteris-

mo cardíaco son (i) diagnóstico, para procedimientos en los que es necesario examinar de forma directa el tejido cardíaco, la presión intracardíaca o la morfología de las arterias coronarias; (ii) terapéutico, como implantación de marcapasos, cardioversión eléctrica interna y colocación de dispositivos oclusores.

A pesar de ser una técnica mínimamente invasiva, no es un procedimiento inocuo. Pueden producirse complicaciones como sangrado o hematoma en el lugar de punción, arritmias, reacción vagal, disección aórtica, trombosis e incluso insuficiencia cardíaca, aunque éstas son poco frecuentes en los caballos.

Implantación de marcapasos

La implantación de marcapasos es una de las aplicaciones terapéuticas del cateterismo cardíaco. Un marcapasos es un pequeño dispositivo electrónico artificial que se coloca debajo de la piel y que está diseñado para producir impulsos eléctricos con el objeto de estimular el corazón, cuando falla la estimulación fisiológica o normal.

Desde que se implantaron por primera vez en los años cincuenta esta técnica ha evolucionado mucho y en la última década estos avances han alcanzado a



la medicina veterinaria, pero en équidos aún no se ha implementado de forma rutinaria. En estas especies, en la actualidad, su uso se limita a las siguientes bradiarritmias: síndrome del nodo sinusal

pectoral y el manubrio del esternón se realiza un bolsillo subcutáneo para el marcapasos. Las complicaciones más frecuentes descritas en la implantación de marcapasos, además de las pro-

en el primer año tras la implantación, mientras que las infecciones más tardías suelen ser de origen hematógeno³.

Aunque la casuística es limitada, el pronóstico a largo plazo de estos animales parece reservado por el momento. En un estudio experimental realizado en 10 caballos sanos, la evaluación a largo plazo no mostró cambios ecocardiográficos en el corazón. Sin embargo, en dos de los animales fue necesario reemplazar los electrodos debido a su desprendimiento, en el primer caso después varios días y en el segundo tras un mes de la implantación⁴. En el ámbito clínico, la implantación de marcapasos ha permitido que algunos animales hayan podido vivir hasta 18 años después de la colocación¹, así como realizar ejercicio alcanzando frecuencias cardiacas máximas de 150 latidos por minuto⁵, pero en ocasiones, los animales fallecen años después por endocarditis² y septicemia³.

“Hasta hace poco algunas de estas patologías cardíacas no tenían tratamiento definitivo y eran limitantes en los caballos. Sin embargo, recientemente se han desarrollado técnicas avanzadas que permiten recuperar su actividad deportiva con el nivel de rendimiento previo a la patología, y en otros casos mantener una calidad de vida adecuadas.”

enfermo, bloqueos aurículo-ventriculares de segundo grado avanzado y de tercer grado.

En los équidos, los electrodos se introducen a través de la vena cefálica hasta fijarlos en aurícula y/o ventrículo. Entre el músculo

pias del cateterismo cardiaco, son la endocarditis bacteriana, el desprendimiento de los electrodos y la infección del bolsillo del marcapasos^{1,2}. El uso de dispositivos reutilizables podría aumentar el riesgo de endocarditis. En esos casos la infección ocurre

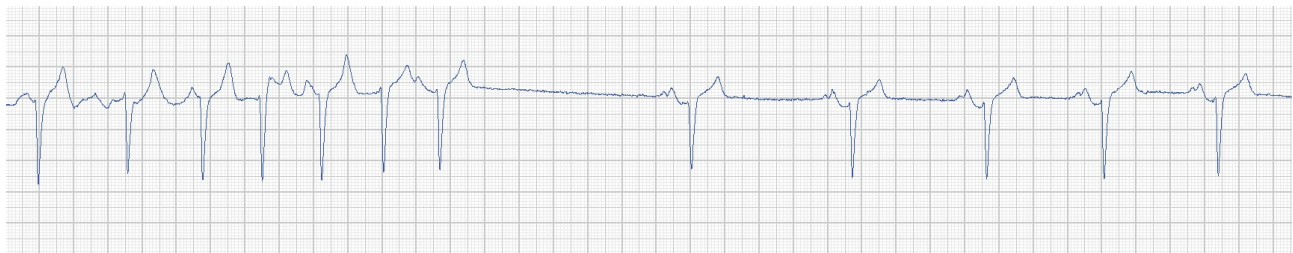


Figura 1. Trazado de ECG en el que se observa la restauración del ritmo sinusal en un caballo con fibrilación auricular.

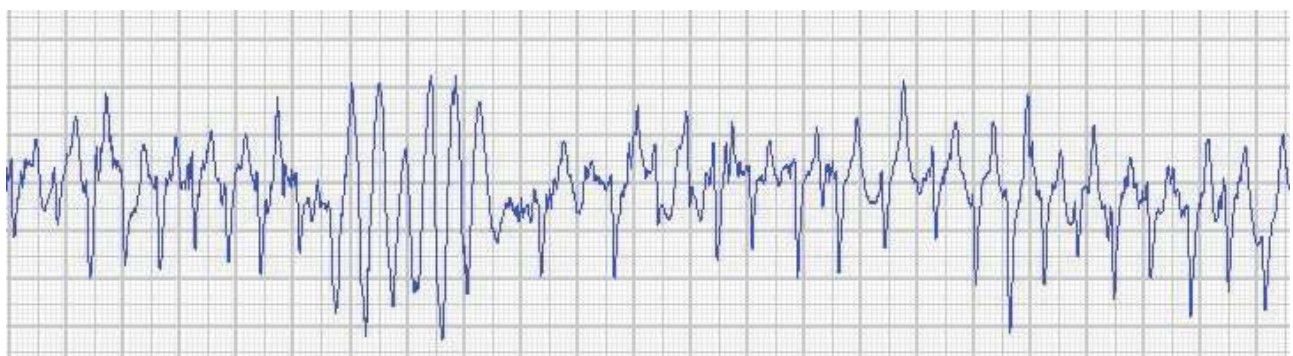


Figura 2. Trazado de ECG de un caballo con fibrilación auricular al trote, desarrollando R en T, ritmo ventricular muy inestable, con alto riesgo de provocar colapso.

Cardioversión eléctrica endovenosa o intracardíaca

La cardioversión eléctrica endovenosa consiste en administrar una corriente eléctrica para resetear el ritmo cardíaco, introduciendo directamente los electrodos en el corazón. En los caballos la principal indicación para realizar una cardioversión eléctrica es la presencia de una taquiarritmia supraventricular⁶.

Hasta la fecha, este procedimiento principalmente se ha utilizado en la fibrilación auricular. Los animales candidatos deben tener características similares a las que se requieren para una cardioversión farmacológica. Esta técnica debe ser la de elección en el caso de fibrilación auricular crónica o en los que ya haya fallado la cardioversión farmacológica o no esté indicada por sus efectos tóxicos. El principal factor limitante en la realización de esta técnica es que se necesita un equipo humano con experiencia en intervencionismo, que tiene mayor coste y que conlleva los riesgos asociados a la anestesia general.

La colocación de los catéteres se realiza a través de la yugular externa derecha en estación bajo sedación (Figura 3). Para confirmar el posicionamiento se utiliza

la ecocardiografía y la radiografía. Bajo anestesia general y en decúbito lateral izquierdo, se vuelve a comprobar la colocación correcta de los catéteres y se sincroniza el choque eléctrico con el ECG para que ocurra la cardioversión.

Después de la cardioversión y tras un periodo de reposo, la mayoría de caballos vuelve a su nivel de rendimiento previo⁷. No obstante, la incidencia de recurrencias es variable dependiendo de los estudios (15–39%), por lo que se recomienda, al menos, la monitorización de la frecuencia cardíaca por los propietarios⁸.

Mapeo electroanatómico

El mapeo del corazón en electrofisiología es una técnica que permite delimitar una zona específica del endocardio en el que se está desencadenado una arritmia, posibilitando la determinación de su origen, región que la promueve y su propagación. El reconocimiento del patrón normal y patológico de las arritmias complejas permite el desarrollo de tratamientos dirigidos como es la ablación.

El mapeo electroanatómico se realiza introduciendo un electro-catéter a través de un acceso venoso⁹. Este catéter tiene en su punta un sensor magnético miniaturizado, que permite la captura, la ampliación, el registro y la repro-

ducción de las señales eléctricas intracavitarias y de otras zonas del corazón. El ECG endocavitario obtenido se correlaciona con las ondas e intervalos del ECG de superficie y permite determinar la procedencia de las señales del interior de las cavidades. Además de obtener el ECG endocavitario, se puede posicionar el punto donde está el catéter y obteniendo muchos puntos, es posible realizar una reconstrucción tridimensional de la cámara que se está evaluando.

En general, este procedimiento es complejo y requiere personal cualificado en cateterismo cardíaco, en interpretación de la señal obtenida y manejo del software del sistema utilizado. El mapeo de la aurícula derecha, que puede ser realizado bajo anestesia en estación, presenta únicamente las complicaciones asociadas a cualquier procedimiento que implica cateterismo cardíaco. Sin embargo, si se mapean las cuatro cavidades cardíacas, pueden aparecer complicaciones asociadas a una anestesia prolongada y se han descrito lesiones endocárdicas severas⁹.

En los caballos, recientemente se ha realizado en un estudio experimental el primer mapeo electroanatómico en 3D⁹, permitiendo identificar la geometría cardíaca y los patrones de activación de todas las cámaras en caballos adultos.

Ablación

Es una técnica que en los caballos se emplea en el tratamiento de las taquicardias atriales (*flutter* auricular o taquicardia auricular focal). Consiste en la introducción de uno o varios catéteres en el corazón para quemar el área del miocardio que inicia y mantiene este tipo de arritmias. El objetivo



Arritmia	Procedimiento de 1ª elección
Bloqueo AV 2º grado avanzado	Marcapasos
Bloqueo AV 3º grado	
Enfermedad del nodo sinusal	
Fibrilación auricular	Cardioversión eléctrica transvenosa
Taquicardia atrial	Ablación

Tabla 1. Índice de las principales arritmias en los caballos que pueden ser tratadas mediante intervencionismo cardíaco.



Figura 3. Colocación de los electrodos a través de catéteres introductores en la yugular derecha.

de la técnica es anular de forma definitiva esta área, previamente localizada por mapeo electro-anatómico, para eliminar las taquiarritmias.

La ablación puede realizarse mediante radiofrecuencia o crioablación, y la técnica se realiza integrada en el procedimiento de mapeo electro-anatómico. Presenta las complicaciones del cateterismo cardíaco y de la anestesia. También destaca el riesgo de dañar zonas de las vías de conducción, que puede ocurrir cuando la ablación se realiza cerca del nodo sinusal o del nodo auriculoventricular. Si esto ocurre, aparece una frecuencia cardíaca inapropiadamente baja y se debe implantar un marcapasos definitivo para tratar la complicación.

En équidos no se utiliza todavía de forma rutinaria, pero se han descrito recientemente los resultados en 9 caballos tratados por taquicardia atrial¹⁰. La conversión a un ritmo sinusal se logró en 10 de los 11 procedimientos (uno de los caballos fue sometido 3 veces) y solo en 2 de los 8 caballos recidivó la arritmia.

Oclusión percutánea de la comunicación interventricular y fístulas aorto-cardíacas

El avance en el intervencionismo también ha permitido que en la actualidad se puedan corregir defectos cardíacos de una forma sistematizada y accesible en

muchos hospitales, mediante una técnica muy poco invasiva. En la especie equina estas técnicas aún no son habituales, pero hay casos descritos.

Para los procedimientos de oclusión por intervencionismo cardíaco se han desarrollado distintos dispositivos. El objetivo es optimizar el diseño de los mismos, para ser menos invasivos, más seguros y eficaces para el paciente. Se fabrican con material biocompatible para no generar rechazo y por lo general, con el tiempo se recubren de tejido orgánico propio (se endotelizan). Estos procedimientos percutáneos suelen requerir anestesia general en otras especies, pero en los équidos es posible realizarlos con sedación y el animal en estación. Las alteraciones cardíacas en las que se ha utilizado en los équidos son el cierre de la comunicación interventricular (CIV) y de la fístula aortocardiaca

La CIV es la patología congénita cardíaca más común en la especie equina. Se consideran de elección para cierre percutáneo las que afectan a la porción muscular, aunque hay dispositivos adaptados a defectos del septo en otras localizaciones. El cierre de las CIV perimembranosas se contraindica si tienen prolapso de la válvula aórtica asociada, que es frecuente en los équidos¹². En el abordaje más sencillo se accede por vía venosa hasta el ventrículo derecho y se pasa el catéter guía hasta el ventrículo izquierdo por el propio defecto para su posterior colocación.

Actualmente, no existen publicaciones recientes sobre el cierre exitoso de CIV a través de estas técnicas. Esto es debido a que la mayoría de los defectos en caballos afectan a la porción membranosa y a que, en un porcentaje elevado de casos, la CIV no produ-

ce signos clínicos y permite continuar con el ejercicio^{7,12}.

Otra alteración estructural poco frecuente en los caballos es la fístula aorto-cardíaca. En los équidos se ha descrito el cierre de la fístula formada en el seno de Valsalva derecho, que drena a la aurícula derecha¹⁴ o al ventrículo derecho¹⁵. En la fístula que drena a la aurícula derecha, se accede a través de la arteria carótida hasta la válvula aórtica y se introduce el catéter-guía en la fístula, avanzan-

do hasta el ventrículo derecho. Se coloca el catéter terapéutico con el dispositivo ocluser. El disco proximal se despliega en la zona de la aorta y el distal en la aurícula derecha. Para la fístula que drena en el ventrículo derecho el abordaje también se realiza a través de la arteria carótida. En este caso el dispositivo ocluser se despliega con la parte distal dentro del ventrículo derecho y el proximal dentro de la aorta. En uno de los casos descritos el dispositivo ocluser se desplazó¹⁴ y en el otro caballo se

mantuvo correctamente 45 días, pero tuvo que ser sacrificado por signos de insuficiencia cardíaca que no respondieron al tratamiento¹⁵. Es necesaria más experiencia en este ámbito para desarrollar una técnica efectiva, teniendo en cuenta el tamaño, longitud y morfología del defecto, pero la oclusión de las fistulas aorto cardíacas por técnicas quirúrgicas es posible y la supervivencia a largo plazo podría aumentar si la fístula se detecta antes de que altere la morfología de las cámaras cardíacas.

Bibliografía

- 1 Sedlinská, M., Kabeš, R., Novák, M., Kološ, F. & Melková, P. Single-chamber cardiac pacemaker implantation in a donkey with complete av block: A long-term follow-up. *Animals* **11**, 1–8 (2021).
- 2 Hamir, A. N. & Reef, V. B. Complications of a permanent transvenous pacing catheter in a horse. *J. Comp. Pathol.* **101**, 317–326 (1989).
- 3 De Lange, L. et al. Successful application of closed loop stimulation pacemakers with remote monitoring in 3 miniature donkeys with syncope. *J. Vet. Intern. Med.* **35**, 2920–2925 (2021).
- 4 Fonteyne, W., Rottiers, H., Tavernier, R. & van Loon, G. Implantation of a dual chamber, rate adaptative pacemaker in a horse with suspected sick sinus syndrome. 541–545 (2002).
- 5 Reef, V. B., Clark, E. S., Oliver, J. A. & Donawick, W. J. Implantation of a permanent transvenous pacing catheter in a horse with complete heart block and syncope. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **189**, 449–452 (1986).
- 6 Van Steenkiste, G., De Clercq, D., Vera, L., Decloedt, A. & van Loon, G. Sustained atrial tachycardia in horses and treatment by transvenous electrical cardioversion. *Equine Vet. J.* **51**, 634–640 (2019).
- 7 Reef, V. B. et al. Recommendations for management of equine athletes with cardiovascular abnormalities. *J. Vet. Intern. Med.* **28**, 749–761 (2014).
- 8 Decloedt, A., Van Steenkiste, G., Vera, L., Buhl, R. & van Loon, G. Atrial fibrillation in horses Part 2: Diagnosis, treatment and prognosis. *Vet. J.* **268**, 105594 (2021).
- 9 Van Steenkiste, G. et al. Three dimensional ultra-high-density electro-anatomical cardiac mapping in horses: methodology. *Equine Vet. J.* **52**, 765–772 (2020).
- 10 Steenkiste, G. Van et al. Detection of the origin of atrial tachycardia by 3D electro-anatomical mapping and treatment by radiofrequency catheter ablation in horses. 1–10 (2022) doi:10.1111/jvim.16473.
- 11 Kohnken, R. et al. Double outlet right ventricle with subpulmonary ventricular septal defect (Taussig-Bing anomaly) and other complex congenital cardiac malformations in an American Quarter Horse foal. *J. Vet. Cardiol.* **20**, 64–72 (2018).
- 12 De Lange, L. et al. Prevalence and characteristics of ventricular septal defects in a non-racehorse equine population (2008–2019). *J. Vet. Intern. Med.* **35**, 1573–1581 (2021).
- 13 Menzel, B., Kalmar, P. & Pokar, H. Surgical correction of a ventricular septum defect in a mare with the help of extracorporeal circulation. *Prakt. Tierarzt* **76**, 1069–1072 (1995).
- 14 Vernemmen, I. et al. Percutaneous transcatheter closure of an aorto-cardiac fistula in a six-year-old Warmblood mare with atrial fibrillation. *J. Vet. Cardiol.* **24**, 78–84 (2019).
- 15 Javicas, L. H. et al. Percutaneous transcatheter closure of an aorto-cardiac fistula in a thoroughbred stallion using an amplatzer occluder device. *J. Vet. Intern. Med.* **24**, 994–998 (2010).