

ACCIDENTES ELÉCTRICOS EN VETERINARIA:

La razón de su importancia.

Revisión bibliográfica



Autora: Helena Reino Piñeiro

Iván Alonso Fernández y Helena Reino Piñeiro

Estudiantes de 2º ciclo del Grado de Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela, España

Trabajo tutorizado por Cristina Castillo, Profesora del Departamento de Patología Animal de la USC y coordinadora del Grupo de Innovación Docente en Patología Xeral Veterinaria (GID-PXVet)

Resumen.

La electricidad es un fenómeno físico presente de manera continua en nuestras vidas, en la siguiente revisión realizaremos un análisis exhaustivo de los distintos mecanismos patógenos y factores que influyen en la aparición de las lesiones eléctricas, además de cómo estas van a dar lugar a un estrés de origen endógeno consecuencia del dolor que producen sobre los animales.

Palabras clave.

Electricidad, animales, mecanismos patógenos, factores, lesiones, estrés.

1. Objetivos.

Conocer los mecanismos patógenos y factores que intervienen en la aparición de lesiones por accidentes eléctricos. Abordar las situaciones más frecuentes en animales de producción, mascotas y aves; y de qué modo les afectan desde el punto de vista del estrés. Finalmente proponer algunas medidas sobre cómo prevenir dichos daños y cómo actuar en caso de encontrarlos.

2. Introducción.

La electricidad es un agente físico que da lugar a daños de gravedad variable, se trata de una energía que actúa sobre el organismo tras haber logrado superar su resistencia, pudiendo producir desde un simple cosquilleo, hasta la muerte súbita por electrocución. Pese a que las lesiones eléctricas se producen esencialmente de manera accidental, suelen tener consecuencias negativas o nefastas en los animales que las padecen, de ahí la importancia de conocer cómo y cuándo aparecen para establecer un tratamiento y prevención adecuados.

3. ¿Qué es la electricidad?

Según la Real Academia de la Lengua Española (RAE, www.rae.es), se define la electricidad como:

1. "Fuerza que se manifiesta por la atracción o repulsión entre partículas cargadas, originada por la existencia de electrones y protones"
2. "Forma de energía basada en la electricidad, que pueden manifestar en reposo como electricidad estática, o en movimiento, como corriente eléctrica"

Para su estudio, debemos definir inicialmente qué es la corriente eléctrica: Magnitud física que describe la cantidad de electricidad que pasa a través de un conductor. Esta a su vez puede ser de

dos tipos atendiendo al *sentido de desplazamiento de los electrones*: La **corriente continua** es aquella en la que fluyen de forma constante en una dirección (baterías o collares eléctricos), y la **corriente alterna**, en la que el flujo de electrones oscila constantemente a intervalos regulares o ciclos (líneas eléctricas y hogares) (García-Alonso, 2014; Shulze *et al.*, 2016).

Otra clasificación habitual se realiza en función del *voltaje*, así se distingue entre **alta tensión**, la utilizada para el transporte de la electricidad porque reduce las pérdidas, y **baja tensión**, en la que se reduce el voltaje a niveles menos peligrosos, aunque resulta menos eficiente (García-Alonso, 2014). El límite entre ambas es de 1000 voltios en la corriente alterna, y 1500 voltios en el caso de la corriente continua (Shulze *et al.*, 2016).

Los parámetros que definen la corriente son: 1) la intensidad de la corriente (cantidad de electrones que se desplazan por un conductor en una unidad de tiempo, medida en amperios, 2), el potencial o voltaje (fuerza que poseen los electrones para su desplazamiento, cuantificada en voltios, y 3) la resistencia (dificultad que opone un cuerpo al paso de la corriente eléctrica, y que se mide en Ohmios, Ω) (García-Alonso, 2014). La *ley de OHM* relaciona estos tres parámetros de tal forma que a mayor resistencia, menos electrones logran desplazarse; y a mayor voltaje, más electrones se mueven. Su expresión matemática es la siguiente: $I = V/R$.

4. Mecanismos patógenos.

El paso de la electricidad a través de un cuerpo produce daño por diversos mecanismos, sin embargo, la fisiopatología de los mismos no está bien estudiada, debido a la multitud de variables que toman parte en dichos procesos y que no pueden ser medidas (Shulze *et al.*, 2016).

Los daños causados por las descargas eléctricas están producidos esencialmente por dos mecanismos, aunque no son los únicos: 1) La *electroporación*, en la cual los campos eléctricos producen daños en las membranas celulares debido al paso de la energía por los tejidos, resultando en una alteración de las funciones celulares; y 2) la *generación de calor*, que se origina por el paso de la electricidad a través de un mal conductor (cuerpo animal), produciendo de este modo quemaduras en tejidos superficiales y en órganos internos. Otro mecanismo patógeno sería por la alteración de procesos fisiológicos eléctricos del organismo. (Presley, 2005; Shulze *et al.*, 2016).

4.1. Factores determinantes de la lesión eléctrica.

Intensidad de la corriente y voltaje: La intensidad es el factor más importante en los accidentes eléctricos, en función de esta el contacto con la corriente puede originar desde un simple cosquilleo hasta asistolia. Por otro lado, también en función del voltaje van a aparecer unos daños u otros, siendo más graves aquellos que surgen a partir de los 1000 voltios en el caso de la corriente alterna (alto voltaje) (Shulze *et al.*, 2016).

Tipo de corriente: La corriente continua es la menos lesiva, tiende a producir en el animal un único espasmo muscular haciendo que este huya de la zona de contacto (animales expuestos un período de tiempo corto). Sin embargo, la corriente alterna es considerada tres veces más peligrosa que la anterior, ya que al entrar en contacto con el animal estimula las fibras musculares, provocando tetanias que hacen que el paciente quede inmovilizado, impidiéndole soltarse del foco que le está produciendo el daño. Además, a consecuencia de este proceso aumenta la duración del contacto (Rodríguez *et al.*, 2013). Esta diferencia aparece a voltajes bajos, en caso de altos voltajes ambos tipos de corriente generan un efecto similar (Leyva y Carvajal-Flechas, 2015).

Resistencia: Está determinada por las propiedades físicas y químicas de los tejidos, así como factores ambientales. La primera barrera del organismo al paso de corriente es la piel. Esta posee una gran resistencia, aunque no es homogénea en toda su superficie, sino que varía en función de su espesor y del grado de humedad (disminuye mucho al humedecerse la piel). Por otro lado, la carbonización, resultado de las quemaduras de 4º grado, incrementa la resistencia de la piel al paso de la corriente (García-Alonso, 2014; Shulze *et al.*, 2016). También suponemos observando las resistencias de la piel de ciertos animales, que el pelo o las plumas pueden jugar un papel importante en el poder aislante de la misma.

Cuando la electricidad atraviesa un cuerpo lo hace siempre por el trayecto que menor resistencia ofrece, y a través de aquellos tejidos que conducen mejor la electricidad. Nervios, vasos sanguíneos y músculos son mejores conductores que huesos, tendones y grasa; por el contenido en agua que poseen (Shulze *et al.*, 2016).

Calor generado (*Ley de Joule*): La energía que se emplea para vencer las resistencias se pierde en forma de calor. Esto se conoce como *Efecto Joule*: cuando una corriente eléctrica circula por un conductor, se va a producir calor a partir de la energía cinética liberada de choques entre los electrones y los átomos del conductor. De modo que cuanto mayores sean la intensidad o la resistencia, mayor será la cantidad de calor que se origine en el organismo (Shulze *et al.*, 2016).

Duración de la exposición: Las lesiones serán más graves cuanto mayor sea el tiempo de exposición a la corriente (Shulze *et al.*, 2016).

Tamaño del área de contacto: Cuanto mayor sea el área de contacto, menos energía actuará sobre el tejido. De este modo una misma corriente, puede o no producir daños en un tejido, en función de si se aplica de forma focal o en una zona amplia (Shulze *et al.*, 2016).

Trayecto de la corriente a través del cuerpo: Determinará la localización de las lesiones. Las vías de corriente que pasen por corazón o cerebro van a ser las más peligrosas, porque pueden dar lugar a alteraciones en las funciones vitales eléctricas de esos órganos (Shulze *et al.*, 2016).

Tipo de contacto eléctrico:

- Contacto directo accidental (con un cable eléctrico o con un conductor en contacto con este)
- Contacto de forma indirecta (potenciales de paso, si la corriente circula a lo largo de la superficie del suelo, consecuencia de un dispositivo electrónico defectuoso conectado a tierra; o de tacto, si la víctima toca ese dispositivo defectuoso)
- Mediante un arco eléctrico (paso de electricidad a través del aire que, pese a ser un mal conductor puede transmitirla a un animal sin que implique contacto físico, en determinadas condiciones de humedad y temperatura) (García-Alonso, 2014; Shulze *et al.*, 2016).

5. Situaciones de accidentes eléctricos más frecuentes en veterinaria.

Animales de producción en intensivo: En explotaciones de pequeño tamaño aún resulta común encontrarse instalaciones en estado precario, más antiguas o mal conservadas; esto junto a condiciones de humedad elevadas y el mal estado del cableado eléctrico pueden suponer un riesgo para la salud de los animales de renta (Instituto Navarro de Salud Laboral, 2017).

Animales de producción en extensivo: El contacto más frecuente con circuitos de corriente se debe al uso de pastores eléctricos, utilizados como método de contención de los animales que salen al pasto. Otra posible causa de electrocución, está relacionada con postes eléctricos antiguos o defectuosos situados en el pasto o en sus cercanías. Estos mediante un potencial de paso pueden hacer que la corriente se transmita por el suelo electrocutando a los animales. Un ejemplo de este peligro está recogido en un artículo de la revista *Jara y Sedal* en 2017, donde se escribe acerca de la muerte por electrocución de cuatro ciervos a consecuencia de la caída de un poste de la luz (Imagen 1).



Imagen 1: Ciervos muertos por electrocución tras la caída de un poste de la luz, imagen obtenida de la revista *Jara y Sedal*.

Mascotas (Perros, gatos...): Los accidentes eléctricos son raros en perros y gatos adultos, sin embargo, suponen una emergencia muy común, sobre todo en animales menores de un año por morder cables eléctricos, o por orinar sobre una fuente eléctrica. La Navidad es una de las épocas en las que más casos se observan ya que las luces de colores los incitan a los animales a morder los cables. Otra situación, es la relacionada con collares eléctricos utilizados para el adiestramiento canino, como método anti-ladridos o para corregir el “mal comportamiento” (Infante, 2014).

Aves: La electrocución por tendidos eléctricos es una de las principales causas de muerte no natural de numerosas especies (en España contribuyó a una reducción del número de ejemplares del águila imperial ibérica y del águila perdicera). Esto ocurre principalmente cuando el animal contacta simultáneamente con el conductor de la corriente y el apoyo metálico que hace derivación a tierra (Imagen 2.a.), con dos conductores (Imagen 2.b.) o a consecuencia de la formación de un arco voltaico. Las aves rapaces son muy sensibles a padecer este tipo de accidentes, debido a su gran tamaño y a una mayor predisposición a utilizar los tendidos como posaderos para cazar (Pérez-García, 2014).

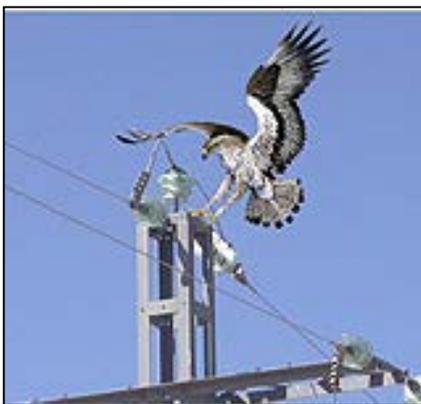


Imagen 2.a. Contacto simultáneo de un ave con un conductor y la derivación a tierra, imagen obtenida de wikiconservacion.org



Imagen 2.b. Contacto simultáneo de un ave con dos conductores, imagen obtenida de wikiconservacion.org

6. Estrés por accidentes eléctricos.

Morales (2016) define el estrés como: "*La respuesta biológica adaptativa que el organismo animal muestra cuando su homeostasia es alterada o está potencialmente amenazada*". En este caso va a surgir como respuesta por parte del organismo ante fenómenos de nocicepción y dolor, por ello etiológicamente se encuadra en el grupo de factores endógenos. El grado en el que un animal manifiesta esta respuesta variará en función de la naturaleza, la intensidad y la duración de los estímulos que la produzcan; además dependerá del estado físico del animal en ese momento y de sus experiencias previas (Morales, 2016).

6.1. Origen endógeno del estrés.

Los accidentes eléctricos a bajos voltajes y de corta duración suelen producir lesiones más suaves que los contactos prolongados de alto voltaje (Shulze *et al.*, 2016).

Lesiones externas:

Cutáneas: El paso de la corriente eléctrica a través de un organismo origina una elevada producción de calor que va a dar lugar a necrosis de los tejidos. Pueden existir distintos tipos de lesiones: *Marcas eléctricas* (Imágenes 3,4 y 5) que se presentan como elevaciones en la piel con forma de cráter (centro hundido) y rodeados de una zona pálida, coincidentes con los puntos por donde penetró y salió la corriente. *Metalizaciones*, partículas microscópicas del conductor, que en algunas víctimas alcanzan la piel en estado gaseoso y se solidifican al enfriarse el tejido. Estas tienden a concentrarse en los márgenes de las heridas y pueden profundizar alcanzando incluso la dermis. *Quemaduras eléctricas*, observadas como zonas de necrosis de extensión variable, que aparecen de manera irregular debido a que la corriente no discurre igual por todos los tejidos, y que además pueden seguir progresando en horas sucesivas al accidente. (García-Alonso, 2014; Shulze *et al.*, 2016). En perros pese a poder aparecer en cualquier punto, son más comunes en cavidad oral y comisuras labiales (Presley, 2005).



Imagen 3: Marca de corriente situada en la piel de la garra de un ave rapaz, imagen obtenida de: Shulze *et al.*, 2016.



Imagen 4: Marca de corriente situada en la piel de un cerdo, imagen obtenida de Shulze *et al.*, 2016.



Imagen 5: Marca de corriente situada en la encía de un perro, imagen obtenida de: www.infovet.es

Cardiacas: Se van a producir arritmias cardiacas de distinto tipo y gravedad en función de la intensidad de la exposición eléctrica. Dependiendo de si el contacto es con una corriente de alta o de baja tensión pueden dar lugar a asistolia o fibrilación ventricular, respectivamente. Esto causa un fallo cardiaco que a su vez derivará en un fallo respiratorio produciendo la muerte del animal. Los paros cardiacos que aparecen son fácilmente reversibles mediante resucitación cardiopulmonar (Presley, 2005; García-Alonso, 2014). En un electrocardiograma pueden aparecer otras anomalías como: taquicardia sinusal o bloqueos cardiacos (Presley, 2005). Además la aparición de infartos ha sido demostrada en ganado (Shulze *et al.*, 2016).

Respiratorias: Los pacientes pueden presentar apnea, taquipnea y/o cianosis; acompañadas de hipoxia y/o acidosis respiratoria. Estos síntomas son debidos a la presencia de edema pulmonar neurogénico, edema facial o nasofaríngeo, o contracciones tetánicas de la musculatura diafragmática. En caso de existir edema pulmonar, aparece en los primeros minutos tras la descarga eléctrica, aunque puede progresar durante las primeras 12 - 24 horas. Va a comenzar en lóbulos caudodorsales, pudiendo extenderse al resto del pulmón (Presley, 2005).

Manifestaciones del sistema nervioso: Tras un accidente eléctrico pueden exhibirse alteraciones neurológicas como disminución de la conciencia, temblores musculares focales, convulsiones, paresia o parálisis (Presley, 2005). Los signos nerviosos centrales son comunes en animales en los cuales el trayecto de la corriente atraviesa el cerebro o la médula espinal (Shulze *et al.*, 2016).

Oculares: Aparecen cataratas en aproximadamente un 6% de las víctimas humanas de accidentes de alto voltaje que afectan a la cabeza. En animales se ha demostrado en el búho real y en conejos, donde se observó una vacuolización del cristalino, seguida de una catarata anterior (Shulze *et al.*, 2016).

Traumáticas: El paso de una corriente eléctrica de intensidad considerable a través de un músculo va a dar lugar a una contracción intensa, pudiendo provocarle una rotura o una desinserción del hueso (García-Alonso, 2014). Además, se ha observado que pueden producirse daños esqueléticos como fracturas de columna vertebral, sacro, pelvis y fémur; observados en cerdos electrocutados (Shulze *et al.*, 2016).

Lesiones internas:

Celulares: Se produce tumefacción de tejidos, vacuolización y necrosis de las células musculares a consecuencia de daños estructurales en las membranas celulares, predisponiendo a la formación de edemas. El daño por quemadura eléctrica aparece frecuentemente en varios órganos en accidentes de alto voltaje, o bajo voltaje si el contacto es prolongado; además pueden desarrollarse lejos de los puntos de contacto con la piel y ser severos, aunque las marcas eléctricas sean mínimas. Entre las complicaciones más frecuentes se observan rabdomiolisis y mioglobinuria, que si no se tratan, terminarán produciendo una insuficiencia renal aguda (Presley, 2005; Shulze *et al.*, 2016).

Vasculares: Ya que la sangre es un buen conductor, la corriente va a fluir por los vasos sanguíneos dañando las células endoteliales y los miocitos, provocando la aparición de edemas, petequias, equimosis, coagulación intravascular diseminada (CID) y trombosis. También se ocasionan daños en la capa media, disminuyendo su resistencia, y produciendo hemorragias secundarias. Las zonas que quedan privadas de aporte sanguíneo adecuado, terminarán por necrosarse, aumentando de este modo la dimensión y la profundidad de la quemadura eléctrica. Estas lesiones pueden aparecer incluso semanas después del accidente (Presley, 2005; García-Alonso, 2014; Shulze *et al.*, 2016).

Nervios: Puede apreciarse destrucción completa de la/s fibras nerviosas, sin que exista afección de los tejidos blandos inervados por ella/s. También pérdida o destrucción de las vainas de mielina, sin que se produzca un daño irreversible en la fibra nerviosa. En este último caso, los síntomas (parálisis y/o anestesia) son transitorios, volviendo a la normalidad tras su regeneración (García-Alonso, 2014). En modelos de experimentación animal se demostró que la electrocución produce: pérdida de células, reducción de las fibras de Purkinje, hemorragias y trastornos leptomeníngeos, además de hemorragias, cavidades y pérdida neuronal en la médula espinal (Shulze *et al.*, 2016).

Alteraciones de la presión sanguínea: Puede aparecer hipertensión secundaria al dolor, que en ocasiones progresa a shock hipovolémico e hipotensión (Presley, 2005).

6.2. Respuesta endocrina al estrés.

Tanto en el caso del dolor agudo como crónico, la aparición del estrés destaca esencialmente por un aumento de la actividad neuroendocrina, respuestas vegetativas mediadas fundamentalmente

por el sistema simpático, inducción de mecanismos de analgesia endógena, ajustes metabólicos, afectación del sistema inmune y cambios notables en el comportamiento. Todos ellos en mayor o menor grado en función de la intensidad del dolor (Morales, 2016).

En el estrés agudo, el daño tisular activa las vías nociceptivas, debido a esto se libera CRH (hormona liberadora de corticotropina) que llega a la adenohipófisis, estimulando la síntesis de hormona adrenocorticotropa (ACTH) y de β -endorfinas (con efecto analgésico). A su vez la ACTH estimula la liberación en la corteza adrenal de cortisol, corticosterona (principal glucocorticoide en aves) y sustancias androgénicas. El cortisol/corticosterona tiene efectos antiinflamatorios, y estimula algunos procesos metabólicos, además de la liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) en la médula adrenal. Su finalidad es preparar al animal ante situaciones de lucha o huida, además de inducir ciertos cambios vitales para el mantenimiento de las funciones del cerebro y del corazón en periodos de estrés (Morales, 2016).

En el estrés crónico, además de estimularse el eje hipotalámico - hipófisis - adrenal, se disminuye la sensibilidad del mismo a la retroalimentación negativa que ejercen los glucocorticoides, y aumenta la sensibilidad de la corteza adrenal a la ACTH. Esto da lugar a unos niveles elevados de CRH, ACTH y cortisol, mientras el agente estresante siga presente, causando por ejemplo una inhibición del sistema inmune. Además, este tipo de estrés disminuye la presencia de receptores α y β - adrenérgicos a distintos niveles, lo cual atenúa las respuestas cardiovasculares (Morales, 2016).

6.3. Dolor y estrés.

El estrés posee como finalidad proteger el organismo para mantener el bienestar interno frente a agentes que pueden perturbar o que perturban su equilibrio. Una exposición puntual a un estímulo doloroso (perro que muerde un cable) va a producir en el animal la aparición de eustrés (estrés bueno), lo que favorece el desarrollo de mecanismos de memoria, propiciados por el miedo y el dolor, evitando un segundo contacto gracias al recuerdo de dicha experiencia.

Cuando un agente estresante como el dolor, se mantiene durante un periodo largo de tiempo (collares eléctricos), la capacidad de adaptación del organismo se ve superada, dando lugar a un cuadro de diestrés (estrés negativo que da lugar a la aparición de disfunciones, discapacidades, procesos inflamatorios sistémicos o disforia) (Morales, 2016). Tal y como afirma Infante (2014): *“Los collares eléctricos generan una ansiedad indiscriminada en los perros que los han sufrido que puede medirse a través del cortisol en su saliva.”* Sin embargo, existen ocasiones en las que el contacto crónico con un agente doloroso puede ser positivo para el animal, como el uso del pastor eléctrico en vacas, que muchas veces evita la exposición de las mismas a otros agentes dañinos. Todas las relaciones anteriormente explicadas se recogen en la figura 1.

Si nos referimos al síndrome general de adaptación y sus distintas fases, encuadraríamos el euestrés en la fase de alarma y resistencia, y el diestrés en la fase de agotamiento (Morales, 2016). Morales (2016) concluye: "Es fácil deducir la importancia profesional y ética que tienen para el buen ejercicio de la medicina veterinaria, el reconocimiento, la prevención y el tratamiento del dolor, siempre en el contexto de su estrecha relación con el estrés, el diestrés y el sufrimiento animal".

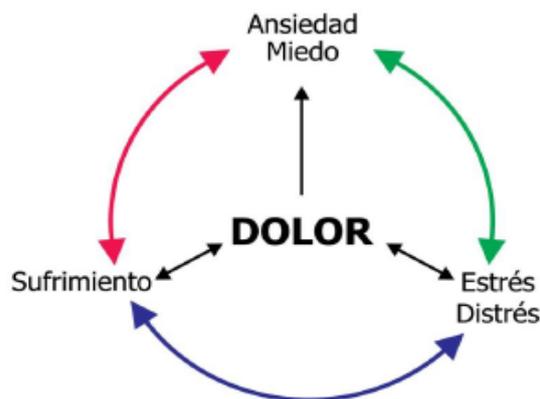


Figura 1: En esta figura se recoge la relación entre el dolor y los distintos tipos de estrés. El miedo que sufre el animal a consecuencia de ese dolor le servirá como aprendizaje en el futuro, surgiendo de este modo el estrés bueno o euestrés. Sin embargo si esa situación se cronifica, dará lugar a un sufrimiento del mismo, apareciendo el denominado diestrés. Imagen obtenida de Morales, 2016.

7. Prevención.

A nivel de las instalaciones en animales de producción, se pueden mejorar las condiciones ambientales, además de realizar un control exhaustivo de toda la instalación eléctrica, eliminando por ejemplo cables sueltos con los que puedan entrar en contacto los animales.

En lo que a mascotas se refiere se recomienda camuflar los cables debajo de alfombras o detrás de muebles para evitar así que los muerdan, desenchufar los dispositivos eléctricos que puedan suponer un peligro cuando se encuentren solas y proporcionarles juguetes que ayuden a desviar su atención evitando accidentes.

Por último, en los tendidos eléctricos se adoptaron medidas para evitar las electrocuciones, como el uso de elementos disuasorios para las aves o el aumento de la distancia entre los cables conductores y el apoyo metálico. (Pérez-García, 2014).

8. Accidente eléctrico... ¿cómo tratarlo?

Método de actuación del propietario: Lo más importante es no tocar nunca al animal y apagar la fuente de electricidad (en caso de no poder, utilizar un palo de madera o plástico para separar al

animal), comprobar el pulso y su respiración, colocar un paño frío sobre el punto de contacto para disminuir los daños y llevarlo lo antes posible al veterinario, aunque no presente lesiones aparentes.

Una vez en la consulta: En primer lugar, debe realizarse una exploración completa del animal con el fin de valorar la gravedad de la lesión, además de solicitarse una serie de pruebas complementarias tales como análisis de sangre, urianálisis, electrocardiograma, medición de la presión arterial y radiografía de tórax. Es muy importante el seguimiento del paciente mediante su monitorización y hospitalización (hay que recordar que se pueden seguir produciendo daños en el paciente en las horas posteriores al accidente), administrándole fluidos y medicación en caso de ser necesario (analgésicos, antibióticos, antiarrítmicos, diuréticos...). Por otro lado, la presencia de edema neurogénico implica el aporte de oxígeno y el mantenimiento en condiciones de estrés mínimas (Ferrero, 2015).

9. Conclusiones.

En muchas ocasiones los accidentes eléctricos parecen carecer de la importancia que realmente poseen, puesto que las lesiones pueden no estar manifestándose externamente. Sin embargo, estos producen en los animales grandes daños en la mayoría de las ocasiones, tanto en el momento del contacto como posteriormente. Por ello es esencial tomar medidas de prevención con el fin evitar la aparición de dichos problemas causantes de pérdidas tanto a nivel emocional, como económico o biológico.

10. Bibliografía consultada:

Shulze, C., Peters, M., Baumgärtner, W. y Wohlsein, P. (2016) Electrical Injuries in Animals: Causes, Pathogenesis, and Morphological Findings. *Veterinary Pathology*, 53 (5), 1018 - 1029.

Leyva, J.C. y Carvajal - Flechas, F. (2015). Lesiones eléctricas. *Universitas Médica*, 56 (1), 63 - 74.

Morales, C.A. (2016). Dolor y estrés. En: *Bases para el manejo del dolor en perros y gatos*. Medellín: Universidad de Antioquia - Facultad de Ciencias Agrarias, 104 - 109.

García-Alonso, I. (2104). Lesiones producidas por la electricidad. Disponible en: <http://www.oc.lm.ehu.es/Fundamentos/patologia/Apoyo/Cap%208%20Lesiones%20por%20electricidad.pdf> Consultado el 15 de abril de 2017.

Presley, R.H. (2005). Electrocutation and Electrical Cord Injury. Disponible en: <http://vetnetinfo.com/tudasbazis/files/2016/02/Electrocutation-And-Electrical-Cord-Injury-2005.pdf> Consultado el 18 de abril de 2017.

Pérez-García, J.M. (2014). *Modelos predictivos aplicados a la corrección y gestión del impacto de la electrocución de aves en tendidos eléctrico*. Tesis doctoral. Elche: Universidad Miguel Hernández.

Redacción JyS. (2017). Cae un poste de la luz y electrocuta a cuatro ciervos. *Revista Jara y Sedal*. Disponible en: <http://revistajaraysedal.es/poste-de-luz-electrocuta-ciervos/> Consultado el 22 de abril de 2017.

Infante, E. (2014). Regulación de los collares dañinos: avanzando en el bienestar canino. Disponible en: <http://www.derechoanimal.info/images/pdf/RegulacionCollares.pdf> Consultado el 21 de abril de 2017.

Real Academia Española (RAE) (2017). Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=ETfiNgk> Consultado el 9 de abril de 2017.

Instituto Navarro de Salud Laboral (2017). *Explotaciones pecuarias*. Prevención de riesgos laborales en el sector agrario. Disponible en: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/97DE23DE-58AB-44F4-9BEB-87843A06BE99/0/17unidad17.pdf> Consultado el 21 de abril de 2017.

Rodríguez, J.C., Huertos, M^a.J., Ruiz - Cabello, M^a.A. y Saldaña, F.J. (1999). Lesiones por la Electricidad y el rayo. En: Principios de Urgencias, Emergencias y Cuidados Críticos. Ed. versión electrónica Gil, J., Díaz-Alersi, R., Coma, M^a.J. y Gil, D. Disponible en: <http://tratado.uninet.edu/c0902i.html/> Consultado el 15 de abril de 2017.

Ferrero, I. (2015) Shock eléctrico en el perro. Disponible en: <http://www.infovet.es/veterinario-Shock-electrico-en-el-perro-108.php> Consultado el 23 de abril de 2017.