



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

Técnica laparoscópica y toracoscópica con verde de indocianina

Federico Massari dipl. ECVS

INTRODUCCIÓN

La fluorescencia se define como la capacidad de un compuesto de absorber luz en una longitud de onda y emitir esa energía luminosa en una longitud de onda más larga. La cirugía guiada por fluorescencia se realiza utilizando “sondas” o fluoróforos específicos para resaltar alteraciones anatómicas o moleculares específicas. La cirugía guiada por fluorescencia se puede utilizar para la cirugía abierta convencional, pero es particular y fácilmente aplicable a la cirugía laparoscópica o toracoscópica ya que los procedimientos se realizan a través de un telescopio en el que se pueden aplicar filtros de luz, una cámara digital y una pantalla de vídeo.

La fluorescencia del infrarrojo cercano (NIRF) utiliza específicamente el espectro NIR de longitudes de onda de 650 a 900 nm. El uso de NIRF para cirugía se está volviendo popular, debido a la alta relación señal-ruido (mejor visibilidad de la imagen y granularidad reducida), la alta sensibilidad de la tecnología (una pequeña concentración de fluoróforo es fácilmente detectable) y la amplia disponibilidad comercial del equipo e insumos. La NIRF también tiene la ventaja de una alta penetración de luz debido a una menor absorción de agua y oxi/desoxihemoglobina. Dependiendo del tipo de tejido y la sensibilidad del dispositivo utilizado, los agentes NIRF pueden detectarse hasta 10-40 mm por debajo de las superficies del tejido.

EQUIPOS E INSTRUMENTACIÓN

La endoscopia NIRF combina un endoscopio estándar con capacidad de luz blanca con filtros de fluorescencia aplicados junto con un procesador de visión para producir imágenes fluorescentes de alta definición. Esto se puede hacer mediante adquisición de imágenes y grabación de imágenes emparejadas o, más comúnmente, mediante un divisor de haz y filtros NIR intercambiables, donde



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

se utiliza el mismo campo de visión tanto para la luz blanca como para la NIRF. En muchos sistemas, la imagen se puede cambiar de luz blanca a varios modos de fluorescencia con solo hacer clic en un botón o un pedal, incluida la capacidad de superponer la imagen fluorescente capturada con imágenes de luz blanca estándar. Se pueden utilizar fuentes de luz estándar (halógenas, xenón, diodos emisores de luz o láseres de diodo).

Los endoscopios utilizan luz infrarroja en longitudes de onda superiores a 800 nm, junto con o por separado de la luz blanca visible normal en longitudes de onda de alrededor de 760 nm. Se han utilizado clínicamente varios endoscopios NIRF disponibles comercialmente, incluidos los sistemas Storz IMAGE1 S Rubina (Karl Storz, Tuttlingen, Alemania), Arthrex SynergyID (Arthrex, Naples, FL), Wolf ENDOCAM Logic (Richard Wolf Medical Systems, Vernon Hills, IL) y Amnotec VEQTRON (AMNOTEK International Medical, Neuhausen ob Eck, Alemania). Además, existen varios dispositivos de imágenes NIRF de campo abierto, incluidos Pulsion Medical IC-View, Mizuho HyperEye (Mizho Medical Corporation, Tokio, Japón), Stryker SPY-PHI (Stryker, Portage, MI), Hamamatsu Photonics PDE-Neo II (Hamamatsu, Hamamatsu-City, Japón), el sistema Firefly de Intuitive Surgical (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA), Karl Storz VitomII (Karl Storz, Tuttlingen, Alemania) y muchos otros.

VERDE DE INDOCIANINAS

El fluoróforo NIRF más utilizado en la práctica clínica es el verde de indocianina (ICG). El ICG fue desarrollado para fotografía NIR en 1955 por Kodak Research Laboratories y fue aprobado por la Administración de Alimentos y Medicamentos de los EE. UU. para uso clínico en 1956. Es un compuesto soluble en agua que emite fluorescencia cuando es estimulado por luz NIR o un rayo láser. La longitud de onda máxima de fluorescencia está entre 800 y 840 nm en agua o tejido. El ICG se une fácilmente a las proteínas plasmáticas, es procesado rápidamente por el hígado y se excreta en la



gta

XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025

bilis. La vida media plasmática es de sólo 6 a 19 minutos en los perros. La corta vida media permite aplicaciones repetidas cuando sea necesario.

Sin embargo, el neumoperitoneo induce una disminución del flujo sanguíneo esplácnico, incluso al hígado y los riñones, lo que aumenta la vida media del ICG y reduce su depuración en los órganos esplácnicos en un 32%.

El ICG funciona bien en los vasos linfáticos debido a la unión de proteínas del compuesto combinado con el alto contenido de proteínas en la linfa. El ICG se une preferentemente a la lipoproteína alfa-1, particularmente a la lipoproteína de alta densidad, más que a la albúmina.

El ICG generalmente se presenta en forma de polvo almacenado en viales, que se diluye en la mesa con agua esterilizada hasta alcanzar diversas concentraciones y se administra al paciente. Según el prospecto, el compuesto es inestable en solución acuosa y se recomienda utilizarlo dentro de las 6 horas. En condiciones experimentales, cuando se diluyó en agua y se almacenó a 4 °C en la oscuridad, el ICG fue estable y perdió solo el 20% de su intensidad de fluorescencia en 3 días.

El polvo de colorante vital es soluble en agua esterilizada, pero no es fácilmente soluble en solución salina. Por lo tanto, si se desea una solución isotónica, el ICG debe disolverse primero en agua y luego diluirse con solución salina. Se están realizando estudios veterinarios que evalúan la eficacia del ICG en diversas condiciones de almacenamiento y períodos de tiempo, lo que potencialmente podría ayudar en el uso a largo plazo de un solo vial de 25 mg.

Se ha informado que el ICG está asociado con poco o ningún riesgo de efectos adversos en dosis estándar, sin fototoxicidad reportada, un alto perfil de seguridad (dosis letal media [LD50] de 50-80 mg/kg para roedores) y solo se han descrito casos raros de anafilaxia.⁸ Otras reacciones adversas sugeridas incluyen irritación en el lugar de la inyección o en la piel, irritación por contacto con los ojos, irritación respiratoria por inhalación, náuseas, fiebre y shock anafiláctico. Es importante tener en cuenta que, para uso clínico, el ICG administrado por vía intravenosa puede causar lecturas de oximetría de pulso erróneas transitorias debido a la interferencia con la absorción de luz del plasma



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

en los monitores espectrales ópticos. En humanos, se ha descubierto que esto es leve (disminución del 1,6% al 4%), dependiente de la dosis y de corta duración (nadir a los 57 segundos, tiempo de recuperación de 3,6 minutos).

Un fenómeno interesante de ICG NIRF es el efecto de extinción. Esto se define como una falta de relación lineal entre la dosis de ICG administrada y la intensidad de fluorescencia. La intensidad aumenta inicialmente con el aumento de la concentración, alcanza su punto máximo y luego disminuye a concentraciones sucesivamente más altas (es decir, las dosis más altas dan como resultado una fluorescencia menos intensa). Aunque esto no está del todo claro, se cree que se debe a los efectos de "reacciones de estado excitado, transferencia de energía y colisiones formativas" que hacen que las moléculas de ICG autoabsorban las fotos de fluorescencia.

Las dosis reportadas en medicina veterinaria son variadas: desde 0,02 mg/kg¹¹ (estudio linfático) hasta 5 mg/kg (utilizando el fenómeno retardado para la detección de tumores). La mayoría de los estudios linfáticos se encuentran en el extremo inferior del espectro de dosificación (0,01-0,1 mg/kg peritumoral); Los estudios angiográficos a menudo se dosifican menos según el tamaño del paciente y más mediante inyección en bolo (2,5 mg por paciente, no por kg o 1 ml de solución de 2,5 mg/ml por vía intravenosa); y la dosis de segunda ventana suele ser la más alta, con dosis de alrededor de 3-5 mg/kg administradas por vía intravenosa aproximadamente 24 horas antes de la cirugía.

INSTRUCCIONES

El uso de ICG NIRF se describió originalmente para la evaluación del gasto cardíaco, la función hepática y la angiografía oftálmica. Después de la inyección intradérmica, submucosa o subcutánea, el ICG se dispersa en las lipoproteínas, se absorbe en los vasos linfáticos y posteriormente se recoge en los ganglios linfáticos. Esto permite realizar estudios linfangiográficos de los vasos linfáticos (incluido el conducto torácico y la cisterna quilar) y de los ganglios linfáticos (incluidos los ganglios linfáticos centinela [GLC]). Cuando se administra por vía intravenosa, el ICG se une de manera



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

similar a las proteínas plasmáticas que permiten su mantenimiento en el sistema vascular. Esto permite realizar estudios del suministro vascular, la perfusión tisular y el aclaramiento. A medida que el ICG se excreta por el hígado, se acumula en el tejido hepático y finalmente en la bilis. Esto permite la visualización del sistema biliar para la colangiografía fluorescente. Finalmente, el ICG se puede inyectar directamente en otros lúmenes (vías respiratorias, uréteres e intestinos) para la localización intraoperatoria y la detección de fugas. Como se mencionó anteriormente, el ICG generalmente se considera no tóxico, a menos que exista una alergia conocida al yodo.

ANGIOGRAFÍA

Dada la naturaleza unida a proteínas con una vida media sérica rápida del ICG, es una opción valiosa para utilizar en la angiografía intraoperatoria. La angiografía fluorescente se puede utilizar para evaluar el suministro arterial, la perfusión tisular, la absorción, la distribución y la posterior depuración y vascularización venosa. Y dada la eliminación del tinte y el alto perfil de seguridad del compuesto, se pueden repetir las angiografías intraoperatorias.

La perfusión tisular es una evaluación importante para muchos procedimientos quirúrgicos y patologías, particularmente el intestino. La ICG NIRF se ha utilizado para evaluar la perfusión del intestino grueso y delgado en humanos sometidos a resección y anastomosis. Después de la angiografía NIR en pacientes sometidos a resección intestinal y anastomosis, el plan quirúrgico se modificó en el 5,6% de los pacientes, debido a la evaluación ajustada de la perfusión tisular. Además, en un estudio prospectivo, la incidencia de fuga anastomótica se redujo del 9% en el grupo de control al 5% en los casos en que se realizó una angiografía con ICG NIR para cirugía colorrectal laparoscópica.

En medicina veterinaria, se informa poco sobre la indicación, viabilidad y uso de ICG NIRF para estudios de perfusión gastrointestinal. Un resumen informó el uso de la angiografía con ICG para evaluar la perfusión gástrica y guiar la resección asociada con la dilatación y el vólvulo gástrico en



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

perros. Los autores describen la angiografía con ICG en dosis de 0,15 mg/kg por vía intravenosa (IV) después de la desrotación gástrica, que indujo la resección y guió los márgenes para la gastrectomía parcial en 2 de 8 pacientes. Aunque se ha demostrado que es segura y factible en este contexto, la precisión y el valor predictivo de la NIRF con ICG para la isquemia gastrointestinal en medicina veterinaria justifican estudios adicionales. Cuando se realiza en humanos, existe controversia en cuanto a qué indica una isquemia verdadera, ya que algunos autores describen el uso de una "regla de los 90 segundos", en la que la perfusión se considera verdadera solo si aparece dentro de los primeros 90 segundos del realce tisular inicial. Un área de interés para el uso de la angiografía NIRF es la evaluación del suministro vascular para tumores surrenales. El ICG se ha utilizado intraoperatoriamente en personas que realizan surrenalectomía radical para ayudar a identificar la glándula, guiar la disección e incluso preservar el tejido suprarrenal normal. Los datos sobre la cirugía ICG NIRF para surrenalectomía robótica y laparoscópica en personas sugieren que su uso puede diferenciar el tipo de tumor, mejorar la velocidad de la cirugía, la calidad de la disección, reducir el sangrado y la violación capsular. La surrenalectomía laparoscópica se asocia con excelentes resultados en medicina veterinaria, particularmente cuando se realiza en centros experimentados. Si bien aún no se ha informado sobre la surrenalectomía laparoscópica NIRF en medicina veterinaria, el autor y varios otros están realizando activamente estudios sobre la ICG NIRF para la cirugía suprarrenal en perros y gatos. Esto puede ser de particular importancia para pacientes con enfermedad bilateral, si la técnica en última instancia permite diferenciar la malignidad y el tipo de tumor en pacientes veterinarios.

Aunque no está asociada con la laparoscopia, la angiografía NIRF se ha utilizado en medicina veterinaria para ayudar a identificar el suministro vascular arterial a los colgajos de patrón cutáneo axial (APF). Esto se ha informado para el APF braquial superficial en perros y para el APF auricular caudal en gatos. Las angiografías NIRF para APF tienen el potencial de mejorar la planificación y



gta

XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025

ejecución de la elevación del colgajo para minimizar la isquemia aguda relacionada con la anatomía vascular individual.

LINFANGIOGRAFÍA

Después de la inyección submucosa, subcutánea o intradérmica, el ICG se dispersa en los vasos linfáticos, lo que permite la visualización de los vasos linfáticos y los ganglios linfáticos. El SLN es el primer ganglio linfático que drena un tumor. En oncología quirúrgica, si el primer ganglio linfático de drenaje se considera negativo para metástasis, a menudo se supone que los demás también son negativos. Se han utilizado varios tipos de trazadores linfáticos, incluidos radioisótopos y colorantes (tecnecio-99m, varios colorantes azules [sulfán, índigo carmín e isosulfán]). Dado su tropismo ligado a proteínas para el tejido linfático y la baja incidencia de reacciones alérgicas, se ha considerado que el ICG es ventajoso sobre otros trazadores linfáticos debido a su profundidad de obtención de imágenes, alta precisión en la detección de tejidos y capacidad para evitar el riesgo de exposición a la radiación. Varios estudios han comparado el uso de ICG, colorantes azules y linfografía radioisotópica solos o en combinación y, en general, han encontrado que la NIRF proporciona una mayor tasa de detección y una menor tasa de falsos negativos que otras opciones. En medicina veterinaria, se realizó un estudio prospectivo que comparó el linfangiograma NIRF ICG con azul de metileno para tumores orales y se encontró que el NIRF identificó un mayor porcentaje de SLN (91%) que el azul de metileno (50%).

En los seres humanos, el ICG se inyecta habitualmente por vía peritumoral, con dosis que varían entre 1,25 y 25 mg por persona (no por kg). La capacidad de detección del SLN varía entre el 72% y el 99%, dependiendo de la técnica utilizada y del tipo de tumor asociado. Si bien la linfangiografía con ICG parece ser muy útil para identificar ganglios linfáticos centinela, es importante señalar que la ICG no es específica para el cáncer de esta manera e identifica cualquier ganglio linfático de drenaje, no específicamente ganglios linfáticos positivos para cáncer. Además, algunos tumores pueden ser



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

propensos a omitir metástasis, donde el ganglio centinela es negativo pero un ganglio secundario adicional puede ser positivo para metástasis. También pueden ocurrir falsos negativos donde el ganglio linfático que absorbe el contraste no es el ganglio linfático de drenaje sino un ganglio linfático secundario, particularmente si hay obstrucción de los vasos linfáticos que conducen al ganglio linfático centinela real.

El ICG también se puede utilizar para ayudar a mapear la ubicación y el reconocimiento de un ganglio linfático durante la resección. Esto es especialmente útil en regiones o pacientes con alta deposición de grasa, como el espacio sublumbar y el canal pélvico. Aún no se ha realizado una validación completa, pero muchos cirujanos ahora realizan resección laparoscópica de ganglios linfáticos sublumbares. Esto se puede ampliar con ICG NIRF para ayudar a identificar la ubicación de los ganglios linfáticos dentro del tejido adiposo retroperitoneal y pélvico. Un estudio en cadáveres caninos identificó que las inyecciones intradérmicas y en los ganglios linfáticos poplíteos permitieron la tinción del centro linfático iliosacro. En este estudio, se utilizó una dosis de 0,05 mg/kg y los ganglios linfáticos ilíacos mediales se visualizaron como fluorescentes entre 3 y 10 minutos después de la inyección.

COLANGIOGRAMA

Debido a la depuración hepática y la excreción biliar, el ICG es un fluoróforo valioso para obtener imágenes del hígado y del sistema biliar después de una inyección intravenosa. En los perros, la excreción en la bilis es relativamente rápida: el 97 % del ICG se excreta sin cambios dentro de las 6 horas posteriores a una inyección intravenosa. El uso de ICG NIRF para la colecistectomía laparoscópica en humanos es ahora común para la colangiografía intraoperatoria. Se realizó un estudio observacional prospectivo que comparó la colangiografía de luz blanca estándar con la NIRF en 29 centros quirúrgicos humanos para evaluar si la NIRF mejoraría la visualización de la “vista crítica de seguridad” durante la colecistectomía laparoscópica realizada por cirujanos en formación.



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

Descubrieron que el uso de NIRF permitía mayores tasas de visualización de la vista de seguridad crítica sin tiempo operatorio adicional y una menor carga de trabajo quirúrgico. Además, el uso de colangiografía NIRF durante colecistectomías laparoscópicas en humanos redujo la tasa de conversión a cirugía abierta, redujo la incidencia de lesiones del conducto biliar y tuvo un tiempo operatorio general más corto.

Recientemente se publicó un valioso estudio en medicina veterinaria en el que se administraron 2 dosis de ICG en 2 momentos antes de la colangiografía en perros. El objetivo del estudio fue optimizar la dosis y el momento de la administración de ICG para obtener imágenes óptimas del árbol biliar. Descubrieron que el ICG podía visualizarse en 20 minutos y alcanzaba su punto máximo a los 100 minutos. Tanto las inyecciones de dosis baja (0,05 mg/kg) como las de dosis alta (0,25 mg/kg) produjeron fluorescencia del conducto cístico; la dosis baja logró un mejor contraste entre el árbol biliar y el hígado. La relación de contraste (conducto cístico e hígado de fondo) fue mejor para visualizar el conducto cístico en el transcurso del tiempo posterior (aproximadamente 300 minutos después de la inyección). Este estudio sugiere que una dosis más baja (0,05 mg/kg) administrada de 3 a 5 horas antes de la hora quirúrgica programada puede proporcionar la mejor visualización del conducto cístico durante la colecistectomía laparoscópica.

FENÓMENO RETARDADO Y DIFERENCIACIÓN NEOPLÁSICA

Una característica única de ICG NIRF es la permeabilidad mejorada y el efecto de retención dentro de los tumores. Esto se describe como una acumulación pasiva del fluoróforo ICG en tejidos neoplásicos, lo que permite la diferenciación intraoperatoria entre tejidos neoplásicos y normales. La técnica no es completamente precisa sólo para la neoplasia, debido a la retención de ICG incluso dentro del tejido inflamatorio. Sin embargo, el uso de NIRF ICG todavía puede ser útil durante la cirugía abierta y endoscópica para una mayor detección de tejido neoplásico y la evaluación de los márgenes.



gta

XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025

Los informes del ICG NIRF para la evaluación de la segunda ventana de neoplasia en medicina veterinaria son actualmente limitados. Su uso en humanos es común para el cáncer de hígado, cáncer de páncreas, cáncer renal, cáncer gastrointestinal y cáncer urogenital.

Se ha realizado un enfoque prospectivo y posteriormente validado en tumores renales, en el que se administra una dosis inicial baja de ICG (1,25 mg IV por persona) como prueba, seguida de una segunda dosis que ha sido calibrada para el paciente y el tumor a partir de la primera dosis. Esto permitió que una dosis optimizada diferenciara con éxito el patrón fluorescente (tejido neoplásico versus tejido normal) en el 87% de los tumores renales, proporcionando una baja tasa de margen quirúrgico positivo (0,3%) durante la nefrectomía parcial. Si bien la mayoría de los pacientes en medicina veterinaria se someten a una nefrectomía radical, el uso de ICG aún permite la evaluación intraoperatoria de la vascularidad, la identificación de tumores y tiene el potencial de proporcionar información sobre la perfusión renal.

Un área activa de investigación clínica en la cirugía NIR humana es el uso de ICG para informar el riesgo de tumor basándose en el patrón fluorescente para ayudar a determinar los nódulos benignos frente a los malignos. Sakurai y sus colegas describieron el uso de ICG para la detección y evaluación de márgenes de 104 perros con nódulos hepáticos. Encontraron que la intensidad y el patrón fluorescente de los nódulos hepáticos no estaban asociados significativamente con el diagnóstico histológico. Si bien la sensibilidad de la fluorescencia residual para la resección incompleta fue alta (100%), solo 3 de los 47 casos en los que se evaluó tenían márgenes incompletos. El ICG incluso se ha utilizado como un "tatuaje" tumoral mediante el uso de embolización transarterial superselectiva de arterias terciarias que alimentan tumores con lipiodol para permitir una mejor identificación intraoperatoria de la masa en el caso de tumores renales endofíticos.

De manera similar a los tumores renales, los patrones de tinción de ICG para tumores hepáticos han sido bien descritos en personas. Dado que el ICG es procesado por polipéptidos transportadores de aniones orgánicos (OATP) y polipéptidos cotransportadores de taurocolato de sodio (NTCP), la



gta

XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025

expresión variable de estos polipéptidos en los tumores permite el reconocimiento de patrones de su patrón fluorescente en una histología asociada. Por ejemplo, en los seres humanos, el carcinoma hepatocelular bien diferenciado (CHC) tiene una mayor expresión de OATP y NTCP, lo que crea un patrón fluorescente “total” alto en el que el tumor fluoresce de manera homogénea en comparación con el parénquima hepático circundante.

En medicina veterinaria, esto se ha evaluado en perros sometidos a lobectomía hepática abierta en dos estudios retrospectivos. Una serie de casos inicial de 12 perros describió patrones fluorescentes y comenzó a evaluar el uso de ICG NIRF para la evaluación de márgenes. En un estudio de seguimiento⁴ realizado por el mismo grupo de investigación de la Universidad de Nihon, describieron imágenes fluorescentes y evaluación de márgenes de 104 pacientes caninos clínicos. El artículo describió tres patrones fluorescentes distintos (hiperfluorescencia parcial, total y en anillo), pero encontró que la intensidad y el patrón fluorescente no estaban asociados con el diagnóstico histopatológico final. Sin embargo, se evaluó un subconjunto de 47 perros para la evaluación de márgenes. En estos pacientes, realizaron imágenes de fluorescencia después de la resección del tumor para evaluar si la fluorescencia residual en el lecho de la herida estaba asociada con un margen incompleto. Histológicamente, sólo 3 de 47 casos tenían márgenes incompletos; Los tres casos presentaron fluorescencia residual positiva en el margen de resección. De los 44 casos con márgenes histológicos negativos, 34 de 44 no tenían fluorescencia residual en el lecho de la herida; De 44 casos, 10 presentaron fluorescencia residual positiva, asociada a un falso positivo. Esto dio como resultado una sensibilidad y especificidad de la evaluación de la fluorescencia residual del margen incompleto del 100% y el 77,2%, respectivamente.

CIRUGÍA TORACOSCÓPICA GUIADA POR FLUORESCENCIA



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

La imagen de fluorescencia en el espectro NIR ha sido una herramienta innovadora en la cirugía torácica veterinaria, facilitando la identificación de estructuras anatómicas clave y mejorando la precisión quirúrgica en procedimientos toracoscópicos mínimamente invasivos.

Linfangiografía Torácica con ICG

Uno de los usos más comunes de la imagen NIRF en la cirugía torácica es la linfangiografía del conducto torácico. La aplicación de ICG permite la visualización en tiempo real de la estructura y ramificaciones del conducto torácico, superando la eficacia de los colorantes tradicionales como el azul de metileno.

En estudios recientes, la administración de ICG por inyección directa en un nodo linfático (mesentérico o poplíteo) ha permitido una identificación precisa del conducto torácico en perros con quilotórax, reduciendo el riesgo de recurrencia postquirúrgica. Se ha observado que la inyección perioperatoria de 1 mL de ICG en una concentración de 2,5 mg/mL facilita la localización del conducto torácico y sus tributarios.

Aerosolización de ICG en Cirugía Toracoscópica

Otra innovación reciente en la cirugía torácica es el uso de ICG aerosolizado para la detección de fugas pulmonares y defectos pleurales. En modelos experimentales con perros, la administración de ICG mediante un nebulizador ha permitido la identificación rápida de filtraciones de aire en la pleura y ha mostrado un índice de detección del 96%. Esta tecnología podría ser clave en la evaluación postoperatoria de cirugías torácicas en pacientes con riesgo de fístulas pulmonares o neumotórax persistente.

Detección de Tumores Pulmonares con ICG

El uso de ICG para la detección intraoperatoria de tumores pulmonares ha demostrado ser una herramienta eficaz en la cirugía toracoscópica oncológica. La administración intravenosa de 5 mg/kg de ICG 24 horas antes de la cirugía ha permitido la visualización de nódulos pulmonares de hasta 2 mm de diámetro mediante una cámara de infrarrojos.



gta

**XXIV Congreso de Especialidades Veterinarias
ZARAGOZA - 25-26 abril 2025**

En estudios clínicos en perros, el uso de esta tecnología ha permitido la identificación de metástasis pulmonares no detectadas en estudios preoperatorios con tomografía computarizada. Adicionalmente, se ha explorado la posibilidad de utilizar ICG para la evaluación de los ganglios linfáticos traqueobronquiales, con una precisión diagnóstica superior al 85% en la detección de metástasis ganglionares.

Aplicaciones Futuras

El desarrollo de nuevos fluoróforos dirigidos a receptores específicos del cáncer podría mejorar la detección de tumores en la cirugía toracoscópica veterinaria. Además, la combinación de imagen de fluorescencia con técnicas de inteligencia artificial podría permitir una automatización de la detección de lesiones en tiempo real, optimizando los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos.

CONCLUSIONES

Las cámaras NIR permiten la visualización en alta definición y en tiempo real de vasos, estructuras anatómicas y perfusión. Los nuevos usos de las tecnologías NIR durante la laparoscopia continúan creciendo, para técnicas vasculares, linfáticas y oncológicas. Existen limitaciones y es necesario realizar esfuerzos futuros para determinar la dosis óptima, los fluoróforos específicos para cada tejido y las técnicas veterinarias específicas.