



Imagen en pacientes con ECMO: un reto radiológico

Isabel Lourdes Mejía Mejía¹, Cristina Moreno Reina¹, Diego M. Angulo González¹

¹Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla.



Objetivos:

Describir el funcionamiento de la ECMO y las manifestaciones normales en las pruebas de imagen.

Revisar las complicaciones asociadas a la ECMO y sus manifestaciones radiológicas.

Revisión del tema:

La ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) es un sistema de asistencia mecánica circulatoria y respiratoria capaz de proporcionar soporte cardiaco y/o pulmonar durante un periodo de días o semanas en pacientes críticos (Tabla 1).

Su utilización está indicada en pacientes con shock cardiogénico y en aquellos con fallo respiratorio refractario al tratamiento.

Existen dos tipos de ECMO: la veno-arterial (V-A), utilizada en pacientes que requieren asistencia circulatoria y respiratoria; y la veno-venosa (V-V), indicada cuando únicamente se precisa asistencia respiratoria.

	ECMO V-A	ECMO V-V
Soporte	Cardíaco - pulmonar	Pulmonar
Canulación	Yugular interna, AD o Vena femoral + carótida, aorta o arteria femoral.	Doble luz yugular interna, yugular - vena femoral.
Efecto cardiaco	Disminuye precarga/ aumenta postcarga.	Mejora oxigenación coronaria.

Tabla 1. Sistema de asistencia ECMO tipos veno-arterial y veno-venoso, datos comparativos.



COMPONENTES DEL CIRCUITO DE LA ECMO (Figura 1)

- Cánulas y líneas: cánula y línea de drenaje o venosa (inflow) y cánula y línea de retorno o arterial (outflow). Tanto en ECMO veno-venoso (V-V) como en ECMO veno-arterial (V-A) hablamos de cánula arterial refiriéndonos a la cánula que proporciona la sangre arterializada (oxigenada).
- Bomba: el tipo de bomba utilizada suele ser una bomba centrífuga de flujo continuo. Así, el flujo administrado será variable a determinadas revoluciones dependiendo de la precarga y de la poscarga del paciente.
- Membrana oxigenadora: los oxigenadores ECMO son de larga duración y están provistos de fibras de polimetilpenteno, impermeables al plasma.

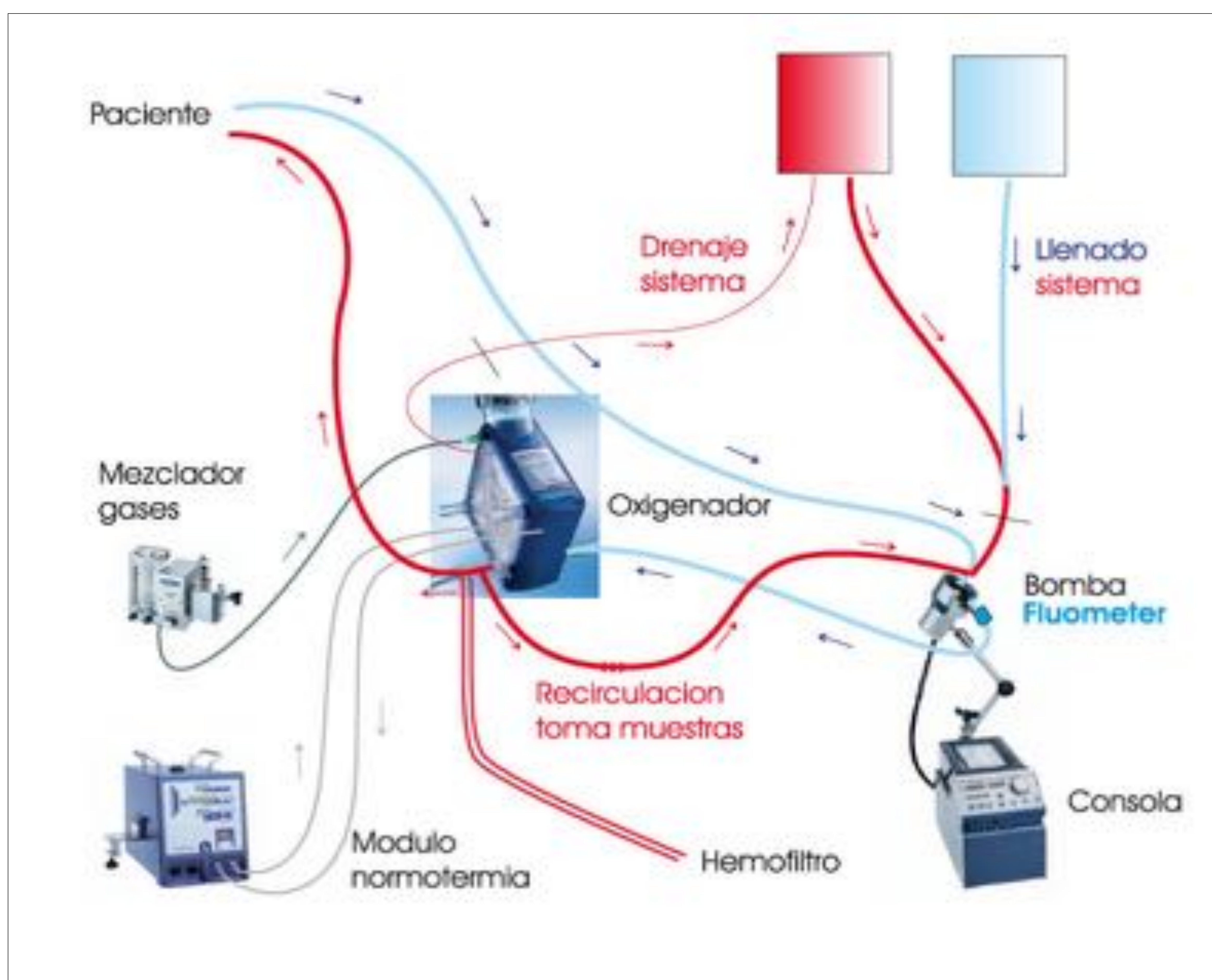


Figura 1. Componentes del sistema ECMO. Obsérvese las líneas tanto de drenaje o venosa como de retorno o arterial.



- La consola es la encargada del control hemodinámico del sistema ECMO; es decir, suministra fuerza a la bomba sanguínea y regula su potencia, así como registra la información aportada por los sensores hemodinámicos y bioquímicos.
- Mezclador de oxígeno-aire: regula la proporción de oxígeno/aire y el flujo de esta mezcla de gases que entra en la fase gaseosa del oxigenador.
- Intercambiador de calor: permite enfriar o calentar el sistema. La sangre debe mantenerse en normotermia de 36º para evitar complicaciones del ritmo cardíaco.

INDICACIONES DE IMPLANTE DE ECMO:

El implante de ECMO V-V o V-A se debe realizar teniendo en cuenta la función cardíaca, tanto del ventrículo izquierdo (VI) como del ventrículo derecho (VD).

En el caso de insuficiencia respiratoria aislada, la ECMO V-V es de elección, mientras que si existe disfunción ventricular se optará por la ECMO V-A.

Las patologías principales en las que la ECMO puede ser considerada como soporte vital son las siguientes:

- Shock cardiogénico tras infarto agudo de miocardio (IAM).
- Miocarditis fulminante.
- Miocardiopatía descompensada.
- Shock postcardiotomía.
- Fallo primario del injerto tras trasplante cardíaco o pulmonar y en el perioperatorio.
- Tromboembolismo pulmonar con disfunción ventricular derecha.
- Embolia de líquido amniótico.
- Insuficiencia respiratoria: síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), traumatismo torácico, estatus asmático, fístula broncopleurales.
- Asistencia procedimientos quirúrgicos: cirugía de vía respiratoria, trasplante hepático, donación de órganos, entre otros.



TIPOS DE DISPOSITIVO ECMO

ECMO VENO-VENOSA (V-V). Figura 2.

Está indicada cuando se precisa exclusivamente una asistencia respiratoria. En la ECMO VV la sangre se drena y se reinfunde en el sistema venoso del paciente (por tanto, el circuito de la ECMO está conectado en serie al corazón y los pulmones). Tras oxigenarse, la sangre se reinfunde en la aurícula derecha (AD) y es eyectada en la circulación pulmonar por la propia función cardíaca del paciente. Hay varias posibilidades de configuración, la canulación femoro-femoral, la canulación femoro-yugular y con una sola cánula de doble luz. (Figura 3)

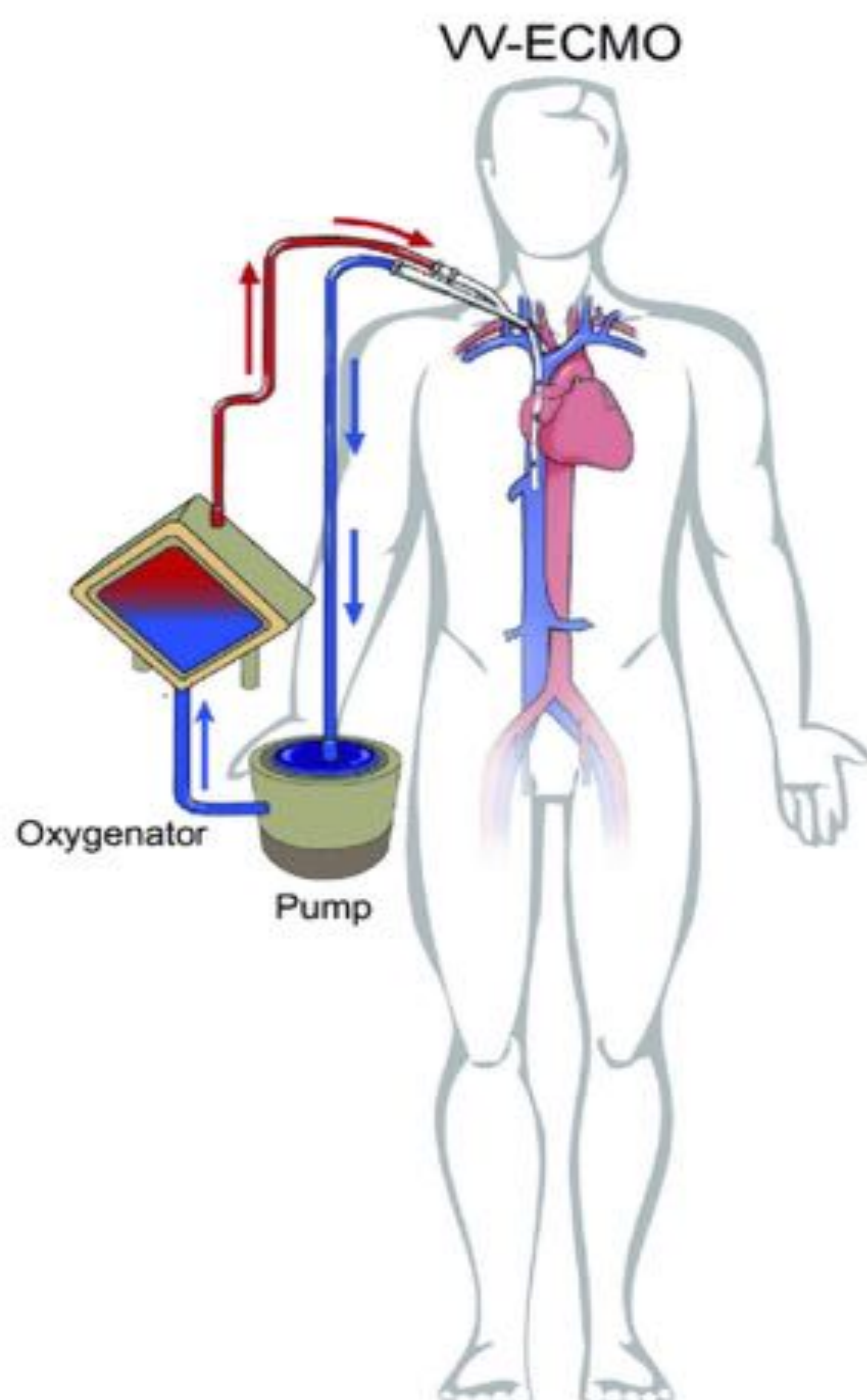


Figura 2. ECMO V-V con cánula de drenaje o venoso y cánula de retorno o arterial (ambos conectados al sistema venoso).



- En la configuración femorofemoral, la sangre se drena de la vena cava inferior, mediante una cánula venosa femoral y se reinfunde mediante una cánula introducida en la vena femoral (normalmente contralateral) y llega hasta AD.
- En la configuración femoro-yugular, la sangre se drena de la vena cava inferior, mediante una cánula introducida desde la vena femoral, con la punta 5-10 cm por debajo de la unión AD-vena cava inferior; la sangre se reinfunde en la AD mediante una cánula insertada en la vena yugular interna, con la punta avanzada hasta la unión AD-vena cava superior. Esta suele ser la técnica de elección.
- La cánula de doble luz está diseñada para drenar sangre de ambas venas cavas y retornar la sangre oxigenada a la AD con el flujo dirigido hacia la válvula tricúspide. La inserción de la cánula de doble luz es a través de la vena yugular interna derecha.

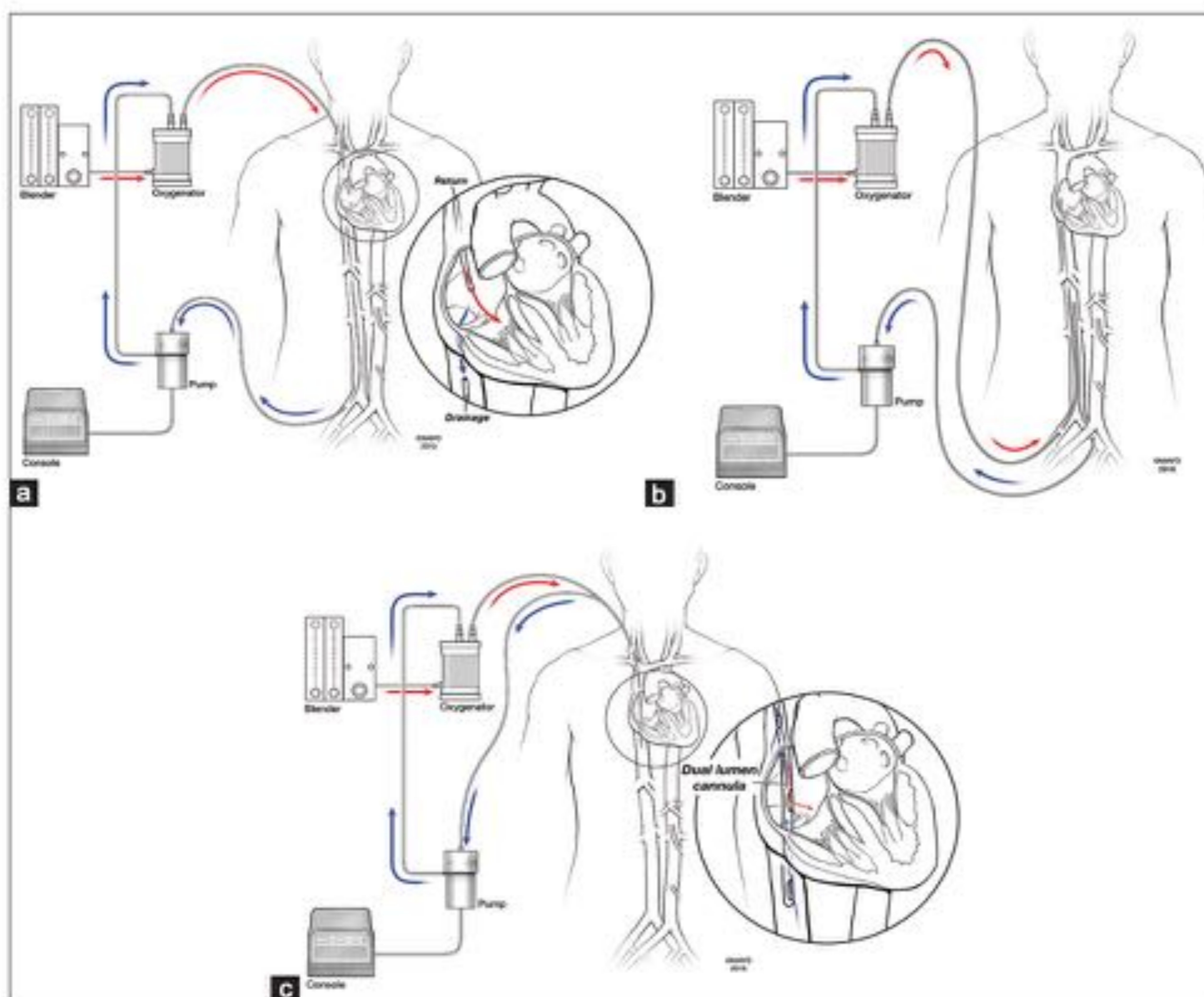


Figura 3. Configuraciones comunes de ECMO V-V (a) ECMO convencional, donde el extremo de la cánula de drenaje se ubica en vena cava inferior – unión AD y el extremo de la cánula de retorno está en la AD. (b) ECMO femoro-femoral, donde el extremo de la cánula de drenaje se ubica en la vena cava inferior infrahepática y el extremo de la cánula de retorno está en la AD. (c) ECMO con cánula Avalon Elite®, es un sistema con cánula de doble luz que drena sangre de ambas venas cavas y retorna sangre oxigenada directamente a través de la válvula tricúspide.



ECMO VENO-ARTERIAL (V-A). Figura 4.

Este tipo de asistencia está indicado para soporte cardíaco y respiratorio.

En la ECMO V-A, se extrae sangre venosa y se retorna sangre al sistema arterial, es decir, el circuito de la ECMO está conectado en paralelo.

Existen dos tipos de canulación: central y periférica (Figura 5).

- Canulación central: se puede considerar en el shock postcardiotomía con imposibilidad de separación de la circulación extracorpórea. En este tipo de configuración el flujo de la ECMO es anterógrado (desde el corazón a la periferia) y evita el síndrome de Arlequín (ver apartado de complicaciones). La cánula venosa se coloca en la aurícula derecha y la cánula arterial en la aorta ascendente.

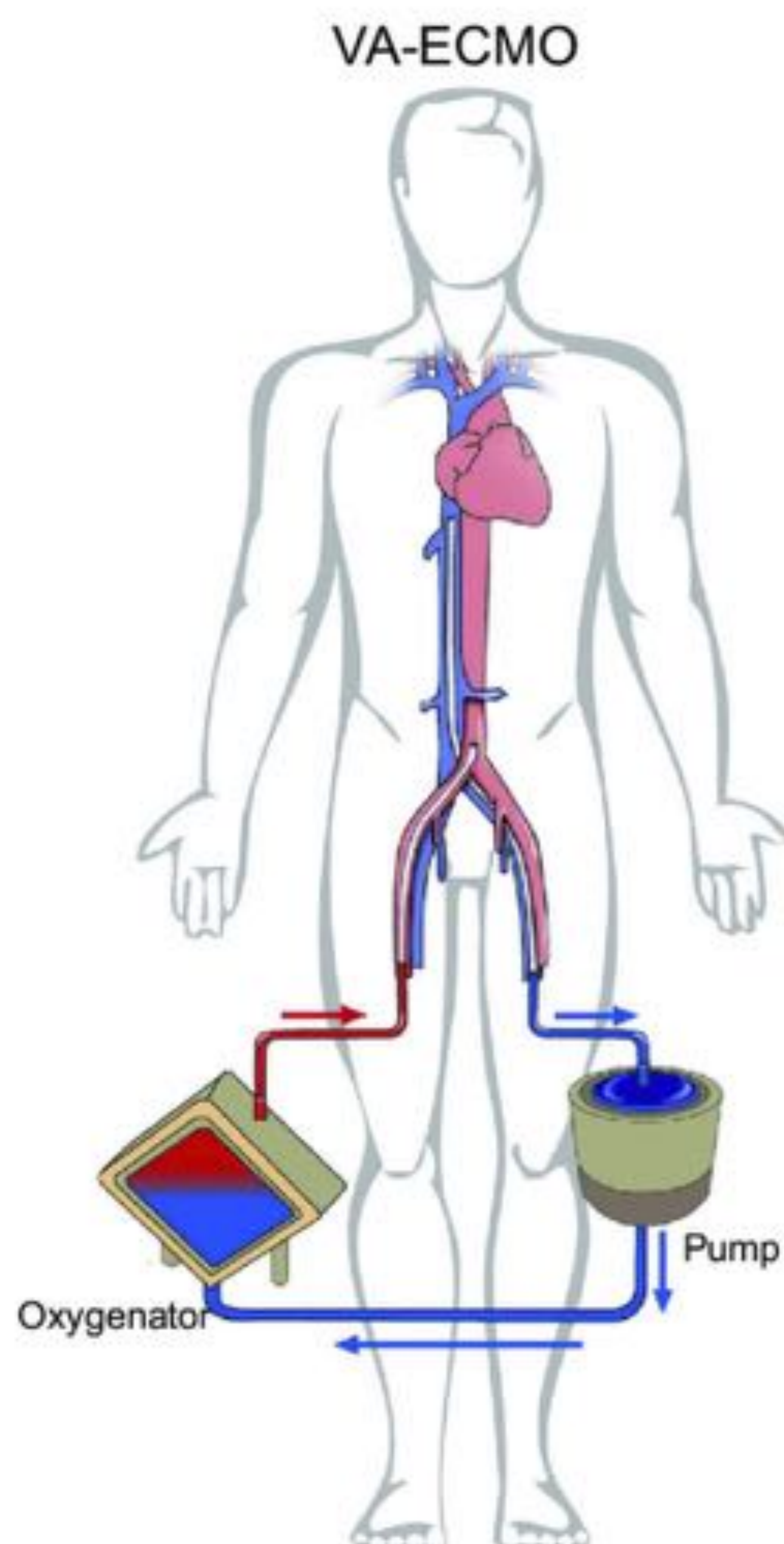


Figura 4. ECMO V-A con cánula de drenaje o venoso (en sistema venoso) y cánula de retorno o arterial (en sistema arterial).



- Canulación periférica: mediante acceso percutáneo o quirúrgico.
- ✓ La cánula venosa, que se conecta a la línea venosa del circuito, se introduce habitualmente a través de la vena femoral (VF) y se avanza hasta la aurícula derecha, desde donde recoge la sangre del sistema venoso del paciente. La cánula venosa puede drenar también desde vena cava superior, aurícula derecha y vena cava inferior; con acceso a través de vena femoral, vena yugular interna derecha o vena subclavia.
- ✓ La cánula arterial, que se conecta a la línea arterial del circuito, se introduce (habitualmente) en la arteria femoral (AF) común, por la facilidad y rapidez de su abordaje, por donde la sangre oxigenada en el circuito ECMO retorna al sistema arterial del paciente (la punta se posiciona en la arteria ilíaca o en la aorta descendente). La cánula arterial puede acceder también a través de arteria axilar, arteria innominada o arteria subclavia.

Existen diversas configuraciones (Figura 6).

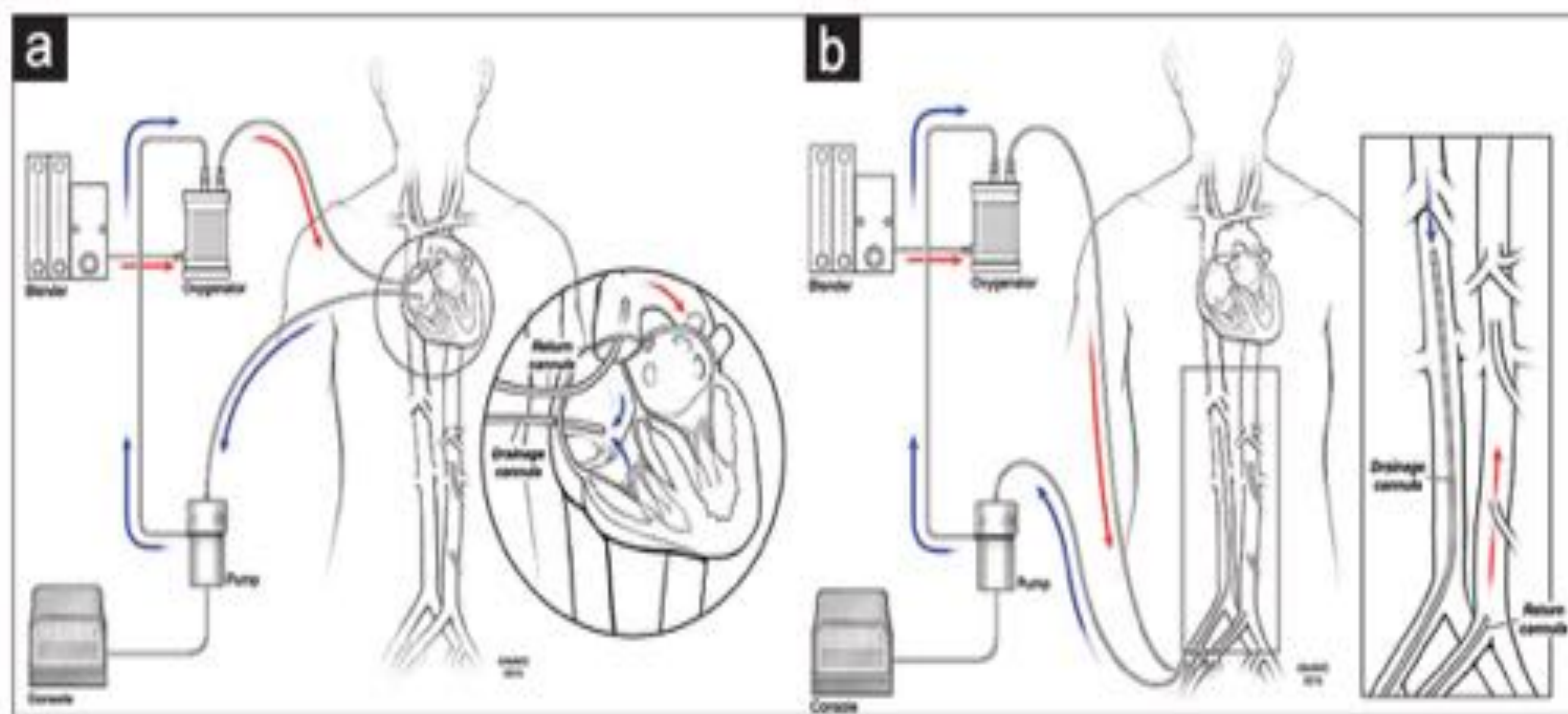


Figura 5. Configuración básica de ECMO VA. (a) ECMO central VA con cánula venosa en AD y cánula arterial en aorta ascendente. (b) ECMO periférico VA con cánula venosa saliendo por vena femoral y cánula arterial entrando por arteria femoral y extremo en arteria ilíaca común.

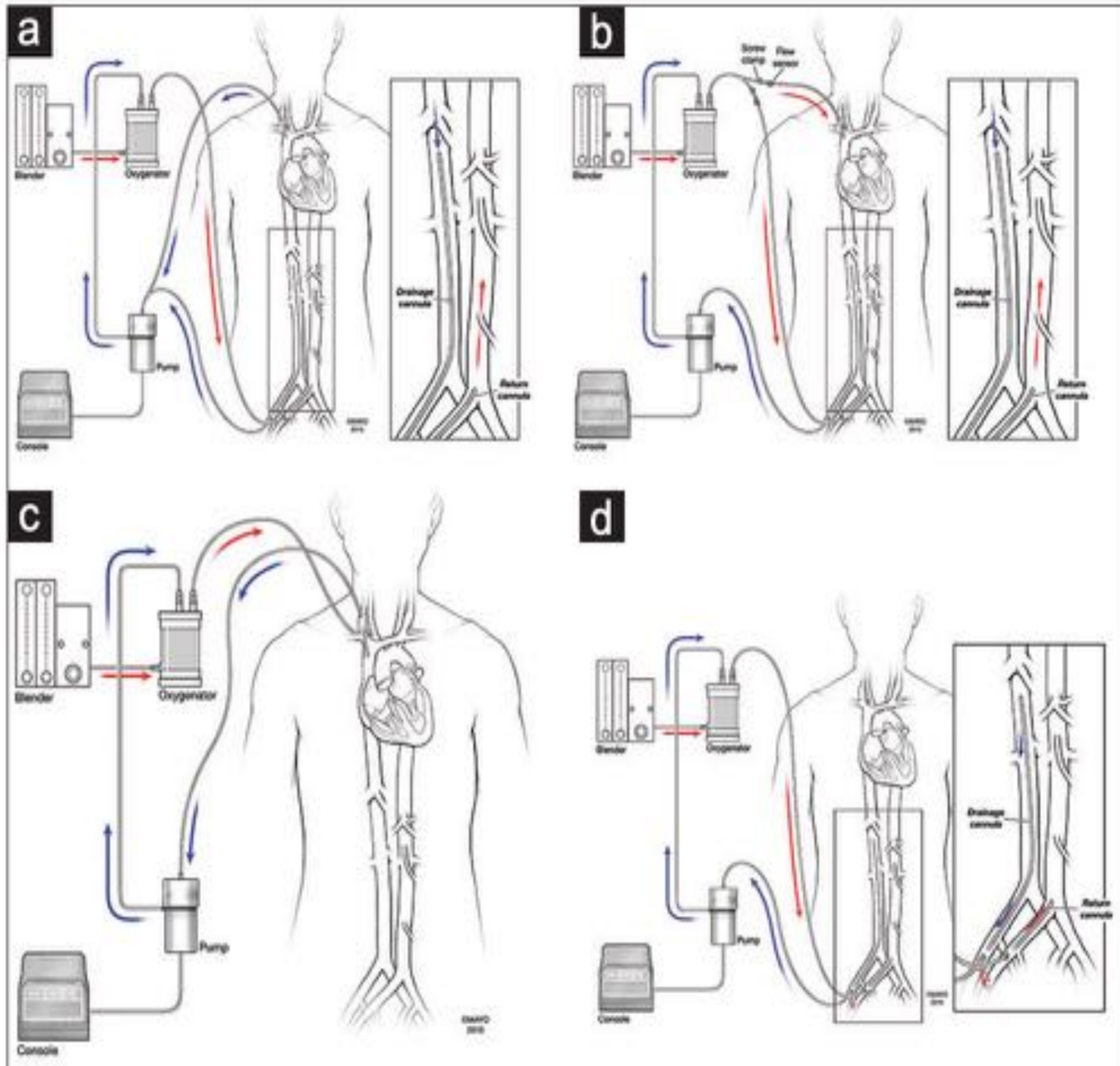


Figura 6. Alternativas de configuración de ECMO periférico VA. (a) ECMO veno-veno-arterial con dos cánulas de drenaje venoso unidos por un conector en Y. (b) ECMO veno-arterial-venoso con una cánula venosa adicional que transporta sangre oxigenada. Observar las abrazaderas y sensores de flujo en las dos extremidades eferentes. (c) Canulación alta utilizando cánula venosa yugular interna derecha y cánula arterial subclavia o axilar derecha. (d) Catéter de perfusión distal, que puede ser utilizado para mantener la perfusión distal a la cánula arterial en la extremidad inferior ipsilateral.



RIESGOS Y COMPLICACIONES

Las complicaciones pueden aparecer durante la canulación, durante la conexión y el mantenimiento del circuito o durante la desconexión del mismo, y pueden estar relacionadas con el paciente, con las cánulas o con el circuito en sí.

RIESGOS RELACIONADOS CON LA INSUFICIENCIA CARDÍACA

Distensión ventricular izquierda

Cuando la función ventricular izquierda se encuentra gravemente deprimida, el VI puede ser incapaz de eyectar el volumen de sangre que recibe a través de la circulación pulmonar, efecto magnificado por el aumento de la postcarga del VI que produce el ECMO. El aumento de la presión telediastólica del VI puede provocar distensión de VI (reduciendo la posibilidad de recuperación miocárdica), con aumento de la presión capilar pulmonar y riesgo de edema pulmonar y hemorragia pulmonar, así como formación de trombos intracardíacos y en raíz aórtica, por la estasis sanguínea. Es una complicación grave que requiere una solución inmediata.

Síndrome de Arlequín

Cuando el ventrículo izquierdo es capaz de generar un gasto cardiaco importante (sobre todo en la fase de recuperación), este flujo o gasto competirá con el que aporta el dispositivo extracorpóreo en la aorta descendente desde la femoral, entonces se producirá lo que se denomina Síndrome de Arlequín o Norte-Sur, la parte inferior del cuerpo estará más oxigenada que la parte superior (donde se encuentran los órganos que requieren oxigenación más importante (cabeza y perfusión coronaria)).

Inadecuada perfusión de los órganos diana.

Esta situación se produce generalmente cuando no se ha podido canular con el calibre de las cánulas adecuado o en los pacientes en los que se produce un síndrome de respuesta inflamatoria importante, en los que no es posible alcanzar el flujo necesario para la adecuada perfusión.

Complicaciones neurológicas

Estas complicaciones se relacionan generalmente con la mala perfusión cerebral; así como con los daños secundarios a la trombosis, con infarto o hemorragia. La hemorragia intracraneal en particular, se ha asociado con mayores tasas de mortalidad.



RIESGOS ASOCIADOS A LA VENTILACIÓN

Riesgos de la alteración en la oxigenación

La ECMO no mejora la patología respiratoria, pero si provee un adecuado intercambio gaseoso hasta que el sistema respiratorio se recupere con la ventaja de evitar la lesión asociada a la ventilación mecánica. Los riesgos y complicaciones que tienen posibilidades de producirse son todos los asociados a un paciente con ventilación mecánica, el barotrauma, el neumotórax, reclutamiento alveolar, atelectasias.

RIESGOS RELACIONADOS CON LAS CÁNULAS Y TUBOS:

Otras complicaciones menos frecuentes son las relacionadas con el circuito: formación de coágulos o entrada de aire, decanulación, desplazamiento de cánulas, rotura de tubuladuras, escapes, etc.

Isquemia de la extremidad inferior

Ocurre en la extremidad ipsilateral a la canulación arterial en caso de ECMO periférica femoral; dado que la cánula arterial femoral puede comprometer la perfusión de la extremidad, por lo que debe insertarse una cánula arterial adicional de perfusión distal para perfundir la extremidad.

Riesgo de Infección

La exteriorización de las cánulas a través de la piel favorece el riesgo de sepsis y mediastinitis, (en canulación central) por lo que en estos pacientes debe mantenerse un alto nivel de sospecha, así como un riguroso cumplimiento del protocolo de prevención de infecciones.

RIESGOS RELACIONADOS CON LA ANTICOAGULACIÓN

Relacionadas fundamentalmente con el manejo de la administración continua de la heparina y la disfunción plaquetaria.

Las complicaciones son muy variadas, y pueden ir desde un sangrado difuso y lento secundario a la coagulopatía hasta importantes hemorragias que pondrán en riesgo la vida del paciente.

Trombosis venosa profunda o edema de la extremidad inferior. Estas complicaciones son secundarias a la obstrucción del retorno venoso por la cánula venosa femoral. Tras la retirada de la ECMO se ha reportado mayor incidencia de trombosis.



CASOS CLÍNICOS

CASO 1: (Figura7)

Paciente de 30 años, gestante de 29 semanas. Neumonía grave SARS CoV 2 con empeoramiento respiratorio y que requiere ECMO VV (femoral derecha - yugular derecha). Ingreso prolongado (61 días en UCI + 43 días ECMO). Se realiza parto inducido a 30 semanas. Complicaciones: Fallo multiorgánico, infecciones y trombosis de vena yugular interna izquierda.

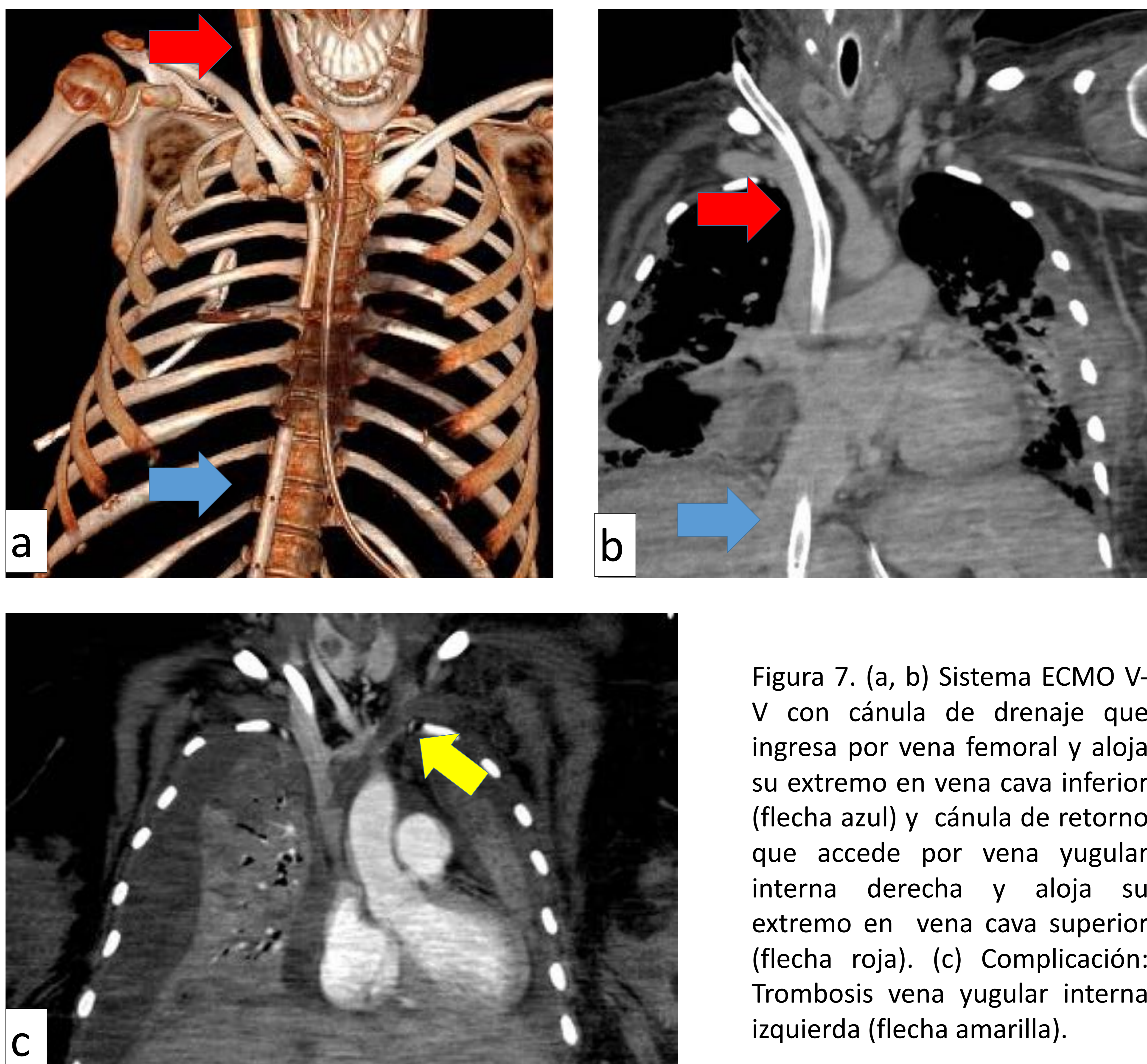


Figura 7. (a, b) Sistema ECMO V-V con cánula de drenaje que ingresa por vena femoral y aloja su extremo en vena cava inferior (flecha azul) y cánula de retorno que accede por vena yugular interna derecha y aloja su extremo en vena cava superior (flecha roja). (c) Complicación: Trombosis vena yugular interna izquierda (flecha amarilla).

**CASO 2:** (Figura 8)

Paciente de 41 años. Neumonía bilateral grave por infección SARS CoV 2 en paciente asmática y obesa. Acidosis metabólica e hipoxemia refractaria con necesidad de colocación de ECMO V-V (femoro-yugular).

Complicaciones: fallo multiorgánico, infecciones y alteración de la coagulación.

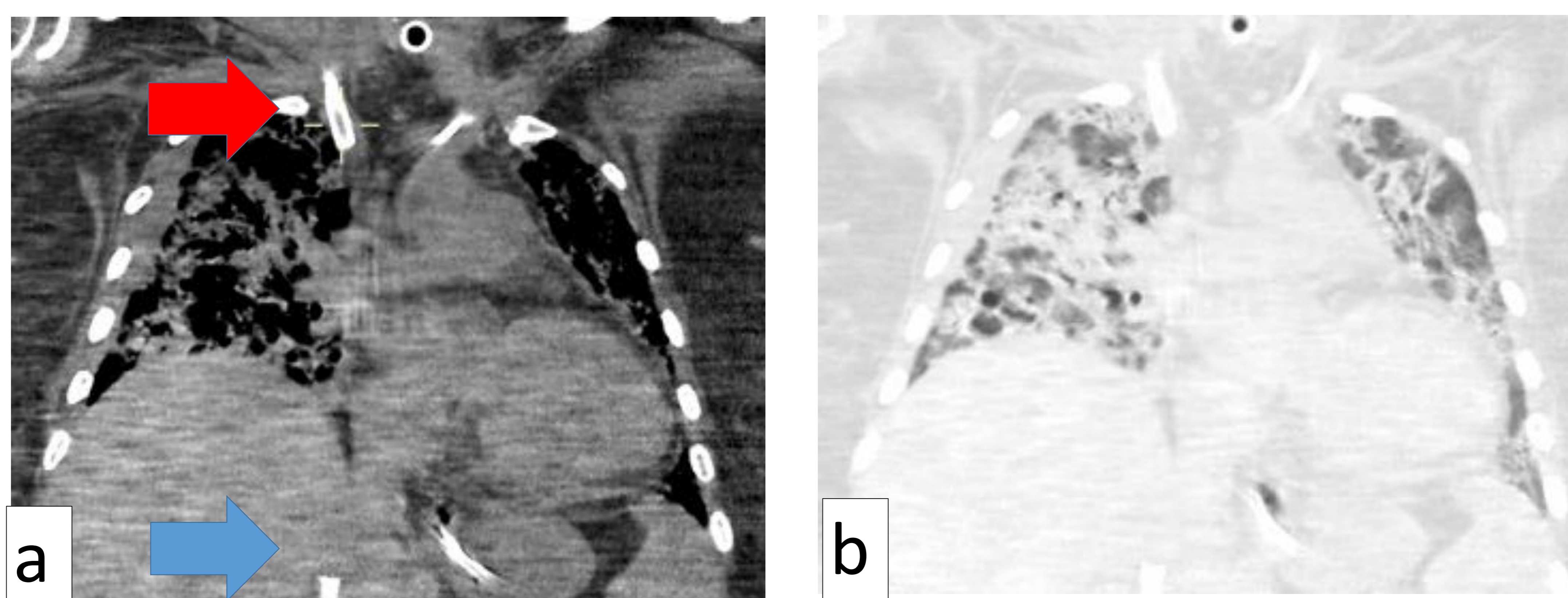


Figura 8. (a) Sistema ECMO V-V con cánula de drenaje que ingresa por vena femoral con extremo en vena cava inferior (flecha azul) y cánula de retorno que accede por vena yugular interna derecha (flecha roja). (b) Marcada afectación por COVID-19.

CASO 3: (Figura 9)

Paciente de 66 años. Neumonía bilateral grave SARS CoV 2 que requiere ECMO V-V (femoro-yugular). Complicaciones: Shock séptico/distributivo en el contexto de sobreinfección bacteriana con fallo multiorgánico. Dependencia de la ECMO tras 36 días de asistencia.

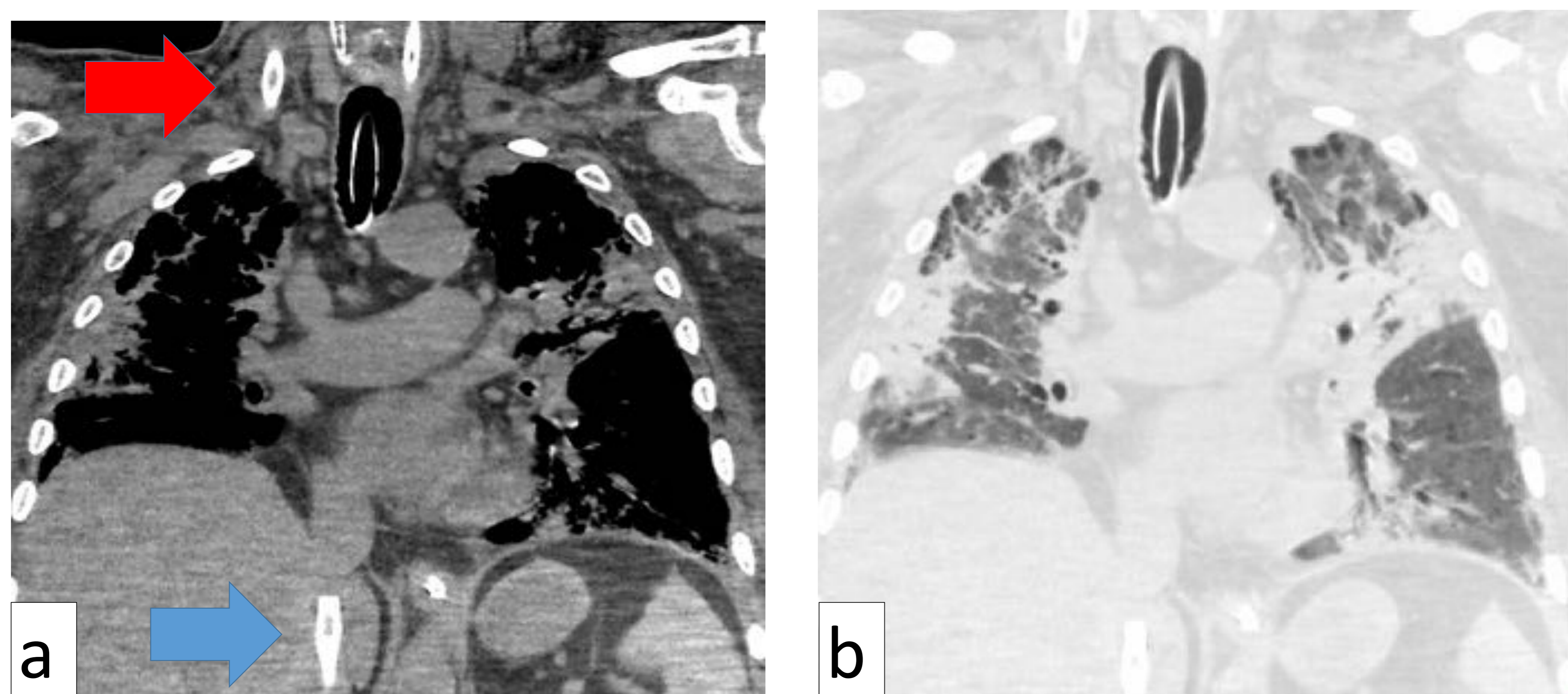


Figura 9. (a) Sistema ECMO V-V con cánula de drenaje que ingresa por vena femoral con extremo en vena cava inferior (flecha azul) y cánula de retorno que accede por vena yugular interna derecha (flecha roja). (b) Marcada afectación por COVID-19.



CASO 4: (Figuras 10 y 11)

Paciente de 32 años. Sospecha de miocarditis aguda (probable origen autoinmune) que desarrolla disfunción ventricular severa y empeoramiento respiratorio progresivo con derrame pericárdico que progresa a taponamiento cardíaco, en shock cardiogénico y que requiere ECMO V-A (vena femoral derecha - arteria femoral izquierda).

Posteriormente con recuperación parcial de la función cardíaca al 30% desarrollando Síndrome de Arlequín.

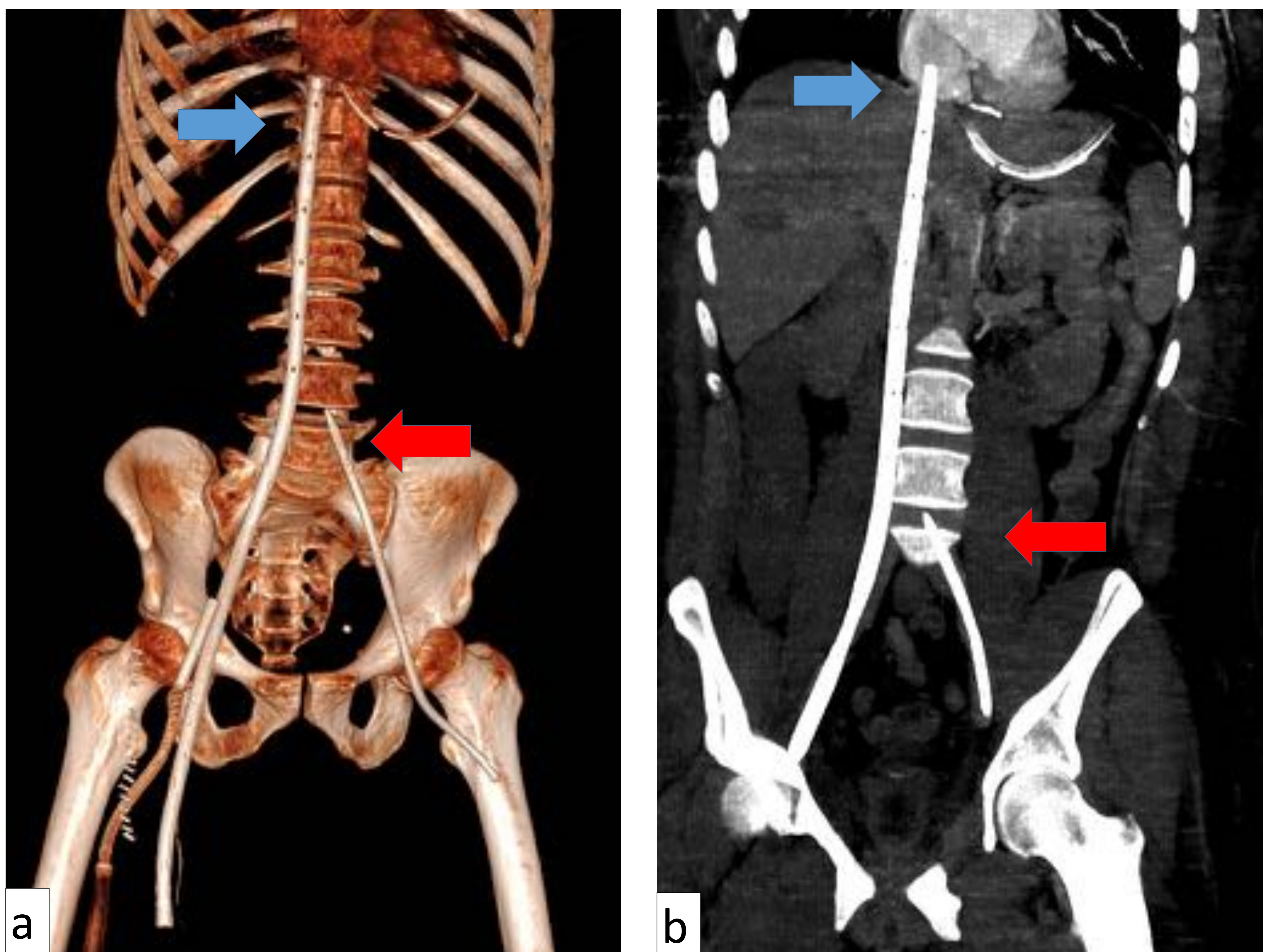


Figura 10. (a, b) Sistema ECMO V-A con cánula venosa femoral derecha que aloja su extremo en vena cava inferior (flecha azul) y cánula arterial femoral izquierda que aloja su extremo en aorta descendente (flecha roja).

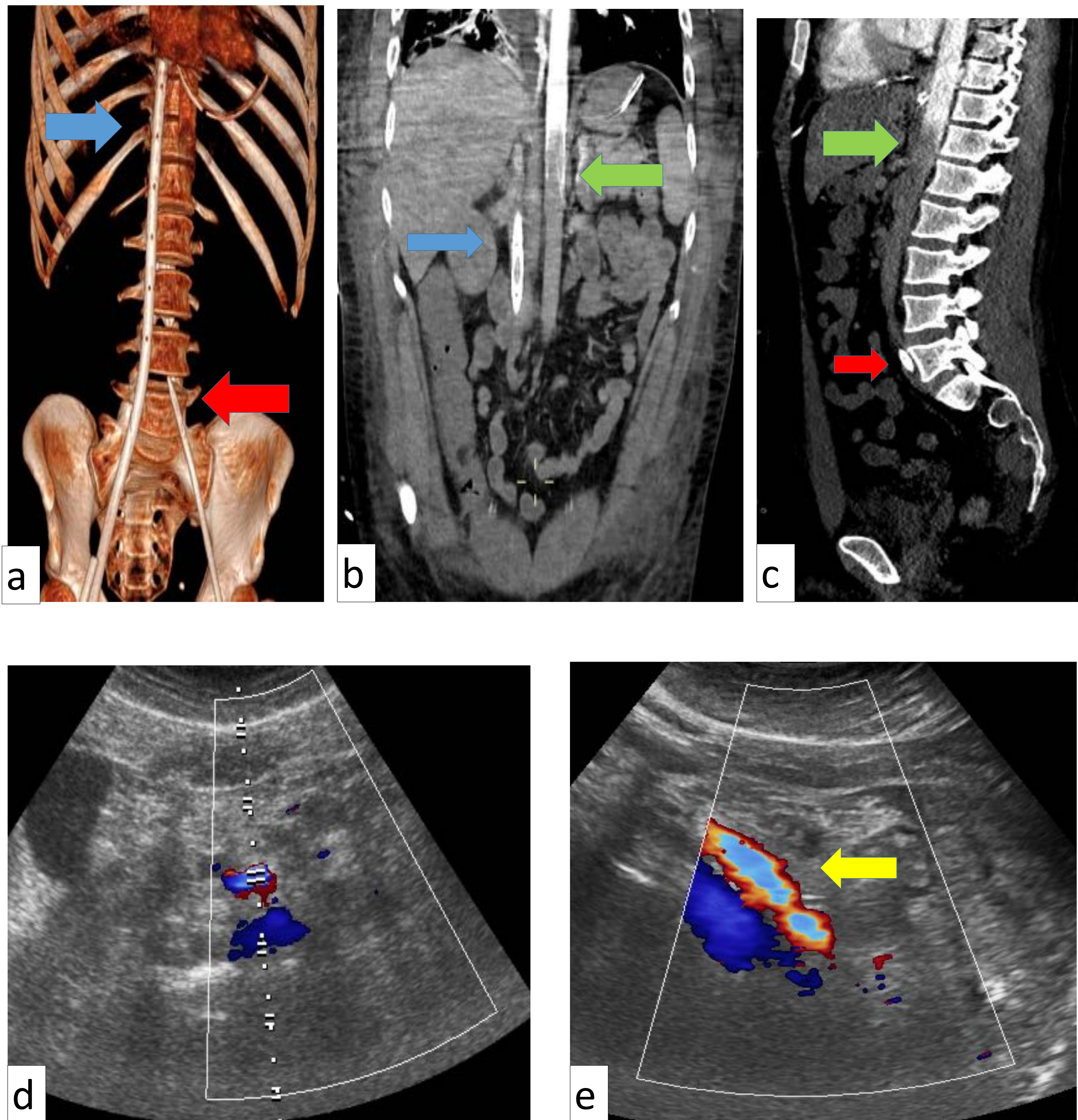


Figura 11. (a) Sistema ECMO V-A (vena femoral derecha con extremo en vena cava inferior (flecha azul) - arteria femoral izquierda con extremo en aorta descendente (flecha roja)). (b, c) Síndrome de Arlequín; secundaria a la recuperación parcial de la función cardíaca. Se observa pitfall con artefacto que impresiona de trombosis de aorta descendente (flecha verde) y que es secundario al choque de flujos en aorta descendente (por gasto cardíaco recuperado) y flujo de cánula de ECMO arterial cuyo extremo se visualiza en aorta descendente (flecha roja). (d, e) Posteriormente se realiza ecografía doppler color que demuestra permeabilidad de aorta y vena cava inferior; además se observa en aorta descendente, artefacto de aliasing por choque de flujos (flecha amarilla).



CASO 5: (Figura 12)

Paciente de 57 años. Presenta shock cardiogénico secundario a IAM por disección retrograda de ACI con necesidad de 4 stents en ADA, disfunción ventricular izquierda severa (FEV 15%) por lo que se decide la colocación de ECMO VA (vena femoral izquierda – arteria axilar derecha).

Complicación: hematoma con sangrado activo en acceso axilar derecho.

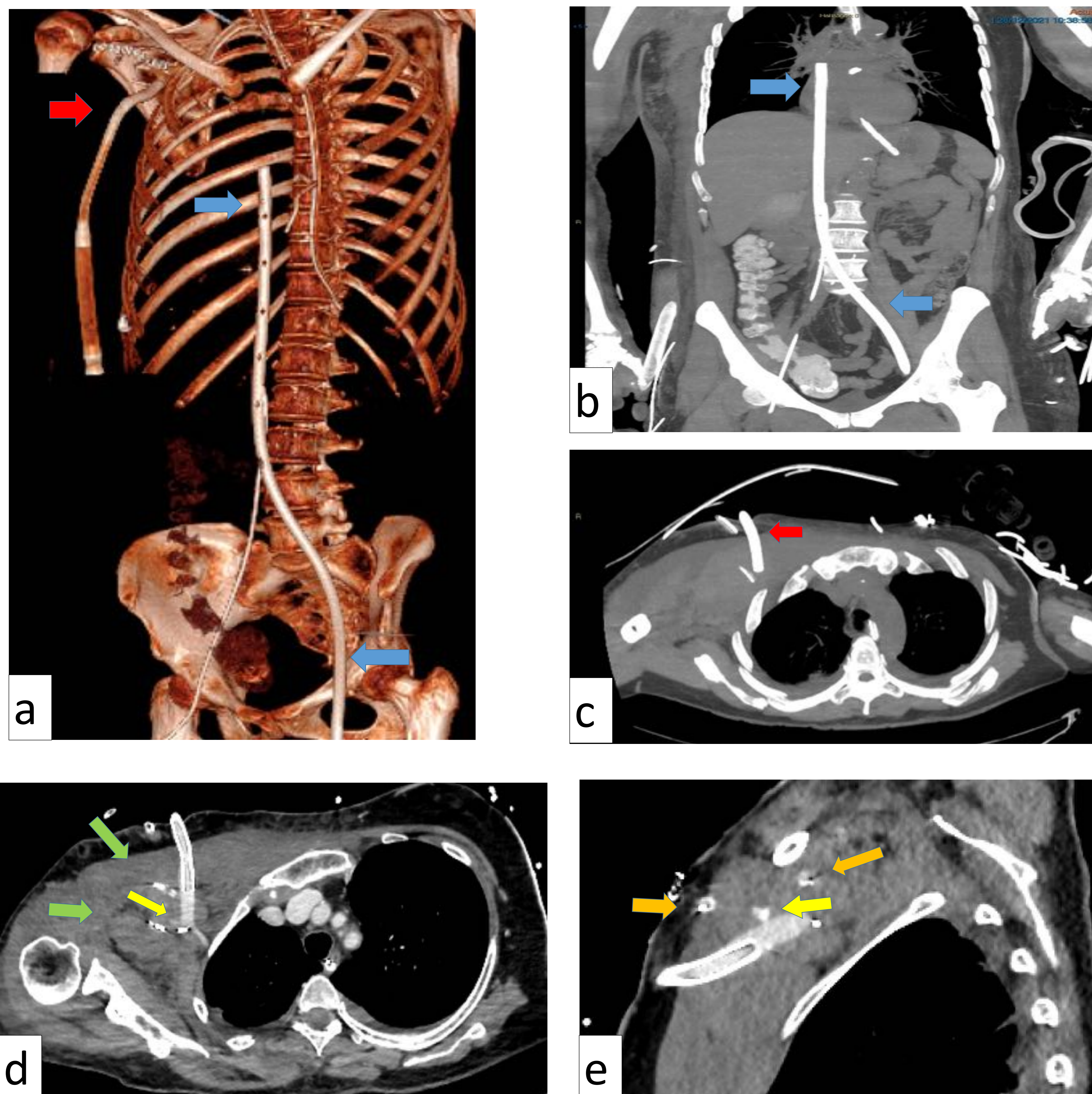


Figura 12. (a, b, c) Sistema ECMO V-A con cánula venosa femoral izquierda que aloja su extremo en vena cava inferior (flecha azul) y cánula arterial subclavia derecha (flecha roja). (d, e) Se identifica hematoma en región axilo-pectoral derecha (flecha verde), que en el estudio trifásico muestra pequeños puntos de sangrado activo (flechas amarillas) con presencia de catéter de drenaje en el espesor de la colección axilo-pectoral derecha (flecha naranja).



CASO 6: (Figuras 13 y 14)

Paciente de 62 años. Cardiopatía isquémica crónica con enfermedad coronaria multivaso revascularizada percutáneamente de forma completa en 2015. Ingreso actual por IAMCEST anterior por reestenosis de stent de TCI, presenta shock cardiogénico que requiere implante de ECMO V-A (vena femoral derecha – arteria axilar derecha).

Complicación: Hematoma en región paravertebral y flanco derecho (antecedente de traumatismo previo, uso de anticoagulación, cursa durante el ingreso con caída de Hb de 14 hasta 8).

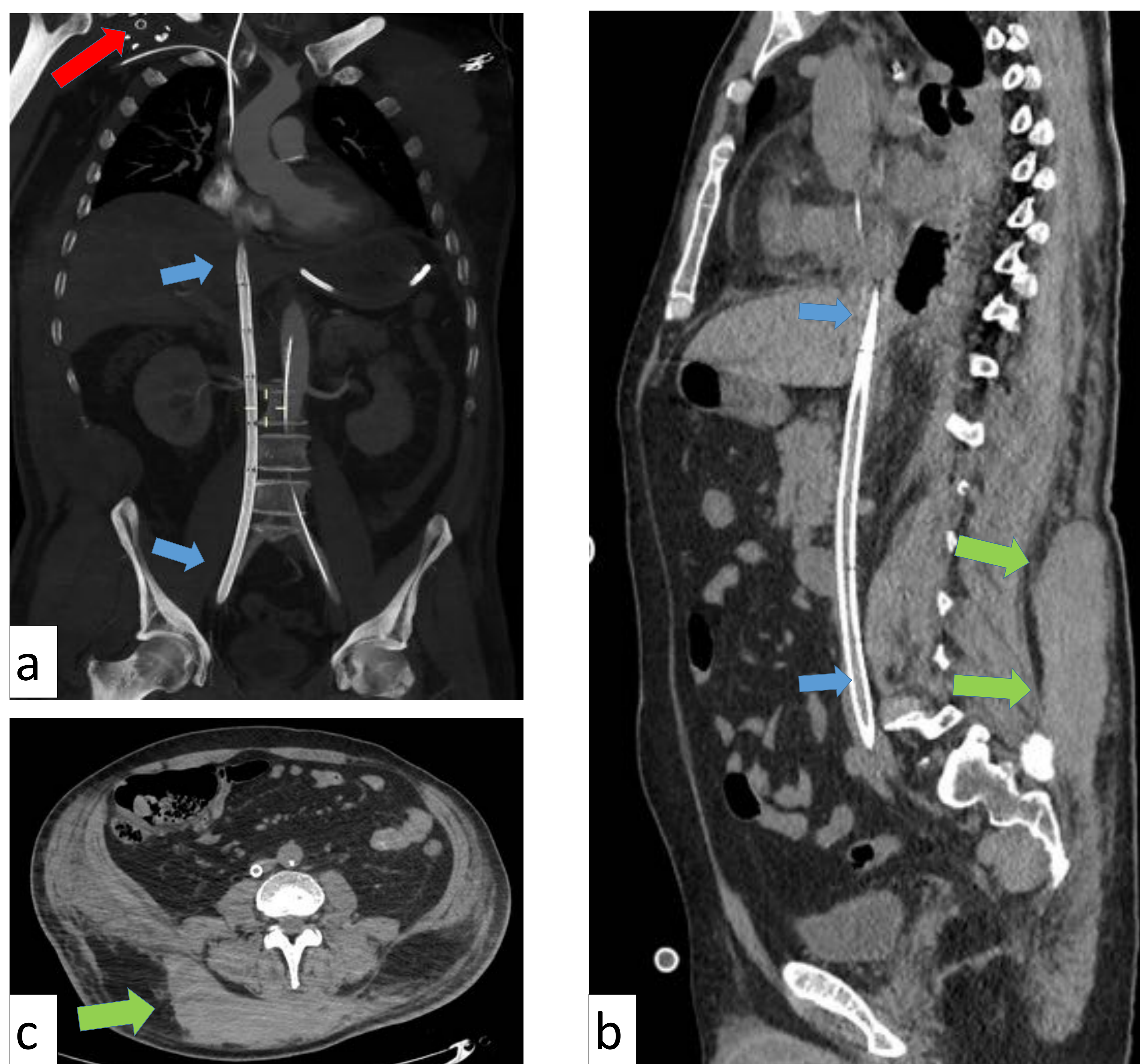


Figura 13. (a, b, c) Sistema ECMO V-A con cánula venosa femoral derecha con extremo en vena cava inferior (flecha azul) y cánula arterial axilar derecha (flecha roja). (b, c) Extenso hematoma paravertebral y flanco derecho (flecha verde).

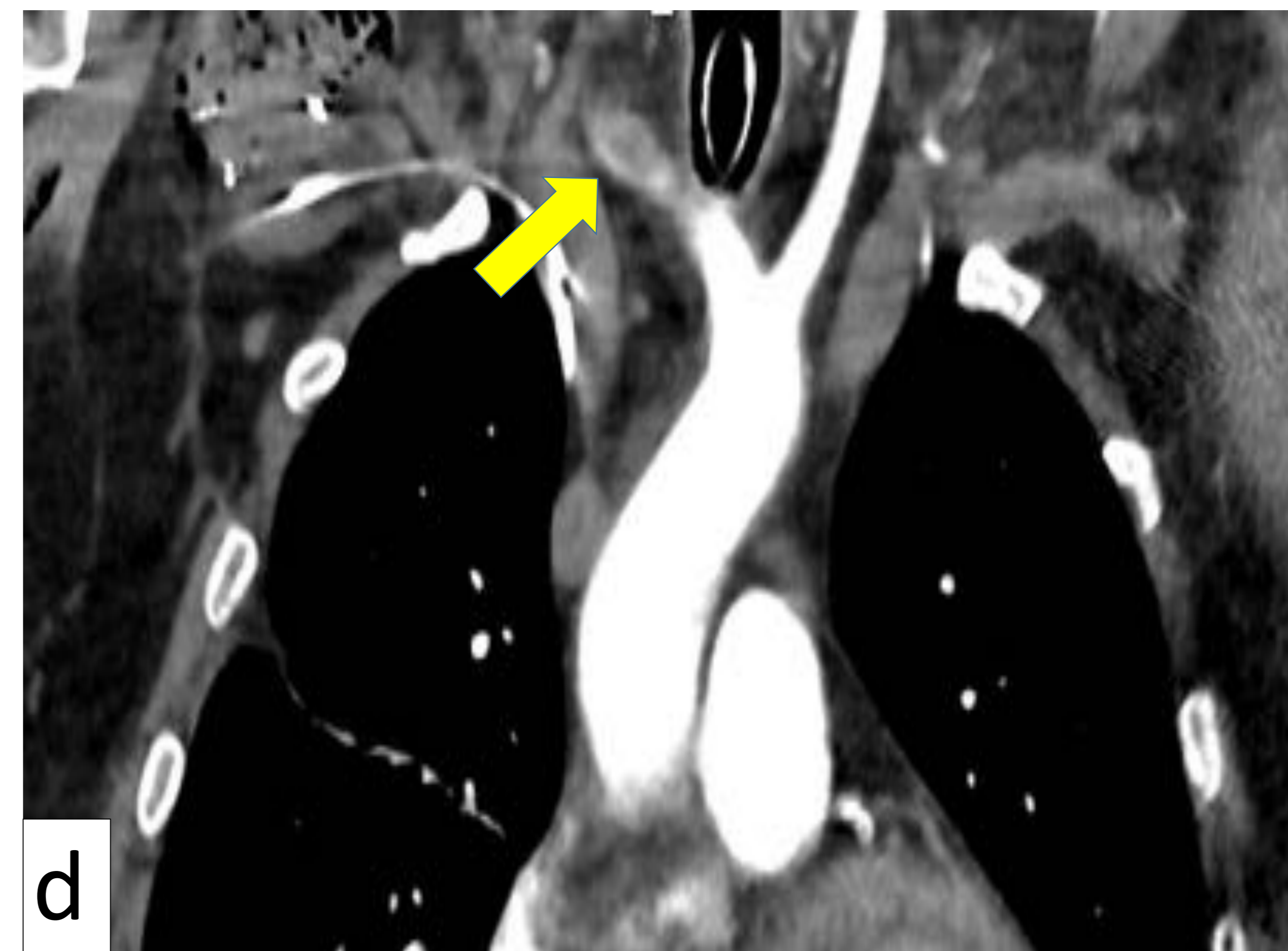
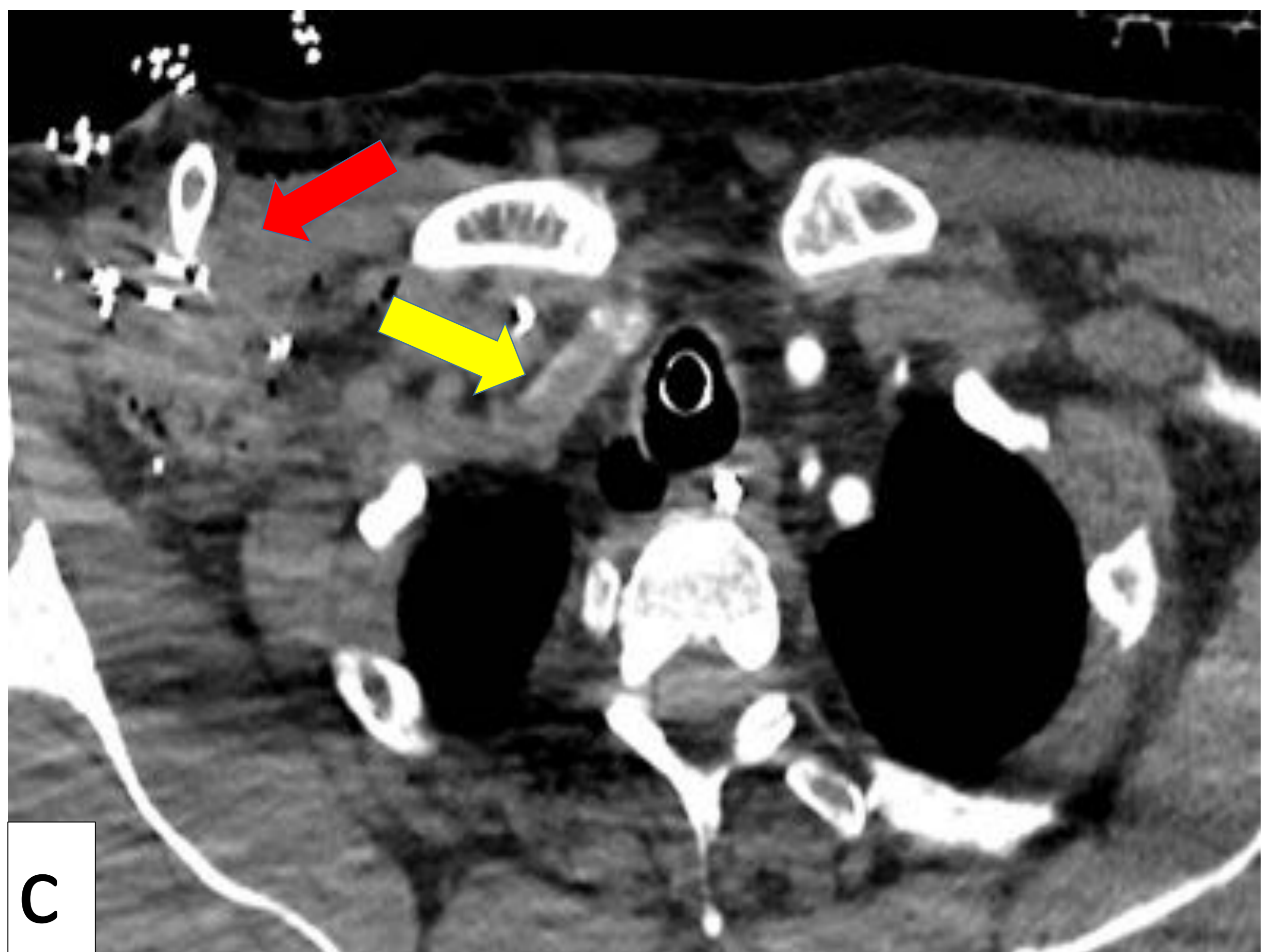
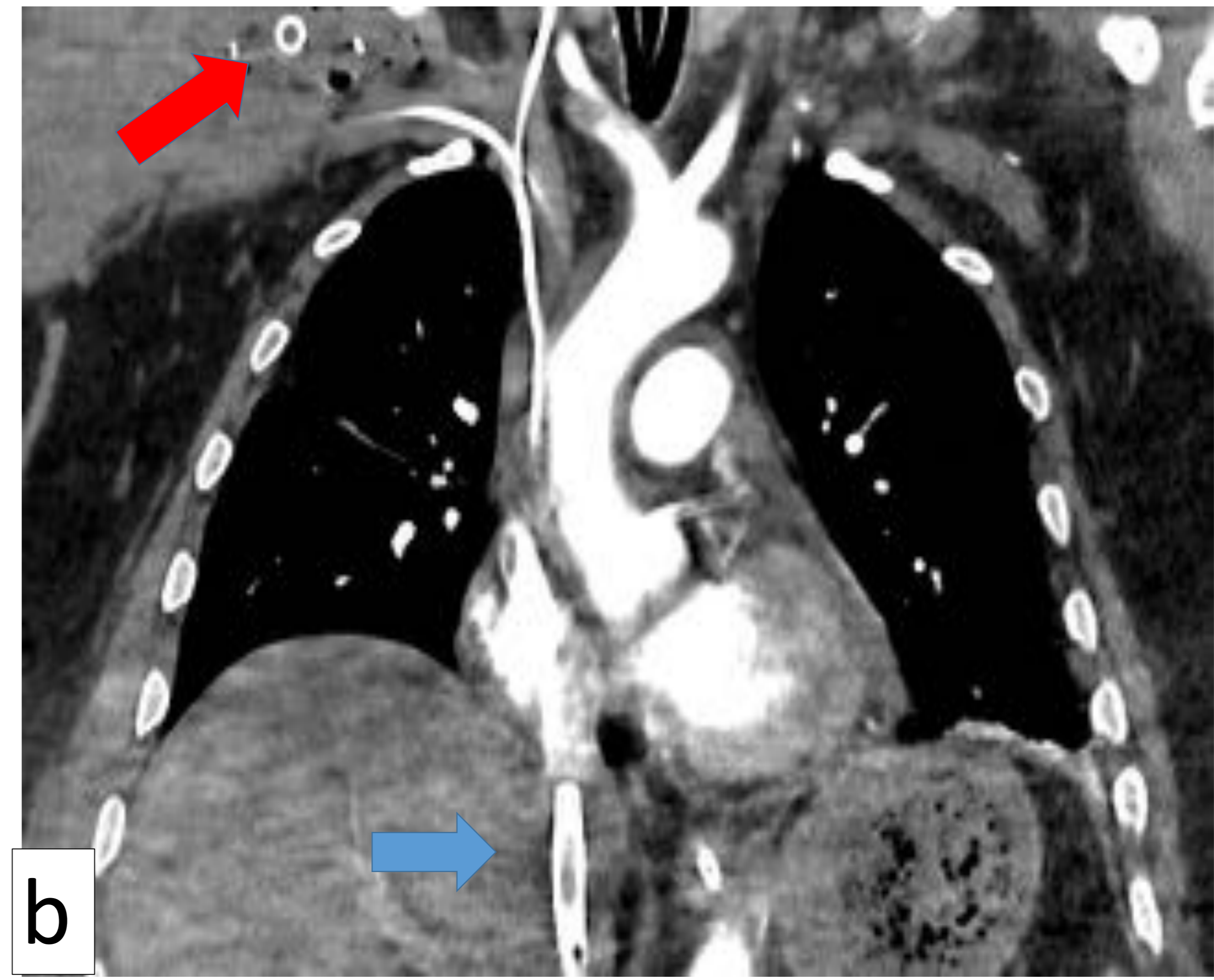
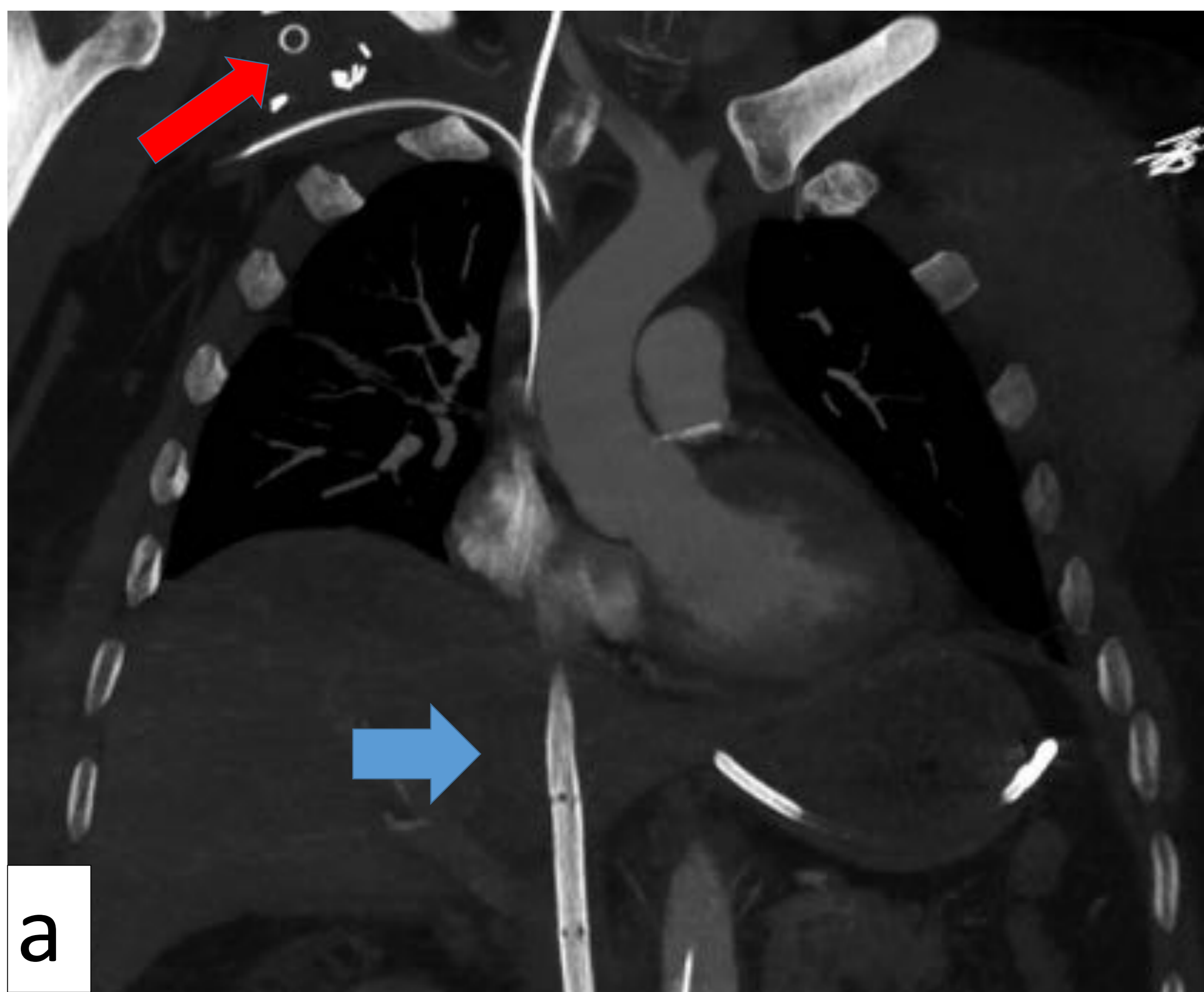


Figura 14. (a, b) Sistema ECMO V-A con cánula venosa femoral derecha (flecha azul) y cánula arterial axilar derecha (flecha roja). (c, d) Se observa pitfall con artefacto que impresiona de trombosis de arteria subclavia derecha (flecha amarilla), efecto secundario al choque de flujos.



CASO 7: (Figuras 15 y 16)

Paciente de 22 años. Cardiopatía congénita compleja (ventrículo izquierdo de doble entrada y disfunción sistólica de ventrículo único) y cirugía de Fontan en la infancia. Reciente ingreso en situación de shock cardiogénico post-parto. Se realiza trasplante cardíaco. Tras trasplante cardíaco, soporte ECMO V-A (vena femoral derecha – arteria axilar derecha).

Complicaciones: Fallo multiorgánico tras 30 días del trasplante cardíaco y con dependencia del ECMO, hipoperfusión generalizada, infecciones, TEP, perforación intestinal.

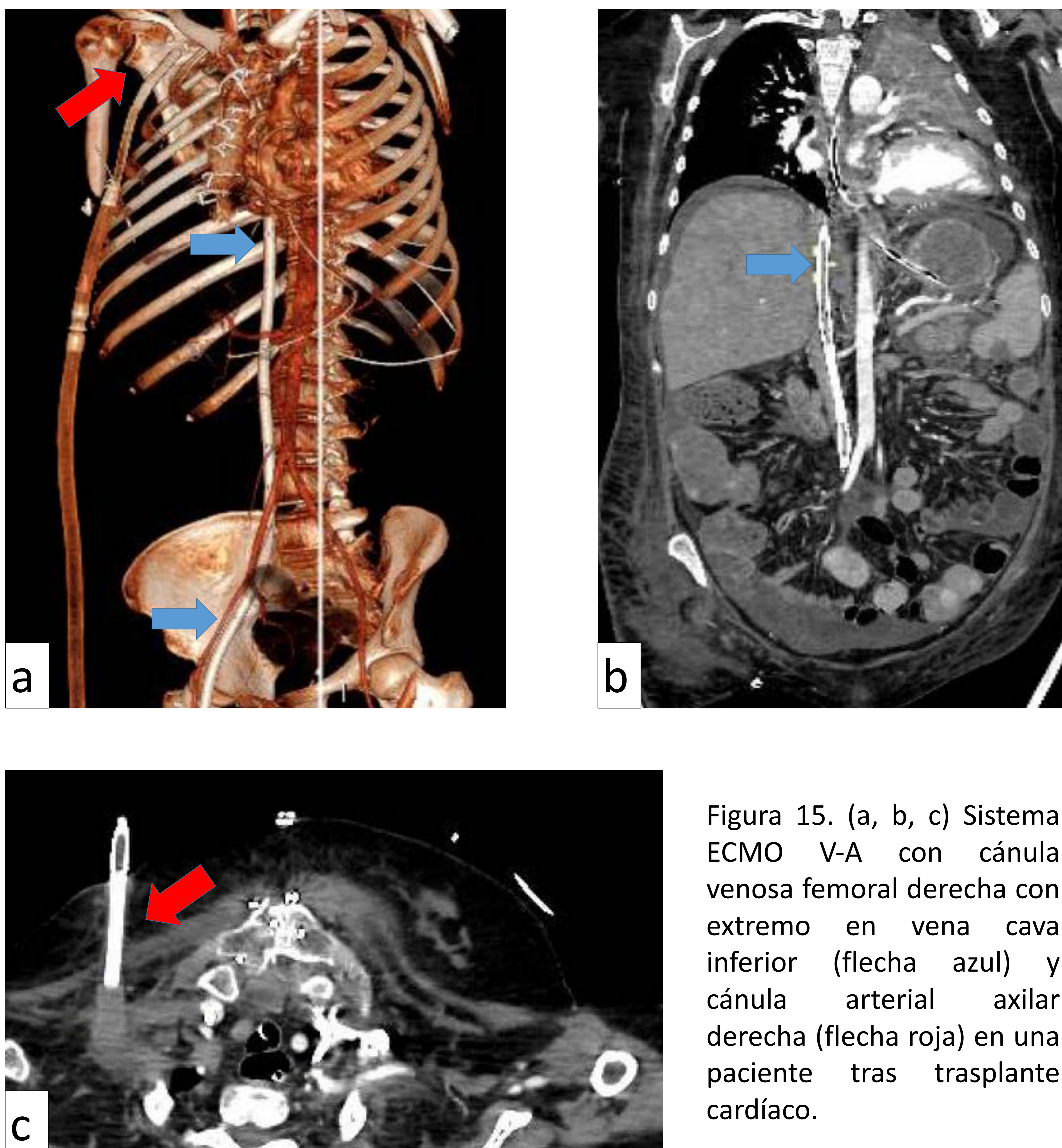
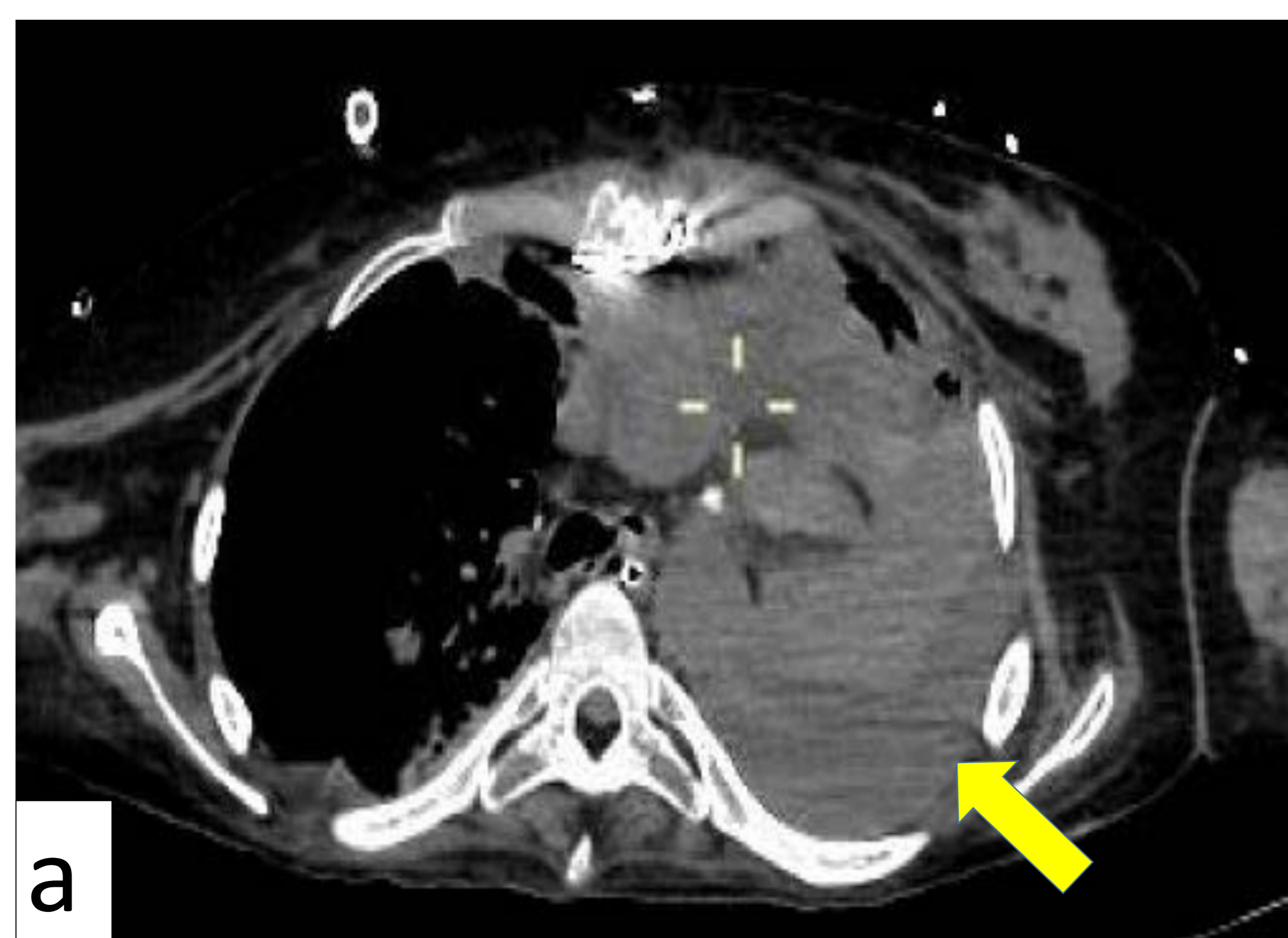
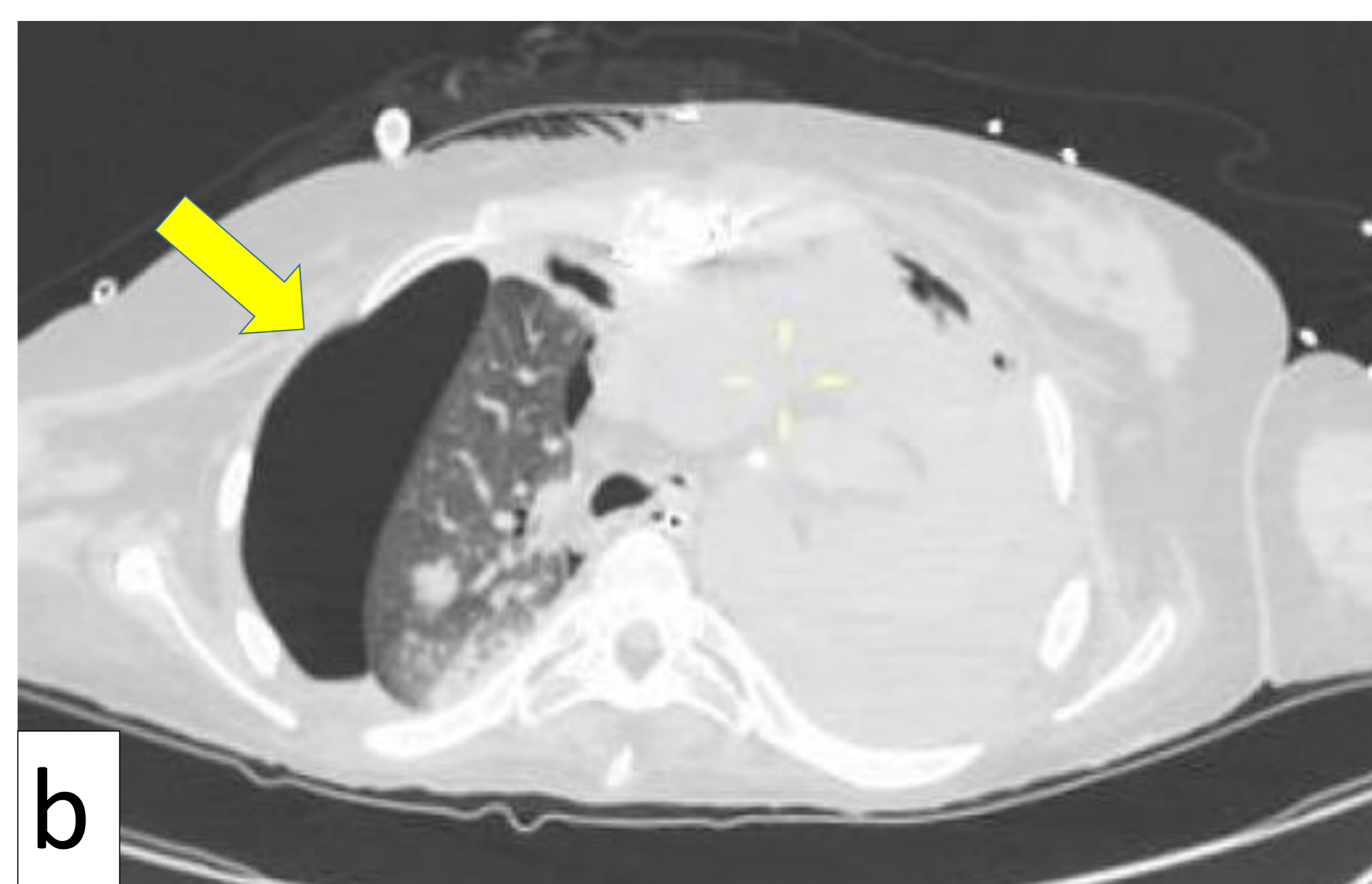


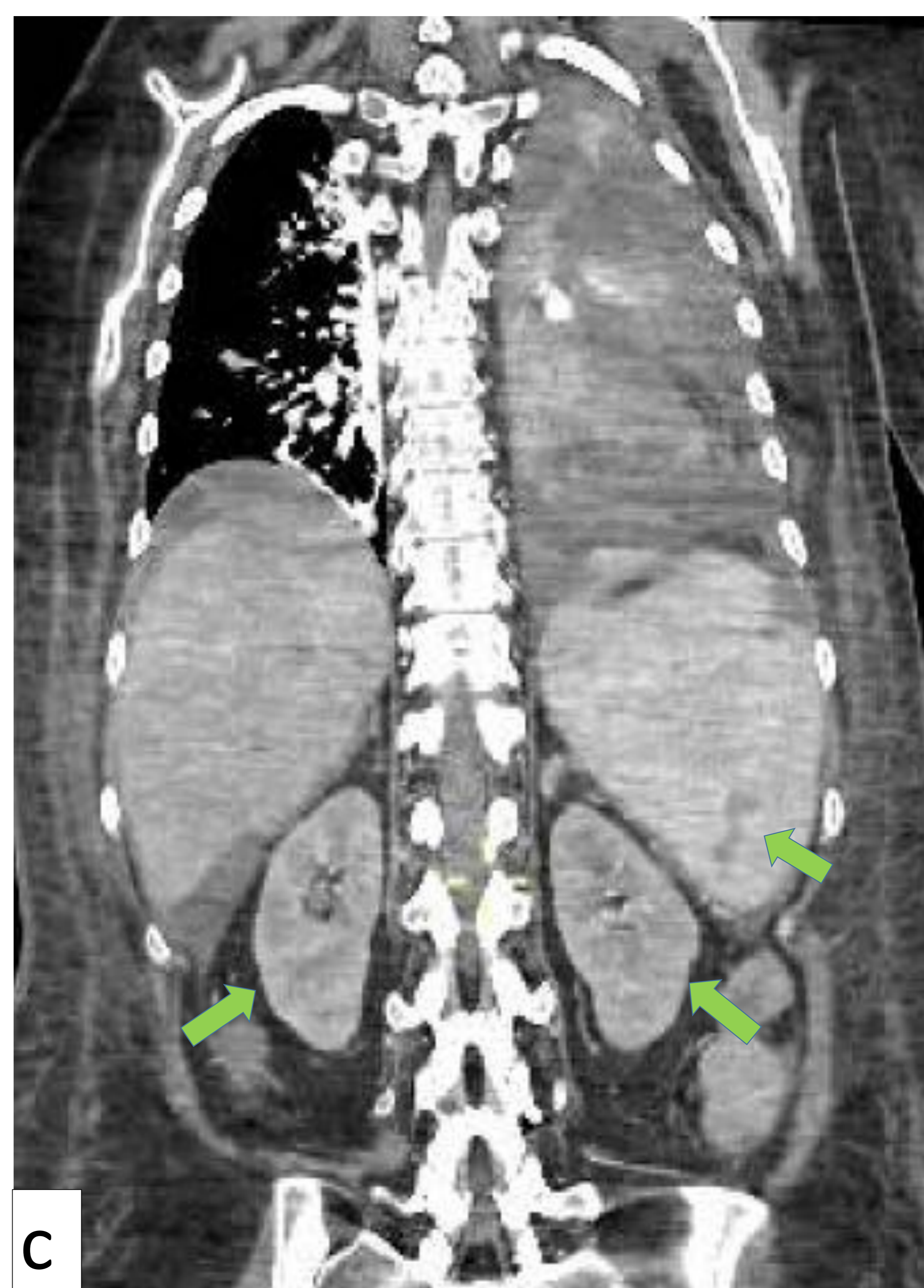
Figura 15. (a, b, c) Sistema ECMO V-A con cánula venosa femoral derecha con extremo en vena cava inferior (flecha azul) y cánula arterial axilar derecha (flecha roja) en una paciente tras trasplante cardíaco.



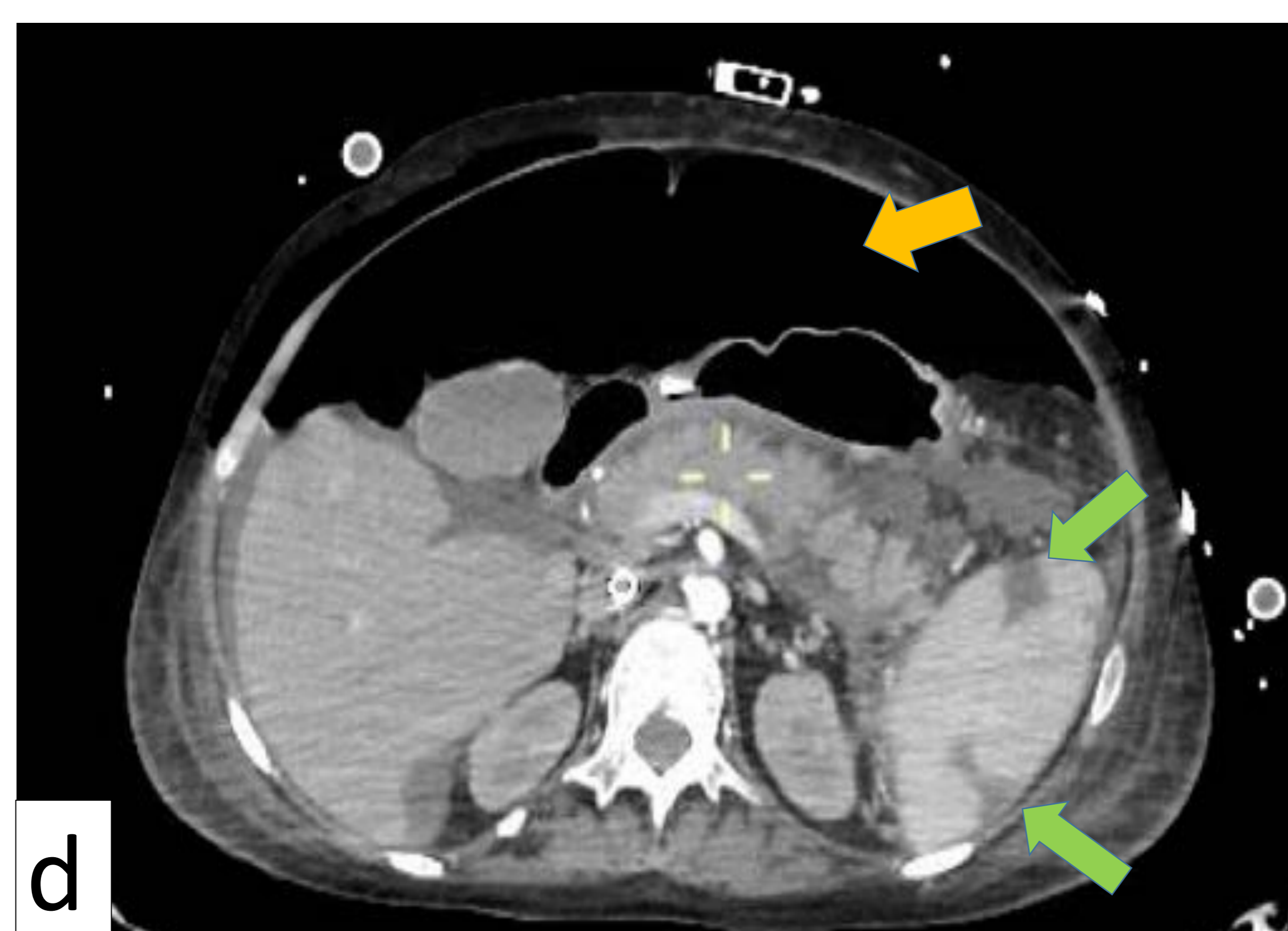
a



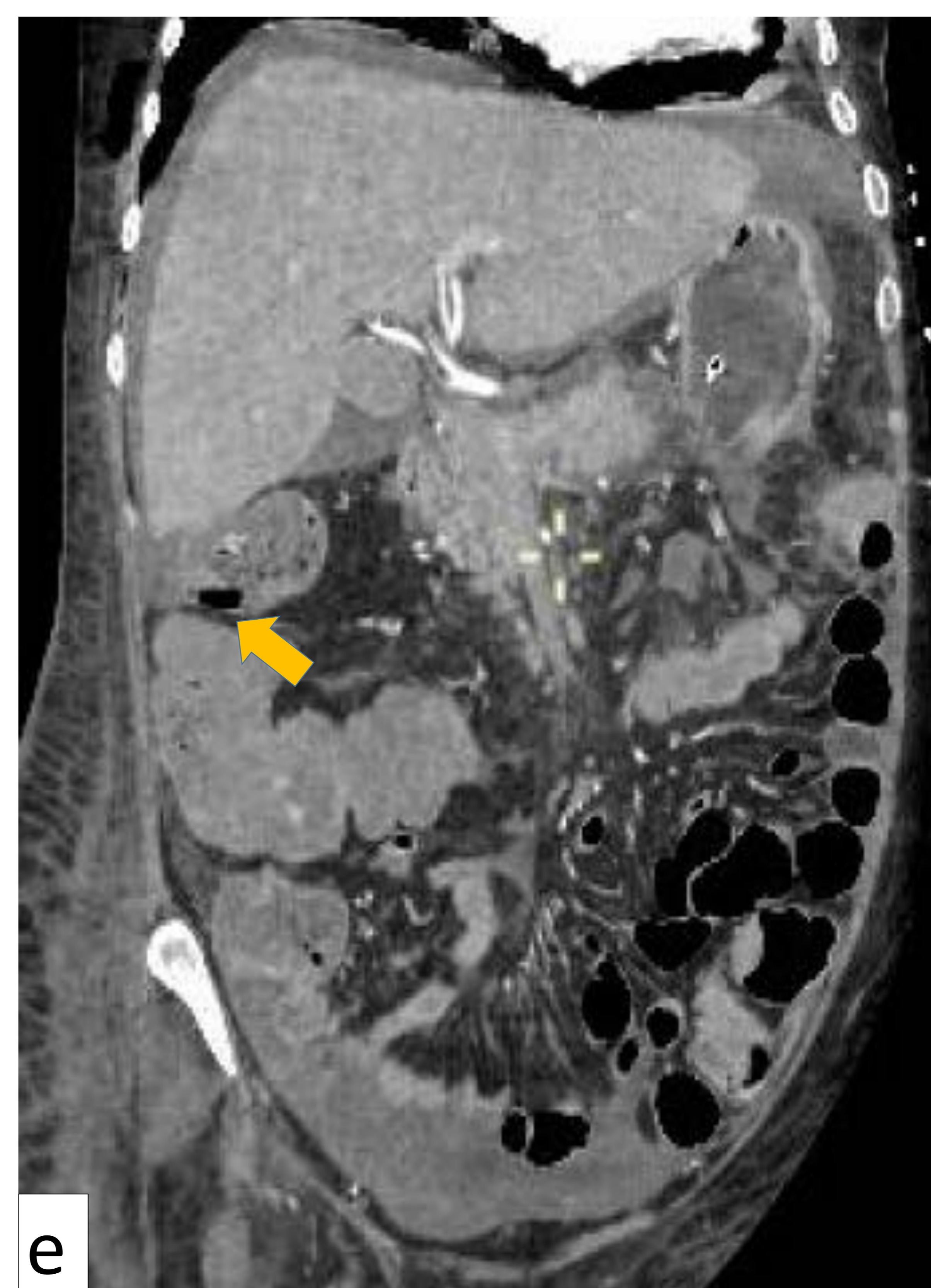
b



c



d



e

Figura 16. Fallo multiorgánico en una paciente tras trasplante cardíaco. (a, b) Derrame pleural izquierdo y atelectasias, neumotórax derecho (flechas amarillas). (c, d) Infartos esplénicos, hipoperfusión renal (flechas verdes). (d, e) Neumoperitoneo con perforación intestinal en ángulo hepático del colon (flechas naranjas) y pancreatitis.



CONCLUSIONES:

- A la hora de la valoración radiológica de un paciente con ECMO es importante conocer el tipo utilizado, su posicionamiento y las variaciones que produce en el flujo y presiones sanguíneas, para así realizar una interpretación adecuada de los hallazgos.
- Es necesario saber reconocer los cambios normales que se producen en pacientes con ECMO, y diferenciarlos de sus posibles complicaciones.
- Las complicaciones directas de la ECMO son aquellas relacionadas con el mal posicionamiento o rotura de las cánulas, la insuficiencia cardíaca y posibles complicaciones pulmonares por la presión ejercida por el dispositivo. También existen complicaciones indirectas como infecciones o secundarias a la anticoagulación.



BIBLIOGRAFIA:

1. Rao P, Khalpey Z, Smith R, Burkhoff D, Kociol RD. Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock and Cardiac Arrest. Cardinal Considerations for Initiation and Management. *Circ Heart Fail* 2018;11:e004905.
2. Suarez-Barrientos A. Asistencia mecánica circulatoria como puente al trasplante. *Cir Cardiovasc*. 2016;23(S):41–48.
3. García Asenjo M y Eiguren Goitiz K. Monográfico: Soporte vital extracorpóreo. Oxigenación por membrana extracorpórea. ECMO. *Rev Esp Perfus* 2017; 64: 1-22.
4. Zarragoikoetxea I , Pajaresa A, Morenoa I, Portaa J, Kollerb T, Cegarrab V, et al. Documento de consenso SEDAR/SECCE sobre el manejo de ECMO. *Cir Cardiovasc* 2021; 28: 332–52.
5. Jayaraman AL, Cormican D, Shah P, Ramakrishna H. Cannulation Strategies in Adult Veno-arterial and Veno-venous Extracorporeal Membrane Oxygenation: Techniques, Limitations, and Special Considerations. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 2017; 20 (1): S11-18.