

L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA: LA TC



Relatori: S. Ippolito, M. Petullà
Unità Operativa di Radiologia
Azienda Ospedaliera L. Sacco, Milano 29 Marzo 2017

L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA : LA TC

La conoscenza dei differenti tipi di circuiti ECMO, della posizione prevista delle cannule, dei reperti delle complicanze nell'imaging, risulta essenziale per l'interpretazione dell'imaging e la diagnosi

L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA : LA TC

- Esame di secondo livello dopo imaging tradizionale (RX, ECO, ECD, TTE e TEE)
- Rapida valutazione del distretto toraco-addominale in una singola acquisizione in basale e dopo mdc
- Ricostruzioni retrospettive in MPR, MIP e VR 3D: MULTIPLANARIETA'
- Sensibilita' e specificita' pari al 100 % con spessori di strato da 1 a 3 mm
- Ruolo importante nella pianificazione del successivo step terapeutico

L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA : LA TC

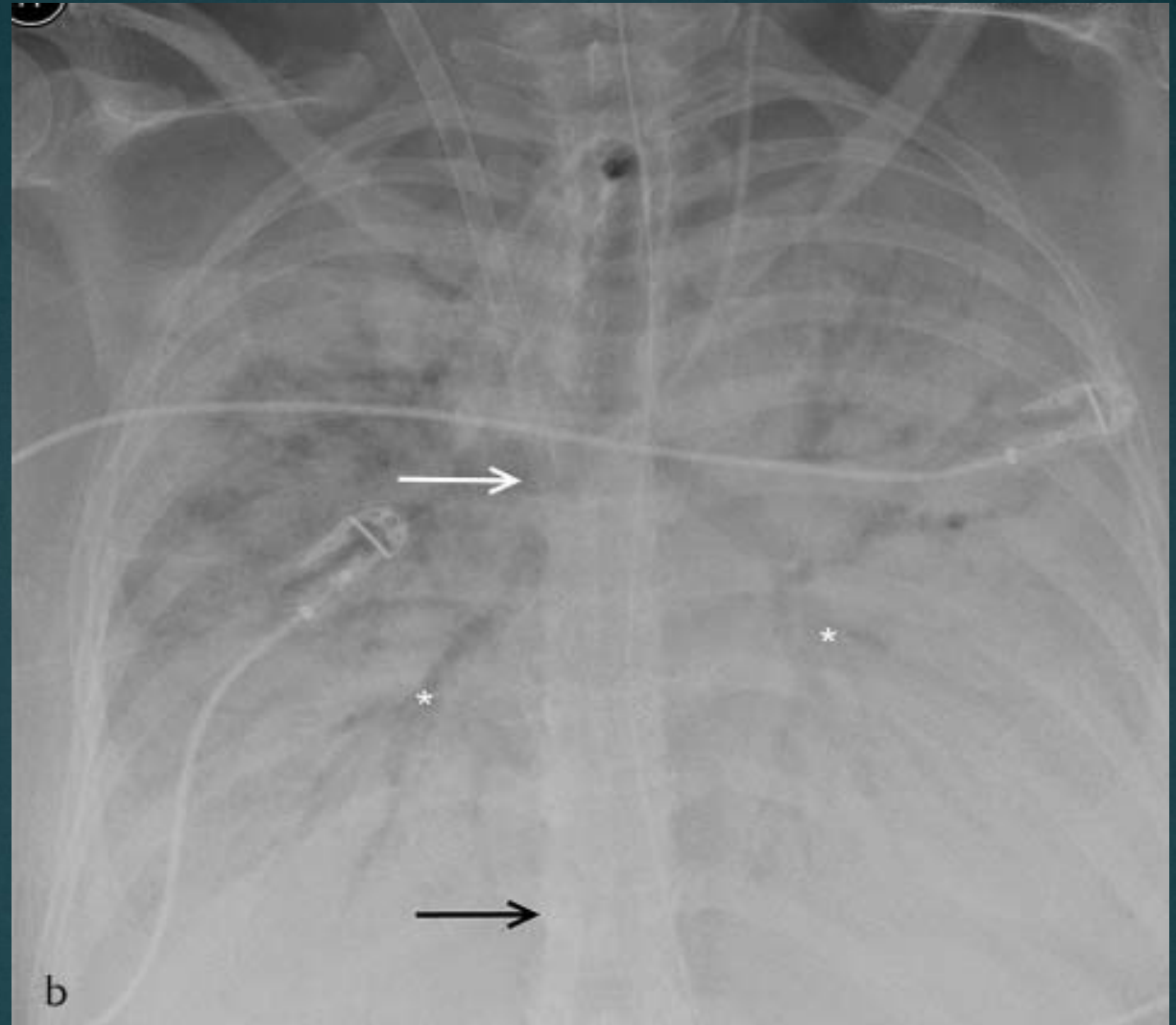
TTE e TEE giocano un ruolo cruciale durante il posizionamento delle cannule, il monitoraggio della funzione ventricolare e l'apertura della valvola aortica

[Platts et al. " *The Role of Ecocardiography in the Management of Patients Supported by Extracorporeal Membrane Oxigenation*". J Am Soc Echocardiog 25(2)c 131-141]

L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA : LA TC

RX

- Esami di prima istanza per la valutazione del posizionamento delle cannule ed eventuale malposizione o migrazione delle stesse
- Spesso offrono il primo indizio di complicazioni: emotorace, PNX, raccolte fluide mediastiniche, consolidamenti



L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA : LA TC

ECOGRAFIA

portatile, rapidamente disponibile

valutazione ematomi al sito di inserzione, trombi peri-cannulari e versamenti

ECO COLOR DOPPLER

Perfusione distale degli arti inferiori

valutare trombi nell'accesso venoso/arterioso

La morfologia del velocitogramma comparata con il flusso del vaso controlaterale, può aiutare a differenziare tra flusso lento da bassa gittata cardiaca dal flusso lento causa trombosi nell'accesso arterioso o nella cannula d'accesso stessa

L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA : LA TC

TC

- riservata alla valutazione delle complicanze non completamente rilevabili con RX, US o Doppler
- carente dei dati funzionali del Doppler spettrale
- eccellente dettaglio anatomico

L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA LA TC

Imaging modality	Uses	Key characteristic
Radiograph	Cannula positioning Pneumothorax and haemothorax Evaluation of quadrants for Murray scoring.	Initial study Widely available Comparison to priors for change
Echocardiography	During initial placement of ECMO cannulas	Evaluate recovery of cardiac function
Ultrasound ± Doppler	Evaluation of vascular patency Haemothorax	Comparison of cannulated and non-cannulated vessels aids in evaluation of abnormal vascular waveforms
NCCT	Haematoma at cannulation site Malpositioned cannulas Haematoma Stroke Pulmonary/Abdominal infection Aortic stasis thrombus	Maintain resting respiratory rate to minimise motion artefact
CECT	Pulmonary stasis thrombus Aortic stasis thrombus	Switch ECMO circuit to minimal flow status or stop the ECMO pump for the duration of the acquisition

da Steven LEE 2014, modificata

Imaging adults on extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

Steven Lee · Abhishek Chaturvedi

Received: 24 March 2014 / Revised: 2 September 2014 / Accepted: 4 September 2014 / Published online: 9 October 2014
© The Author(s) 2014. This article is published with open access at Springerlink.com

Abstract Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is increasingly being used in adults following failure to wean from cardiopulmonary bypass, after cardiac surgery or in cases of severe respiratory failure. Knowledge of the different types of ECMO circuits, expected locations of cannulas and imaging appearance of complications is essential for accurate imaging interpretation and diagnosis. Commonly encountered complications are malposition of cannulas, adjacent or distal haemorrhage, stroke, stasis thrombus in access vessels, and distal emboli. This article will describe the imaging appearance of different ECMO circuits in adults as well as commonly encountered complications. If a CT (computed tomography) angiogram is being performed on these patients to evaluate for pulmonary embolism, the scan may be suboptimal from siphoning off of the contrast by the ECMO. In such cases, an optimal image can be obtained by lowering the flow rate of the ECMO circuit or by disabling the circuit for the duration of image acquisition.

Key Points

- *Femoroatrial VV ECMO: femoral vein drainage cannula and right atrial return cannula.*
- *Femorofemoral VV ECMO: return and drainage cannulas placed in femoral veins.*
- *Dual-lumen single cannula VV ECMO: via the right IJ/Femoral vein with the tip in the IVC/SVC.*
- *Peripheral VA ECMO: peripheral venous drainage cannula and peripheral arterial return cannula.*
- *Central VA ECMO: direct right atrial drainage cannula and aortic return cannula.*

Keywords Extracorporeal membrane oxygenation · Cannulas · Thorax · Radiography · CT · Echocardiography

Introduction

Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) refers to the life support system utilised in pulmonary or cardiopulmonary support for gas exchange [1]. The goal of the system is to oxygenate the patient's blood while removing carbon dioxide. Also referred to as extracorporeal life support, ECMO is well established in neonatal respiratory failure. Use in adults has increased and ECMO is commonly used following failure to wean from cardiopulmonary bypass after cardiac surgery or in cases of severe respiratory failure [2].

Initial use of ECMO was largely in neonates given findings of increased survival in severely hypoxic infants but no significant benefit to severely ill adults [3, 4]. The results of these initial studies were due in large part to the reversibility of severe respiratory illness in neonates and non-reversible ventilator-associated lung injury present in adults [4]. Today, several inclusionary and exclusionary criteria help guide ECMO application in adults (Table 1).

Complete discussion of paediatric ECMO is beyond the scope of this article. Neonatal and paediatric ECMO encompasses different cannula sizes, configurations and complications. For example, in neonates arterial cannulation is limited to placement via stentotomy or via cut down technique for carotid cannulation. In such small patients, peripheral cannula placement is exceedingly difficult. Additionally, initiation of VA ECMO usually encompasses carotid or internal jugular vein ligation, a technique that is not well tolerated in adults given the risk of stroke [5]. Similarly, ECMO in the non-neonatal paediatric population may or may not require carotid or jugular ligation. Imaging considerations in paediatric

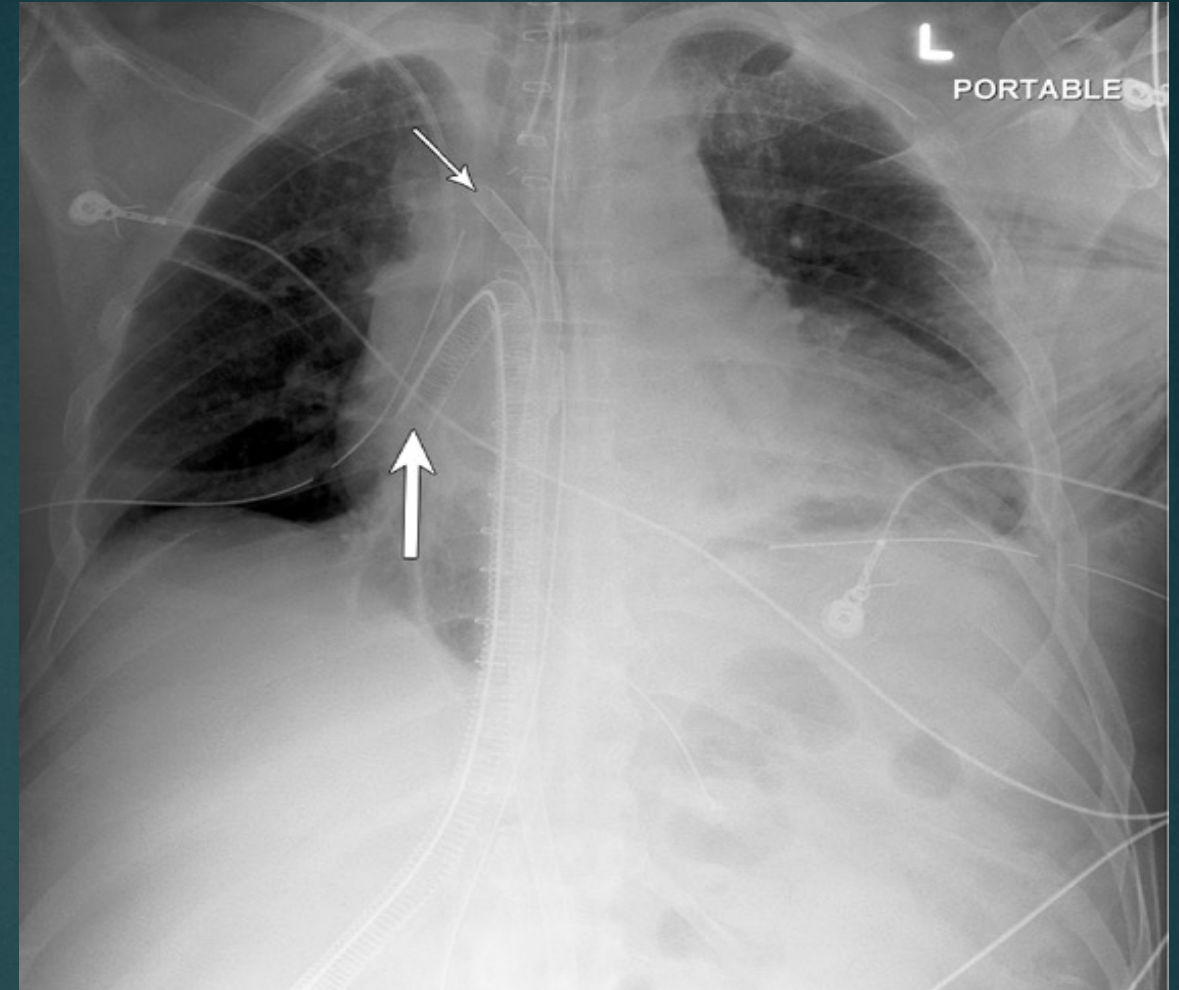
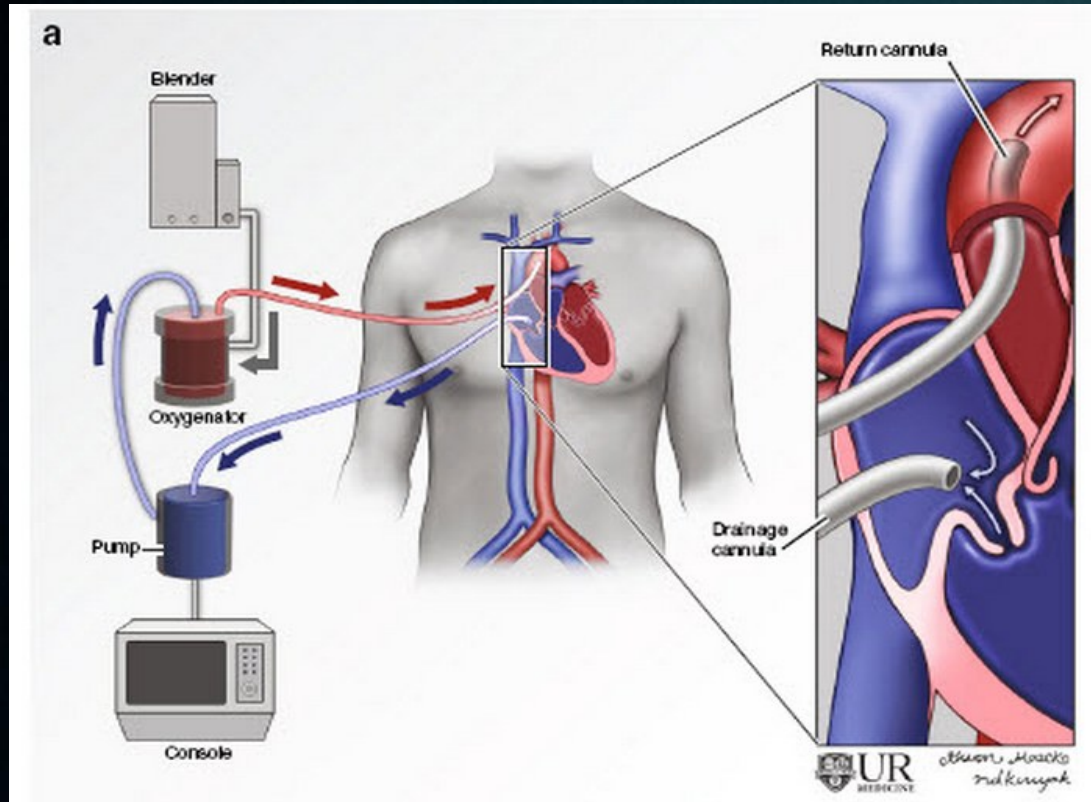
S. Lee (✉) · A. Chaturvedi
University of Rochester Medical Center, 601 Elmwood Avenue,
Box 648, Rochester, NY 14642, USA
e-mail: SteveLee@gmail.com

A. Chaturvedi
e-mail: Abhishek_Chaturvedi@URMC.Rochester.edu

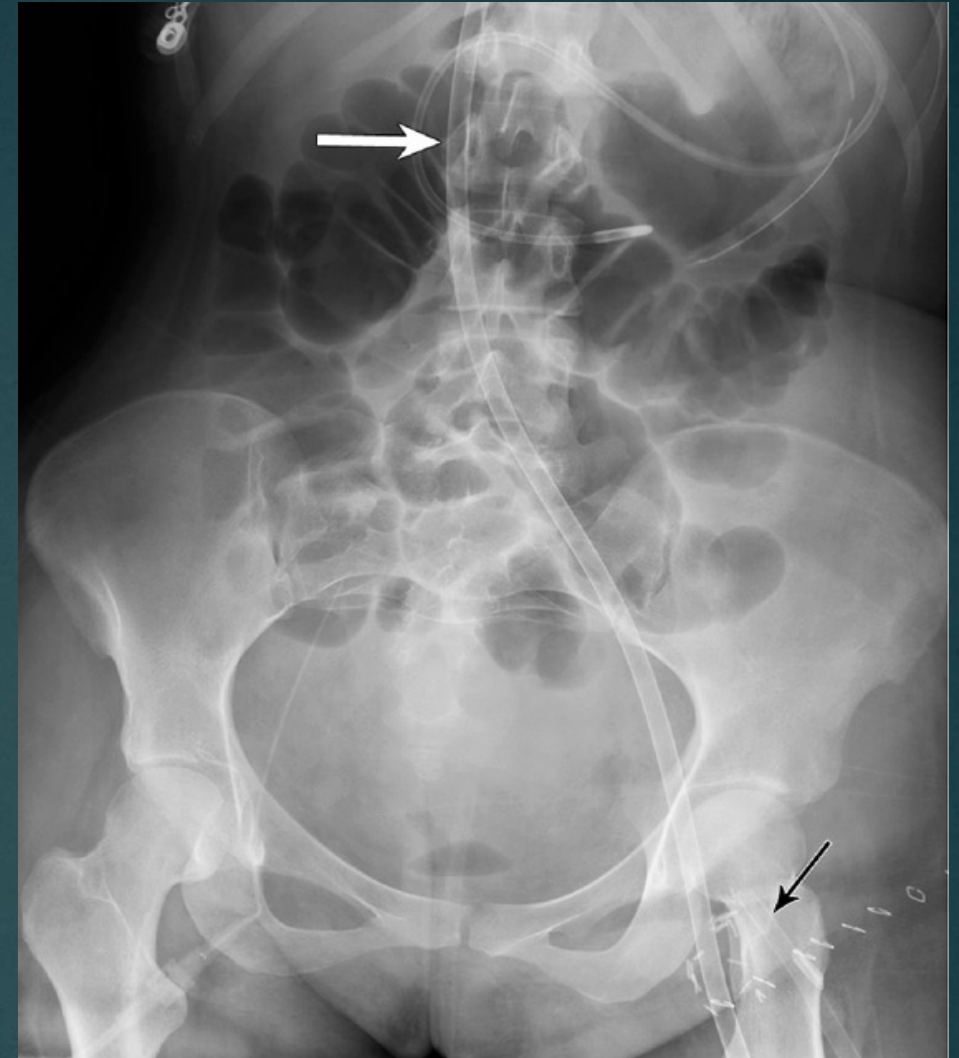
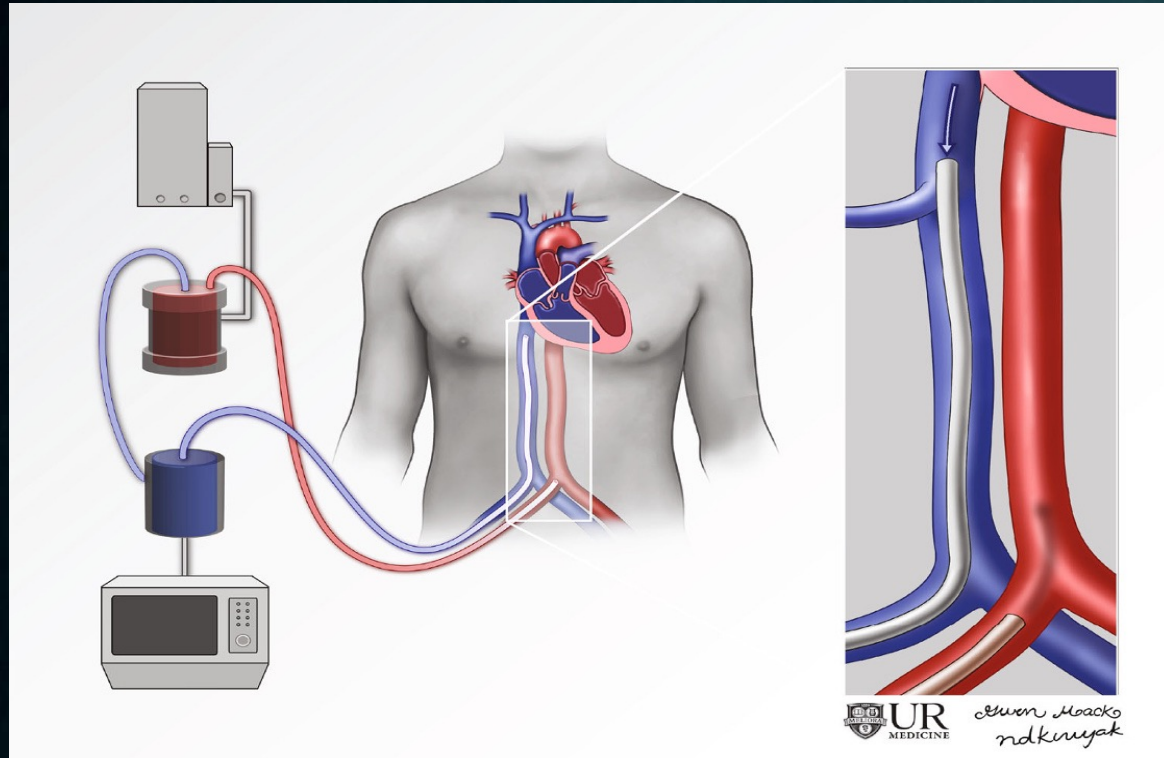
COMPLICANZE

- Malposizionamento delle cannule
- Emboli gassosi
- Trombo da stasi nei vasi d'accesso e a distanza
- Ischemia cerebrale e Stroke
- Emorragia adiacente alle cannule o distale
- Sepsi/PNX

- VA ECMO Centrale: cannula di drenaggio atriale destra e cannula di ritorno aortica



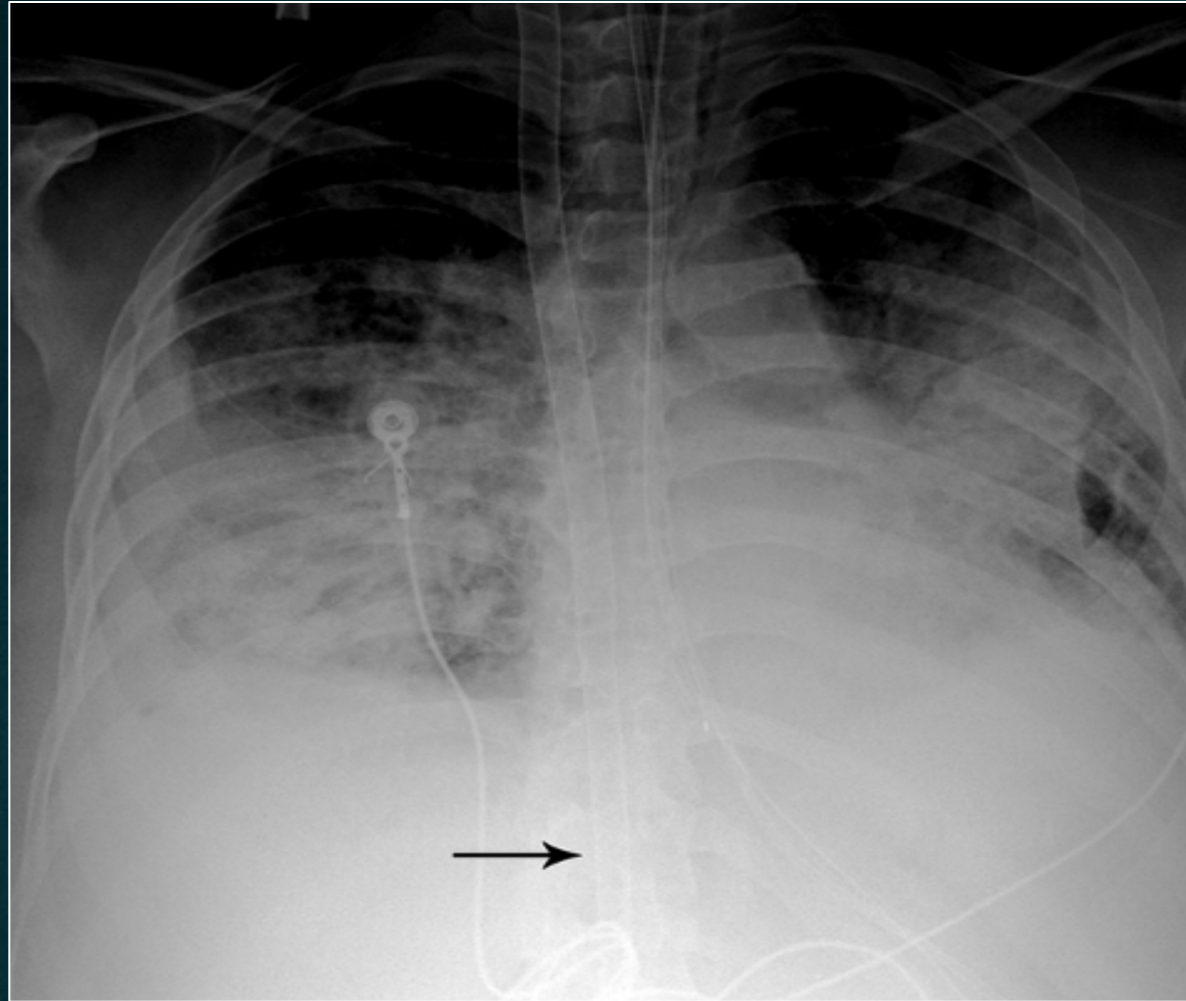
- VA ECMO Periferica: cannula di drenaggio venosa periferica e cannula di ritorno arteriosa periferica



- VA ECMO Periferica: cannula di drenaggio venosa in VCS e cannula di ritorno arteriosa in a.iliaca comune dx fino in aorta pre-carrefour



Malposizionamento Cannule



Una cannula da accesso superiore, posizionata troppo in basso, può attraverso l'atrio ds, finire in VCI e ostruire il flusso delle VSE

Malposizionamento Cannule



Una cannula da accesso inferiore, posizionata troppo in alto, può ostruire la VCS

COMPLICANZE

- Malposizionamento delle cannule
- **Emboli gassosi**
- Trombo da stasi nei vasi d'accesso e a distanza
- Ischemia cerebrale e Stroke
- Emorragia adiacente alle cannule o distale
- Sepsi/PNX

Emboli Gassosi

- possono essere introdotti nel circuito durante il posizionamento delle cannule
- inadeguato *adescamento* del sistema di filtraggio
- Solo un embolo gassoso di grandi dimensioni può essere visualizzato con l'imaging CT
- I microemboli gassosi non sono ben dimostrabili con imaging convenzionale (*apparecchi ad ultrasuoni dedicati*)

COMPLICANZE

- Malposizionamento delle cannule
- Emboli gassosi
- Trombo da stasi nei vasi d'accesso e a distanza
- Ischemia cerebrale e Stroke
- Emorragia adiacente alle cannule o distale
- Sepsi/PNX

Ostruzione / occlusione accesso vascolare

- **10-16.9 %** pazienti ECMO [*Cheng R et al, 2014*]
- Pallore, polsi ridotte o assenti, sd. compartimentale o gangrena
- **Doppler US**: gold standard valutazione vasi periferici
- Calibro cannule elevato, > rischio occlusione [*Rao AS et al, 2010*]

Occlusione Vascolare

- Riduzione o assenza di segnale al Doppler : trombosi endoluminale o occlusione da cannula
- Anomalia flusso da scarsa FE o da reale occlusione?

ARTO CONTROLATERALE

TVP e TEP

- Doppler: flusso scarso o assente nelle TVP
- **TC**: difetti di riempimento endoluminali nei vasi arteriosi polmonari all'angio-TC



Trombi radice aortica e aorta discendente

- Rari [Madershanian N et al, 2013]
- Mortalità altamente significativa
- Immagine iperdensa in TC basale



COMPLICANZE

- Malposizionamento delle cannule
- Emboli gassosi
- Trombo da stasi nei vasi d'accesso e a distanza
- **Ischemia cerebrale e Stroke**
- Emorragia adiacente alle cannule o distale
- Sepsi/PNX

Ischemia e Stroke

- Lesione ipossico-ischemica e a distribuzione vascolare
- Sospetto clinico di stroke può essere mascherato
- **TC:** identificazione danno cerebrale in basale

Ischemia e Stroke

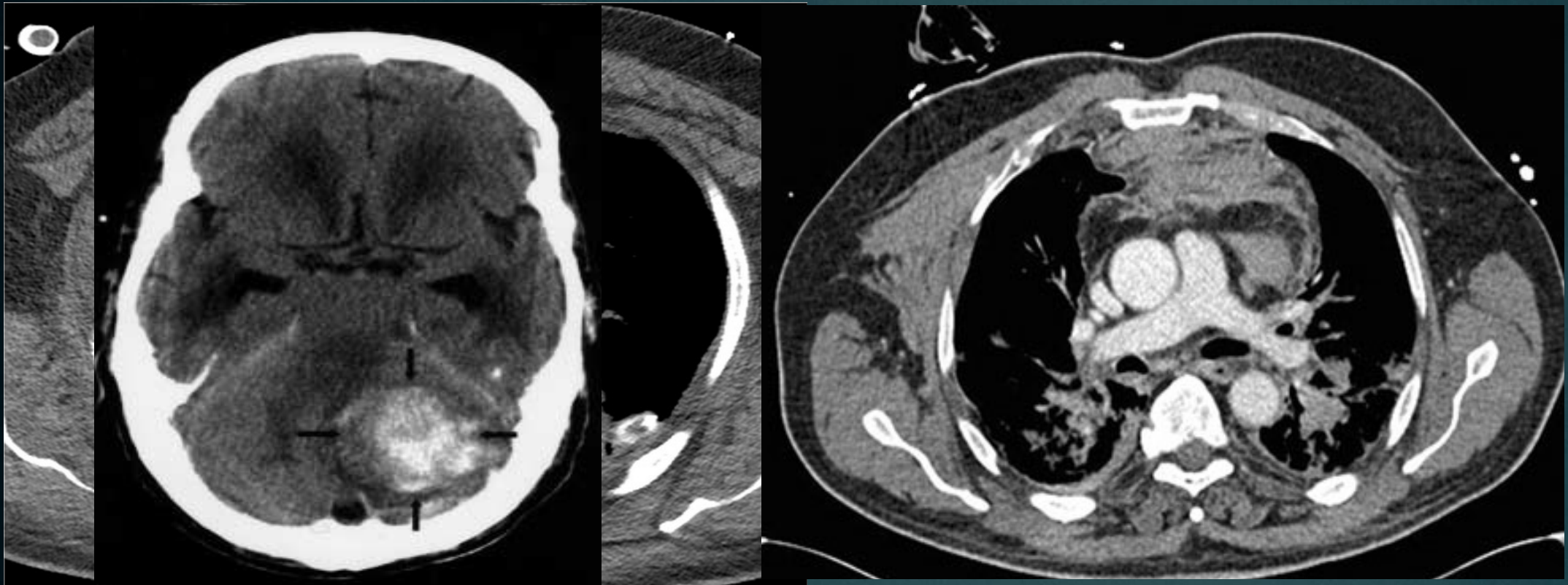


COMPLICANZE

- Malposizionamento delle cannule
- Emboli gassosi
- Trombo da stasi nei vasi d'accesso e a distanza
- Ischemia cerebrale e Stroke
- Emorragia adiacente alle cannule o distale
- Sepsi/PNX

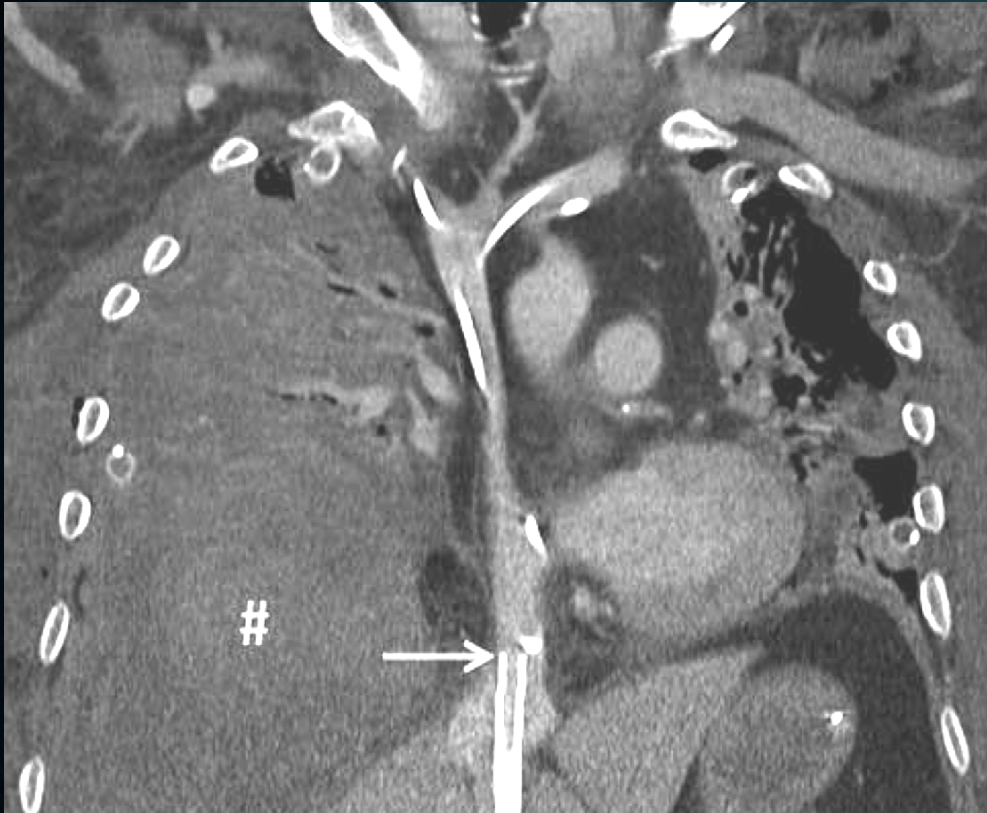
Emorragia

- prossimale: da puntura / distale: da TP anticoagulante
- All' RX: allargamento del mediastino, versamento e/o dislocazione strutture mediastiniche
- **TC:** raccolta ad elevata densita'(40-50HU)



Emorragia

- US: fluido ecogenico
- **TC:** emotorace/emoperitoneo



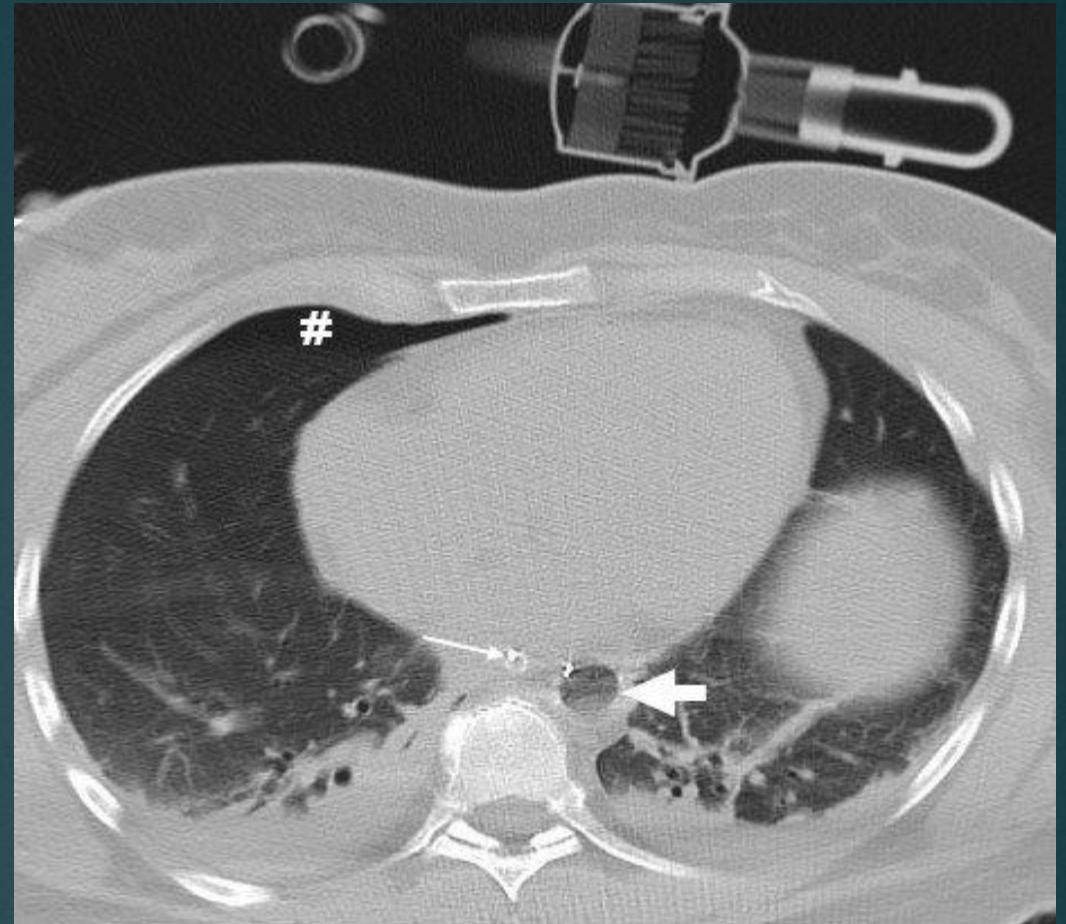
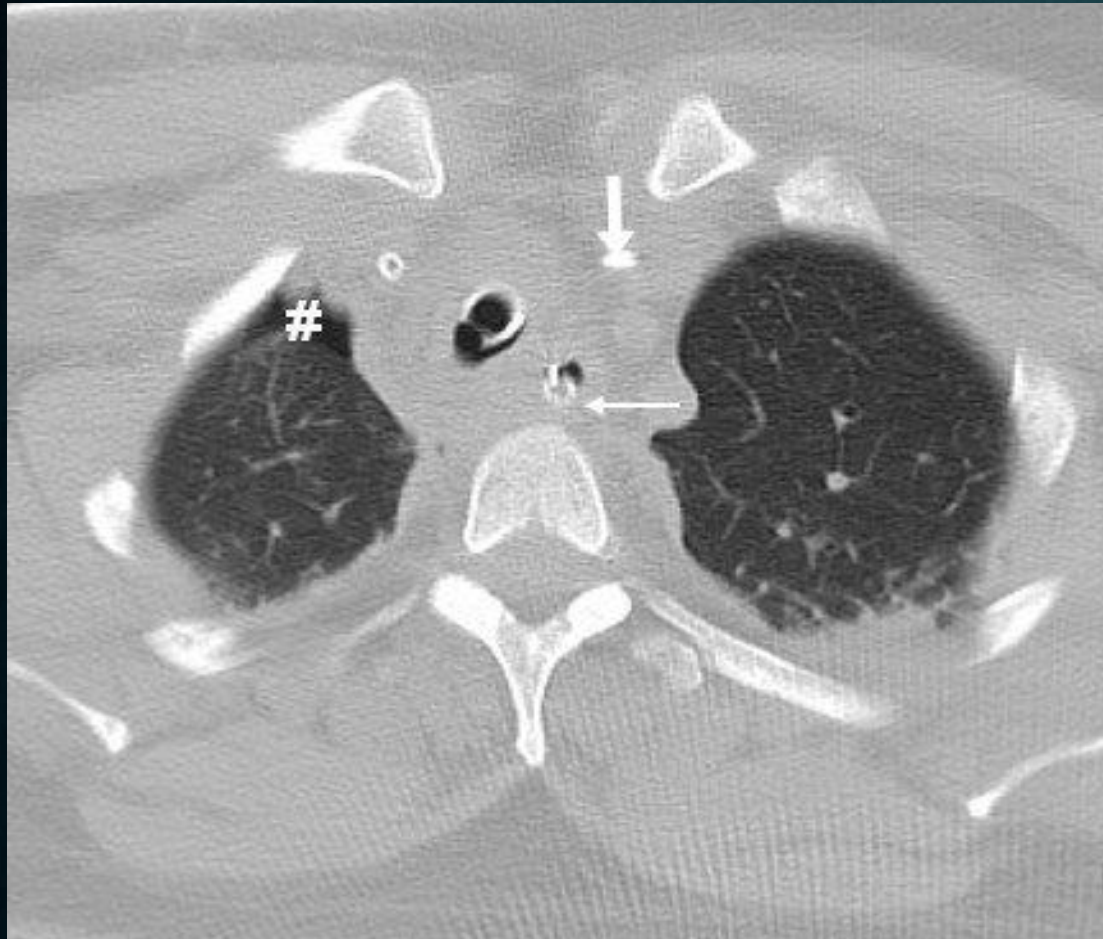
COMPLICANZE

- Malposizionamento delle cannule
- Emboli gassosi
- Trombo da stasi nei vasi d'accesso e a distanza
- Ischemia cerebrale e Stroke
- Emorragia adiacente alle cannule o distale
- Sepsi/PNX

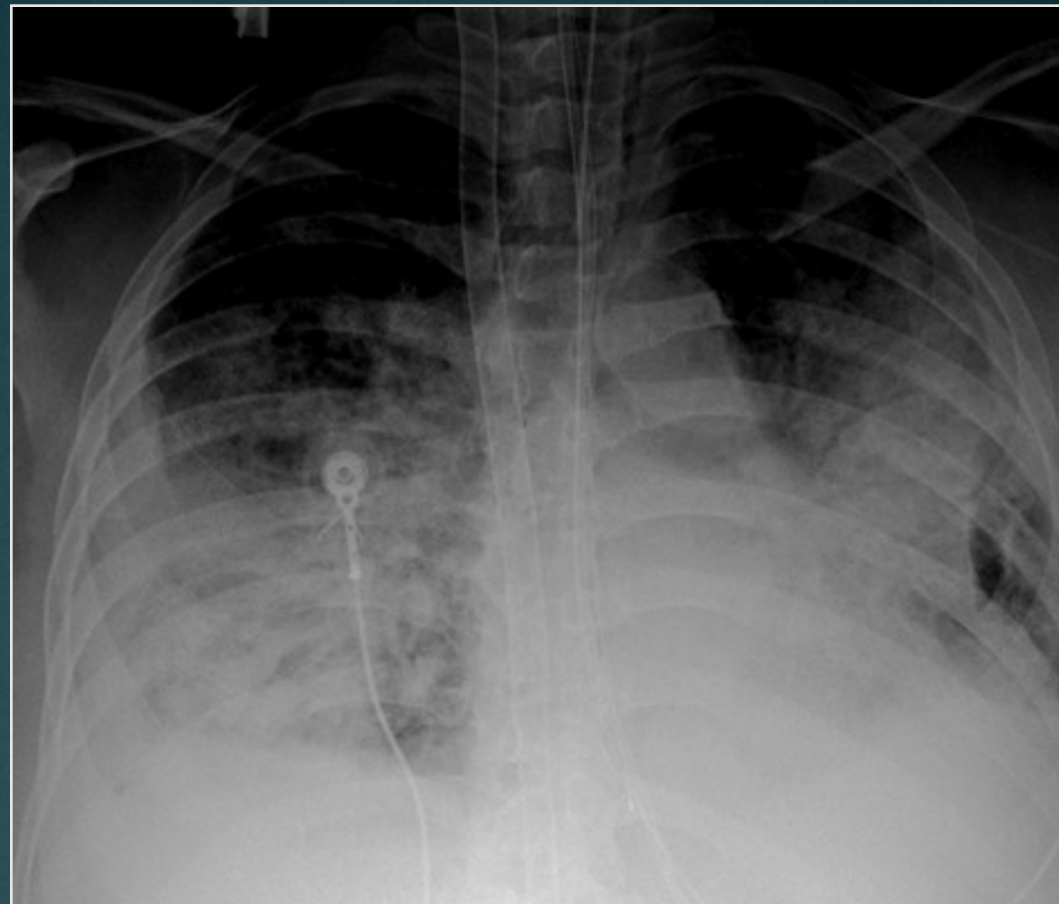
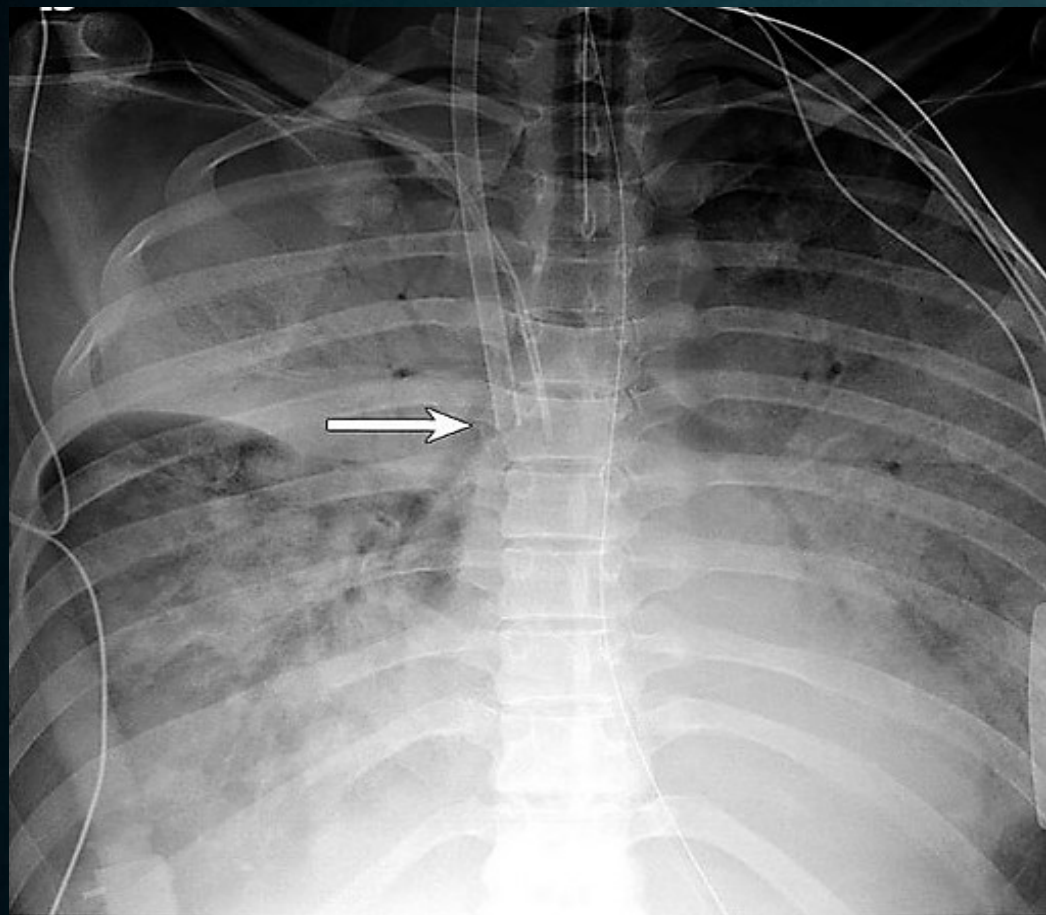
Sepsi/PNX

- Consolidamenti parenchimali polmonari
- Ascessi
- Aree di necrosi
- Empiema
- Fistole bronco-pleuriche
- PNX

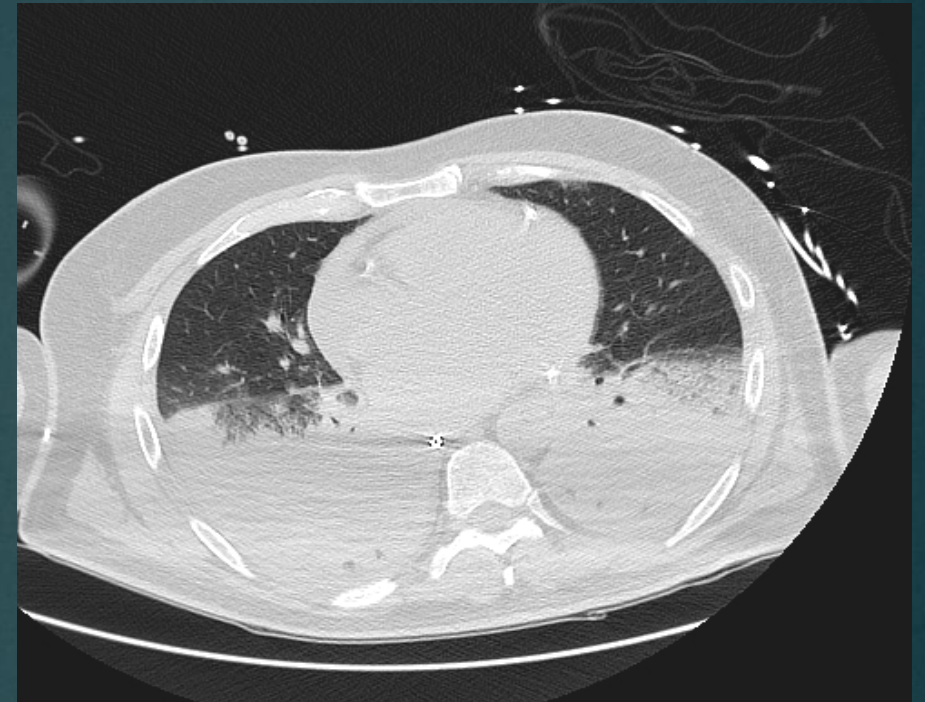
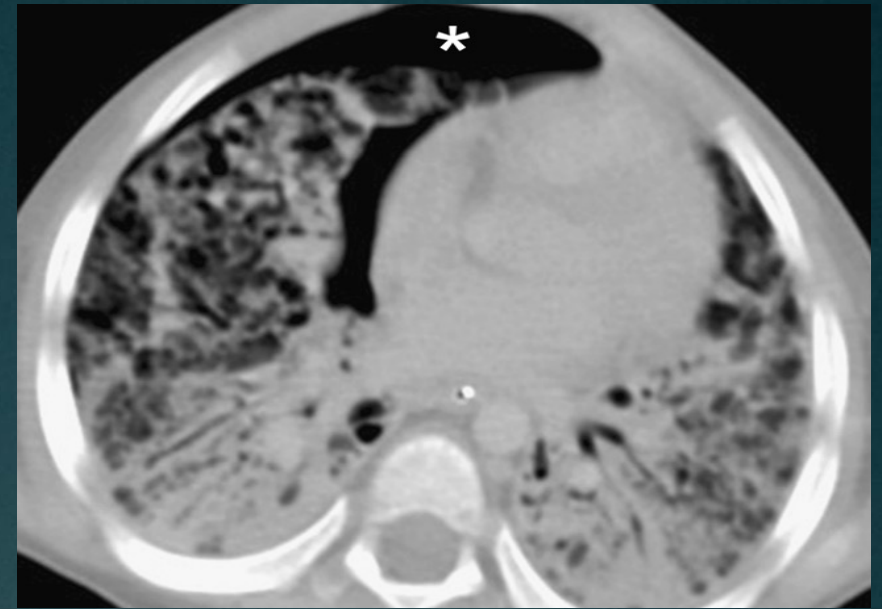
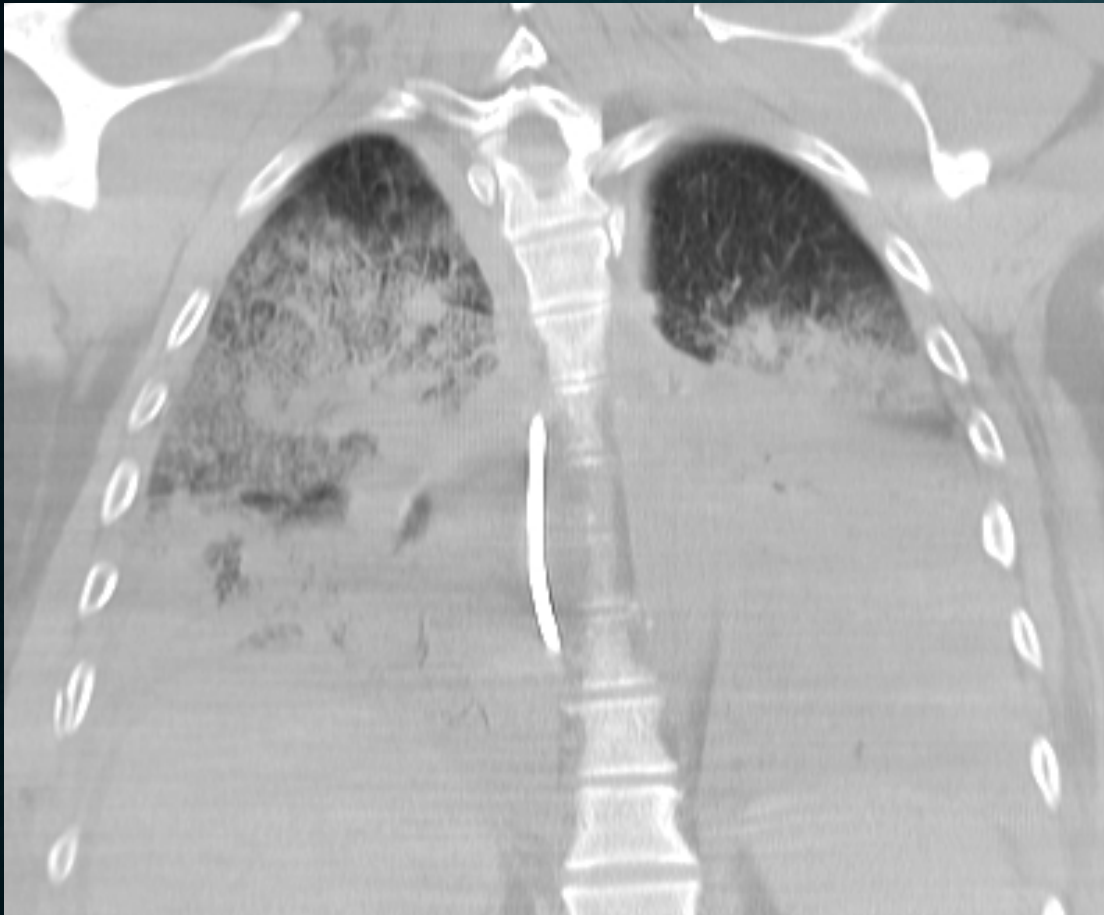
PNX



Sepsi



Sepsi



Quando l'Angio TC?



Come ? Protocollo AngioTC ECMO



L'IMAGING DEL PAZIENTE IN ASSISTENZA: OTTIMIZZAZIONE DELLA TECNICA ANGIO-TC



Relatori: S. Ippolito, M. Petullà
Unità Operativa di Radiologia
Azienda Ospedaliera L. Sacco, Milano 29 Marzo 2017

ECMO Veno-Arterioso : Imaging TC

La conoscenza dei differenti circuiti ECMO e dei cambiamenti emodinamici dovuti alla circolazione extracorporea con influenza sul comportamento del mezzo di contrasto negli esami TC, risulta fondamentale per il corretto planning degli esami e per l'interpretazione delle immagini

Original Paper

Perfusion

Hemodynamic changes in patients with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) demonstrated by contrast-enhanced CT examinations - implications for image acquisition technique

Lukas Lambert,¹ Tomas Grus,² Martin Balik,³ Jaromir Fichtl,² Jan Kavan¹ and Jan Belohlavek⁴

Abstract

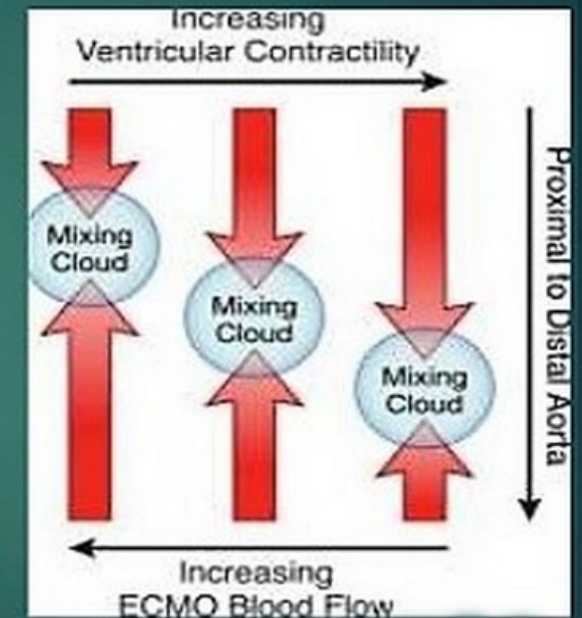
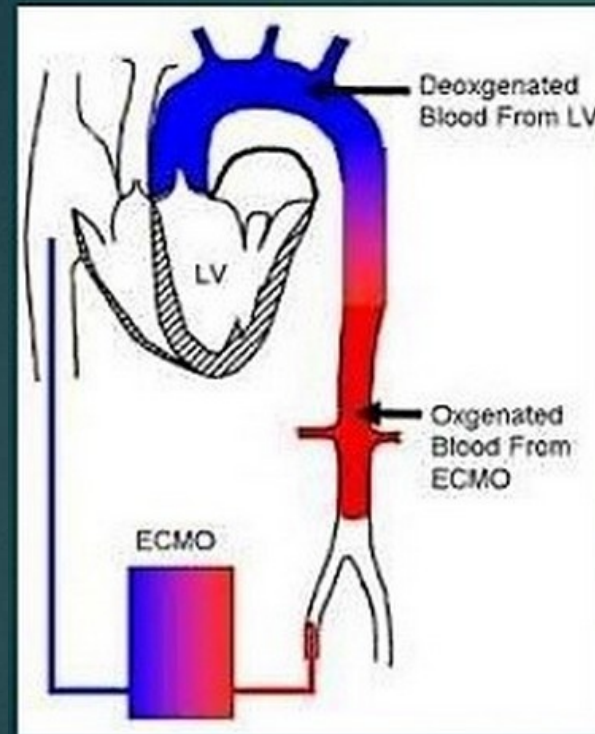
Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is an established tool for respiratory and circulatory support. In computed tomography, altered hemodynamics in ECMO patients requires special considerations and handling in contrast injection and its timing. In this article, we demonstrate changes in hemodynamics in ECMO patients captured on contrast-enhanced CT examinations and pitfalls in strategies for contrast injection in relation to the ECMO flow, cardiac function and the placement of ECMO cannulas. Contrast-enhanced CT of patients with ECMO requires prior knowledge of the ECMO cannulas, central venous lines, changes of hemodynamics induced by low cardiac output and the influence of adjustment of ECMO on blood flow in order to optimize injection of the contrast material and timing of the scan. Special considerations include temporary reduction of the ECMO flow, selection of the injection site and increasing volume or flow rate of the contrast material.

Perfusion
© The Author(s) 2016
Reprints and permissions:
sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/0267659116677308
prf.sagepub.com
SAGE

ECMO Veno-Arterioso : Imaging TC

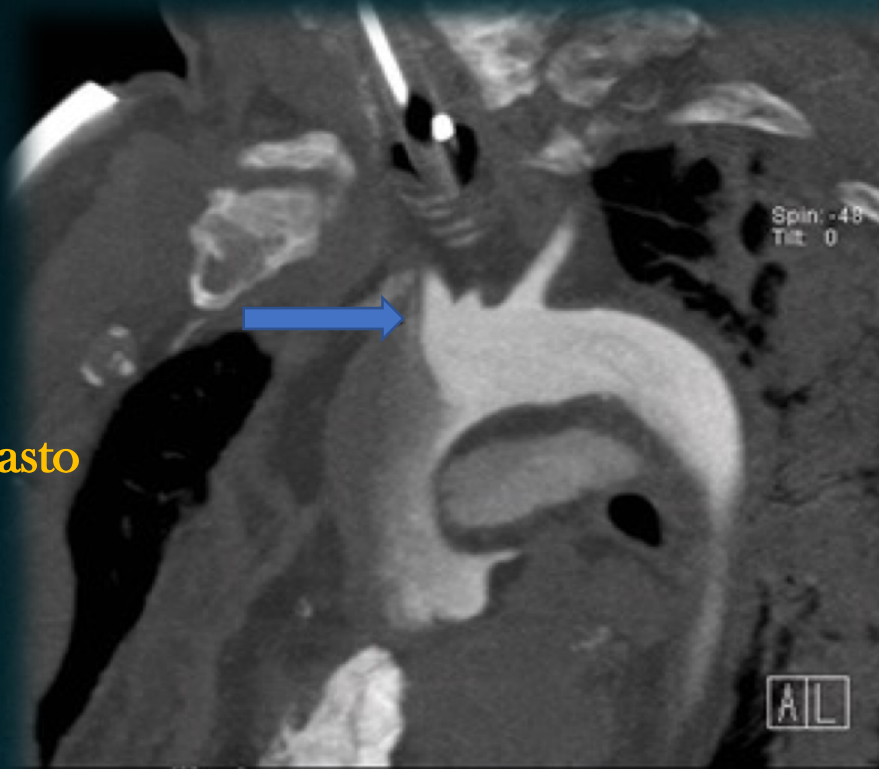
La bassa gittata cardiaca del pz in ECMO e la portata del circuito ECMO determinano “mixing” di sangue in circolo con conseguente diluizione del mezzo di contrasto: zona di competizione ovunque da piano valvolare aortico alla cannula di “inflow”

VA ECMO “Mixing Point”

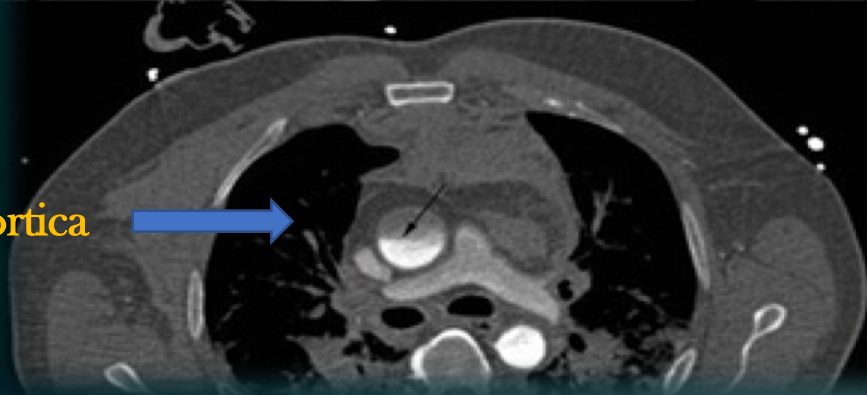


ECMO Veno-Arterioso : Imaging TC

Mixing del contrasto



falsa dissezione aortica



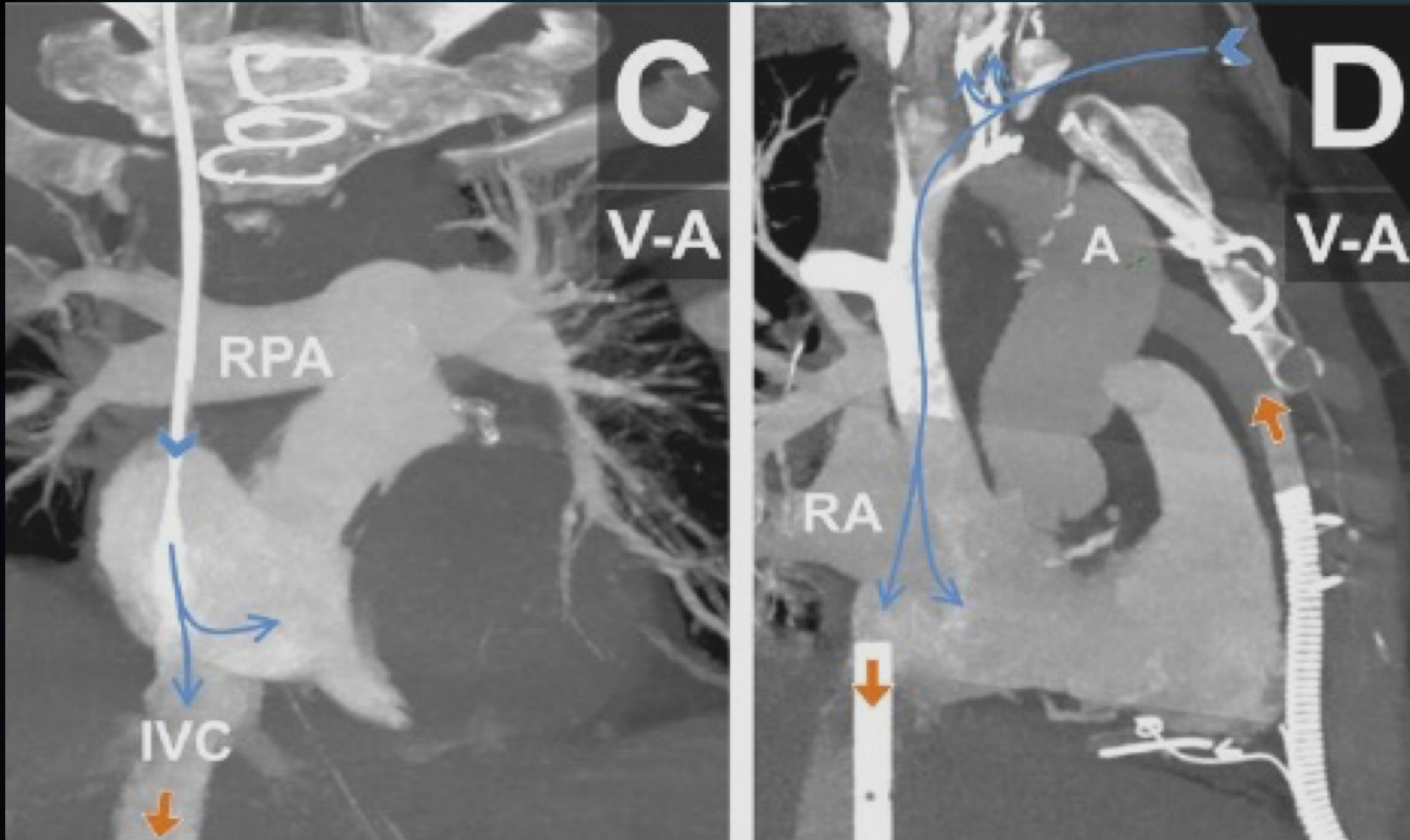
ECMO Veno-Arterioso : Imaging TC

- In caso di severa depressione della funzionalità cardiaca è necessario elevato flusso della pompa del circuito ECMO per mantenere la perfusione sistemica
- MDC sottratto dalla pompa venosa ECMO e reinfuso in circolo per via retrograda in aorta discendente :

FLUSSO MDC RETROGRADO

ECMO Veno-Arterioso : Imaging TC

Doppia direzione di mdc:



Sottrazione
massiva da
cannula
venosa

Scarsa verso
circolo
polmonare
da gc residua

ECMO Veno-Arterioso : Imaging TC

- Se il flusso della pompa ECMO è elevato (4/4,5 l/min):
scarsa opacizzazione di arterie polmonari ed aorta ascendente al
primo passaggio in fase arteriosa da ridotta GC

Fare attenzione alle “imaging pitfalls”

Pictorial Essay | Cardiovascular Imaging

<http://dx.doi.org/10.3348/kjr.2014.15.3.322>

pISSN 1229-6929 · eISSN 2005-8330

Korean J Radiol 2014;15(3):322-329



CrossMark
← click for updates

Korean Journal of Radiology

KJR

Multislice CT Scans in Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation: Emphasis on Hemodynamic Changes and Imaging Pitfalls

Kao-Lang Liu, MD¹, Yu-Feng Wang, MD¹, Yeun-Chung Chang, MD, PhD¹, Shu-Chien Huang, MD, PhD², Shyh-Jye Chen, MD, PhD¹, Yuk-Ming Tsang, MD³, Chin-Chen Chang, MD¹

Departments of ¹Medical Imaging and ²Surgery, National Taiwan University Hospital, National Taiwan University College of Medicine, Taipei 100, Taiwan; ³Department of Medical Imaging, Far Eastern Memorial Hospital, New Taipei City 220, Taiwan

This pictorial review provides the principles of extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) support and associated CT imaging features with emphasis on the hemodynamic changes and possible imaging pitfalls encountered. It is important that radiologists in ECMO centers apply well-designed imaging protocols and familiarize themselves with post-contrast CT imaging findings in patients on ECMO.

Index terms: Extracorporeal membrane oxygenation; CT; Cardiopulmonary bypass



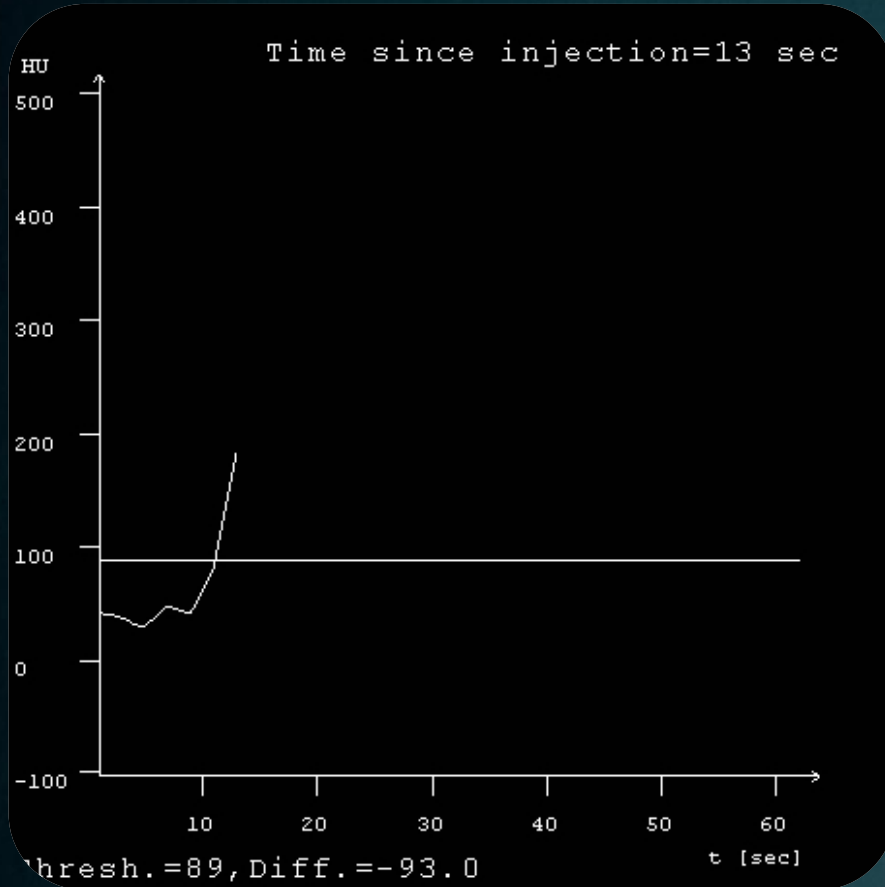
Paziente non in ECMO: Imaging TC



Cinetica enhancement mdc : 15-18 sec per studio arterie polmonari

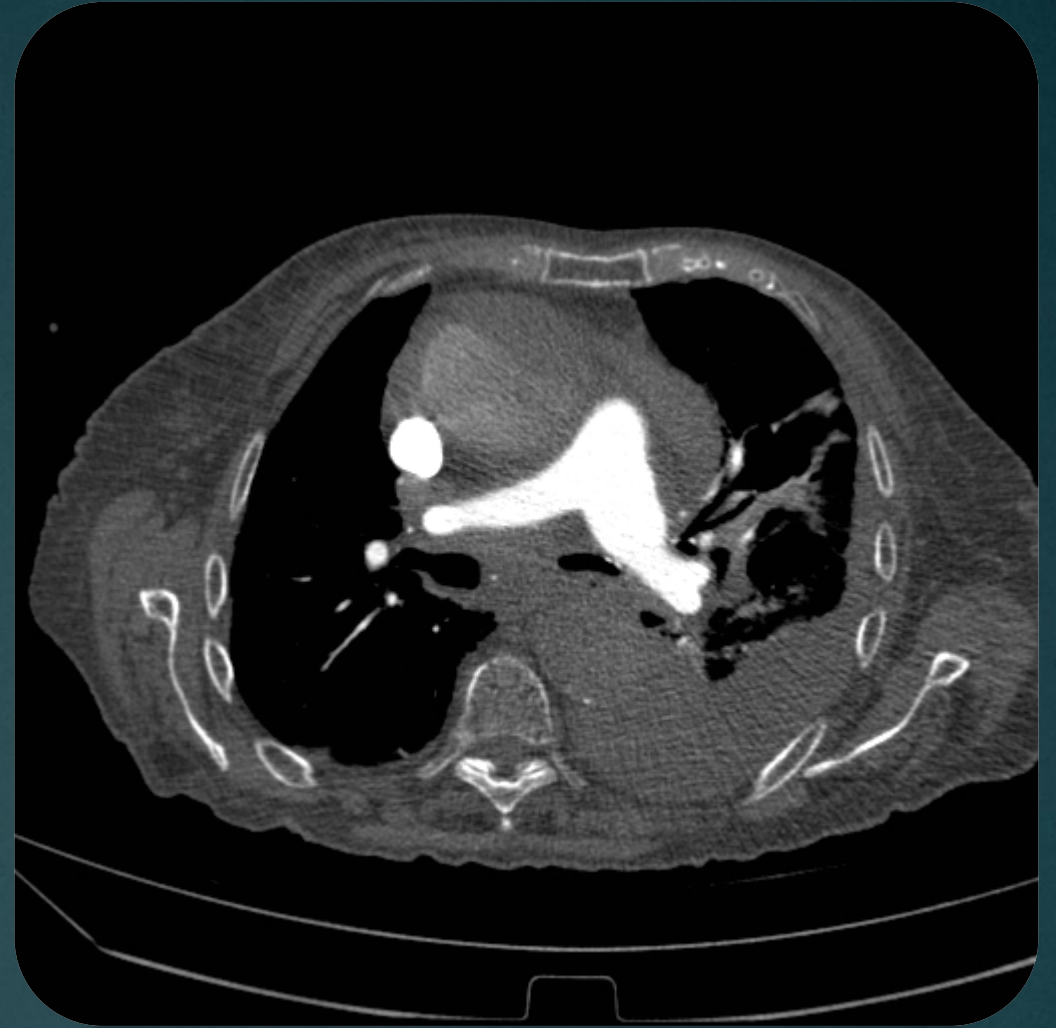
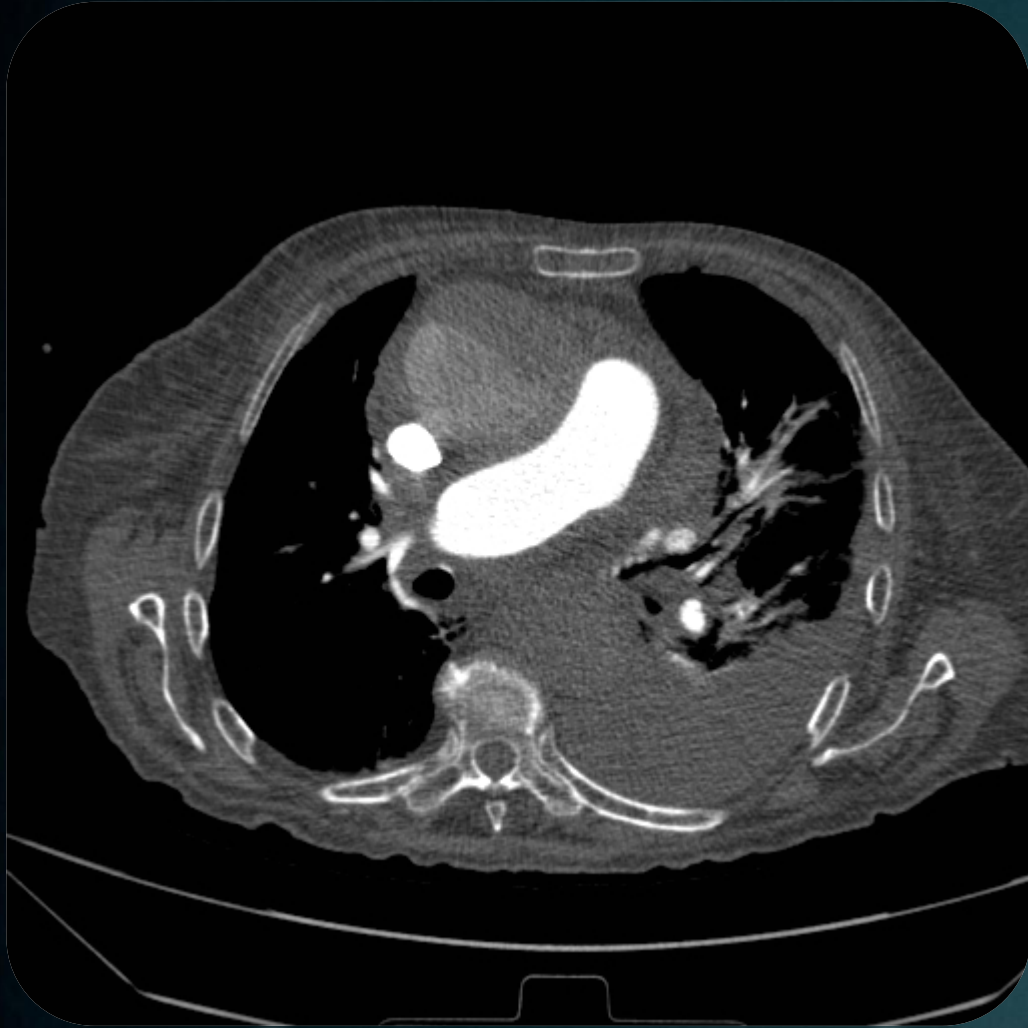
Paziente non in ECMO: Imaging TC

ACC IN SOSPETTA TEP MA INVECE POST DISSECAZIONE



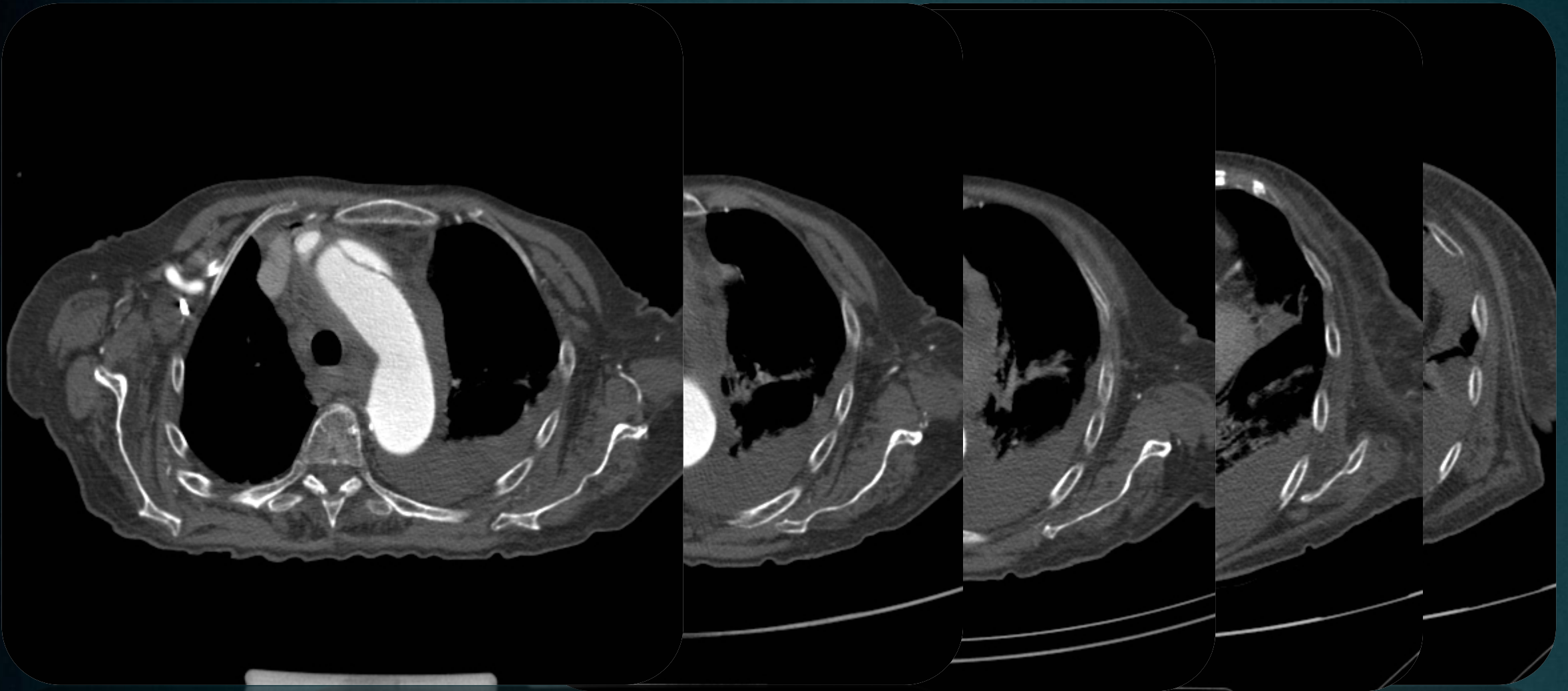
Scan delay per TEP: 18 sec; per AORTA: 25-30 sec con ROI in arteria polmonare

Paziente non in ECMO: Imaging TC



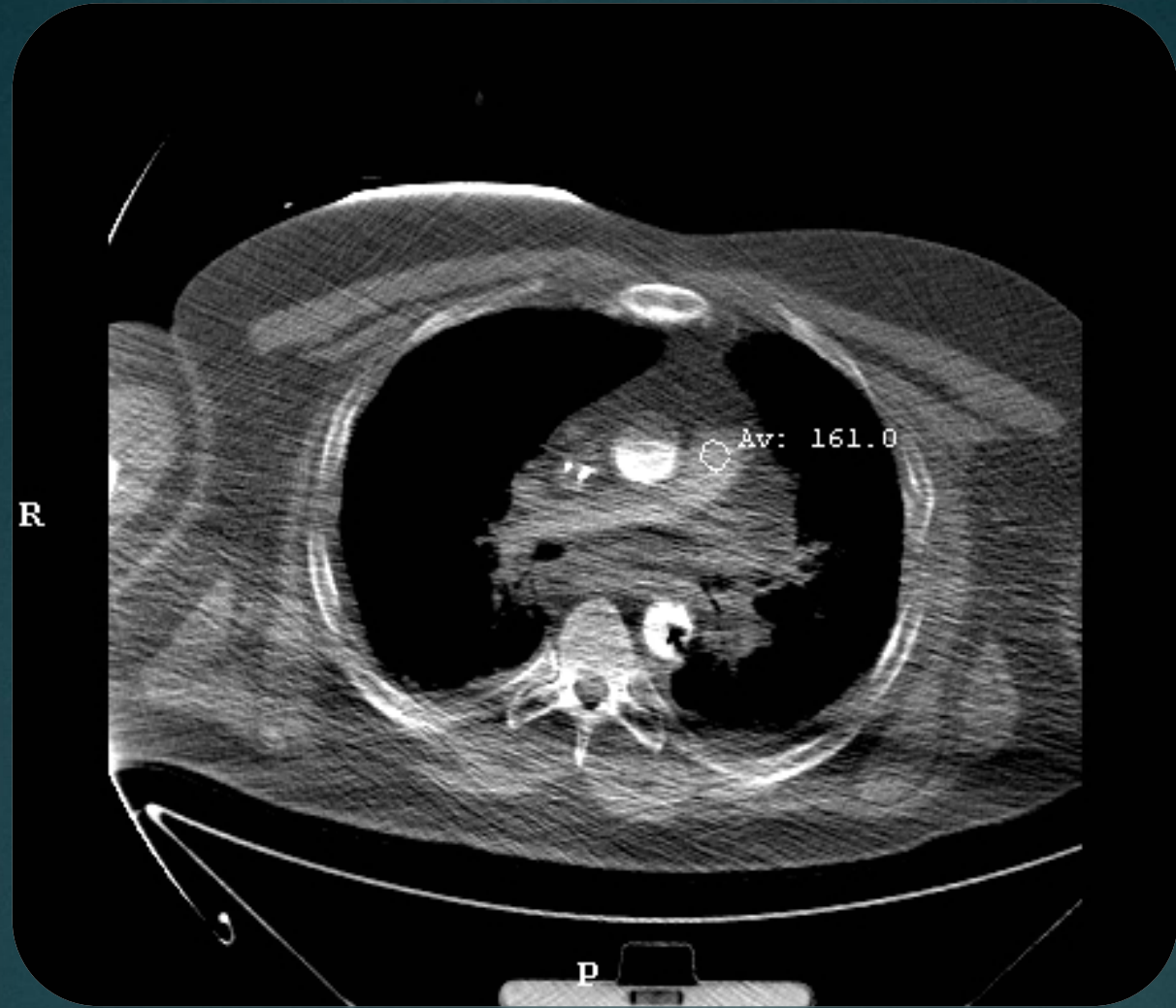
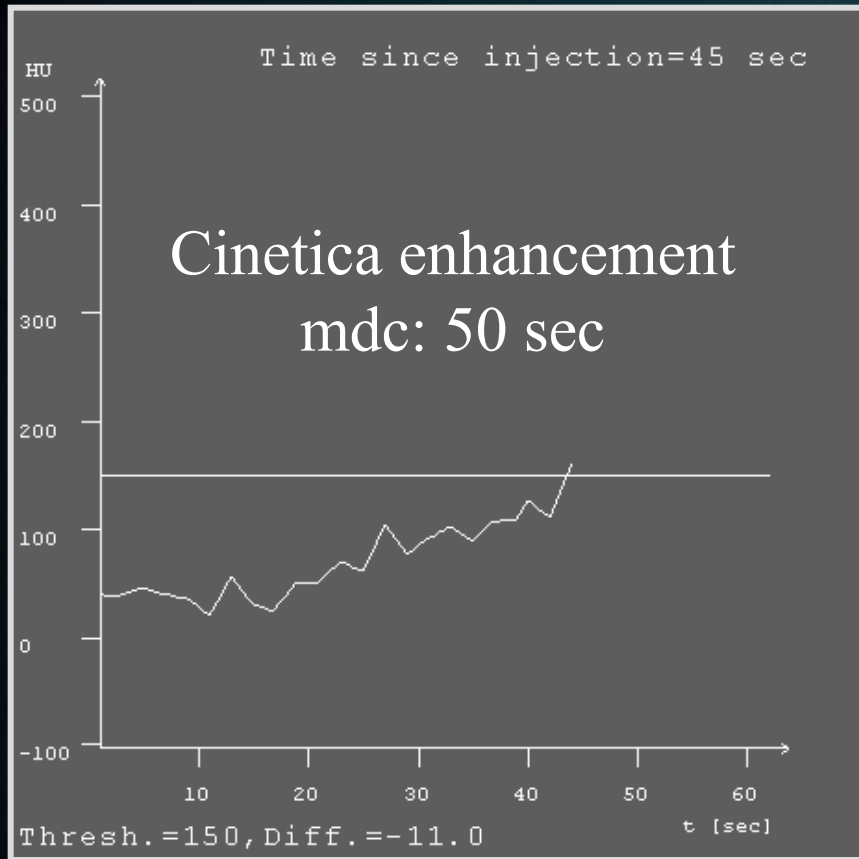
Scan delay: 18 sec

Paziente non in ECMO: Imaging TC

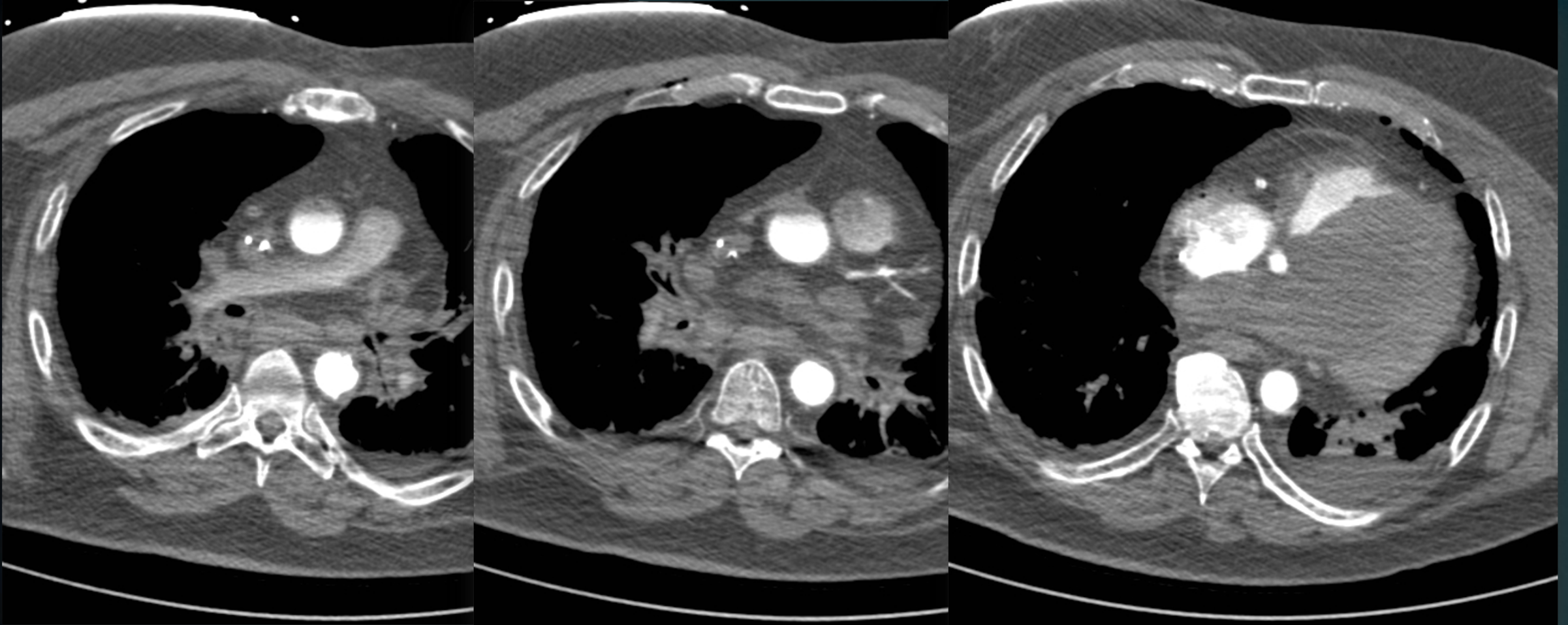


Aorta: 25-30 sec

Paziente in ECMO: Imaging TC



Paziente in ECMO: Imaging TC



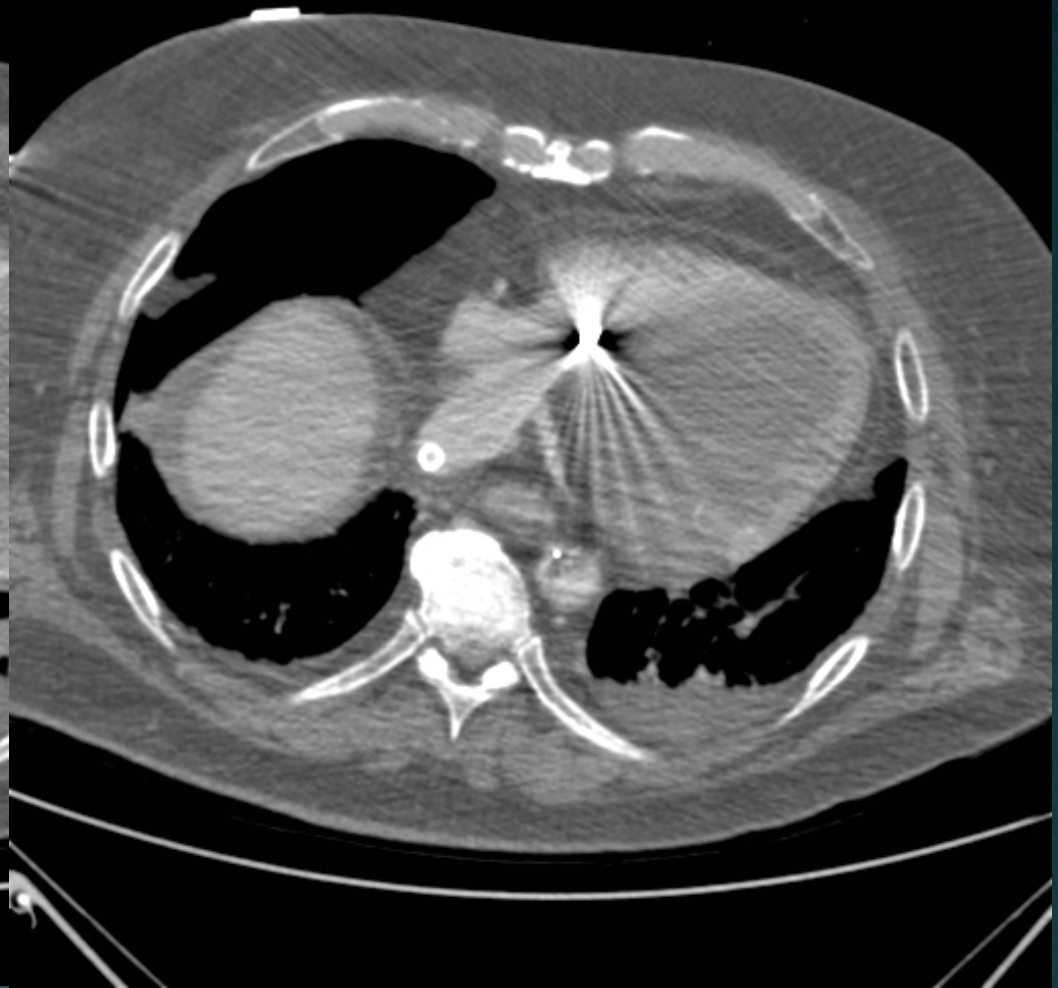
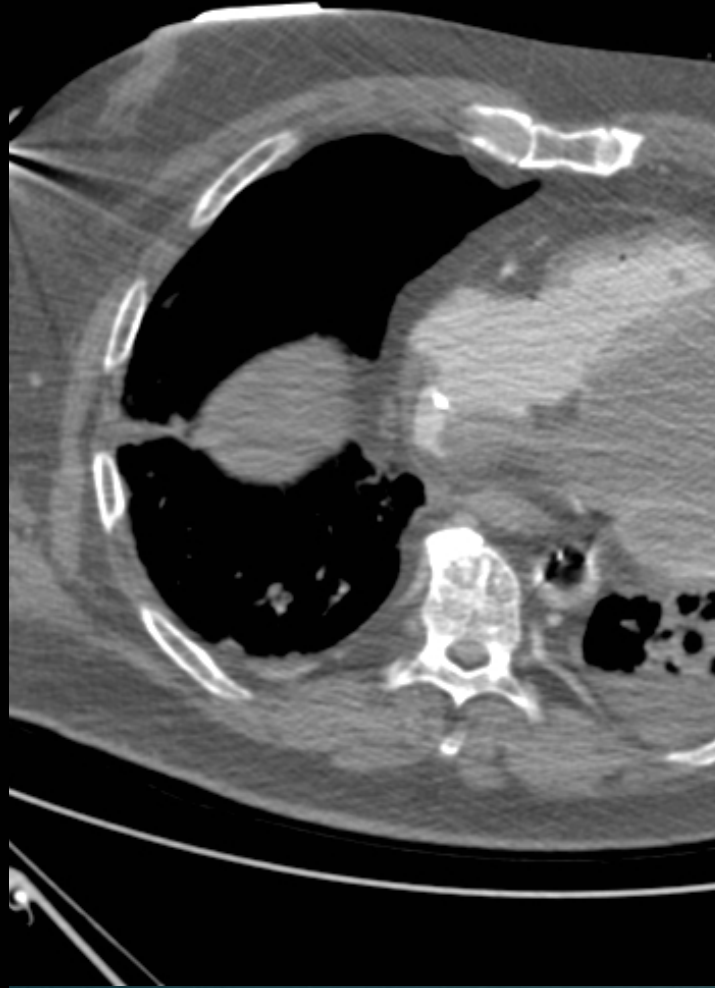
Cinetica enhancement mdc: 50 sec
Immagine di "layering"

Paziente in ECMO: Imaging TC



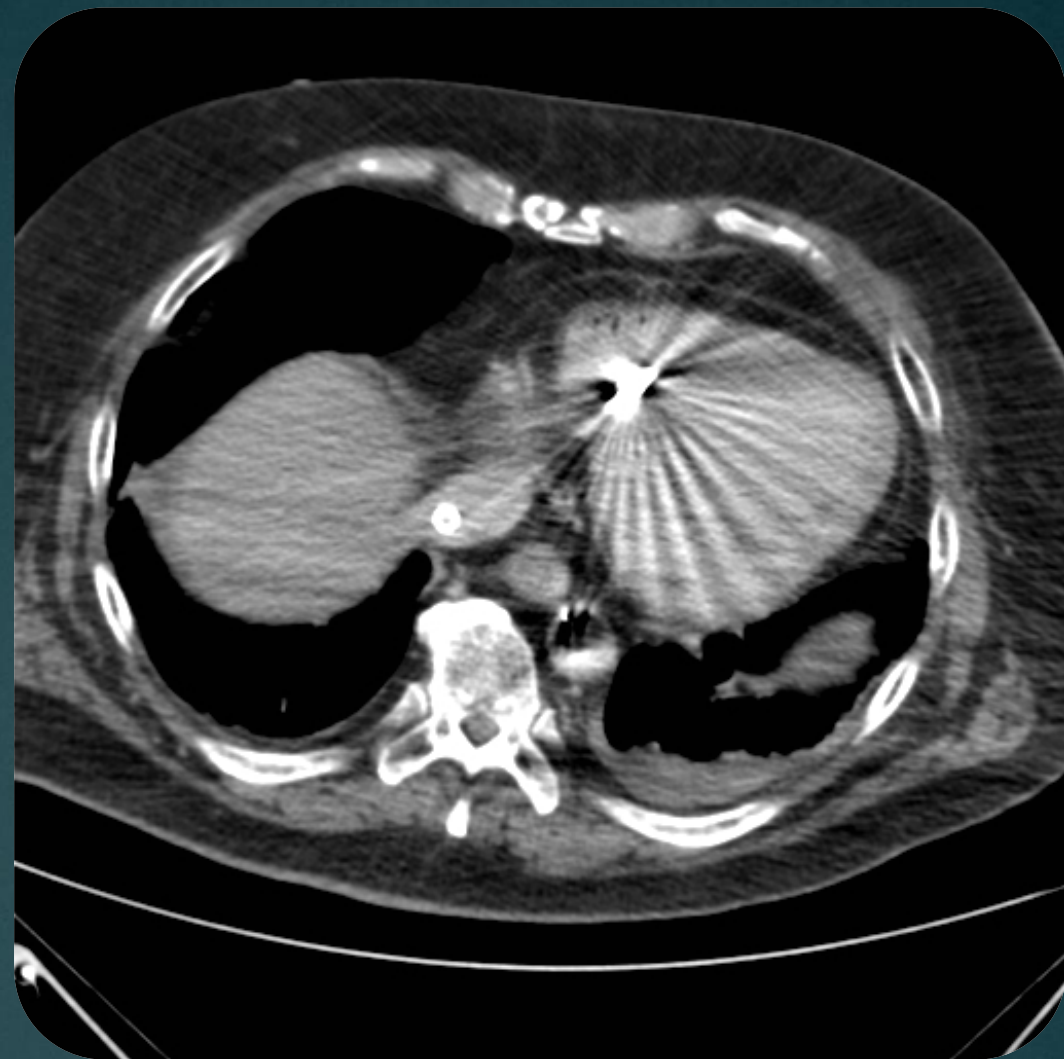
Cinetica enhancement mdc: 90-120 sec

Paziente in ECMO: Imaging TC



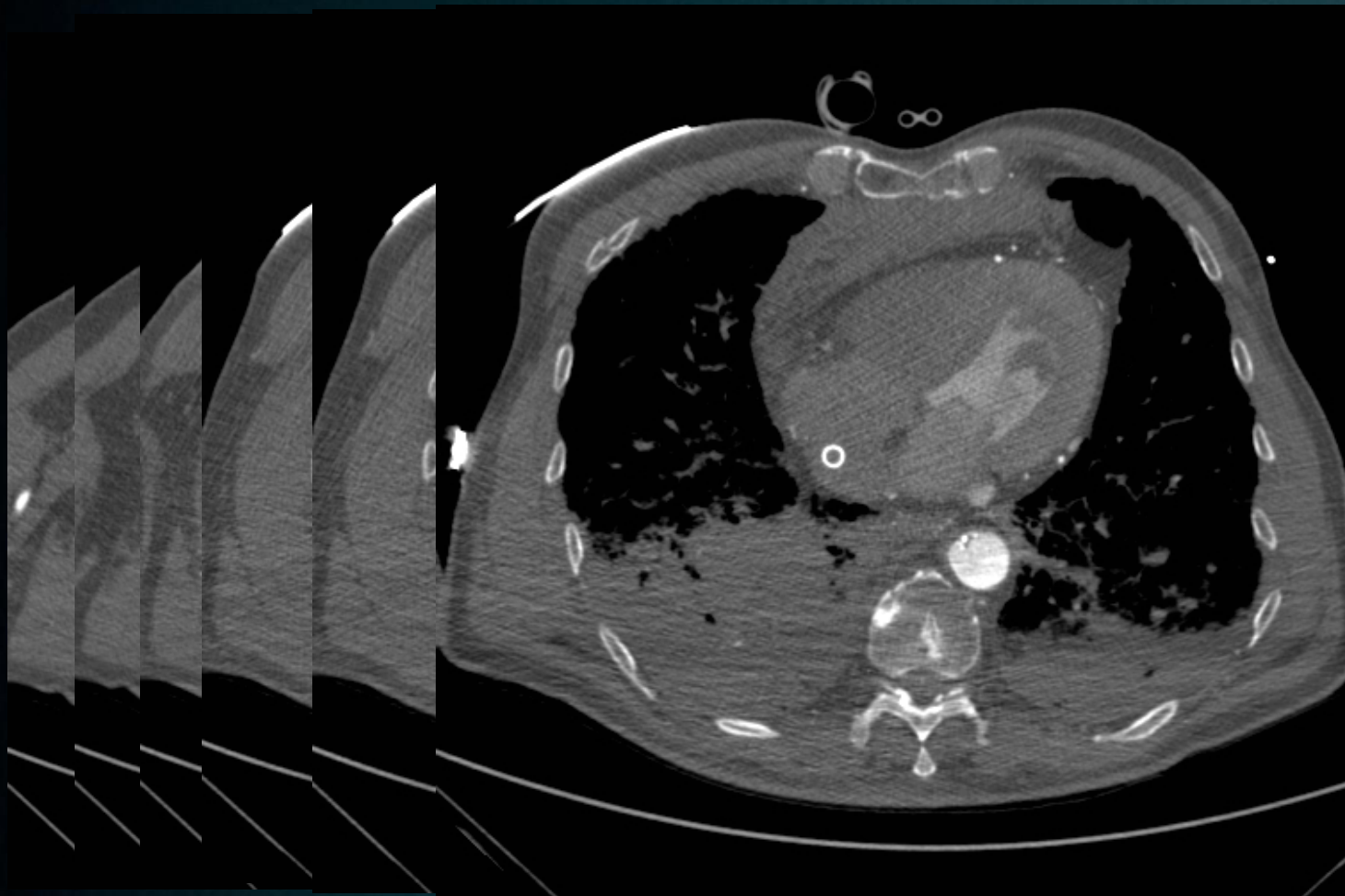
Cinetica enhancement mdc: 90-120 sec

Paziente in ECMO: Imaging TC



Cinetica enhancement mdc: 300 sec

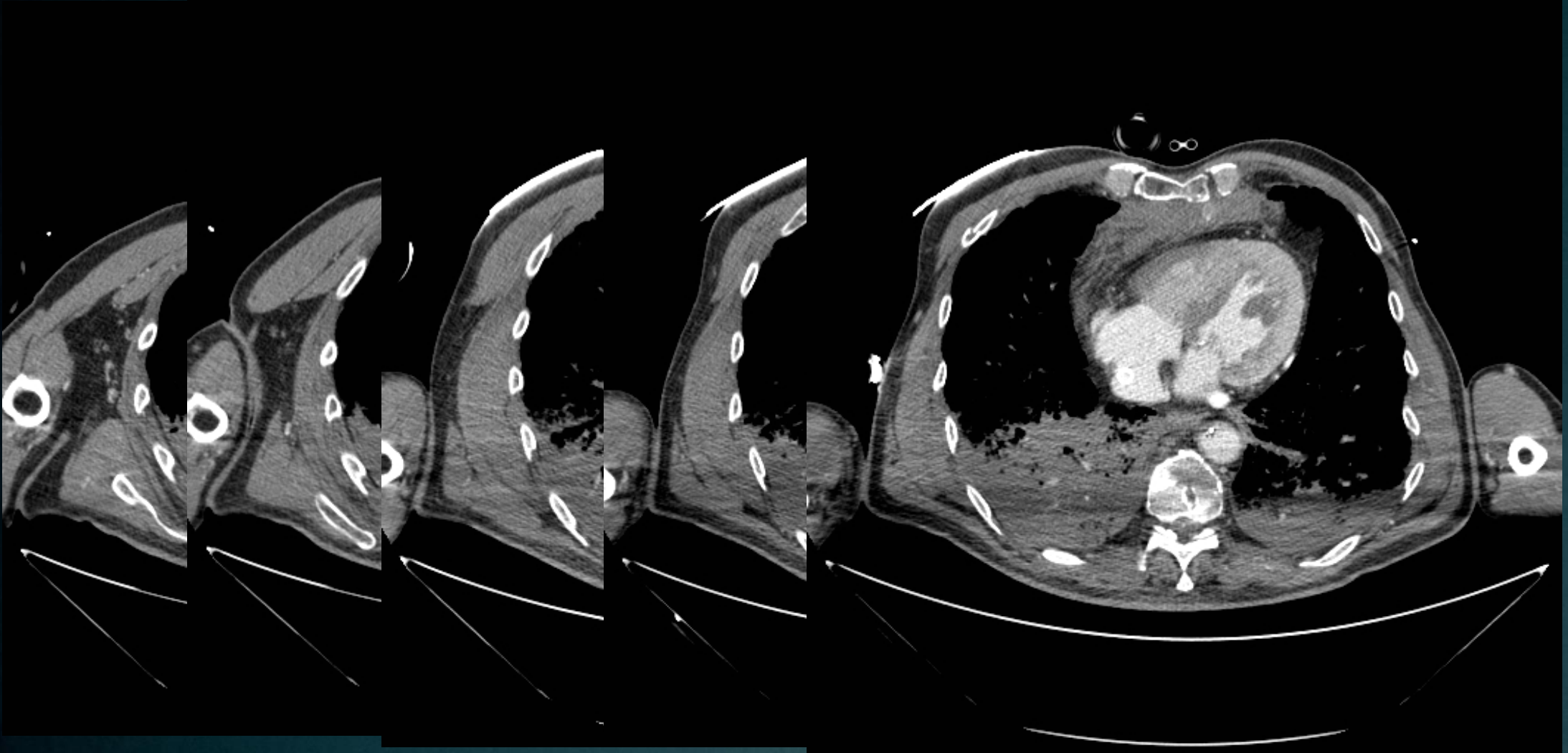
EcMO veno-arterioso: Imaging TC



ACC refrattario post IMA:

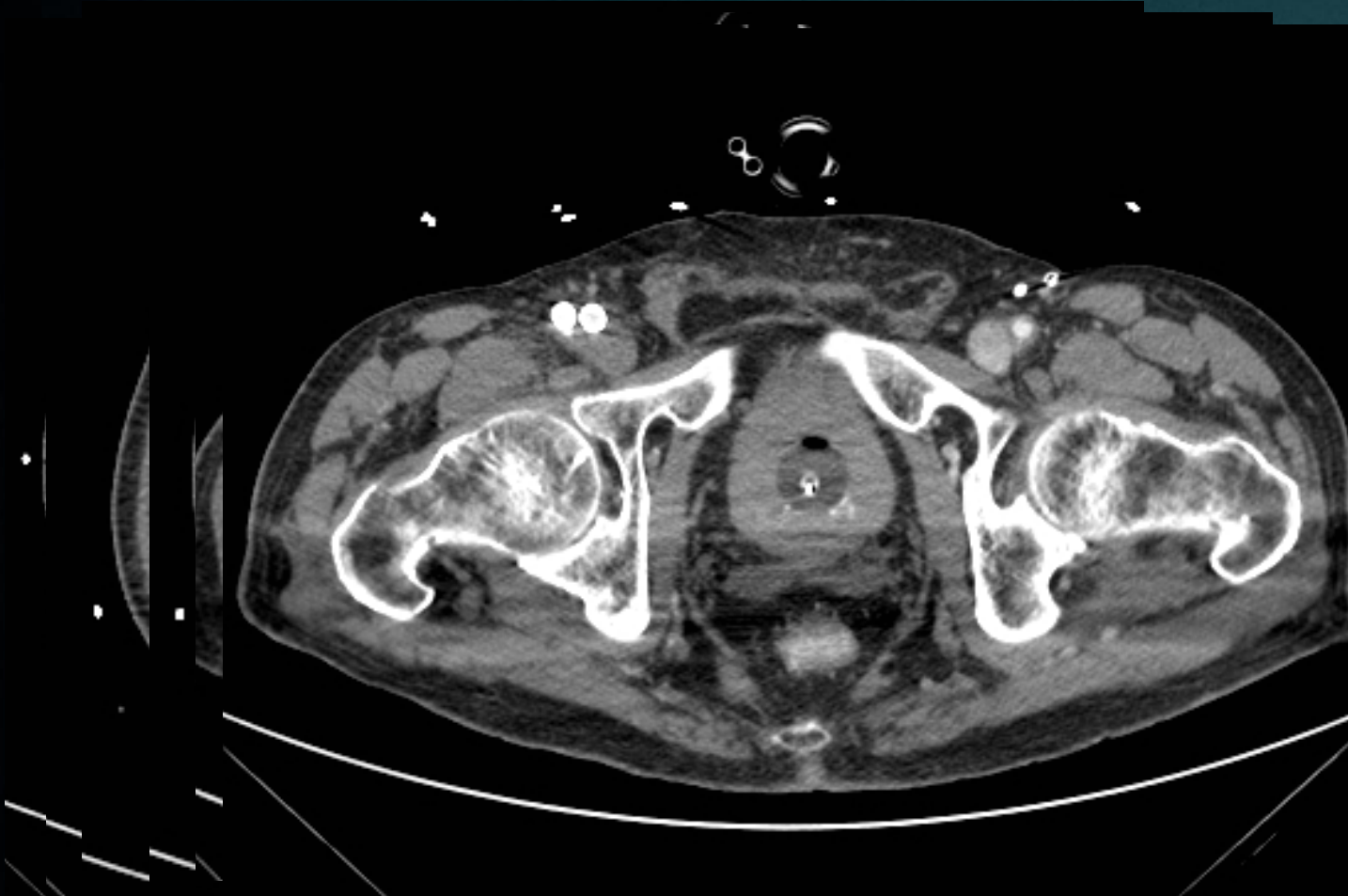
immagine di livello aortico, falsa dissecazione in fase arteriosa

EcMO veno-arterioso: Imaging TC



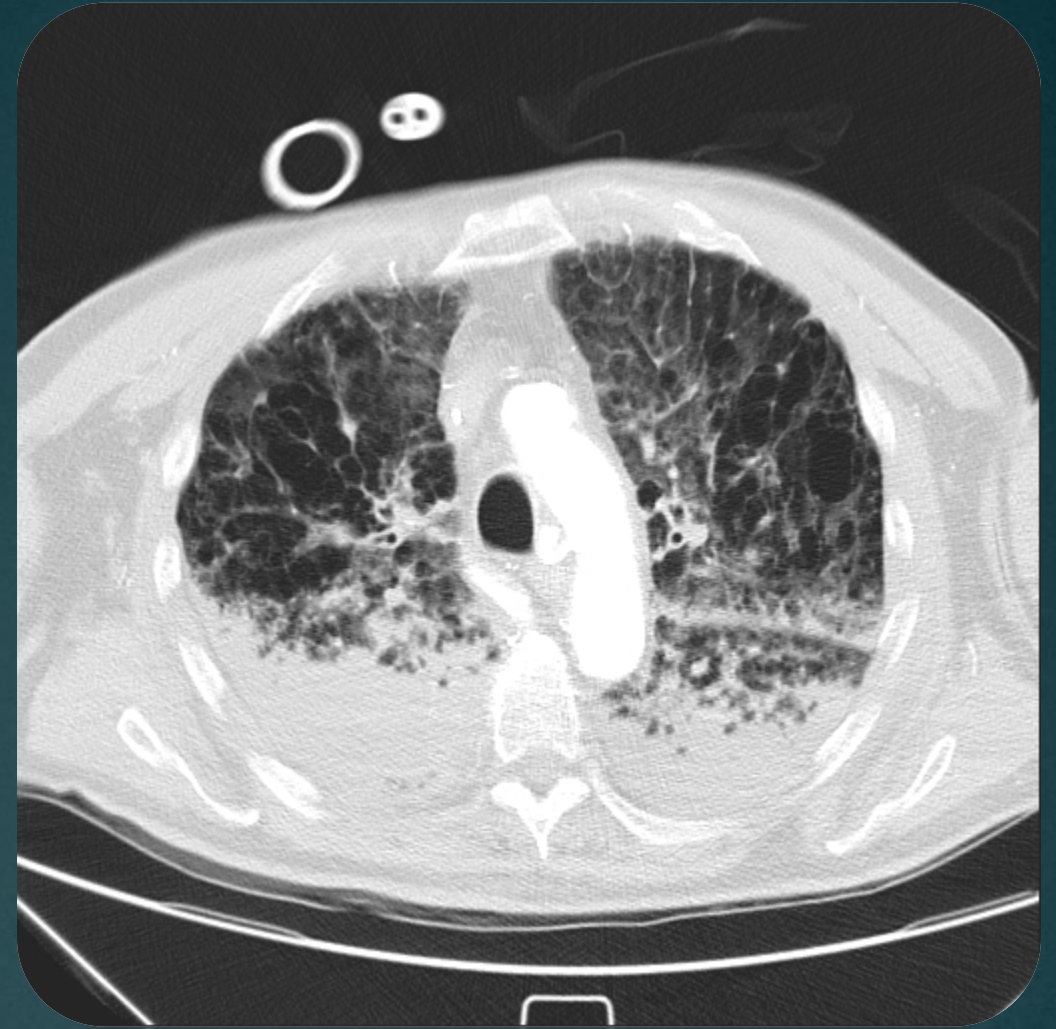
ACC refrattario post IMA:
regolare opacizzazione in fase tardiva venosa

EcMO veno-arterioso: Imaging TC

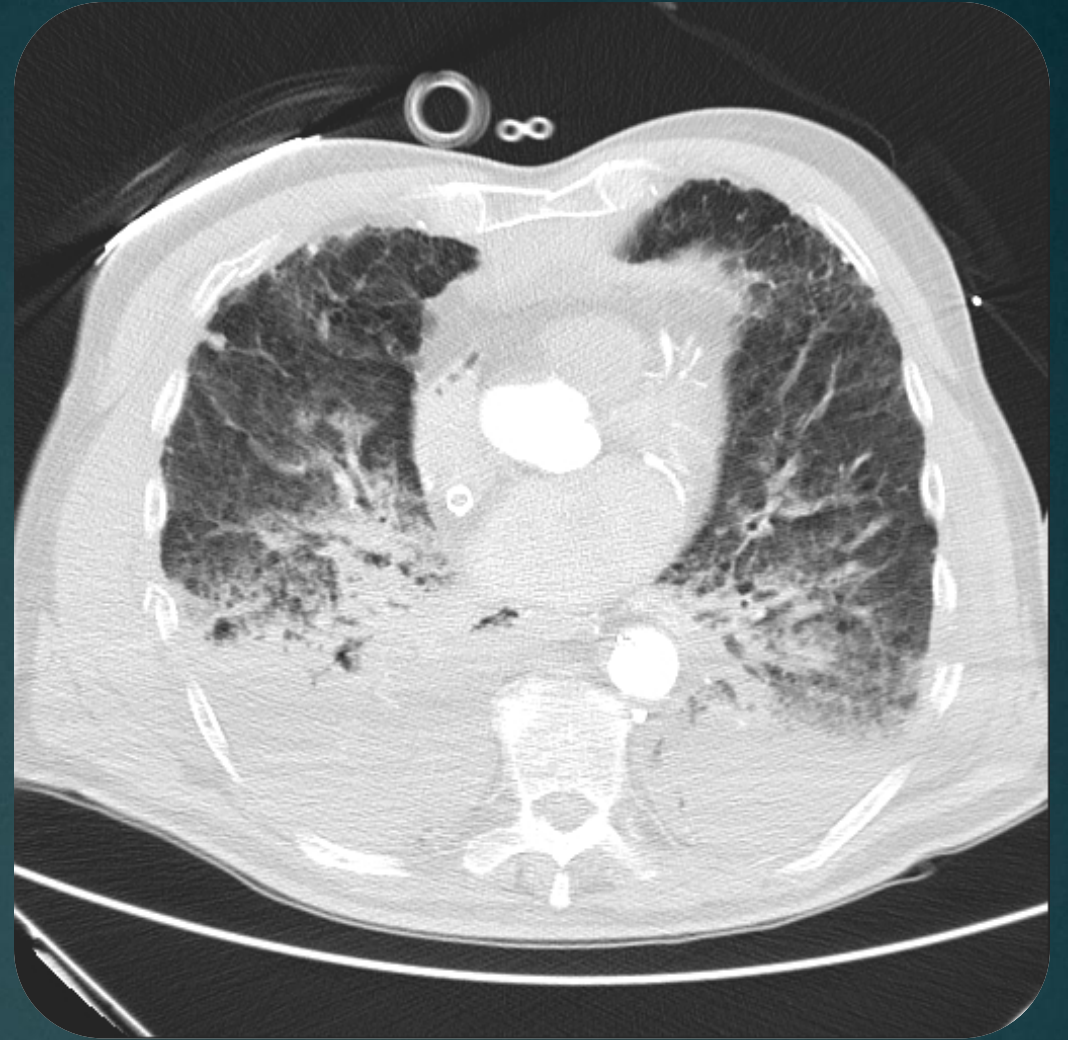
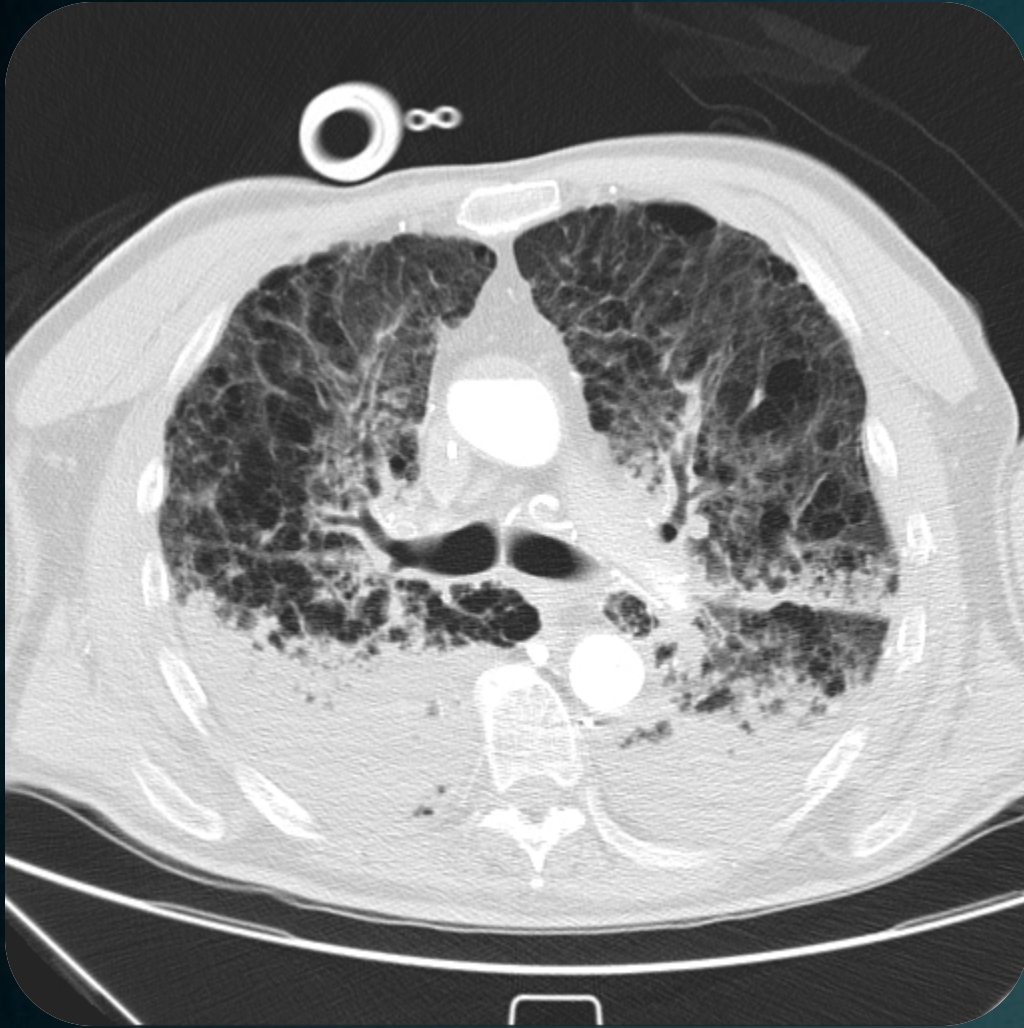


ACC refrattario post IMA:
regolare opacizzazione in fase tardiva venosa





ACC refrattario post IMA: sepsi



ACC refrattario post IMA: sepsi



ACC refrattario post IMA: ematoma mediastinico

KEY POINTS

- Scan delay ottimale per studio arterioso aortico e polmonare a flusso elevato del circuito esterno: 90-120 sec (fase venosa) per evitare i pitfalls
- **In alternativa:** riduzione flusso pompa ECMO a 500 cc/min per 15-25 sec, sfruttando il flusso nativo in quei pz che mantengono una gittata residua, con utilizzo del bolus tracking
- Oppure: spegnere il circuito ECMO per la durata dell'esame corrispondenti a 15-20 sec per TC 64 slice
- Aumentare il volume e il flusso dell'mdc iniettato (120 ml a 4/5 ml/sec) con accesso venoso centrale, distante dalla cannula di drenaggio venosa del circuito o direttamente nella cannula arteriosa

EcMO veno-arterioso: Imaging TC

ANNO	IMAGING TRADIZIONALE ESCLUSIVO	TC ENCEFALO *	TC TORACO ADDOME SENZA MDC*	TC TORACO ADDOME CON MDC*	TOTALE PAZIENTI ACC E SC
2014	7	2			9
2015	3	3	1	2	9
2016	13	8		4	25
2017	1	2			3
TOT	24	15	1	7	47

* Pz che hanno effettuato anche imaging tradizionale

CASISTICA



Edema diffuso postanossico

ACC post IMA

CASISTICA



Edema diffuso postanossico



ACC post IMA

CASISTICA



Emorragia tetra-ventricolare



ACC post IMA

CASISTICA



Emorragia tetraentricolare



ACC post IMA

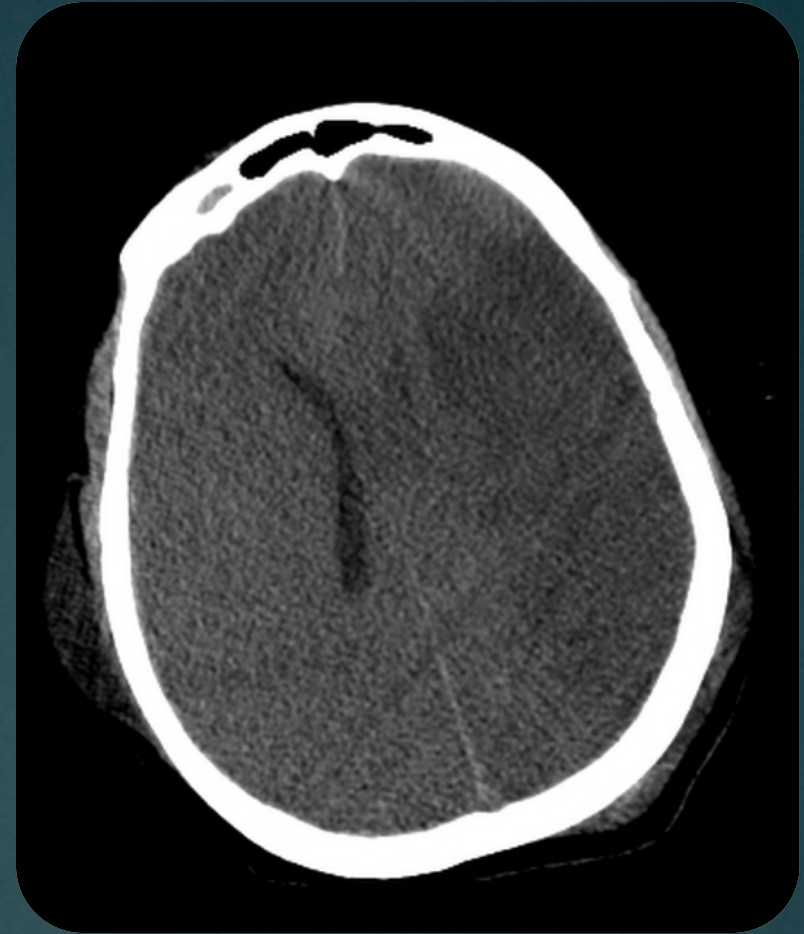
Shock Cardiogeno in Miocardite acuta virale



Stroke con area ischemica in territorio a. cerebrale media

Shock Cardiogeno in Miocardite acuta virale

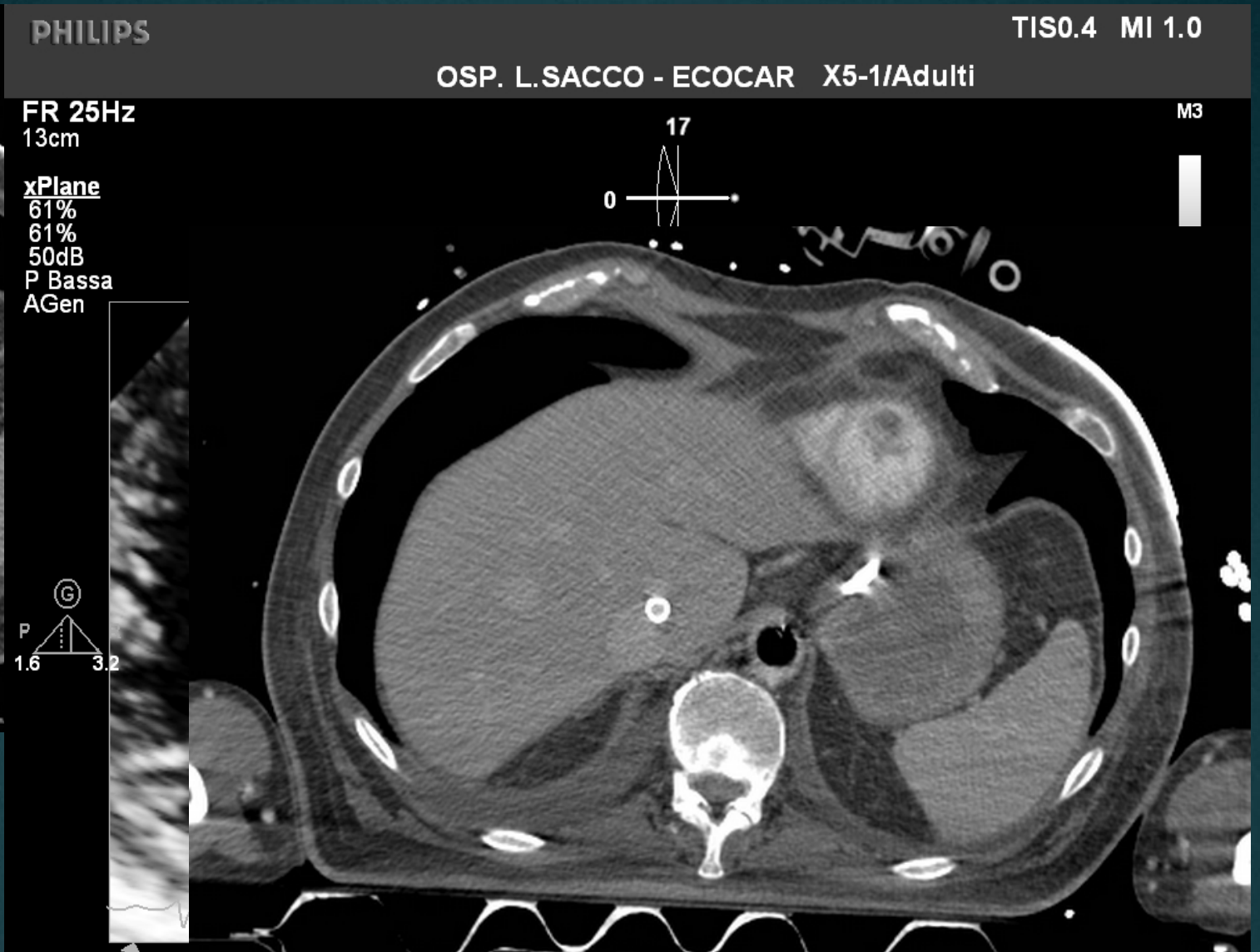
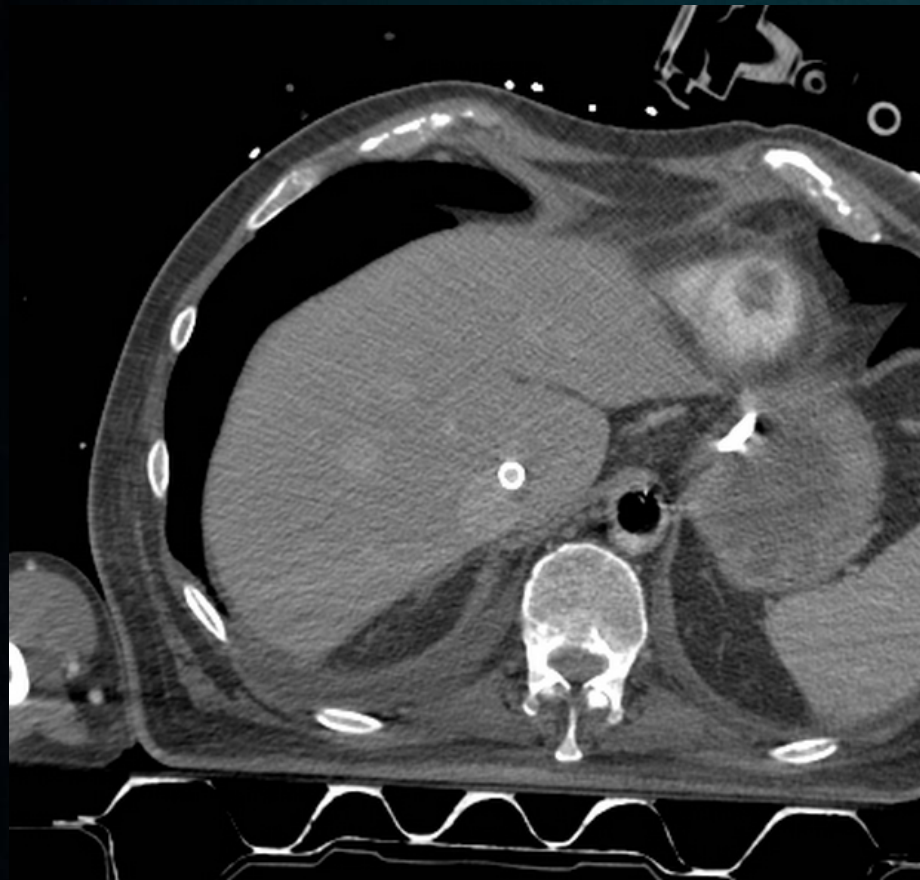
CASISTICA



Stroke con area ischemica in territorio a. cerebrale media

Shock Cardiogeno in IMA

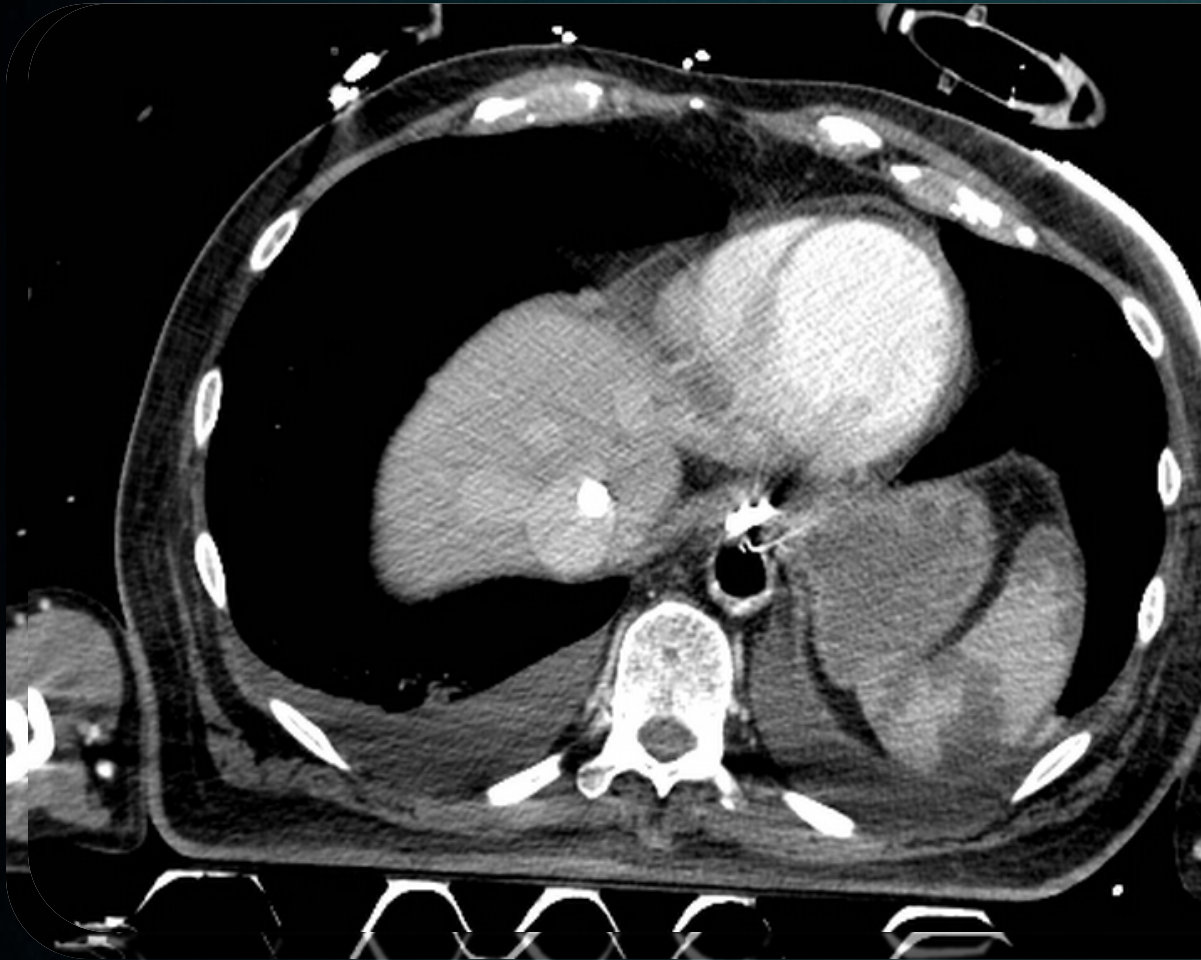
CASISTICA



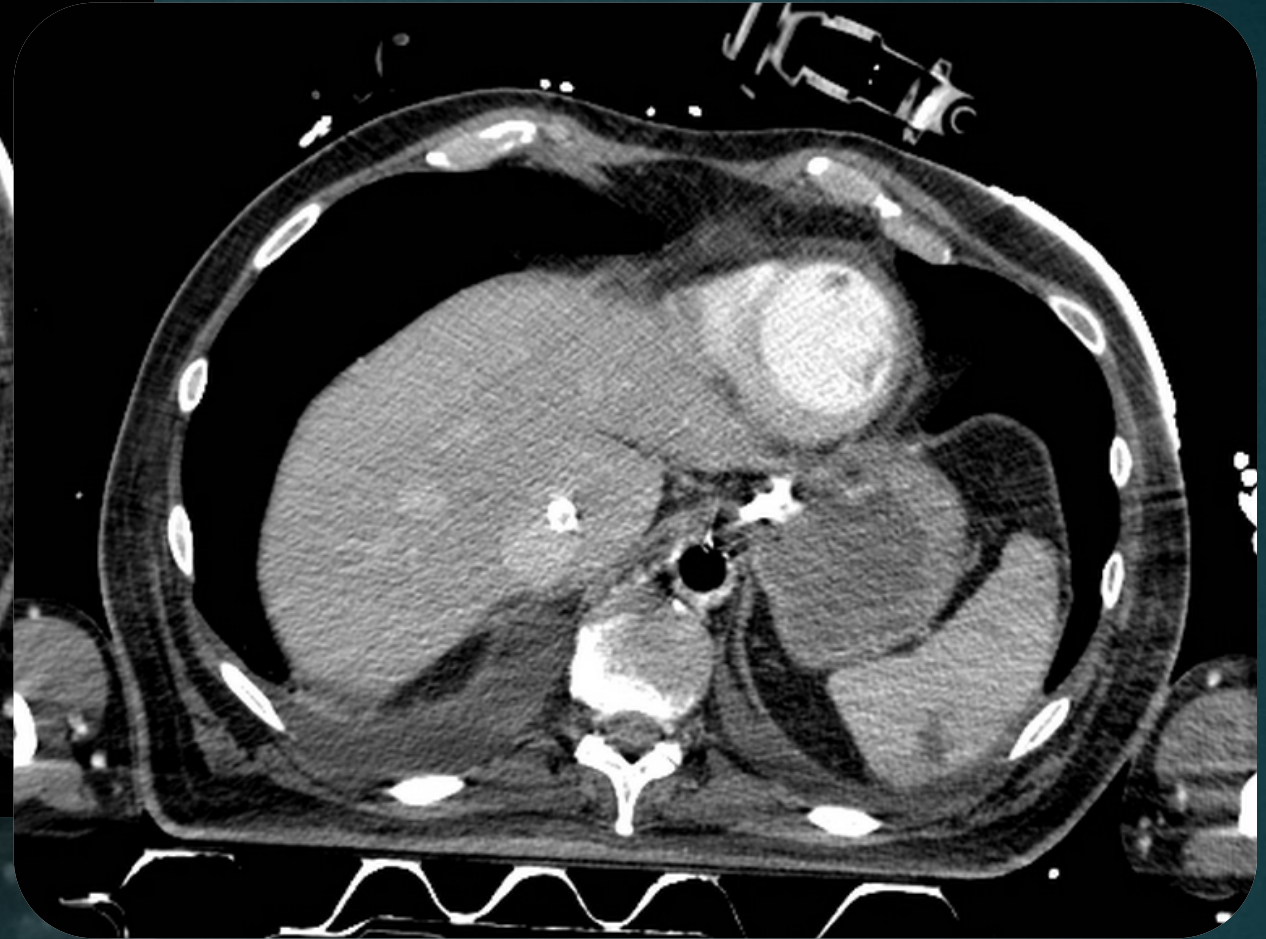
Trombosi in apice cuore

Shock Cardiogeno in IMA

CASISTICA

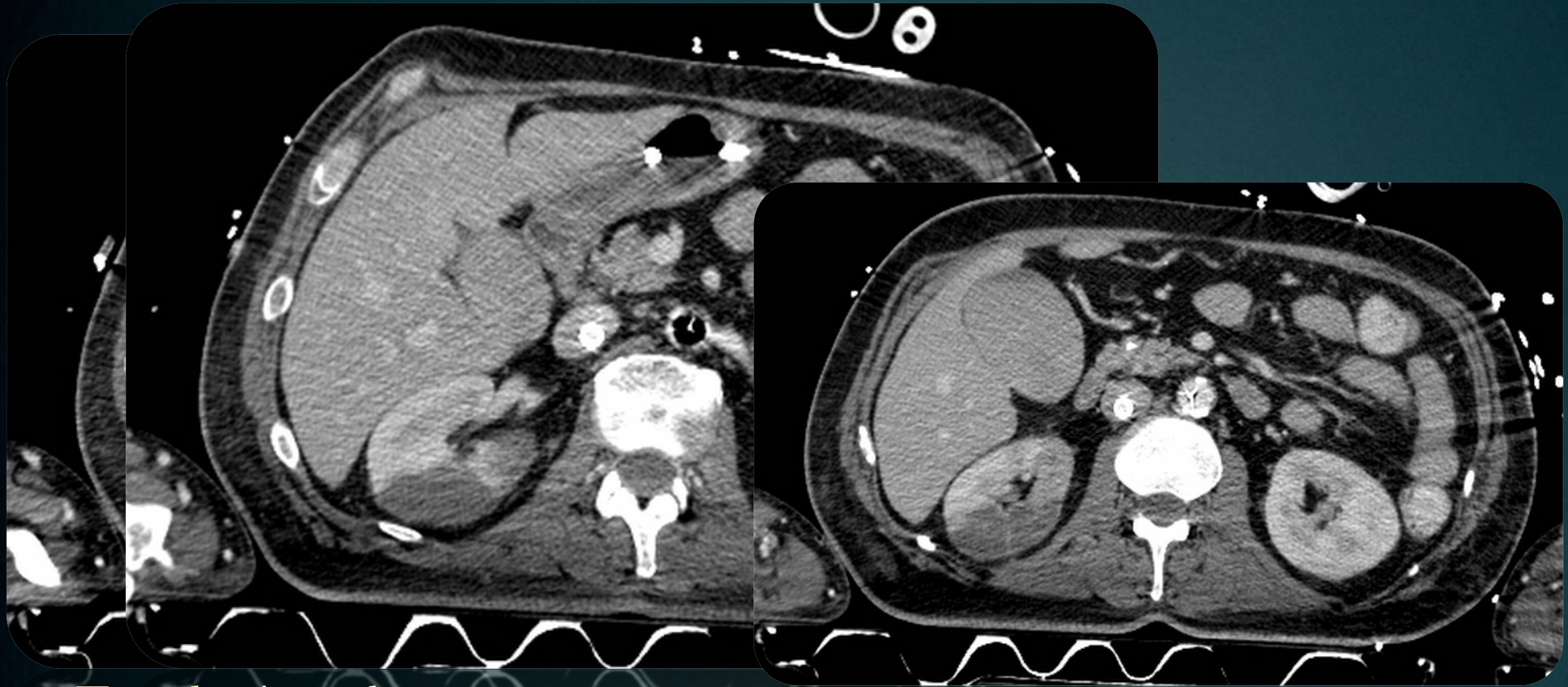


Trombosi splenica



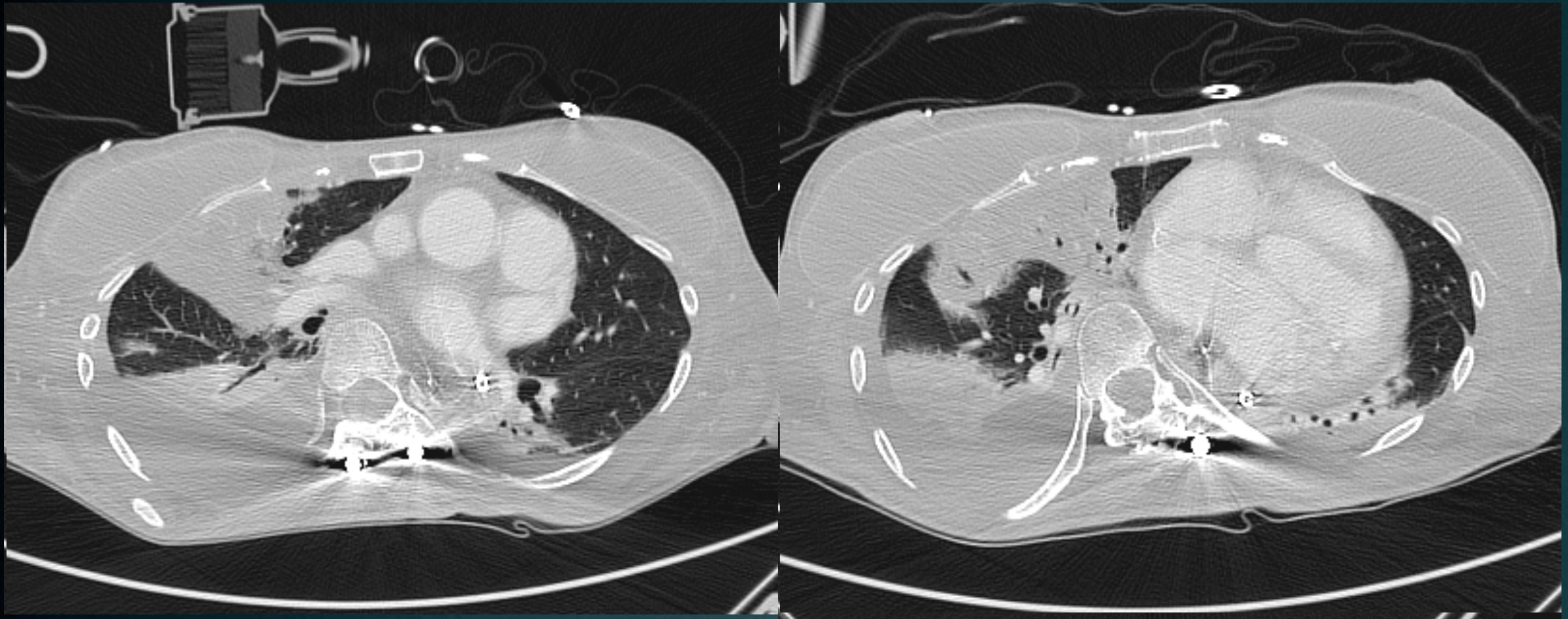
Shock Cardiogeno in IMA

CASISTICA



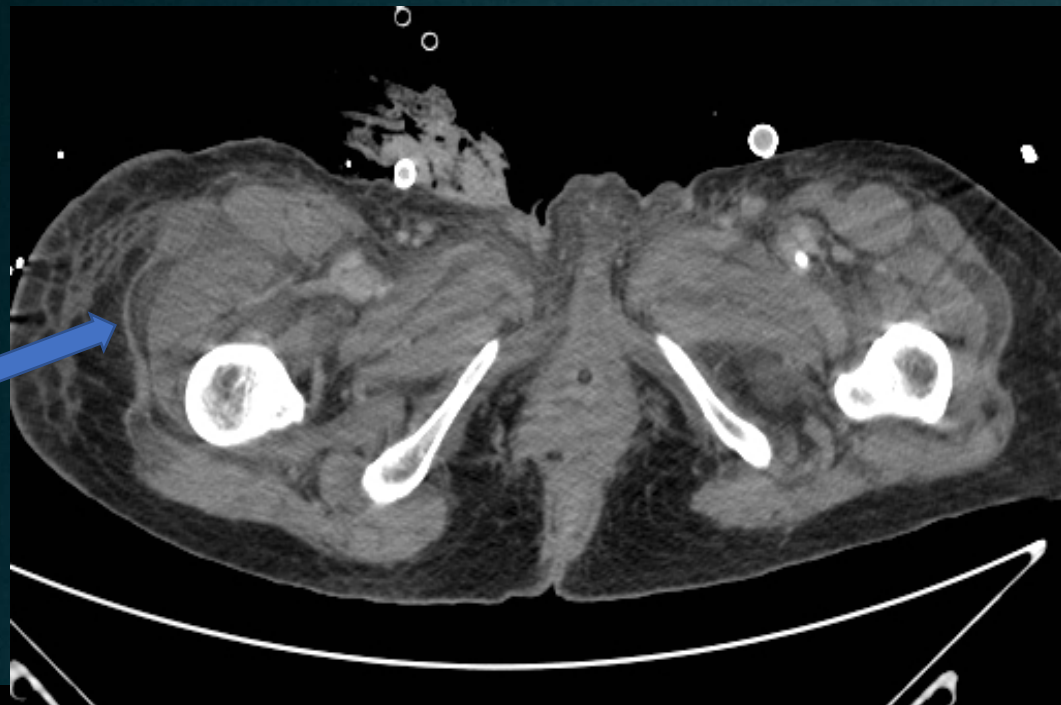
Trombosi renale

Shock Cardiogeno in Miocardite con grave neutropenia



Sepsi

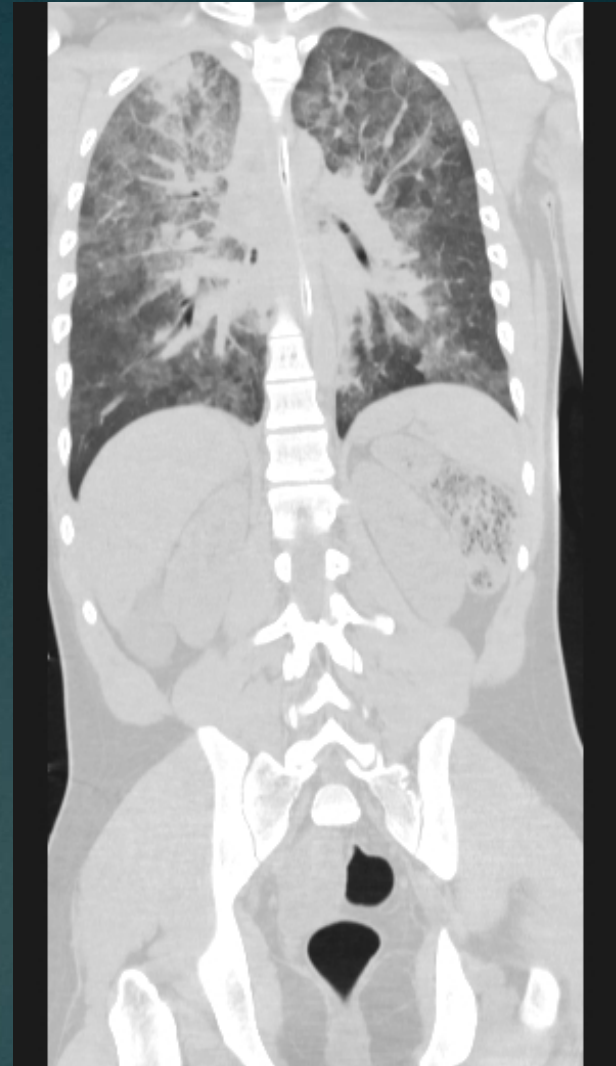
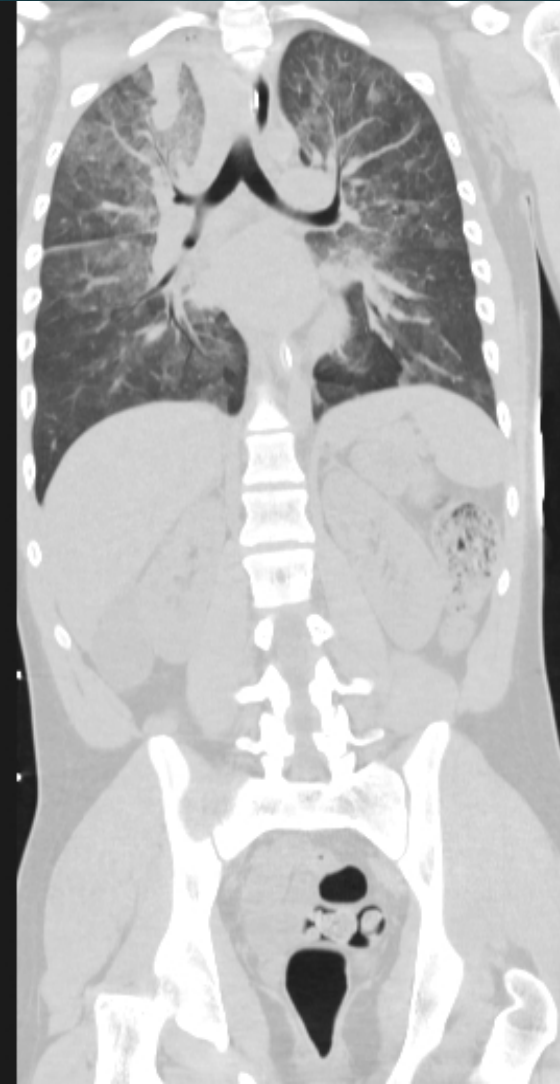
Ematoma coscia dx



CASISTICA



CASISTICA



Aree di consolidamento polmonare

ACC in aritmia maligna

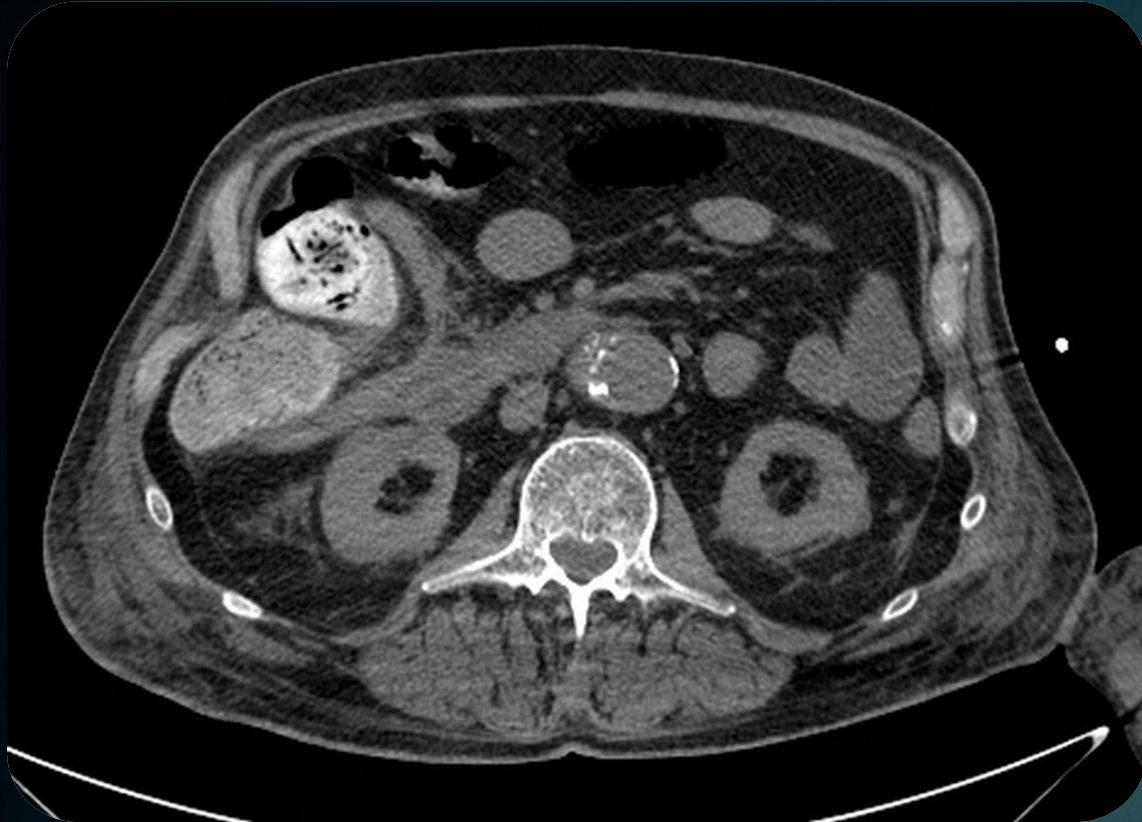
CASISTICA



Aree di consolidamento polmonare

ACC in aritmia maligna

CASISTICA



Ematoma retroperitoneale



ACC post IMA

CASISTICA



Ematoma retroperitoneale
e FID



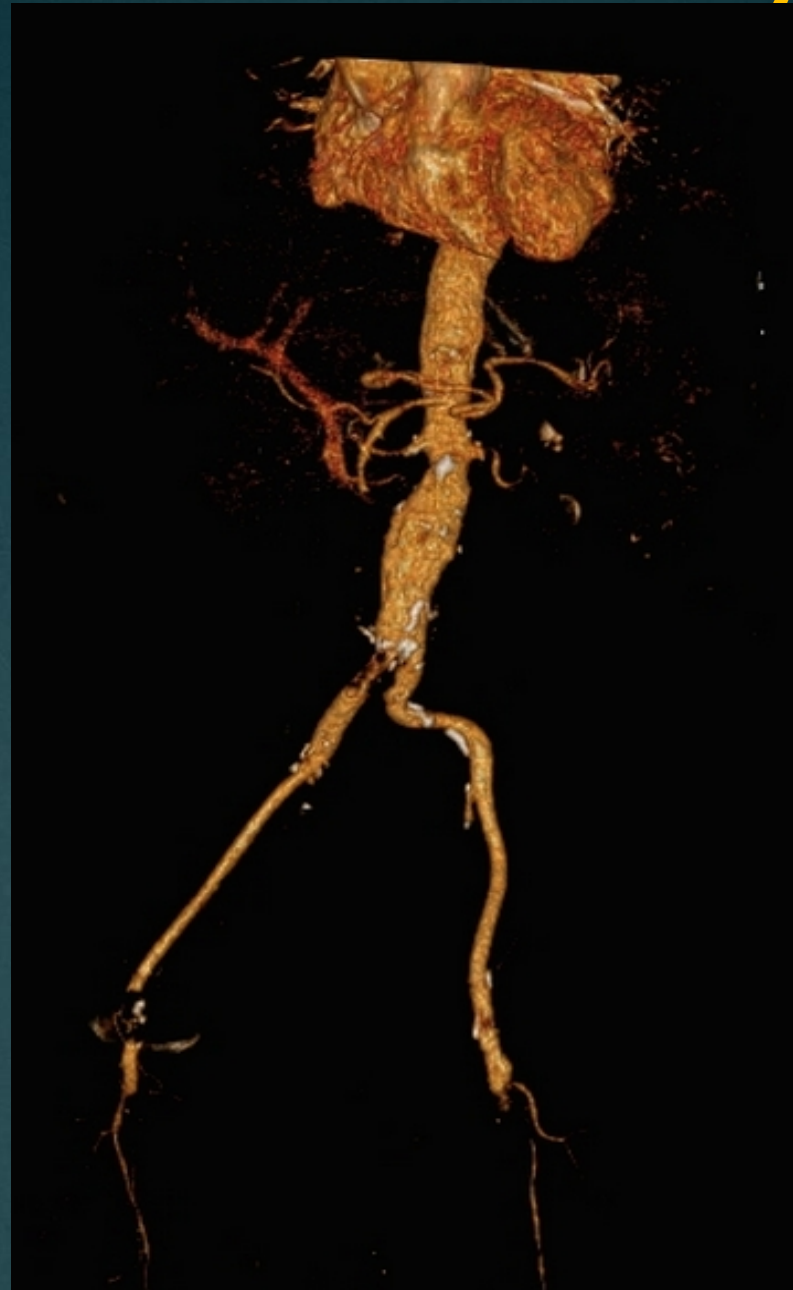
ACC post IMA

CASISTICA



Trombosi iliaca
dx e a.femorali
bilaterali

CASISTICA



Trombosi iliaca
dx e a.femorali
bilaterali

Dato il notevole impiego di risorse e la vasta complessità di gestione del paziente in Ecmo, l'utilizzo della TC multislice deve essere ben ponderato e mirato alla valutazione elettiva di casi selezionati sulla base di alto sospetto di complicanze e nei casi di mancato miglioramento clinico pur in assenza di complicanze clinicamente evidenti.



Grazie per l'attenzione

S. Ippolito, M. Petullà

Unità Operativa di Radiologia

Azienda Ospedaliera L. Sacco,

Milano 29 Marzo 2017