

Palabras clave:

tomografía computerizada,
perro, perforación
gástrica, radiografía,
neumoperitoneo a tensión

Keywords:

*computed tomography,
dog, gastric perforation,
radiography, tension
pneumoperitoneum*

Caso clínico: Radiografía y tomografía computerizada de neumoperitoneo a tensión causado por perforación gástrica en un perro



Caso clínico:
**Radiografía y tomografía
computerizada de
neumoperitoneo a tensión
causado por perforación
gástrica en un perro**

[https://axoncomunicacion.net/
radiografia-y-tomografia-computarizada-
del-neumoperitoneo-a-tension-causado-por-
perforacion-gastrica-en-un-perro/](https://axoncomunicacion.net/radiografia-y-tomografia-computarizada-del-neumoperitoneo-a-tension-causado-por-perforacion-gastrica-en-un-perro/)



Myounghun Kim, Jeongyun Jeong, Changhyeon Cho, Kidong Eom y
Jaehwan Kim*

1. *Department of Veterinary Medical Imaging, College of Veterinary
Medicine, Konkuk University, Seoul, Republic of Korea*

El neumoperitoneo a tensión se caracteriza por una acumulación excesiva de gas en la cavidad peritoneal, lo que conduce a distrés cardiorrespiratorio. Presentamos el caso de una hembra de 4 años de edad, Labrador retriever, que se presentó con severa distensión abdominal y jadeo. La radiografía reveló gran cantidad de gas libre en la cavidad peritoneal con disminución del detalle seroso. Después de la descompresión urgente, la aspiración ecoguiada de la efusión en el peritoneo confirmó que se trataba de una peritonitis séptica. La tomografía computarizada reveló una masa gástrica de aproximadamente 3,7 × 5,0 × 5,5 cm, que se sospechaba que había causado perforación gástrica. Un gran volumen de gas libre se encontraba en la cavidad peritoneal, causando compresión y centralización de los órganos abdominales. también se observó una hendidura de baja atenuación que sugería la presencia de una perforación gástrica. La laparotomía exploradora confirmó una perforación gástrica de aproximadamente 2,2 cm adyacente a la masa gástrica. Finalmente se diagnosticó que la paciente padecía un neumoperitoneo a tensión causado por perforación gástrica. La masa se resecó con un margen quirúrgico de 1-2 cm, y la citología de impronta indicó carcinoma gástrico. La paciente recibió un tratamiento agresivo con fluidos, analgésicos, antitrombóticos y terapia antibacteriana. Sin embargo, el estado del paciente siguió deteriorándose y se le practicó la eutanasia a petición del propietario. Nuestro trabajo es el primero en describir las características de imagen multimodal de un perro con neumoperitoneo a tensión secundario a una perforación gástrica causada por una neoplasia gástrica.

Introducción

El neumoperitoneo a tensión (NT) es un tipo de neumoperitoneo caracterizado por la excesiva acumulación de gas en la cavidad peritoneal, conduciendo a distrés respiratorio (1-5). La cantidad excesiva de gas en la cavidad peritoneal incrementa la presión intrabdominal desplazando el diafragma cranealmente lo que conduce a distrés respiratorio acompañado de taquipnea (1,2). El exceso de gas comprime la vena cava caudal y reduce el retorno venoso lo que, en última estancia, conduce a hipotensión y taquicardia (1,2). Por lo tanto, la descompresión urgente es necesaria para reducir la presión intraabdominal.

Para el diagnóstico rápido del NT el diagnóstico por imagen desempeña un papel fundamental. Los signos distintivos indicativos de NT en radiografía abdominal incluyen el desplazamiento craneal del diafragma, el desplazamiento medial del hígado, el amontonamiento de las vísceras en abdomen central y la presencia de neumoperitoneo masivo (2, 6). Para investigar las causas de NT, la tomografía computarizada (TC) puede ser útil. La causa más frecuente de NT, la perforación gastrointestinal (GI), se caracteriza en la TC por la discontinuidad de la pared GI en el lugar de la perforación o por hallazgos indirectos sugestivos de perforación GI.





Descripción del caso

Una hembra no esterilizada de Labrador retriever, de 4 años de edad y 21 kg de peso, se presenta a con anorexia y letargia de 20 días de duración. El examen físico revela distensión abdominal severa, fiebre (40,7°), incremento de la frecuencia cardíaca (132 lpm) y dificultad respiratoria acompañada de jadeo.

En el análisis sanguíneo se encontró leucocitosis (35.1×10^9 cels/L; rango de referencia: $6-17 \times 10^9$ cels/L) con severa neutrofilia (30.3×10^9 cels/L; rango de referencia: $3.9-8 \times 10^9$ cels/L) y monocitosis (2.3×10^9 cels/L; rango de referencia: $0.2-1.1 \times 10^9$ cels/L). La bioquímica plasmática reveló niveles incrementados de ALP (825 U/L; rango de referencia: 29–155 U/L), amilasa (1768 U/L; rango de referencia: 388–1,007 U/L), lactato (4.9 mg/dL; rango de referencia: 0.5–2.5 mg/dL), proteína C-reactiva (59.9 mg/L; rango de referencia: 0–20 mg/L), and D-dímero (2.0 mg/dL; rango de referencia: 0–0.3 mg/dL). Los niveles de glucosa sérica se encontraban dentro del rango de referencia (77 mg/dL; rango de referencia: 67–147 mg/dL).

En la radiografía abdominal (Titan 2000, Comed Medical Systems Co., Ltd., Seoul, Korea; 82 k Vp, 10.2 mAs, 320 mA) se observa una gran cantidad de gas libre en el espacio peritoneal (**Figura 1A, C**) con una marcada distensión abdominal y desplazamiento craneal del diafragma. Se observó gas peritoneal contorneando la pared externa del intestino delgado. Además, se identificó una franja radiopaca de aproximadamente 7 mm de grosor y 25 cm de longitud en el abdomen medio, sugestiva de un ligamento o reflejo peritoneal. El detalle general de la serosa abdominal se encontraba disminuido. Los hallazgos radiográficos indicaban que el jadeo y el distrés respiratorio estaban causados por un neumoperitoneo masivo. Se realizó una descompresión de urgencia con aguja y la toma de muestras de la efusión peritoneal, sin embargo, a pesar de la mejoría en el patrón respiratorio y la reducción de la distensión abdominal, persistió una gran cantidad de gas libre. En el análisis del fluido peritoneal, se observó una elevación significativa de las células de la serie blanca ($> 17 \times 10^9$ cels/L; rango de referencia: $< 7 \times 10^9$ cels/L) y de las proteínas totales y la concentración de glucosa fue de 28 mg/dL.

La tomografía computerizada (TC) fue realizada usando un TC de 164 cortes (Brivo CT 385; GE Medical Systems, Milwaukee, WI, United States, 120 KVp, 110 mAs, 1.25 mm de grosor de corte) con el perro bajo anestesia general y posicionado en recumbencia ventral. Se utilizó una jeringa de inyector de potencia TC (CT Power Injector; GE, Medical Systems, Milwaukee, WI, United States) para administrar 600 mg de yodo/kg de iohexol (Omnihexol 300; Korea United Pharmaceutical, Seoul, Korea). En las imágenes poscontraste se observó una masas gástrica con realce homogéneo, que media aproximadamente 3.7x5.0x5.5 cm y que se extendía desde el cardias hasta el fundus del estómago (**Figura 2**). Entre el omento y la masa gástrica se observaban pequeñas burbujas de gas (**Figura 2 A,B**). Una cantidad sustancial de gas libre se encontraba en la cavidad peritoneal (**Figura 2**) causando compresión y centralización de los órganos abdominales (**Figura 3, A-C**). Se observó derrame peritoneal difuso y acumulación de grasa en toda la cavidad peritoneal, particularmen-

Caso clínico:
**Radiografía y tomografía
computarizada de
neumoperitoneo a tensión
causado por perforación
gástrica en un perro**

Descripción del caso

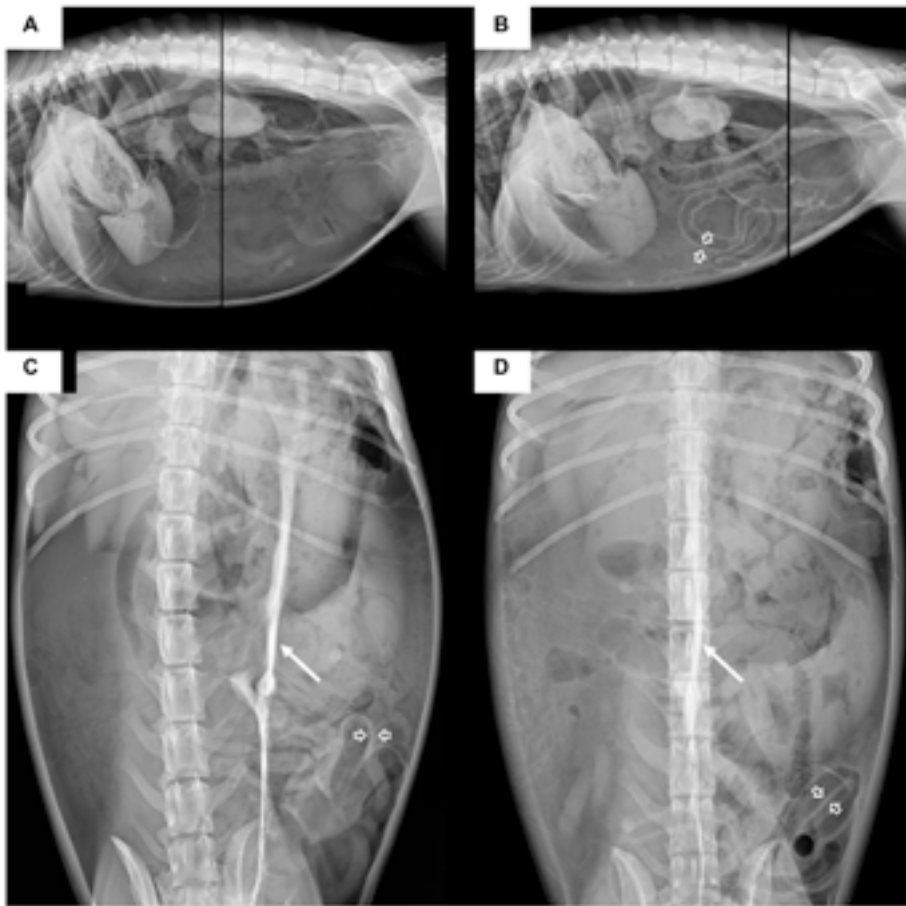


Figura 1: Proyecciones radiográficas abdominales laterales (A,B) y ventrodorsales (C,D) del perro. Las imágenes de la izquierda (A,C) se obtuvieron antes de la descompresión, y las de la derecha (B,D) se obtuvieron inmediatamente después de la descompresión. Antes de la descompresión, el neumoperitoneo se caracteriza porque se observa el contorno de la cavidad peritoneal rodeando una cantidad enorme de gas y el contorno de ambos lados de la pared del intestino delgado con gas peritoneal (flecha abierta); también se observa una disminución del detalle general de la serosa abdominal. En la radiografía ventrodorsal (C) se identifica una franja radiopaca (flecha) en el abdomen medio, que es un ligamento peritoneal. Tras la descompresión, la distensión abdominal disminuyó, pero sigue habiendo una gran cantidad de gas libre. El desplazamiento craneal del diafragma indica un aumento de la presión intraperitoneal.

te alrededor del estómago. Además, cerca de la masa gástrica se observó una hendidura de baja atenuación que podría ser indicativa del lugar de perforación. Estos hallazgos de imagen condujeron a un diagnóstico de perforación gástrica causada por una neoplasia gástrica que dio lugar a NP y peritonitis.

Al perro se le sometió a una laparotomía exploratorio para identificar y corregir la perforación y para realizar un lavado peritoneal. Se identificó una zona perforada (**Figura 2D**) de aproximadamente 2.2 cm cerca de la masa gástrica. Se observó peritonitis generalizada grave con depósito de fibrina a lo largo del peritoneo y ascitis con líquido amarillo, ligeramente opaco. La masa se resecó con un margen quirúrgico de 1 ~ 2 cm y después del lavado y drenaje peritoneal se cerró el abdomen. No se realizó biopsia de la masa porque los propietarios no lo autorizaron. Sin embargo, la impronta citológica indicó carcinoma gástrico. Se trató al paciente con fluidoterapia, analgésicos, agentes antitrombóticos y antibacterianos. A pesar del tratamiento agresivo, la condición del paciente fue empeorando y se practicó la eutanasia el día después de la cirugía a petición de los propietarios.





Discusión

En este caso se describe un NP en un perro, en el cual, los hallazgos de imagen conducen a un posible diagnóstico de perforación gástrica provocada por una neoplasia gástrica, NP y peritonitis. La perforación gastrointestinal puede causar NP a través de un mecanismo de "válvula unidireccional", en el que el hígado y el epiplón que cubre el sitio de la perforación actúan como una válvula, permitiendo que el aire escape desde el tracto gastrointestinal, pero impidiendo que vuelva a entrar en el mismo (1, 2, 7). Sin embargo, el NP es una consecuencia rara de la perforación gastrointestinal y puede darse junto con aerofagia (4). En este caso, la aerofagia probablemente fue debida al jadeo causado por dolor abdominal, conduciendo, por último, al NP. Además, el epiplón alrededor del sitio de la perforación puede haber actuado como una válvula, impidiendo que el aire volviera a entrar al estómago.

Se han descrito causas gastrointestinales, pulmonares y urológicas de NP en medicina humana. Previos estudios muestran que las causas gastrointestinales (27/36) fueron las más comunes (6). Hasta la fecha, se han descrito tres casos de NP en medicina veterinaria. De ellos, un caso fue experimentalmente inducido en un perro, mientras que los otros dos se reportaron en gatos debidos a perforación de estómago e duodeno (4, 5, 7).

Aunque el número de casos es pequeño, este caso y los previos indican que la perforación gastrointestinal puede ser la causa primaria del NP en medicina veterinaria, al igual que en humanos.

Hasta donde sabemos, no se han reportado casos de NP espontáneo causado por perforación gástrica en un perro. Aquí describimos un caso de NP causado por perforación gástrica en un perro.

La perforación gástrica en perros está provocada por diversas causas incluyendo úlceras gástricas, neoplasias, trauma abdominal y causas iatrogénicas. Se produce en aproximadamente el 35-45% de los perros con enfermedad ulcerosa gastroduodenal y neoplasias primarias (9-11). En este caso, no había antecedentes de traumatismo ni factores iatrogénicos, y la presencia de perforación alrededor de la masa gástrica sugiere el diagnóstico de perforación espontánea debida a carcinoma gástrico. Se sabe que la perforación espontánea causada por un tumor gástrico se produce cuando la ulceración y la necrosis tumoral se extienden a las capas profundas de la pared gástrica, concretamente a la subserosa (11). Aunque se ha descrito que la rotura de la pared gástrica debida a una neoplasia gástrica se produce en humanos en tasas que oscilan entre el 0,56 y el 3,9%, no se ha documentado ninguna frecuencia de perforación inducida por tumores en perros.

El diagnóstico de NP en humanos se basa en los signos clínicos y los hallazgos radiográficos abdominales. Los signos clínicos de NP incluyen distensión abdominal timpánica, distrés respiratorio y colapso hemodinámico, asociados con neumoperitoneo masivo. En el presente caso, se observó distrés respiratorio y distensión abdominal timpánica. Además, los hallazgos radiográficos característicos que se observan en humanos incluyen desplazamiento craneal del diafragma, signo de sillín indicativo de desplazamiento

Caso clínico:
**Radiografía y tomografía
computarizada de
neumoperitoneo a tensión
causado por perforación
gástrica en un perro**

Discusión

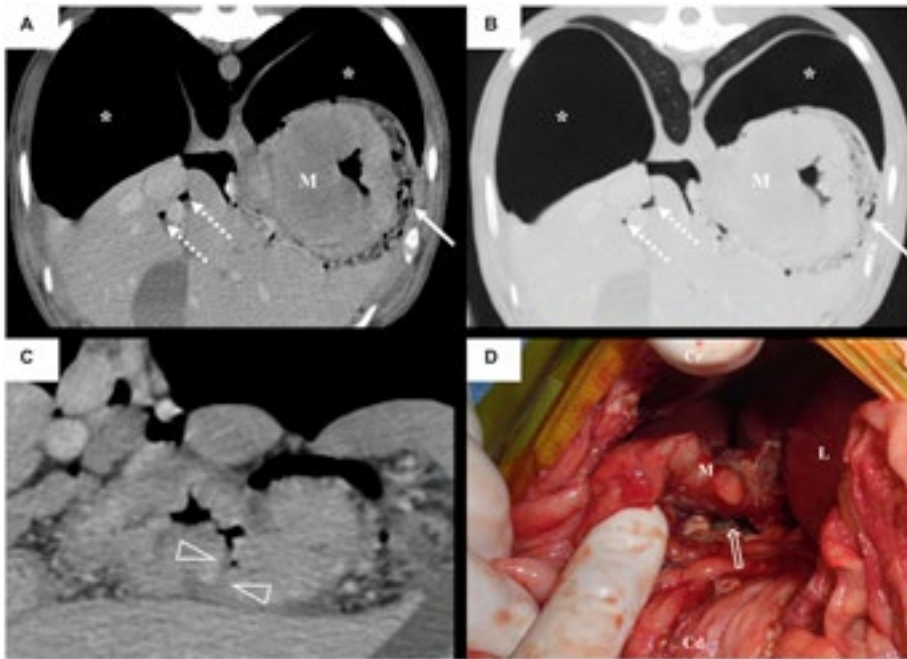


Figura 2: Imágenes transversales (A–C) de tomografía computarizada (TC) multiplanar postcontraste del paciente con un algoritmo de tejido blando (WL 45, WW 450) (A,C) y algoritmo pulmonar (WL -400, WW 1500) (B). Imagen intraoperatoria (D) del perro. En el cardias se observa la masa gástrica (M) con realce homogéneo de contraste. Se supone que el sitio de la perforación es una hendidura de atenuación baja (punta de flecha) adyacente a la masa gástrica. Observe la masa gástrica (M) y el sitio de perforación (flecha abierta) después de la separación de las adherencias omentales. Hay un gran volumen de gas libre (asterisco) que desplaza el hígado medialmente. Note que la estructura que se cree que es el epiplón cubre el estómago y hay numerosos gases (flecha) entre ellos. Múltiples burbujas de gas (flecha discontinua) quedan atrapadas entre el peritoneo. Las imágenes (A, B) están en el mismo nivel pero en diferentes algoritmos. Imágenes de TC, mismos kv, mAS y espesor que en el documento. L: hígado, M: masa gástrica, Cr: craneal, Cd: caudal.

medial del hígado, amontonamiento medial de vísceras y el signo de balón de fútbol indicativo de neumoperitoneo masivo, donde la cavidad abdominal está contorneada por gas, y el signo de Rigler indica grandes cantidades de neumoperitoneo cuando el gas aparece a ambos lados de la pared intestinal. Además, se identificó una franja radiopaca en la radiografía abdominal. Este hallazgo puede parecerse a los observados en humanos con un neumoperitoneo masivo, atribuidos a ligamentos peritoneales como el ligamento falciforme o los ligamentos umbilicales (13). Sin embargo, es importante señalar que, en este caso, las imágenes se obtuvieron en decúbito prono (decúbito ventral), a diferencia de los humanos que obtuvieron las imágenes en decúbito supino (decúbito dorsal). Por lo tanto, existen diferencias anatómicas en la identidad de la franja radiopaca, y se considera que está asociada a uno de los ligamentos peritoneales. Aunque no se ha podido determinar con precisión la naturaleza exacta de la franja radiopaca, su similitud con las características observadas en seres humanos con neumoperitoneo masivo sugiere que podría ser útil en el diagnóstico del NP (2, 3, 7).

En humanos, los hallazgos de NP en la TC incluyen compresión de múltiples asas intestinales por una cantidad masiva de gas, centralización de órganos abdominales y compresión de la vena cava inferior. En nuestro caso se observaron hallazgos similares,





incluida la compresión del intestino delgado y la centralización de los órganos abdominales. Sin embargo, no se observó compresión de la vena cava caudal; esto puede ser atribuible a la descompresión de emergencia antes de la TC o a la posición ventral durante la toma de imágenes, que difiere de la posición utilizada durante la TC en humanos. Por lo tanto, los hallazgos de NP en la TC pueden ser similares entre perros y humanos, lo que indica que los criterios de diagnóstico por TC utilizados en humanos pueden ser aplicables a los perros.

En humanos, el NP causado por perforación del tracto GI requiere laparotomía y drenaje intraperitoneal continuo (2-7), y la TC es una herramienta diagnóstica común para detectar estas perforaciones GI. Las discontinuidades en la pared GI, que suelen aparecer como hendiduras de baja atenuación en la TC, deben identificarse para localizar con precisión la perforación. La frecuencia de detección de estas discontinuidades suele ser inferior al 50% (14, 15). A pesar de esta baja frecuencia, el valor predictivo del lugar de la perforación es relativamente alto, oscilando entre el 82 y el 90%. Los hallazgos indirectos como el engrosamiento de la pared intestinal, el realce anormal de la pared, el absceso y las masas inflamatorias localizadas cerca del lugar de la perforación también son útiles para predecir el lugar de la perforación (16). En este caso, había una zona alrededor de la masa gástrica que hacía sospechar que se trataba de un foco de perforación; sin embargo, debido a la adherencia al epiplón, la presencia de ascitis y un estómago colapsado, fue difícil confirmar definitivamente el foco de perforación (14). A pesar de la dificultad para localizar con precisión el lugar de la perforación en la TC, se pensó en una perforación cerca de la masa gástrica debido al engrosamiento focal de la pared (16, 17). Desde esta perspectiva, la TC puede ayudar no sólo a determinar la necesidad de laparotomía, sino también a planificar el procedimiento quirúrgico en pacientes con NP.

El diagnóstico de peritonitis séptica se basa en el aumento del recuento de leucocitos, el aumento de los niveles de proteínas totales y la concentración de glucosa en el líquido peritoneal. En este caso, observamos recuentos elevados de leucocitos ($> 17 \times 10^9$ células/L; rango de referencia: 7×10^9 células/L), niveles elevados de proteínas totales (3,6 g/dL; rango de referencia: 2,0 g/dL) y niveles de glucosa en líquido peritoneal sistemáticamente inferiores a 55 mg/dL (sensibilidad 57%, especificidad 100%), con una diferencia de más de 20 mg/dL (sensibilidad 100%, especificidad 100%) en comparación con el nivel de glucosa en sangre. Esto confirma el diagnóstico de peritonitis séptica (15, 18). Por lo tanto, las alteraciones observadas en los análisis de sangre, incluida la neutrofilia grave, la monocitosis, el aumento de la proteína C reactiva y los niveles de dímero D, son indicios de una respuesta inflamatoria grave.

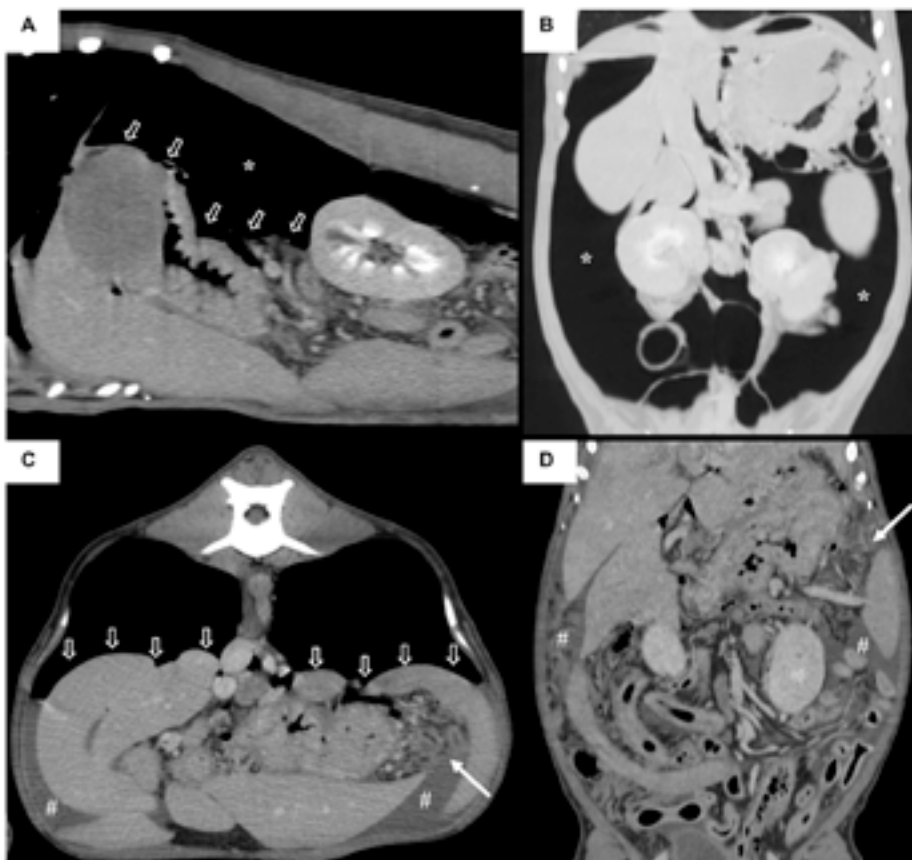


Figura 3: Imágenes de tomografía computarizada (TC) poscontraste sagital (A), dorsal (B,D) y transversal multiplanar (C) del paciente con un algoritmo de tejido blando (WL 45, WW 450) (A,C,D) y algoritmo pulmonar (WL -400, WW 1500) (B). Note que una gran cantidad de gas (asteriscos) comprime los órganos intraabdominales en la dirección dependiente de la gravedad (flechas abiertas) y los desplaza centralmente en el plano dorsal. Se observa derrame peritoneal difuso (#) y signos de acumulación de grasa en toda la cavidad abdominal, siendo el signo de acumulación de grasa particularmente pronunciado alrededor del estómago (flechas).

En conclusión, la NP es una complicación rara pero potencialmente mortal de la perforación gástrica en perros. Las modalidades de imagen, como la radiografía y la TC, son herramientas valiosas para el diagnóstico y la detección de sus causas subyacentes. En este caso, se detectó un neumoperitoneo masivo tanto en la radiografía como en la TC, con hallazgos característicos como gas delineando la cavidad peritoneal, gas a ambos lados de la pared intestinal, desplazamiento craneal del diafragma y una franja radiopaca en las radiografías abdominales. La TC también reveló compresión visceral intraabdominal y centralización de los órganos abdominales. Además, la TC fue especialmente útil para diagnosticar la causa subyacente del NP en el presente caso: perforación gástrica causada por un tumor gástrico.





Otra información

Declaración de disponibilidad de datos

Las contribuciones originales presentadas en el estudio se incluyen en el artículo/material suplementario, las consultas adicionales pueden dirigirse al autor correspondiente.

Declaración ética

No se requirió revisión y aprobación ética para el estudio con animales porque el informe de caso es la descripción de un caso clínico. Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los pacientes/participantes para la publicación de este caso clínico.

Contribución de los autores

MK: Conceptualización, Investigación, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición. JJ: Visualización, Redacción - revisión y edición. CC: Visualización, Redacción - revisión y edición. KE: Visualización, Redacción - revisión y edición. JK: Conceptualización, Visualización, Redacción - revisión y edición, Redacción - borrador original.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por la Universidad de Konkuk en 2023.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que la investigación se llevó a cabo en ausencia de cualquier relación comercial o financiera que pudiera construirse como un potencial conflicto de intereses.

Nota del editor

Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son exclusivamente las de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, los editores y los revisores. El editor no garantiza ni respalda ningún producto que pueda evaluarse en este artículo, ni ninguna afirmación que pueda hacer su fabricante.

Referencias

1. Joo, WJ, Kuwahara, Y, Asaka, Y, Mizu, D, Hara, S, and Ariyoshi, K. Tension pneumoperitoneum caused by intestinal perforation from underlying colon cancer: a case report. *J Med Case Rep.* (2020) 14, 112–6. doi: 10.1186/s13256-020-02437-2
2. Das, P, Mukherjee, R, Pathak, D, Gangopadhyay, A, Halder, S, and Singh, SK. Tension pneumoperitoneum: a very rare complication of acute gangrenous appendicitis. *Ann R Coll Surg Engl.* (2016) 98:e197–9. doi: 10.1308/rcsann.2016.0240
3. Canivet, JL, Yans, T, Piret, S, Frere, P, and Beguin, Y. Barotrauma-induced tension pneumoperitoneum. *Acta Anaesth Belg.* (2003) 54:233–6.
4. Itoh, T, Nibe, K, and Naganobu, K. Tension pneumoperitoneum due to gastric perforation in a cat. *J Ve Med Sci Belg.* (2005) 67:617–9. doi: 10.1292/jvms.67.617
5. Bernabe, A, Valles, N, Echalecu, MS, Garrigos, A, and Agut, A. Tension pneumoperitoneum secondary to duodenal perforation presumptively due to the administration of meloxicam in a cat. *Vet Rec Case Rep.* (2021) 9: e40–4. doi: 10.1002/vrc2.40
6. Chan, SY, Kirsch, CM, Jensen, WA, Sherck, J, and Jose, S. Alerts, notices, and case reports tension pneumoperitoneum report of a case. *West J Med.* (1996) 165:61–4.
7. Olinde, AJ, Carpenter, D, and Maher, JM. Tension pneumoperitoneum a cause of acute aortic occlusion. *Arch Surg.* (1983) 118:1347–50. doi: 10.1001/archsurg.1983.01390110089020
8. Hamel, PES, Stern, AW, and Grosso, FV. Gastric perforation in a dog: postmortem computed tomography and forensic autopsy findings. *Forensic Imaging.* (2020) 20:200359. doi: 10.1016/j.fri.2020.200359
9. Hinton, LE, Mcloughlin, MA, Johnson, SE, and Weisbrode, SE. Spontaneous gastroduodenal perforation in 16 dogs and seven cats(1982-1999). *J Am Anim Hosp Assoc.* (2002) 38:176–87. doi: 10.5326/0380176
10. Parrah, JD, Moulvi, BA, Gazi, MA, Makhdoomi, DM, Athar, H, Dar, S, et al. Gastric ulceration in dog: a review. *Vet World.* (2013) 6:449–54. doi: 10.5455/vetworld.2013.449-454
11. Ohkura, Y, Lee, S, Kaji, D, Ota, Y, Haruta, S, Takeji, Y, et al. Spontaneous perforation of primary gastric malignant lymphoma: a case report and review of the literature. *World J Surg Oncol.* (2015) 13:35. doi: 10.1186/s12957-015-0458-0
12. Ignjatovic, N, Stojanov, D, Djordjevic, M, Ignjatovic, J, Stojanov, DB, and Milojkovic, B. Perforation of gastric cancer-what should the surgeon do? *Bosn J Basic Med Sci.* (2016) 16:222–6. doi: 10.17305/BJBMS.2016.1020
13. Chiu, YH, Chen, JD, Tiu, CM, Chou, YH, Yen, DHT, Huang, CI, et al. Reappraisal of radiographic signs of pneumoperitoneum at emergency department. *Am J Emerg Med.* (2009) 27:320–7. doi: 10.1016/j.ajem.2008.03.004
14. Grassi, R, Romano, S, Pinto, A, and Romano, L. Gastro-duodenal perforations: conventional plain film, US and CT findings in 166 consecutive patients. *Eur J Radiol.* (2004) 50:30–6. doi: 10.1016/j.ejrad.2003.11.012
15. Ragetly, GR, Bennett, DRA, and Ragetly, CA. Septic peritonitis: etiology, pathophysiology, and diagnosis. *Compend Contin Educ Vet.* (2011) 33:E1–6.
16. Sung, HK, Sang, SS, Yong, YJ, Suk, HH, Jin, WK, and Heoung, KK. Gastrointestinal tract perforation: MDCT findings according to the perforation sites. *Korean J Radiol.* (2009) 10:63–70. doi: 10.3348/kjr.2009.10.1.63
17. Boysen, SR, Tidwell, AS, and Penninck, DG. Ultrasonographic findings in dogs and cats with gastrointestinal perforation. *Vet Radiol Ultrasound.* (2003) 44:556–64. doi: 10.1111/j.1740-8261.2003.tb00507.x
18. Bonczynski, JJ, Ludwig, LL, Barton, LJ, Loar, A, and Peterson, ME. Comparison of peritoneal fluid and peripheral blood pH, bicarbonate, glucose, and lactate concentration as a diagnostic tool for septic peritonitis in dogs and cats. *Vet Surg.* (2003) 32:161–6. doi: 10.1053/jvet.2003.50005

