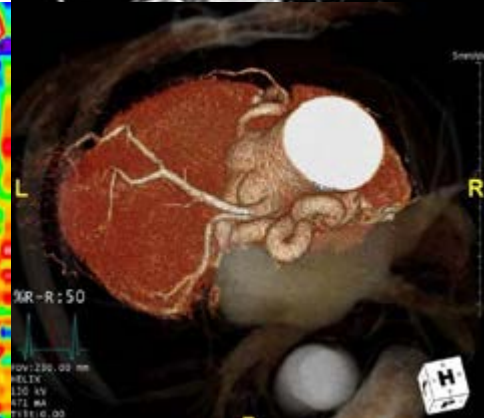
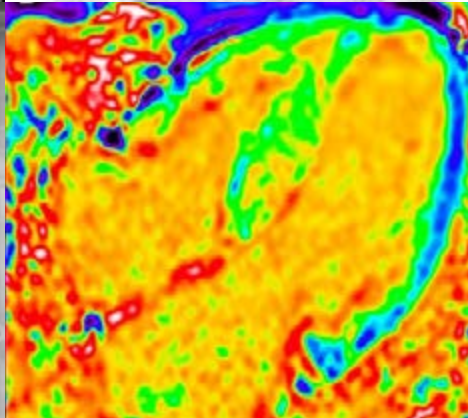
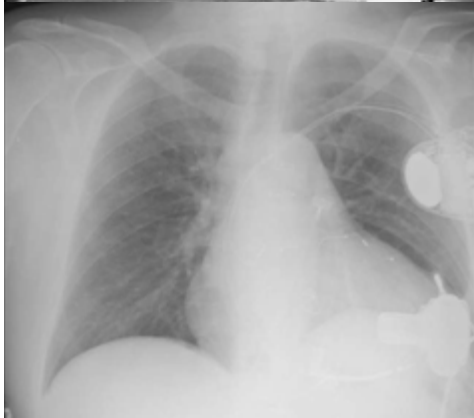


RADIOLOGIA CARDIOVASCOLARE

70 ANNI DI IMMAGINI
DALL' "ARCHIVIO CAMERINI"
AI GIORNI NOSTRI

Gianfranco Sinagra
Marco Masè
Maddalena Rossi

Con il contributo di Antonio Cannatà,
Jessica Artico, Matteo Castrichini,
Antonio De Luca, Davide Maione,
Aldostefano Porcari, Manuel Belgrano,
Lorenzo Pagnan e Marco Merlo



Progetto editoriale realizzato nell'ambito di Incontri in Cardiologia 2022



Questo volume è integralmente disponibile *online*
a libero accesso nell'archivio digitale OpenstarTs al link:
<https://www.openstarts.units.it/handle/10077/35733>

progetto grafico e impaginazione
Elena Tonzar

© copyright Edizioni Università di Trieste, 2024

I diritti di traduzione, memorizzazione elettronica, di
riproduzione e di adattamento totale e parziale di questa
pubblicazione, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm,
le fotocopie e altro) sono riservati per tutti i paesi.

ISBN (print) 978-88-5511-478-3
ISBN (online) 978-88-5511-479-0

EUT - Edizioni Università di Trieste
Via E. Weiss, 21 - 34128 Trieste
<http://eut.units.it>

RADIOLOGIA CARDIOVASCOLARE

**70 ANNI DI IMMAGINI
DALL' "ARCHIVIO CAMERINI"
AI GIORNI NOSTRI**

**Gianfranco Sinagra
Marco Masè
Maddalena Rossi**

**Con il contributo di Antonio Cannatà,
Jessica Artico, Matteo Castrichini,
Antonio De Luca, Davide Maione,
Aldostefano Porcari, Manuel Belgrano,
Lorenzo Pagnan e Marco Merlo**

INDICE

6	Premessa
8	1. Approccio sistematico alla radiografia del torace
16	2. Archivio immagini storiche "F. Camerini". La radiografia del torace declinata nella patologia cardiovascolare
17	2.1. Cardiopatia ischemica
21	2.2. Cardiomiopatie e miocarditi
27	2.3. Scompenso cardiaco
30	2.4. Malattie del pericardio
37	2.5. Valvulopatie e protesi valvolari
48	2.6. Patologia vascolare
69	2.7. Cardiopatie congenite
80	2.8. Dispositivi cardiaci e complicanze
96	2.9. Ipertensione polmonare ed embolia polmonare
100	3. Dalla radiografia del torace all'imaging multimodale moderno: casi clinici complessi
138	Bibliografia

PREMESSA

Da oltre un secolo, grazie alla scoperta della radiazione elettromagnetica da parte del premio Nobel per la fisica Wilhelm Röntgen, le immagini radiologiche sono entrate nella pratica medica. Dalla prima radiografia eseguita dal Maggiore John Hall-Edwards a Birmingham, alle unità mobili radiologiche sostenute da Marie Curie durante il primo conflitto mondiale per l'assistenza dei soldati feriti, fino ai giorni nostri, la radiologia ha visto fiorire numerose tecniche divenendo un indispensabile ausilio diagnostico.

Scopo di questo atlante è quello di ripercorrere brevemente la storia della diagnostica per immagini in ambito cardiovascolare, attingendo dall'archivio personale del Professor Fulvio Camerini, fondatore e direttore della Cardiologia di Trieste dalla fine degli anni '60 al 1995, dando grande spazio alla metodica più semplice e diffusa, la radiografia del torace.

Pur essendo entrate nell'uso comune numerose e più "raffinate" metodiche di diagnostica per immagini, la radiografia del torace, grazie alla sua facile accessibilità, immediatezza dei risultati e ridotta esposizione a radiazioni ionizzanti, rimane tuttora uno degli esami maggiormente eseguiti.

Nella seconda parte del testo vengono analizzati alcuni casi clinici attraverso la chiave di lettura dell'imaging multimodale avanzato, sottolineando gli enormi progressi della radiologia clinica, nelle sue varie articolazioni e complessità.

Il testo che presentiamo ha una sua valenza storica, educativa e di gratitudine per tutti coloro che hanno contribuito a raccogliere le immagini e per i numerosi fellows che vi si sono dedicati negli anni.

GIANFRANCO SINAGRA

Direttore del Dipartimento Cardioracovascolare,
Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano-Isontina
Professore Ordinario di Malattie dell'Apparato
Cardiovascolare, Università degli Studi di Trieste

1

APPROCCIO
SISTEMATICO
ALLA RADIOGRAFIA
DEL TORACE

1. Le indicazioni

Regola generale, prima ancora di iniziare il processo analitico, è comprendere se le indicazioni allo svolgimento della radiografia del torace siano correttamente motivate e se sussista un sospetto clinico nel medico che le richiede.

Nell'ambito della diagnostica cardiologica, infatti, le principali indicazioni comprendono:

- la diagnostica del dolore toracico e della dispnea;
- lo scompenso cardiaco ed il suo follow-up;
- le alterazioni della vascolarizzazione del polmone, secondarie o meno a patologia cardiaca;
- calcificazioni a carico del pericardio e delle valvole;
- la verifica del corretto posizionamento di dispositivi biomedicali, sia di utilizzo comune (catereteri da infusione centrali), sia specifici dell'area cardiologica-cardiochirurgica (pacemaker, pompe ventricolari artificiali, contropulsatore aortico) e la valutazione delle complicanze.

2. La proiezione

Riconoscere le proiezioni utilizzate e comprenderne i principali aspetti.

- **Postero-Anteriore – PA:** è la proiezione più utilizzata, in particolar modo nei casi in cui si sospetti uno scompenso cardiaco, edema polmonare, una dissezione aortica oppure delle anomalie della gabbia toracica (es. pectus excavatum). Si ricorda come la proiezione Postero-Anteriore sia la più attendibile al fine di valutare le dimensioni dell'ombra cardiaca in rapporto con le dimensioni del torace.
- **Latero-Laterale – LL:** utile nella valutazione dello spazio retro-cardiaco e dei compartimenti mediastinici; solitamente si preferisce la proiezione LL sinistra, in quanto aumenta il dettaglio anatomico del cuore e consente in particolare la valutazione dell'impronta dell'atrio sinistro sull'esofago e del contatto del ventricolo destro con lo sterno.

• **Oblique:** impiegate per ottenere uno studio più completo dei profili cardiaci, permettono di esaltare la convessità dei vari archi. SSi possono realizzare due proiezioni: l'obliqua anteriore destra (OAD) e l'obliqua anteriore sinistra (OAS).

• **Antero-Posteriore – AP:** si realizza con il paziente supino, in quanto impossibilitato a mantenere la posizione eretta. Tale proiezione enfatizza le dimensioni dell'ombra cardiaca in quanto il cuore viene a trovarsi più vicino alla sorgente radiogena; pertanto non sarà possibile impiegare l'immagine ottenuta un tale proiezione per il confronto con radiogrammi standard in tale proiezione.

Nota tecnica. L'acquisizione delle immagini si esegue con il paziente in stazione eretta, chiedendo di mantenere per qualche secondo l'apnea inspiratoria.

3. Adeguatezza dell'immagine

La radiografia del torace si definisce accurata quando include tutte le strutture anatomiche oggetto di studio (apici polmonari, seni costofrenici) e quando la sesta costa interseca l'emidiaframma anteriore; si dovranno, infatti, visualizzare 6 archi costali anteriormente o 10 archi costali posteriormente. Le strutture anatomiche dovranno essere centrate ed equidistanti. Si dovrà verificare, inoltre, la corretta esposizione (immagine non troppo chiara nè troppo scura).

Occorre ricordare come la fisionomia dell'ombra cardiovascolare può modificarsi con gli atti respiratori: l'inspirio tende ad allungare l'ombra come conseguenza dell'abbassamento degli emidiaframmi, mentre l'espriro tende ad appiattirla ed allargarla.

4. Interpretazione

Sebbene lo scopo di questo atlante sia quello di fornire una guida per l'interpretazione delle principali alterazioni nell'ambito cardiaco presenti nel radiogramma, occorre sottolineare come la stessa analisi non possa prescindere da un'attenta valutazione degli ili e del disegno polmonare.

Morfologia del cuore e rapporti con il torace

Nel soggetto longilineo il cuore può assumere una forma allungata (cuore verticale, cuore "a goccia" o "a pendolo"); viceversa uno sviluppo in senso orizzontale viene spesso denominato cuore orizzontale o "adagiato".

Il cosiddetto "indice cardio-toracico" (Figura 1) deriva dal rapporto tra il diametro cardiaco (ottenuto misurando la larghezza orizzontale del cuore compresa tra la massima convessità degli archi di destra e sinistra) ed il diametro trasverso del torace; tale rapporto in condizioni normali risulta inferiore a 0,5. L'indice cardio-toracico si basa su un campione standard di popolazione; per un dato paziente, il riscontro di un aumento di un centimetro o più del diametro cardiaco rispetto ad una radiografia precedente, risulta talora indice più affidabile di ingrandimento cardiaco rispetto al suddetto indice.



Figura 1. Indice cardio-toracico normale. La somma tra la massima convessità dell'arco di sinistra (linea b) e la massima convessità dell'arco di destra (linea a) viene rapportata al diametro trasverso del torace (linea azzurra), tale rapporto nel cuore normale risulta essere inferiore a 0,5.

Anatomia della proiezione postero-anteriore (Figura 2):

A destra si possono distinguere due archi convessi:

- 1° arco superiore destro, costituito dall'aorta ascendente;
- 2° arco inferiore destro, rappresentato dall'atrio destro.

Nei soggetti giovani e longilinei il 1° arco superiore destro può talora comprendere anche il profilo della vena cava superiore.

A sinistra, invece, si delineano comunemente tre archi:

- 1° arco superiore sinistro, dato dal tratto discendente dell'arco aortico;
- 2° arco medio sinistro, corrispondente al tronco dell'arteria polmonare;
- 3° arco inferiore sinistro, costituito dal profilo del ventricolo sinistro.

Talora è possibile distinguere il profilo dell'arteria succlavia sinistra, superiormente al primo arco cardiaco omolaterale.

In presenza di ingrandimento dell'atrio sinistro si potrà riscontrare un quarto arco cardiaco di sinistra, posto tra il 2° ed il 3° arco. Tale reperto, però, non risulta essere specifico; infatti, in presenza di dilatazione del ventricolo destro, quest'ultimo andrà a coprire l'atrio sinistro, determinando anch'esso la presenza di un 4° arco cardiaco a sinistra.

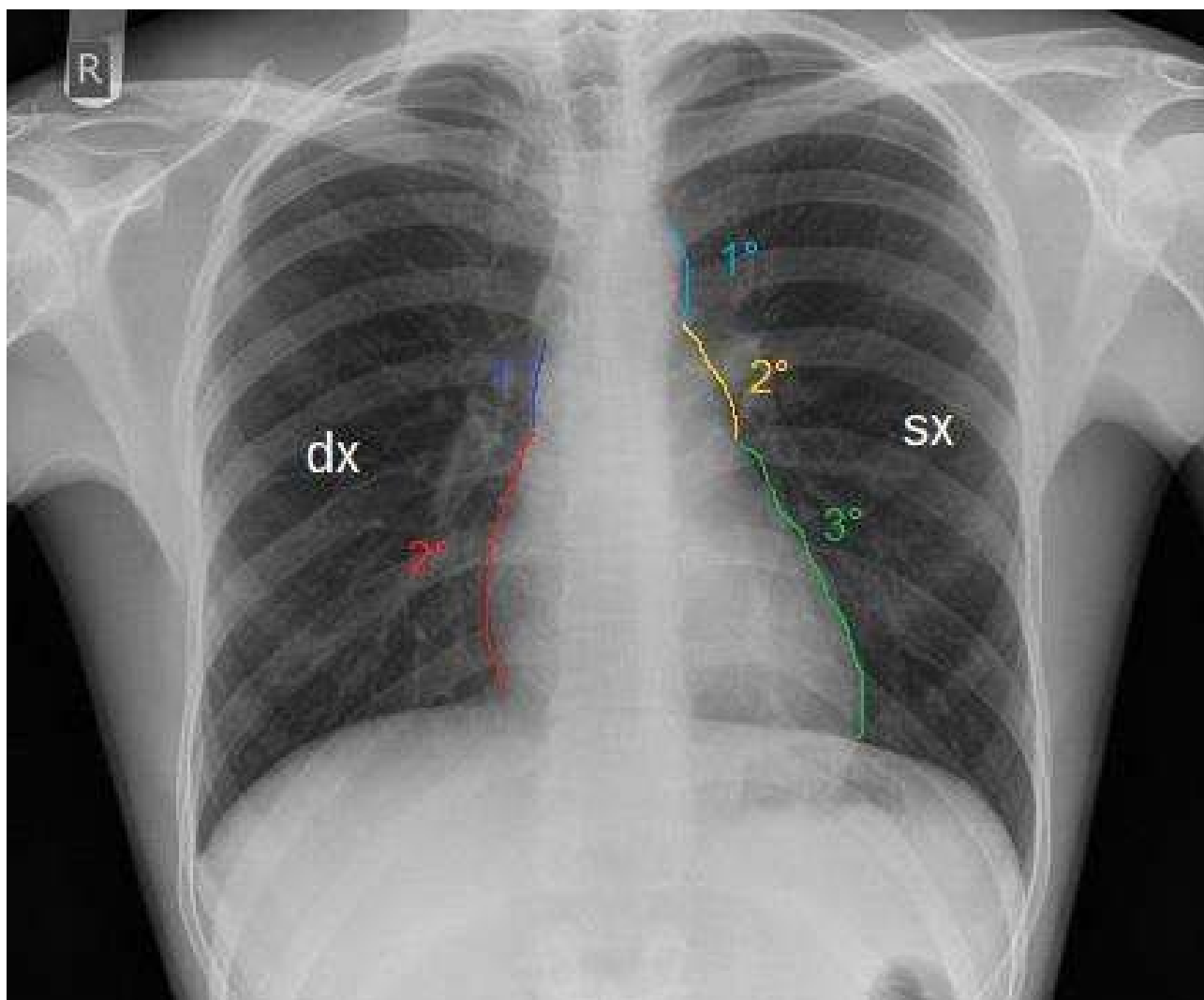


Figura 2. Archi cardiaci. 1° arco destro → aorta ascendente; 2° arco destro → atrio destro. 1° arco sinistro → tratto discendente arco aortico, 2° arco sinistro → tronco dell'arteria polmonare sinistra, 3° arco sinistro → ventricolo sinistro. Se sussiste ingrandimento atriale sinistro si può distinguere un 4° arco → auricola dell'atrio sinistro.

Anatomia della proiezione latero-laterale:

- anteriormente si distingue il ventricolo destro;
- anteriormente e superiormente si distingue la radice dell'arteria polmonare;
- posteriormente si distinguono l'atrio sinistro (superiormente) ed il ventricolo sinistro (inferiormente).

Un po' di storia. Seppur in disuso, l'impiego del cosiddetto "pasto baritato" (radiografia del torace dopo ingestione di solfato di Bario) è in grado di evidenziare uno spazio triangolare, delimitato tra il profilo posteriore del cuore e la stessa colonna esofagea baritata, la cui base è rappresentata dal diaframma (*spazio o triangolo chiaro esofago-cardio-diaframmatico*): la scomparsa o riduzione di suddetto spazio supporta la diagnosi di dilatazione ventricolare sinistra. Inoltre, è possibile individuare un secondo spazio posto tra lo sterno e la porzione supero-anteriore del cuore, denominato *spazio chiaro retrosternale*; la sua scomparsa può indicare processi espansivi a carico del mediastino anteriore.

Valvole cardiache

In linea generale le valvole cardiache sono visualizzabili alla radiografia del torace soltanto quando vanno incontro a processi di degenerazione fibrocalcifica. Le valvole di più semplice identificazione sono la valvola mitrale e la valvola aortica. La valvola mitrale rappresenta la valvola posta maggiormente a sinistra e posteriormente; nella proiezione postero-anteriore si colloca al di sotto della linea immaginaria che unisce l'angolo cardiofrenico destro con l'ilo sinistro.

Nella proiezione postero-anteriore la valvola aortica si trova nei pressi della valvola mitrale, a circa 1 cm al di sopra e medialmente rispetto quest'ultima; nella proiezione latero-laterale, invece, la valvola aortica è posizionata anteriormente alla valvola mitrale (Figura 3).

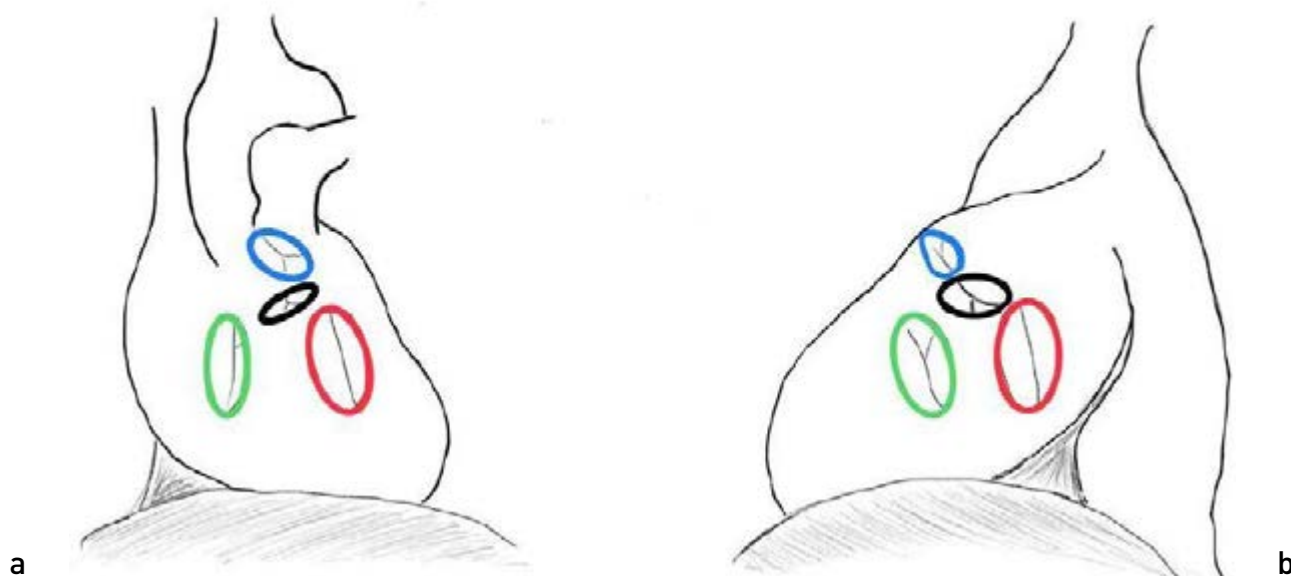


Figura 3. Rappresentazione schematica dei piani valvolari in proiezione postero-anteriore (a) e latero-laterale (b). In rosso: valvola mitrale; in verde: valvola tricuspide; in nero: valvola aortica; in blu: valvola polmonare.

5. Principali alterazioni nell'ambito della patologia cardiaca

Cardiomegalia

- . Aumento del diametro cardiaco.
- . Aumento dell'indice cardio-toracico.

Dilatazione dell'atrio sinistro

La dilatazione atriale sinistra è visualizzabile alla radiografia del torace solo quando le dimensioni della camera atriale aumentano di almeno 2,5 volte rispetto alle dimensioni normali.

- . Auricola sinistra prominente, tra 2° arco cardiaco sinistro (tronco dell'arteria polmonare) e 3° arco cardiaco sinistro (ventricolo sinistro), anche noto come 4° arco cardiaco sinistro.
- . Doppio contorno del margine cardiaco destro, dato dall'aumento del diametro trasverso dell'atrio sinistro.
- . In proiezione laterale il margine cardiaco posteriore appare arrotondato. Nell'immagine ottenuta dopo ingestione di solfato di Bario, l'atrio ingrandito lascerà un'impronta sull'esofago opacizzato. In casi estremi si avrà l'elevazione del bronco principale sinistro.

Dilatazione del ventricolo sinistro

- . Apice cardiaco arrotondato, accentuata convessità del bordo sinistro del cuore.
- . Orientamento dell'apice cardiaco in basso e a sinistra.

Aneurismi dell'aorta ascendente

- . Slargamento del profilo mediastinico.
- . 1° arco cardiaco destro prominente.

Versamento pericardico

- . Ingrandimento dell'ombra cardiaca, ad aspetto "globulare".

2

ARCHIVIO IMMAGINI
STORICHE
"F. CAMERINI".
LA RADIOGRAFIA
DEL TORACE
DECLINATA
NELLA PATOLOGIA
CARDIOVASCOLARE

2.1. Cardiopatia ischemica

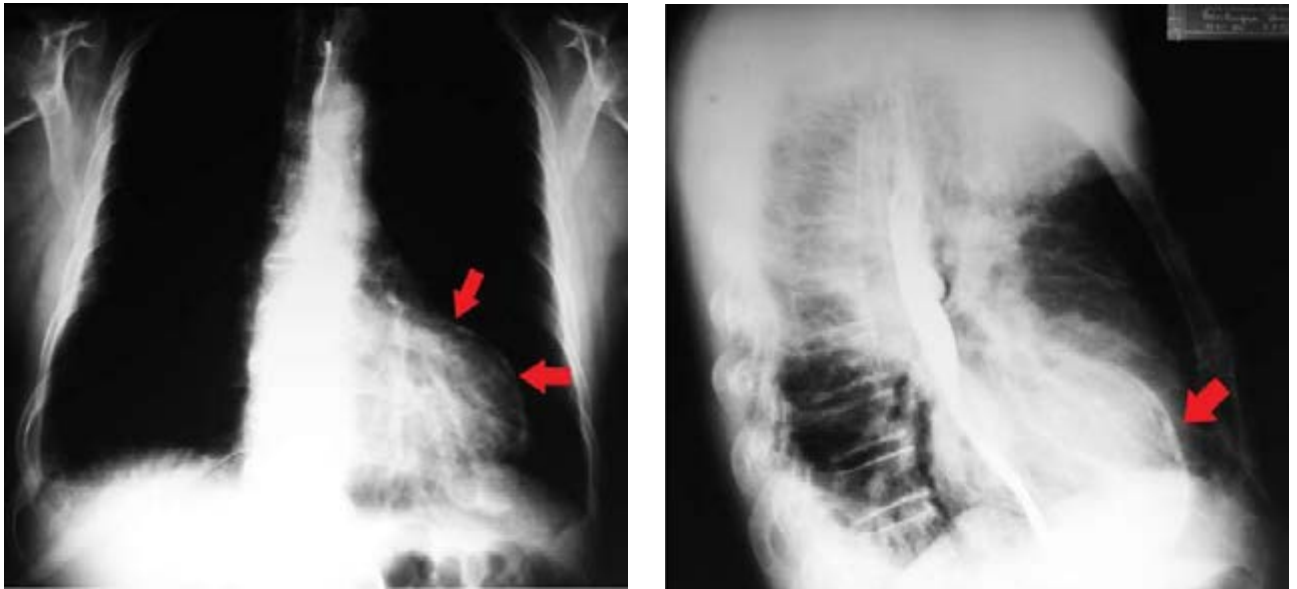


Figura 4. Aneurisma calcifico del ventricolo sinistro, post-infartuale. Proiezione Postero-Anteriore, a sinistra; Latero-Laterale, a destra. Emitoraci simmetrici. Aumentata convessità del terzo arco cardiaco di sinistra in presenza di dilatazione aneurismatica post-infartuale. Calcificazione a carico del ventricolo sinistro, in corrispondenza della dilatazione aneurismatica (frecche rosse).



Figura 5. Aneurisma del ventricolo sinistro, post-infartuale. Proiezione PA, in ortostatismo. Cardiomegalia prevalentemente a carico del ventricolo sinistro, con accentuata convessità del margine sinistro del cuore.

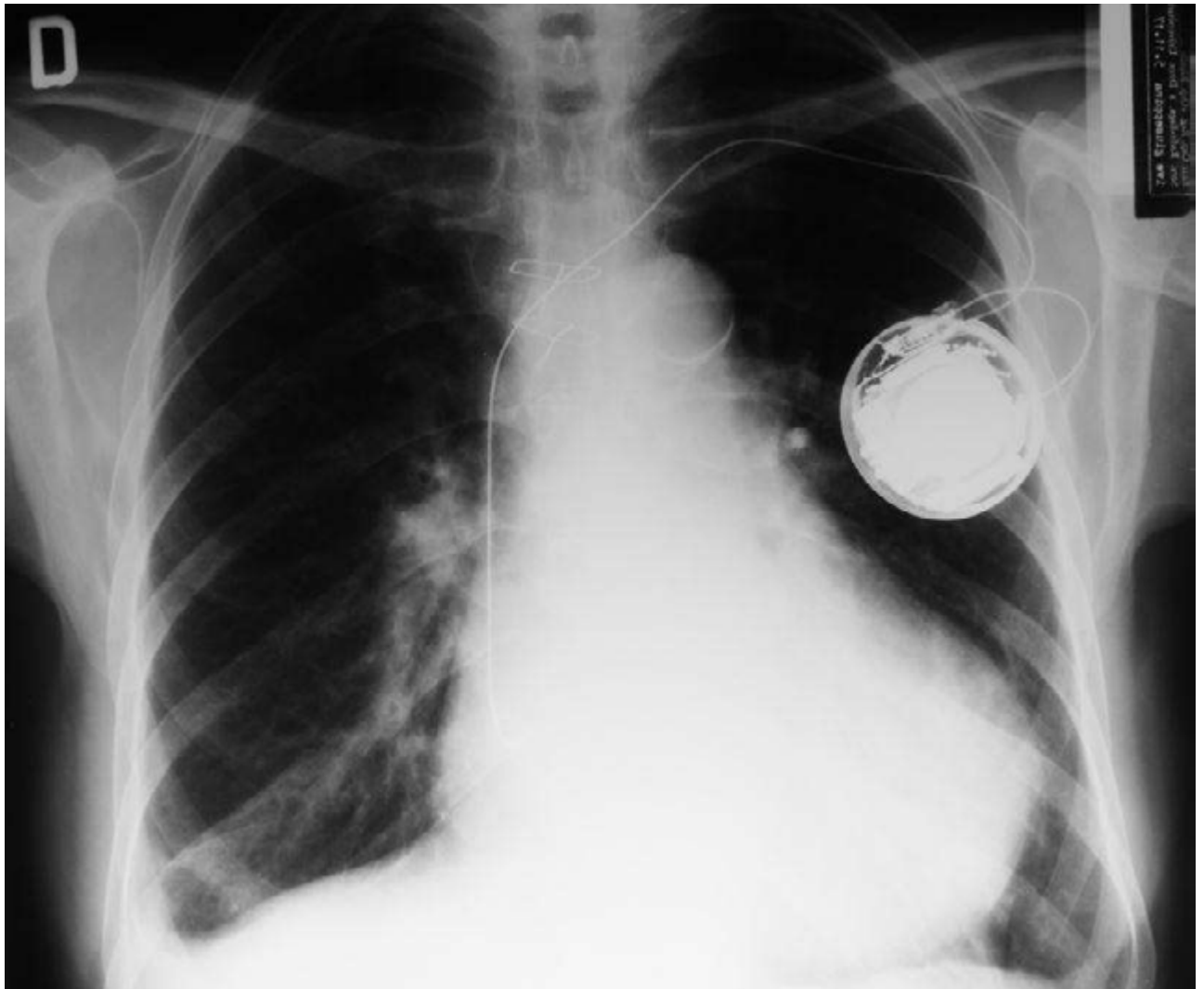


Figura 6. Intervento di aneurismectomia ventricolare sinistra. Proiezione PA, in ortostatismo. Esiti di intervento chirurgico a carico del terzo arco cardiaco di sinistra (aspetto da amputazione apicale). Presenza di defibrillatore intracavitario monocamerale (ICD).

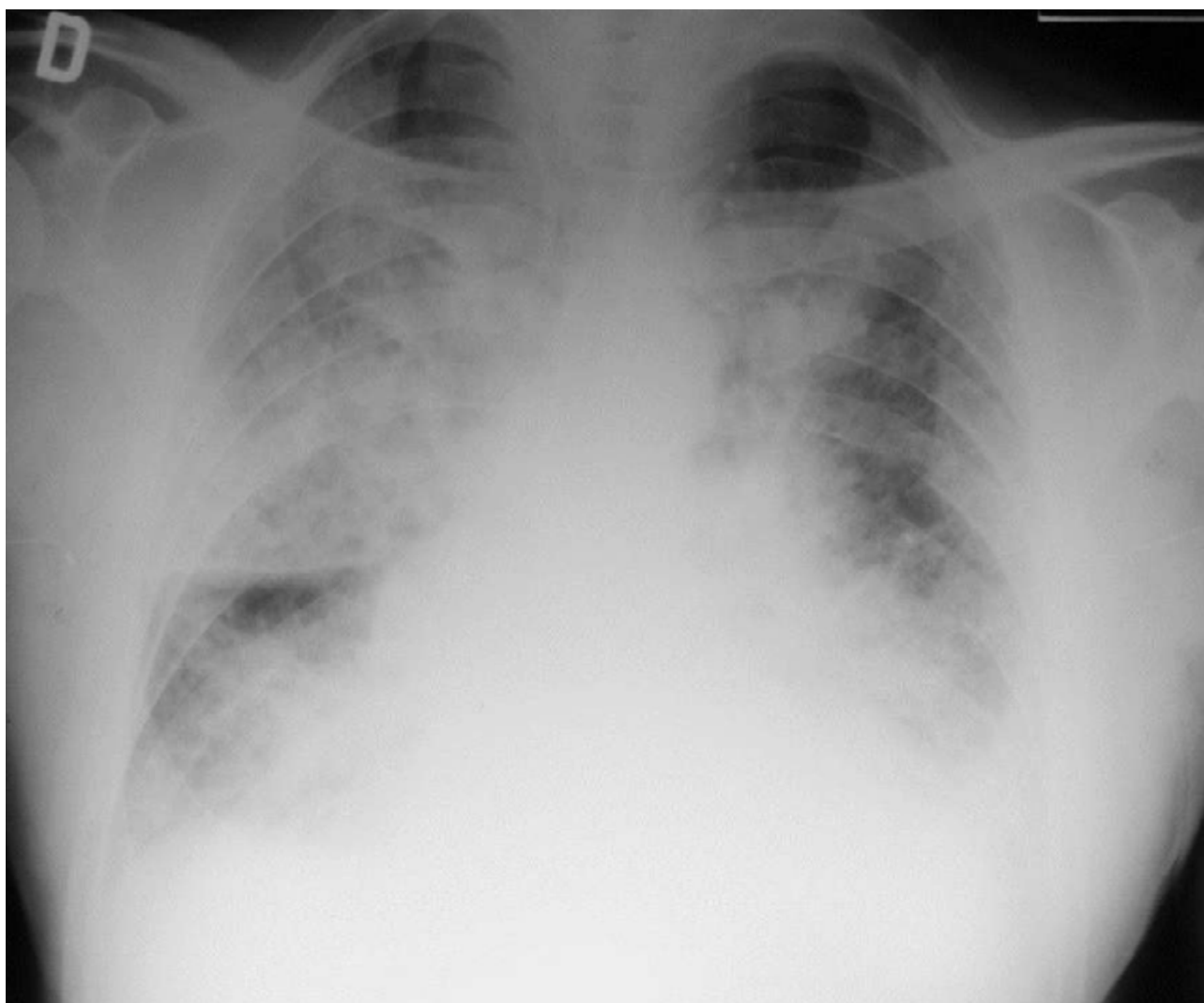


Figura 7. Edema polmonare acuto in corso di infarto del miocardio. Proiezione AP, seduto. Diffuse aree radio-opache ("polmone bianco") in entrambi i campi polmonari.

2.2. Cardiomiopatie e miocarditi

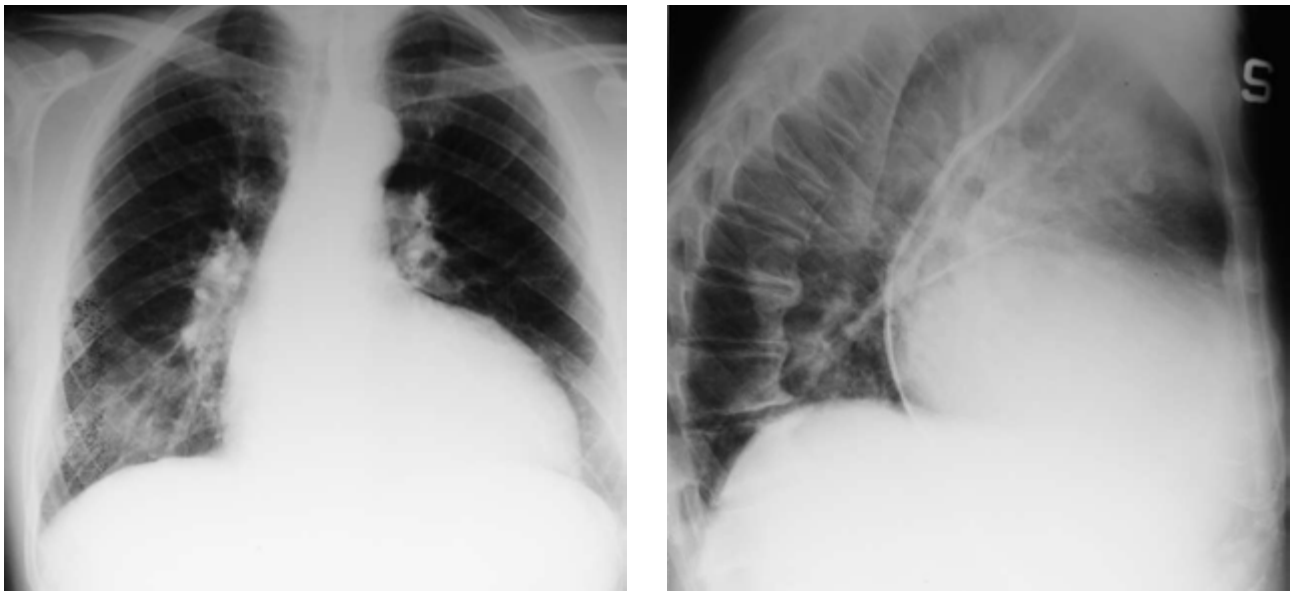


Figura 8. Cardiomiopatia dilatativa. Proiezione PA e LL, in ortostatismo. Cardiomegalia, aumentato indice cardio-toracico per ingrandimento del ventricolo sinistro, importante impronta atriale sinistra sull'esofago. Accentuazione della trama vascolare ed impegno interstiziale alle basi.



Figura 9. Cardiomiopatia ipertrofica. Proiezione PA, in ortostatismo. Nella metà dei casi la radiografia del torace risulta normale.

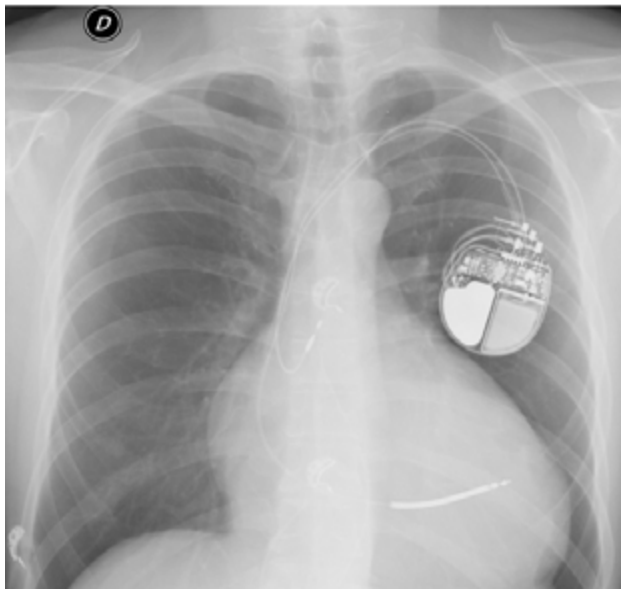


Figura 10. Cardiomiopatia aritmogena a prevalente interessamento del Ventricolo Destro in fase di avanzato rimodellamento strutturale (in attesa di trapianto). Proiezione PA ed LL, in ortostatismo. Ombra cardiaca incrementata nel diametro trasverso. 2° arco destro prominente. Presenza di ICD.

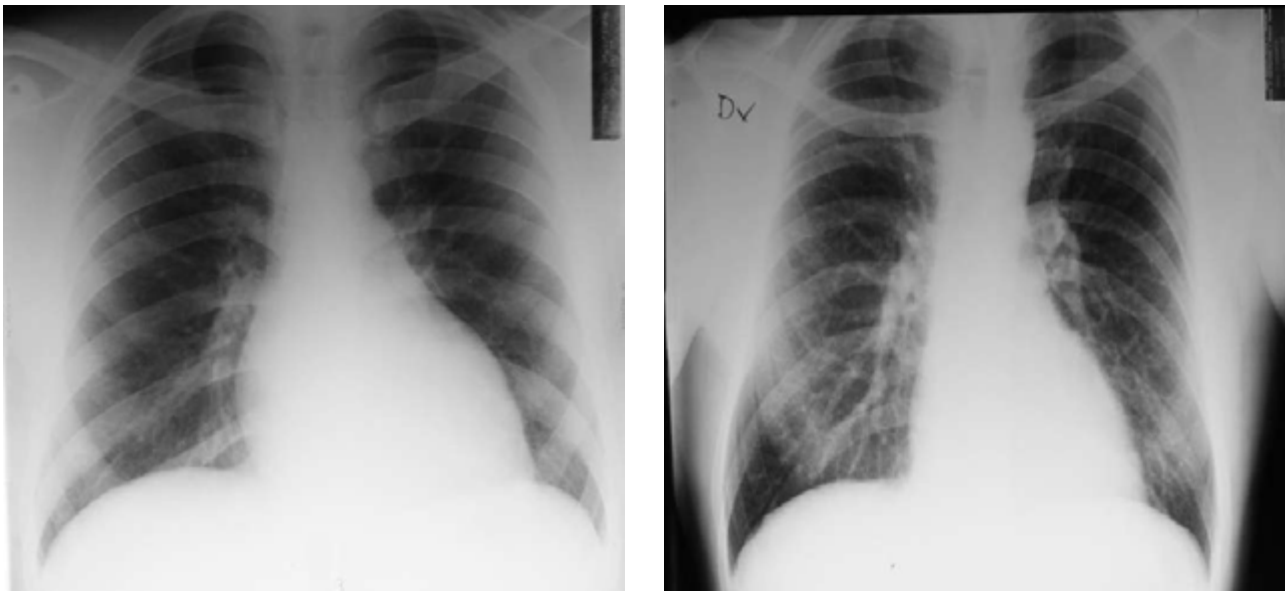


Figura 11. Miocardite acuta. Proiezioni PA, in ortostatismo. Nell'immagine a destra, la sensibile riduzione dell'ombra cardiaca dopo rapido miglioramento clinico.

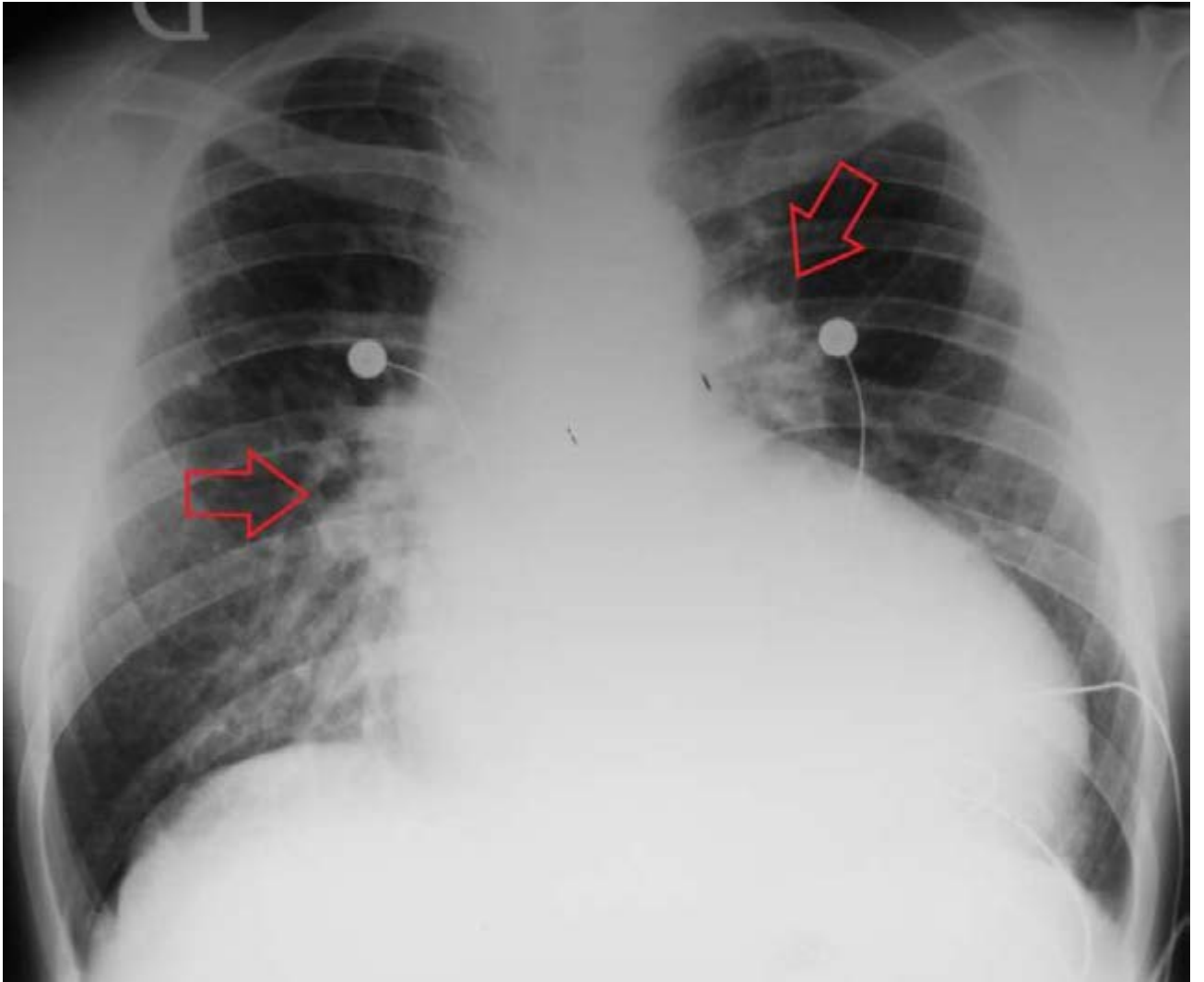


Figura 12. Sarcoidosi cardiaca. Proiezione PA, in ortostatismo. Cardiomegalia indistinguibile da quella di una classica Cardiomiopatia Dilatativa idiopatica. Linfadenomegalie ilari bilaterali (frecce rosse).



Figura 13. Pneumopatia interstiziale da amiodarone in paziente con Cardiomiopatia Ipertrofica. Proiezione PA, in ortostatismo. Diffuse radiopacità parenchimali ai campi medi e inferiori.

2.3. Scompenso cardiaco

Principali alterazioni presenti alla radiografia del torace in corso di scompenso cardiaco:

1. **Congestione polmonare** (pressione venosa polmonare 12-18 mmHg), in cui si potrà notare la redistribuzione caudo-craniale del circolo polmonare.

2. **Edema interstiziale** (pressione venosa polmonare > 18 mmHg); comparsa delle linee B di Kerley, lineari ed orizzontali, con estensione di 1-2 cm a raggiungere la superficie pleurica, ad espressione prevalente nei campi polmonari inferiori; derivano dalla stasi linfatica che coinvolge i setti interlobulari. Potrebbe evidenziarsi, inoltre, il cosiddetto "cuffing bronchiale", ovvero un aspetto ispessito e sfumato attorno al bronco.

3. **Edema alveolare** (pressione venosa polmonare > 25 mmHg); il contenuto aereo degli alveoli viene sostituito da fluido con conseguente perdita di radiotrasparenza e comparsa di aree radiopache ("polmone bianco"); si parlerà di edema polmonare franco, con alterazioni ad aspetto a vetro smerigliato, a diffusione omogenea in entrambi i campi polmonari (ad "ali di pipistrello").

4. Possibile coesistenza di versamento pleurico.

5. Cardiomegalia, aumentato indice cardio-toracico.

6. Segni peculiari dello scompenso cardiaco destro: aumentato calibro della vena azygos e più tardivamente aumentato calibro della vena cava superiore e dell'atrio destro.

Utile dal punto di vista mnemonico l'acronimo: ABCDE (Alveolar oedema, B lines of Kerley, Cardiomegaly, Dilated upper pulmonary lobe vessels, pleural Effusion).



Figura 14. Scompenso cardiaco congestizio in Cardiomiopatia Dilatativa. Proiezione PA e LL, in ortostatismo. Importante cardiomegalia. Congestione ilare. Redistribuzione del circolo polmonare ai campi superiori (freccie rosse).



Figura 15. Edema polmonare alveolare. Proiezione PA, in ortostatismo. Cardiomegalia. Redistribuzione del circolo polmonare ai campi polmonari superiori. Radiopacità ad aspetto a vetro smerigliato diffuse, più evidenti al polmone di destra.

2.4. Malattie del pericardio

Riconoscere il versamento pericardico

La silhouette del cuore può risultare allargata a causa di una patologia intrinseca cardiaca oppure a causa di un accumulo di liquido pericardico. La metodica RX non è sempre in grado di distinguere tra origine cardiaca e pericardica di un aumento dell'indice cardio-toracico.

Per questo motivo il riconoscimento del versamento pericardico si basa indirettamente sulla presenza o meno di alcuni segni di insufficienza cardiaca sinistra, i quali, se assenti, fanno propendere per un'origine pericardica dell'alterazione del profilo cardiaco:

- assenza di cefalizzazione della trama vascolare;
- assenza di edema alveolare;
- assenza di versamento pleurico;

In linea generale l'ingrandimento della silhouette cardiaca in assenza o con lievi segni di insufficienza cardiaca sinistra è con maggiore probabilità provocato da un versamento a livello pericardico. Patologie quali cardiomiopatie e cardiopatie valvolari possono avere una presentazione radiologica simile.

Esistono, inoltre, reperti aspecifici che possono essere riscontrati in presenza di versamento pericardico acuto, e che si rendono visibili all'aumentare della quota di fluido pericardico, tra i quali:

- la distensione della vena cava superiore, secondaria ad eventuale congestione diastolica;
- la rettilineizzazione di entrambi i limiti laterali dell'ombra cardiaca, visibile soprattutto a livello degli archi di sinistra, con il passaggio da una forma triangolare ad una globulare (soprattutto per versamenti maggiori di 500-1000 ml);
- la dislocazione dell'esofago.



Figura 16. Pericardite acuta con versamento pleurico bilaterale. Proiezione PA, in ortostatismo. Lieve ingrandimento dell'ombra cardiaca.



Figura 17. Pericardite acuta con importante versamento pericardico. Proiezione PA, in ortostatismo. Evidente slargamento della silhouette cardiaca, maggiore a sinistra, per presenza di versamento pericardico. Versamento pleurico basale destro (a sinistra non valutabile per cardiomegalia).



Figura 18. Pericardite acuta con versamento pericardico. Proiezione LL, in ortostatismo.

Pericardite costrittiva alla radiografia del torace

I segni radiologici della pericardite costrittiva sono generalmente secondari alla presenza di aderenze intrinseche ed estrinseche dei foglietti pericardici (localizzate più frequentemente a destra ed anteriormente), provocate da pericarditi recidivanti/croniche; i più frequenti sono:

- l'alterata forma del cuore, con la presenza di una curva convessa continua sul lato destro, dal diaframma all'aorta (eventualmente associata, superiormente, ad una dilatazione della vena cava); in caso di estese aderenze intrinseche, un'alterazione analoga si può ritrovare anche a sinistra, conferendo al cuore una forma rotonda o "a pera";
- meno frequentemente i limiti sono rettilinei e il cuore assume una forma triangolare o poligonale; un margine totalmente dritto suggerisce il coinvolgimento della pleura mediastinica e la presenza di aderenze estrinseche;
- se vi è il coinvolgimento massivo della pleura mediastinica di sinistra, l'arco aortico può risultare invisibile o il suo margine più esterno dritto;
- in linea generale il cuore si trova in posizione centrale ed è di dimensioni ridotte;
- nella maggior parte dei casi non vi è congestione a livello dei vasi polmonari, in quanto l'interessamento maggiore è a carico del cuore destro;
- **le calcificazioni pericardiche sono tra i segni più distintivi di pericardite costrittiva e si sviluppano in circa il 10% dei casi**, ma possono riscontrarsi anche nella popolazione anziana in assenza di patologia: sono più frequentemente localizzate a livello del solco coronarico, della superficie diaframmatica, della faccia sternale del ventricolo destro e della superficie del ventricolo sinistro, con l'eccezione dell'apice.

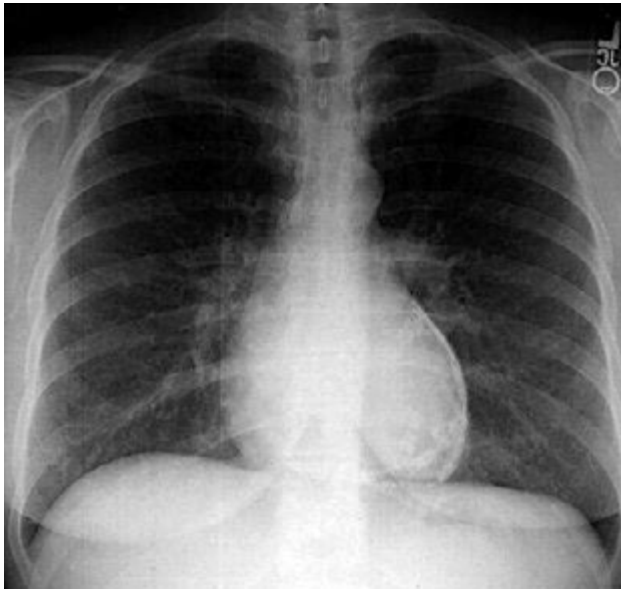


Figura 19. Pericardite costrittiva calcifica. Proiezione postero-anteriore (a sinistra) e latero-laterale (a destra), in ortostatismo. Calcificazioni presenti lungo il margine cardiaco sinistro.

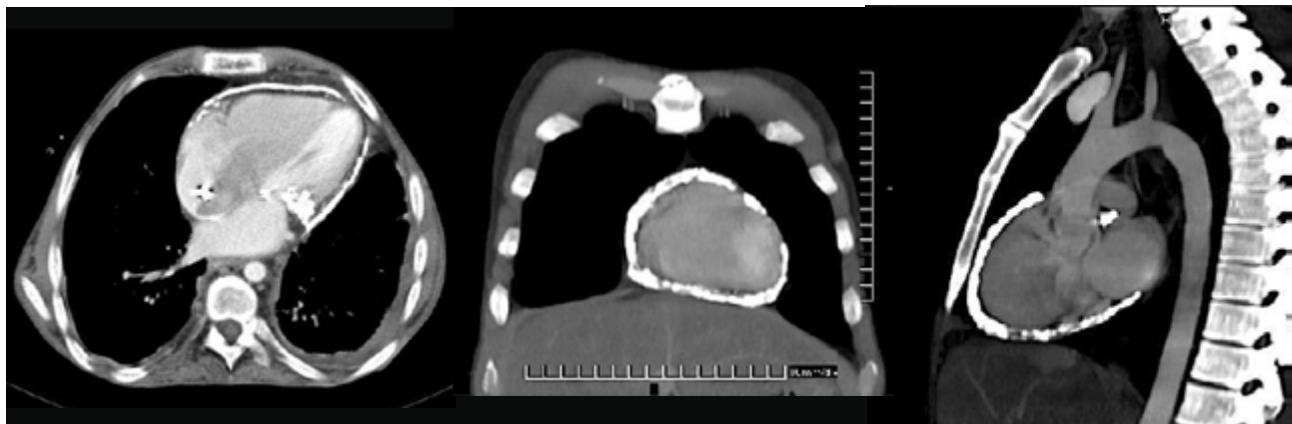


Figura 19bis. Pericardite costrittiva. TAC del torace, nelle proiezioni trasversa, coronale e sagittale. Calcificazioni pericardiche.

2.5. Valvulopatie e protesi valvolari

Le affezioni valvolari cardiache sono di difficile valutazione alla radiografia del torace in quanto risultano visualizzabili solo in caso di calcificazioni dei lembi. Più in generale si potranno cogliere le alterazioni indirette causate dal vizio valvolare, quali l'ingrandimento atriale e/o ventricolare, le alterazioni a carico del circolo polmonare.



Figura 20. Stenosi aortica. Proiezione PA, in ortostatismo. Emitoraci simmetrici. Aumentata convessità dell'arco inferiore di sinistra in presenza di ipertrofia del ventricolo sinistro.



Figura 21. Stenosi aortica calcifica. Proiezione LL, in ortostatismo. Calcificazioni a livello dell'anello valvolare aortico (freccia). Talora può coesistere dilatazione dell'aorta ascendente a valle della stenosi.



Figura 22. Stenosi aortica con coartazione aortica. Proiezione PA ed LL. Emitoraci simmetrici. Aumentato indice cardio-toracico in presenza di cardiomegalia, più spiccata a sinistra (evoluzione della morfologia verso il cosiddetto "cuore a scarpa"). Prominenza dell'arco superiore destro da dilatazione dell'aorta ascendente, possibile concomitante riduzione dell'arco superiore di sinistra da ridotto calibro aortico. Coartazione aortica (freccia in rosso).

In presenza di stenosi mitralica, si potranno riscontrare: a) il doppio contorno a carico dell'arco inferiore destro, causato dalla dilatazione dell'atrio sinistro, che si sporge oltre l'atrio destro; b) uno sdoppiamento dell'arco medio sinistro dato da un'arteria polmonare prominente. Si noti l'irregolarità del profilo cardiaco sinistro per arco aortico, arteria polmonare, atrio sinistro, ventricolo sinistro.



Figura 23. Stenosi mitralica. Proiezione PA, in ortostatismo. Cardiomegalia, con interessamento prevalente a sinistra, in presenza di ingrandimento atriale sinistro.

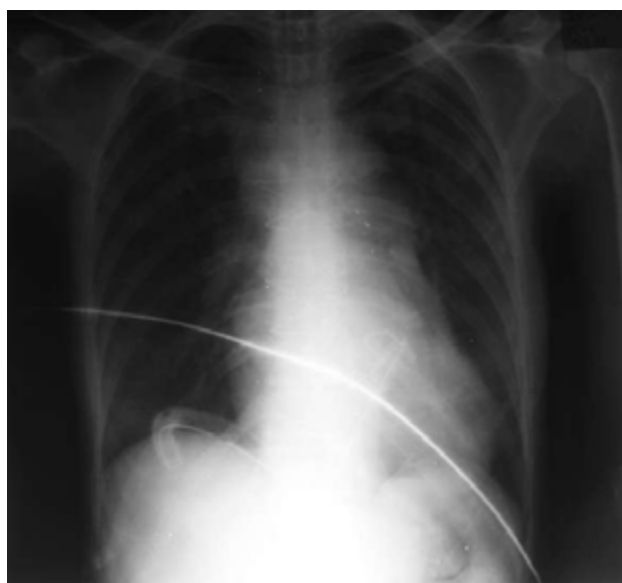
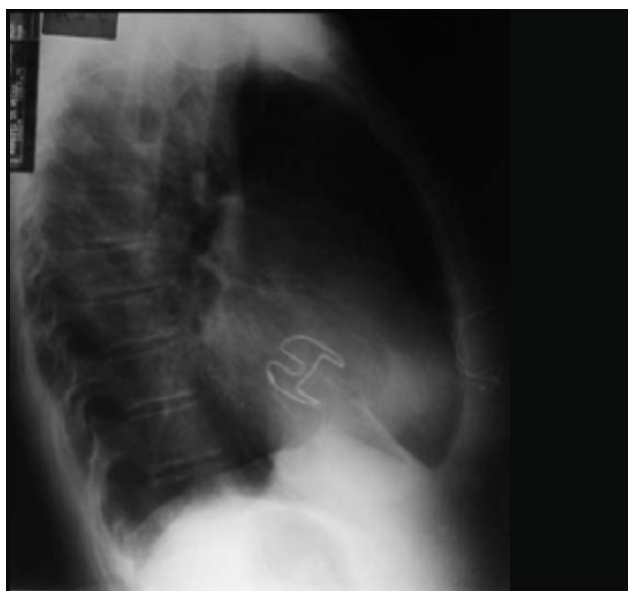


Figura 24. Bioprotesi mitralica Carpentier-Edwards. Proiezione LL e PA, in ortostatismo. Valvola biologica aortica. Esiti di sternotomia mediana. Tale tipologia di bioprotesi trova utilizzo sia per la sostituzione della valvola aortica che mitralica.



Figura 25. Bioprotesi mitralica di Hancock. Proiezione LL. Esiti di intervento di sostituzione valvolare mitralica con protesi biologica porcina.

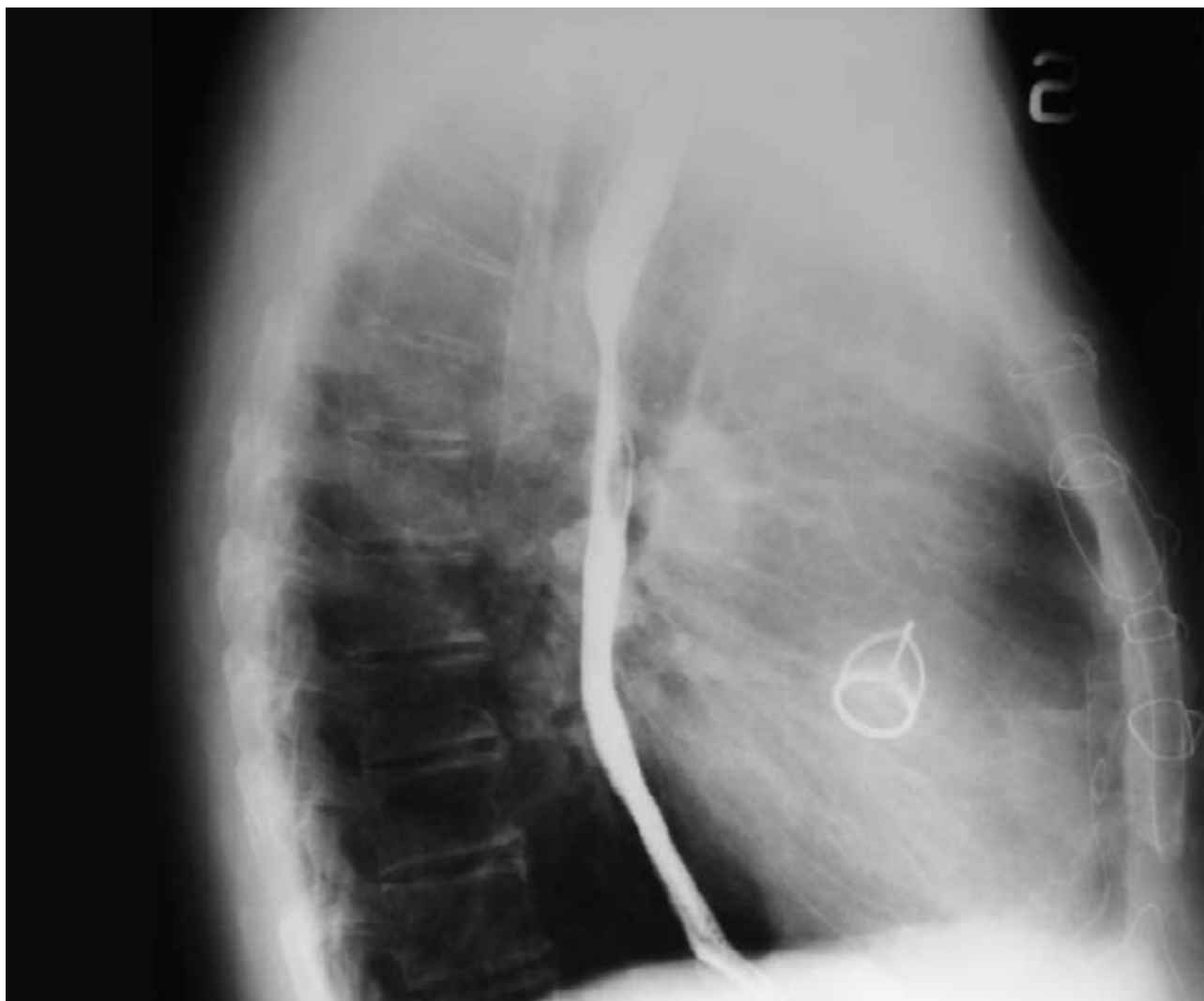


Figura 26. Protesi meccanica aortica "ball and cage", ossia a palla ingabbiata. Proiezione LL, in ortostatismo. Esiti di sostituzione valvolare aortica con protesi "ball and cage" (Starr).

Le protesi meccaniche sono costituite generalmente da uno o più elementi mobili e vincolati ad una struttura fissa. Possono essere classificate in base alla loro struttura in caged-ball (nella figura 26), single-tilting-disk, bileaflet-tilting-disk. La protesi "ball and cage" rappresenta ormai un reperto storico, in quanto caduta in disuso. Essa si compone di un elemento circolare centrale da cui si dipartono 3 o 4 elementi simmetrici, a creare una sorta di gabbia. Il flusso di sangue attraverso la valvola rimane periferico rispetto all'elemento centrale.

La valvola meccanica Bjork è formata da un anello circolare che, mediante due elementi o "gambetti", sostiene il disco centrale e mobile in senso verticale. Questa tipologia di valvola viene definita "oscillante" o *tilting disc*.

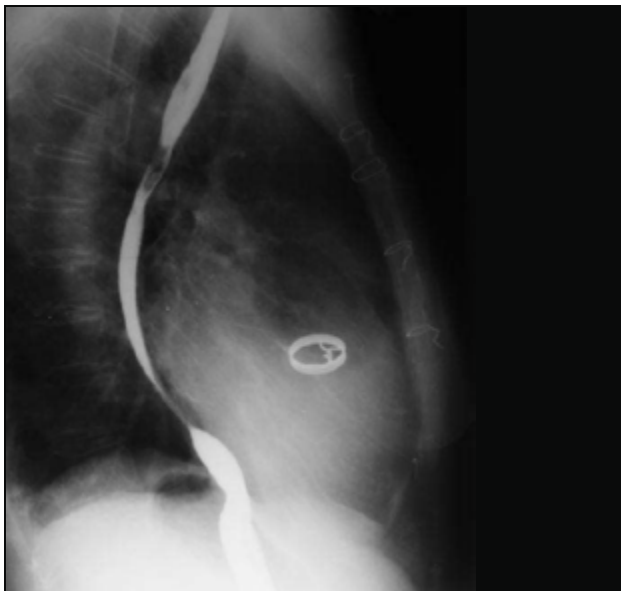


Figura 27. Sostituzione valvola aortica con protesi meccanica di Bjork. Proiezione LL, in ortostatismo. Bioprotesi meccanica aortica. Esiti di sternotomia mediana.

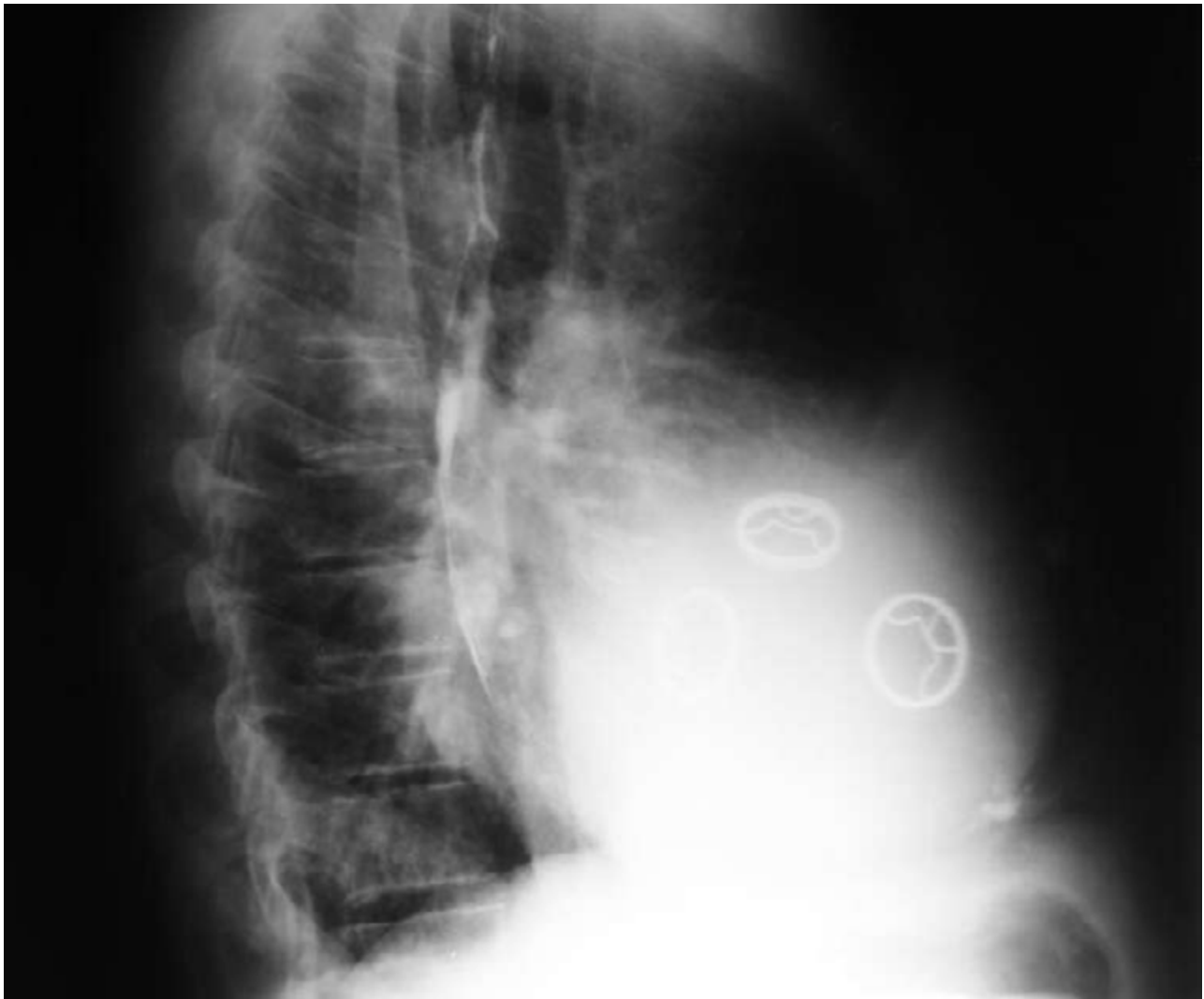


Figura 28. Protesi meccaniche di Bjork (3). Proiezione LL, ortostatismo. Triplice sostituzione valvolare: aortica, mitralica e tricuspidaica.

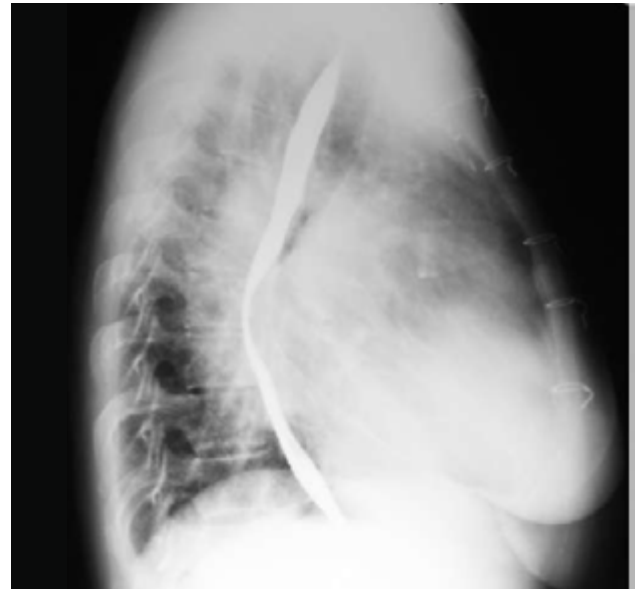


Figura 29. Stenosi valvolare mitralica. Ingrandimento dell'arteria polmonare (freccia). A destra intervento di commissurotomia.

2.6. Patologia vascolare

Nel sospetto di patologia aortica acuta la radiografia del torace è utile per escludere altre cause di dolore toracico, quali fratture costali o pneumotorace. È sempre importante valutare uno slargamento mediastinico od un eventuale cambiamento del profilo del mediastino rispetto ad una precedente radiografia del torace.

Esistono poi alcuni segni radiologici, seppur aspecifici, che possono suggerire una sottostante patologia, come nel caso di:

- slargamento del profilo mediastinico, con prominenza del primo arco di destra (nel caso di aneurisma dell'aorta ascendente) o aumento di dimensioni del bottone aortico (se vi è interessamento dell'arco);
- aumento del volume bilaterale del profilo mediastinico, nel caso di rottura dell'aneurisma, con conseguente infarcimento di sangue del mediastino.



Figura 30. Aneurisma aorta ascendente, arco aortico e aorta discendente. Proiezione PA, in ortostatismo. Aumento di dimensioni del bottone aortico (I arco), allargamento del profilo mediastinico con modifica degli archi a sinistra ed a destra.

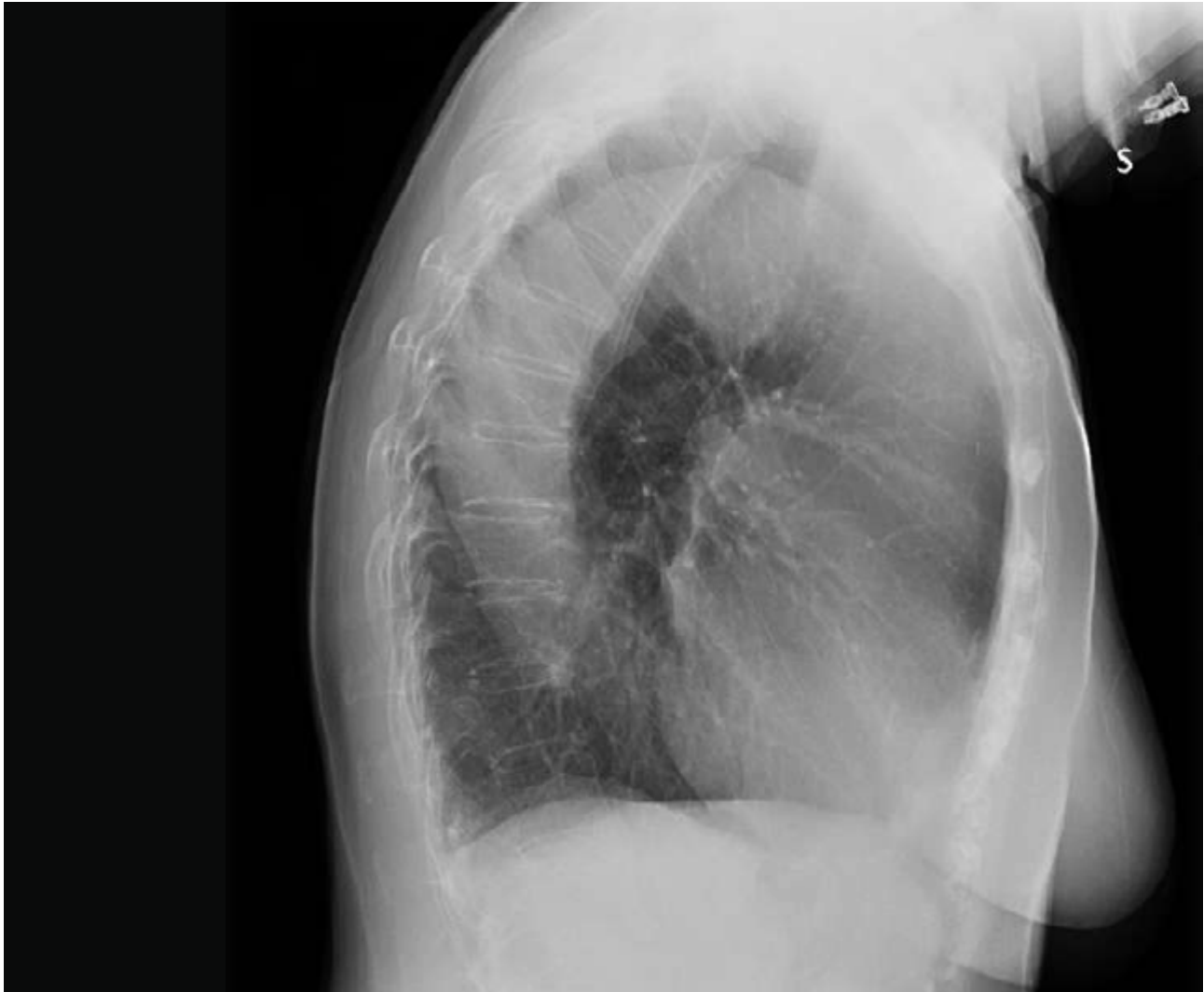


Figura 31. Aneurisma aorta ascendente, arco aortico e aorta discendente. Proiezione LL, in ortostatismo. Aumento delle dimensioni del profilo aortico con mediastino non ben delimitato a causa della diffusa radiopacità.



Figura 32. Aneurisma arco aortico e aorta discendente. Proiezione PA, in ortostatismo. Bottone aortico e primo arco aortico di sinistra accentuati.

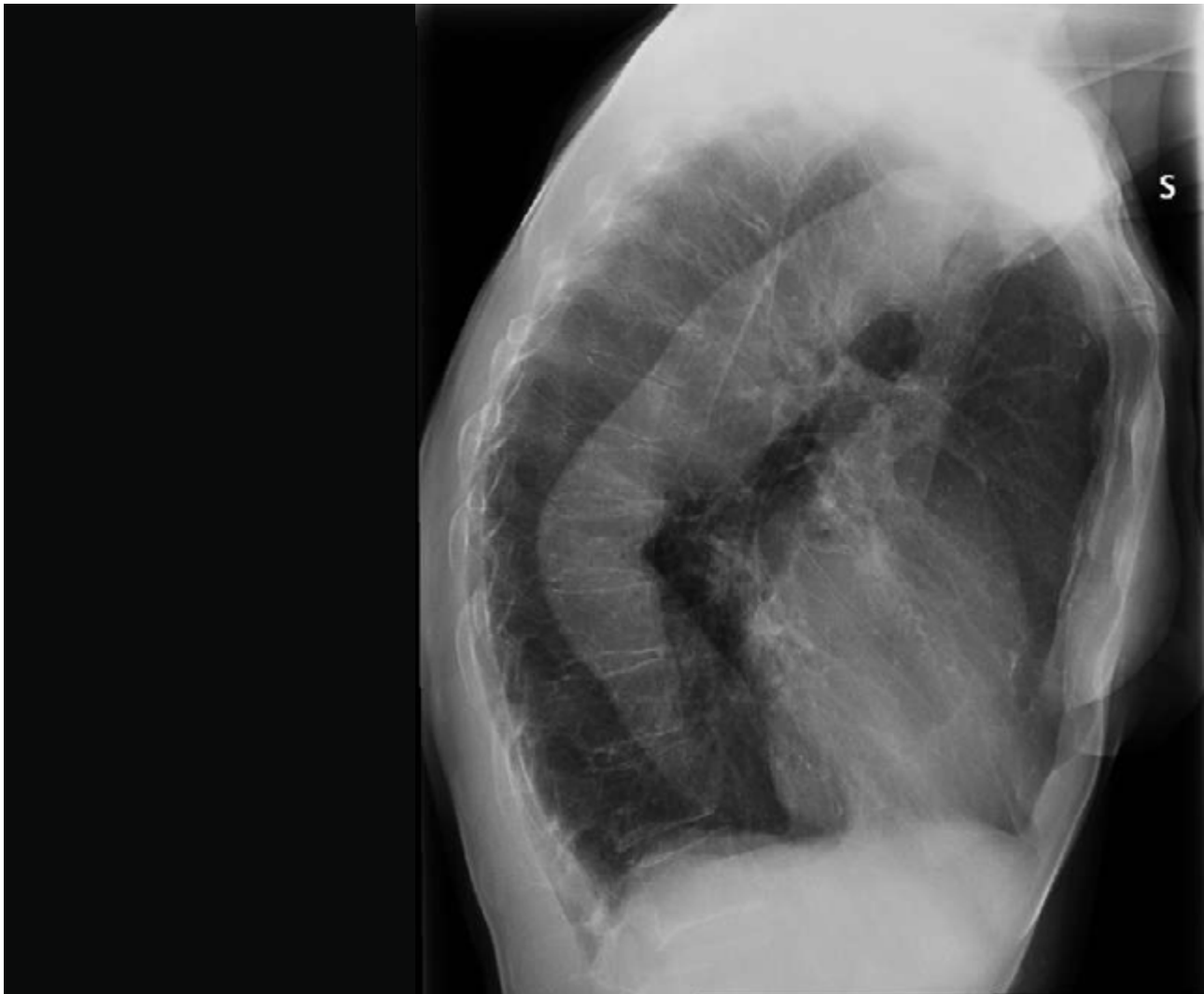


Figura 33. Aneurisma arco aortico e aorta discendente. Proiezione LL, in ortostatismo.

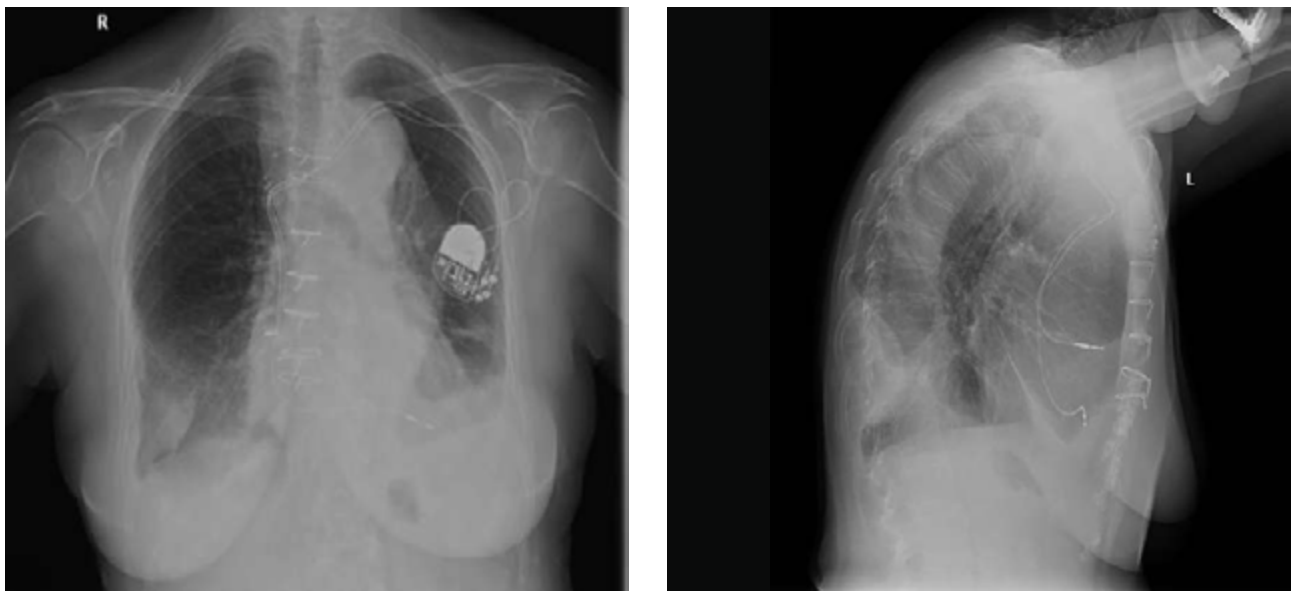


Figura 34. Aneurisma aorta ascendente, arco aortico e aorta discendente in paziente portatore di PM bicamerale. Proiezioni PA e LL, in ortostatismo. Prominenza del primo arco cardiaco di destra e del bottone aortico, con sovertimento degli archi cardiaci di sinistra e del profilo mediastinico. Clips metalliche di pregressa cardiocirurgia.

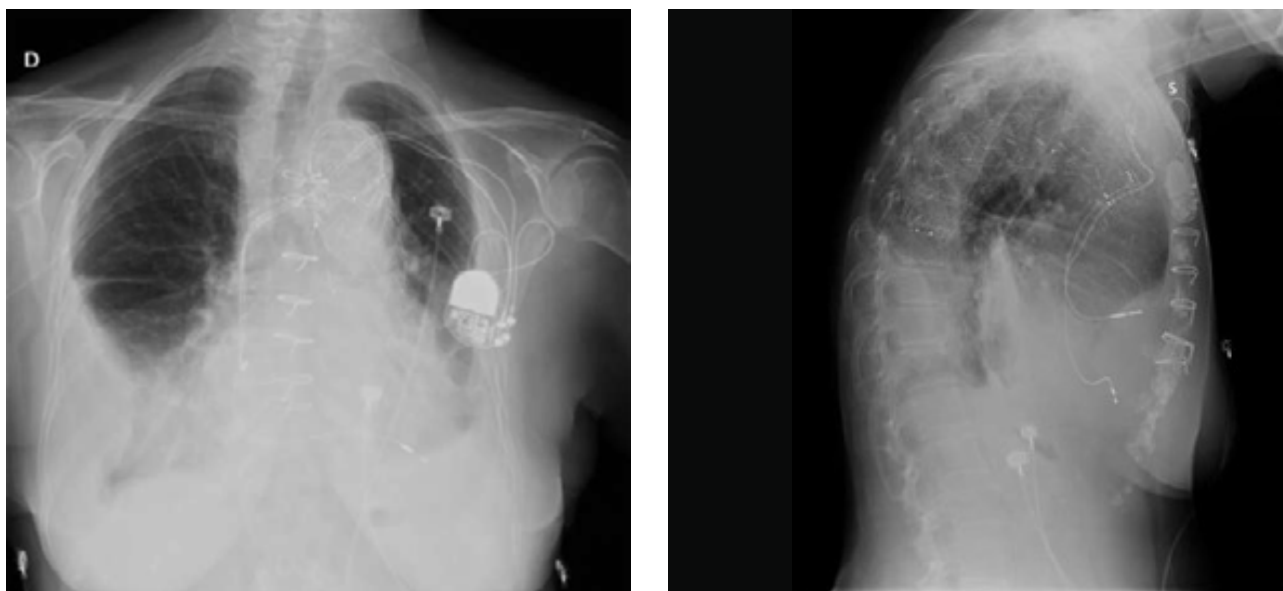


Figura 35. Aneurisma aorta ascendente, arco aortico e aorta discendente in paziente portatore di PM bicamerale, post-intervento con tecnica Spielvogel ed Elephant Trunk. Proiezioni PA e LL, in ortostatismo. Rispetto alle immagini precedenti riguardanti lo stesso paziente, si notano gli esiti della chirurgia, con la protesi aortica in sede e le suture sternali mediane ed un versamento pleurico bilaterale.



Figura 36. Aneurisma arco aortico dissecato, dissezione tipo A di Stanford. Proiezione AP, paziente supino. Slargamento bilaterale del mediastino con sovvertimento dei normali archi aortici, a causa di dissezione coinvolgente l'aorta ascendente, l'arco aortico e l'aorta discendente.

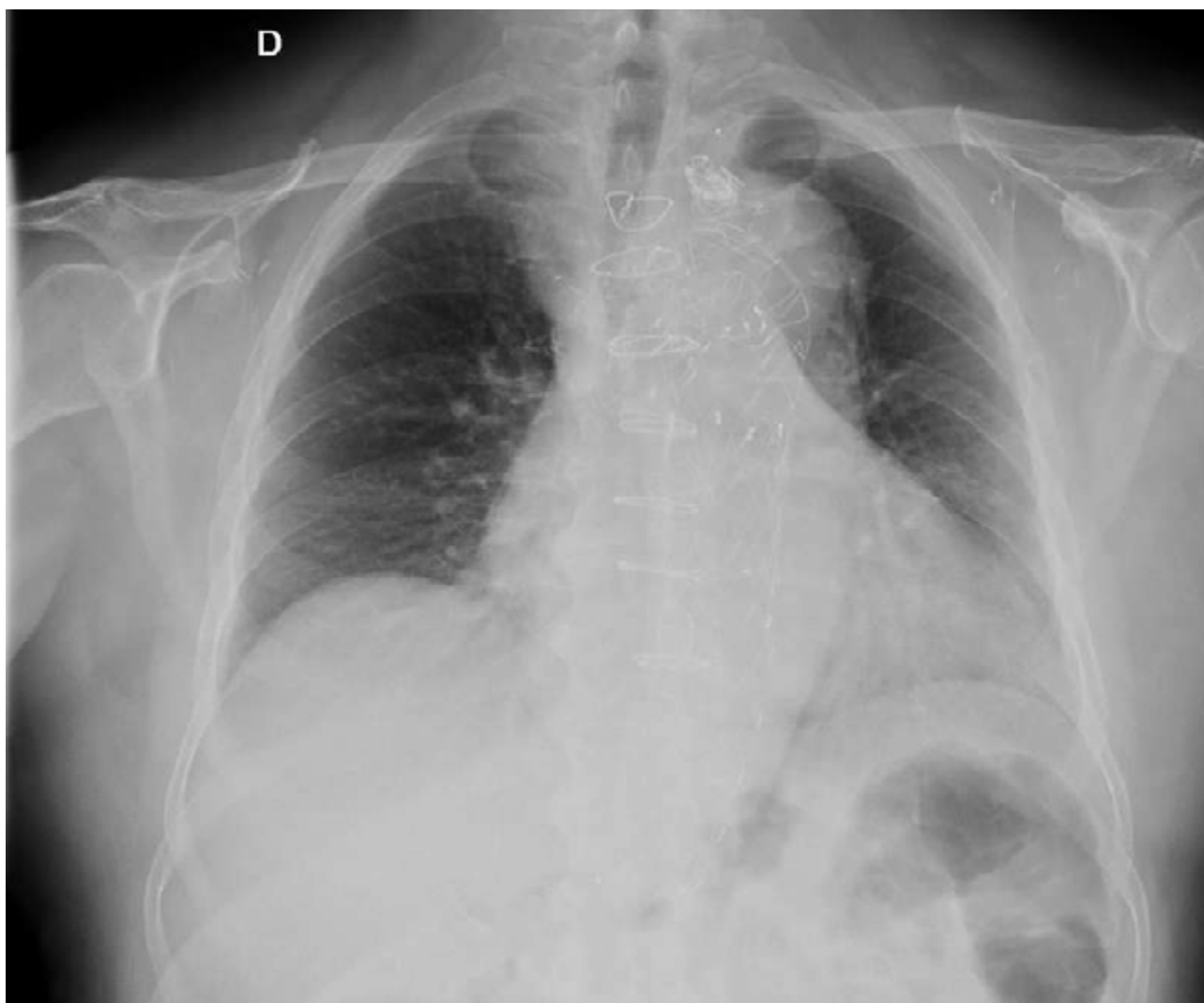


Figura 37. Aneurisma arco aortico dissecato – intervento di debranching e Spielvogel. Proiezione PA, in ortostatismo. Evidente slargamento del mediastino con sovrapposizione del profilo aortico sui normali archi cardiaci. Esiti di chirurgia, con protesi aortica e suture sternali mediane.



Figura 38. Progresso aneurisma arco aortico dissecato di tipo A – intervento con sostituzione valvolare aortica con protesi biologica. Proiezione LL, in ortostatismo. Evidente slargamento del profilo mediastinico, nel cui contesto sono visibili la protesi vascolare e la valvola aortica impiantate.



Figura 39. Immagini Angio-TC di dissezione aortica tipo A con ricostruzioni 3D.

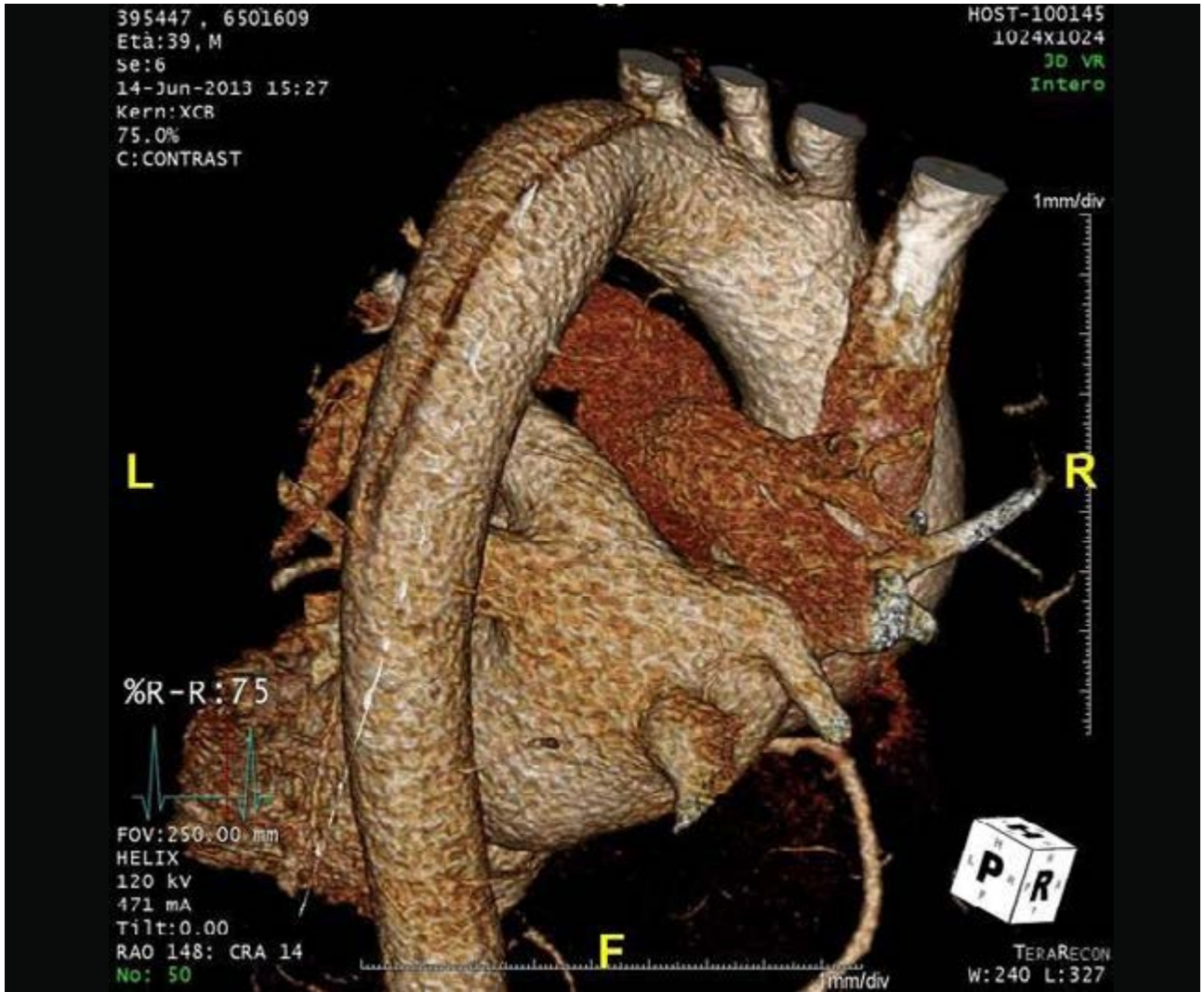




Figura 40. Pseudoaneurismi multipli dell'arco aortico e dell'aorta discendente. Proiezione PA, in ortostatismo. Si notano alcune irregolarità a livello degli archi cardiaci bilateralmente (maggiormente a sinistra).

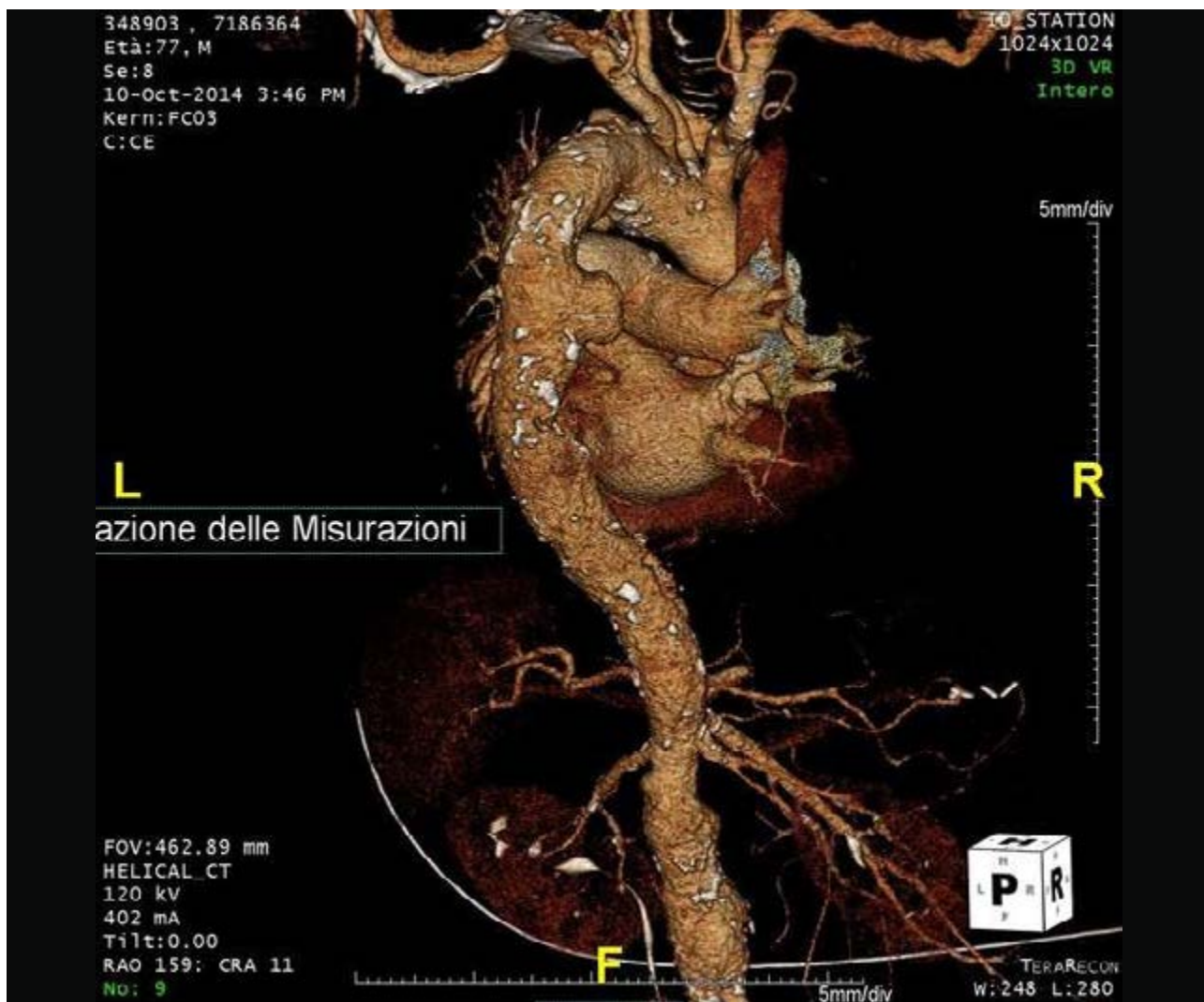


Figura 41. Ricostruzione 3D in Angio-TC dello stesso paziente della figura 40.

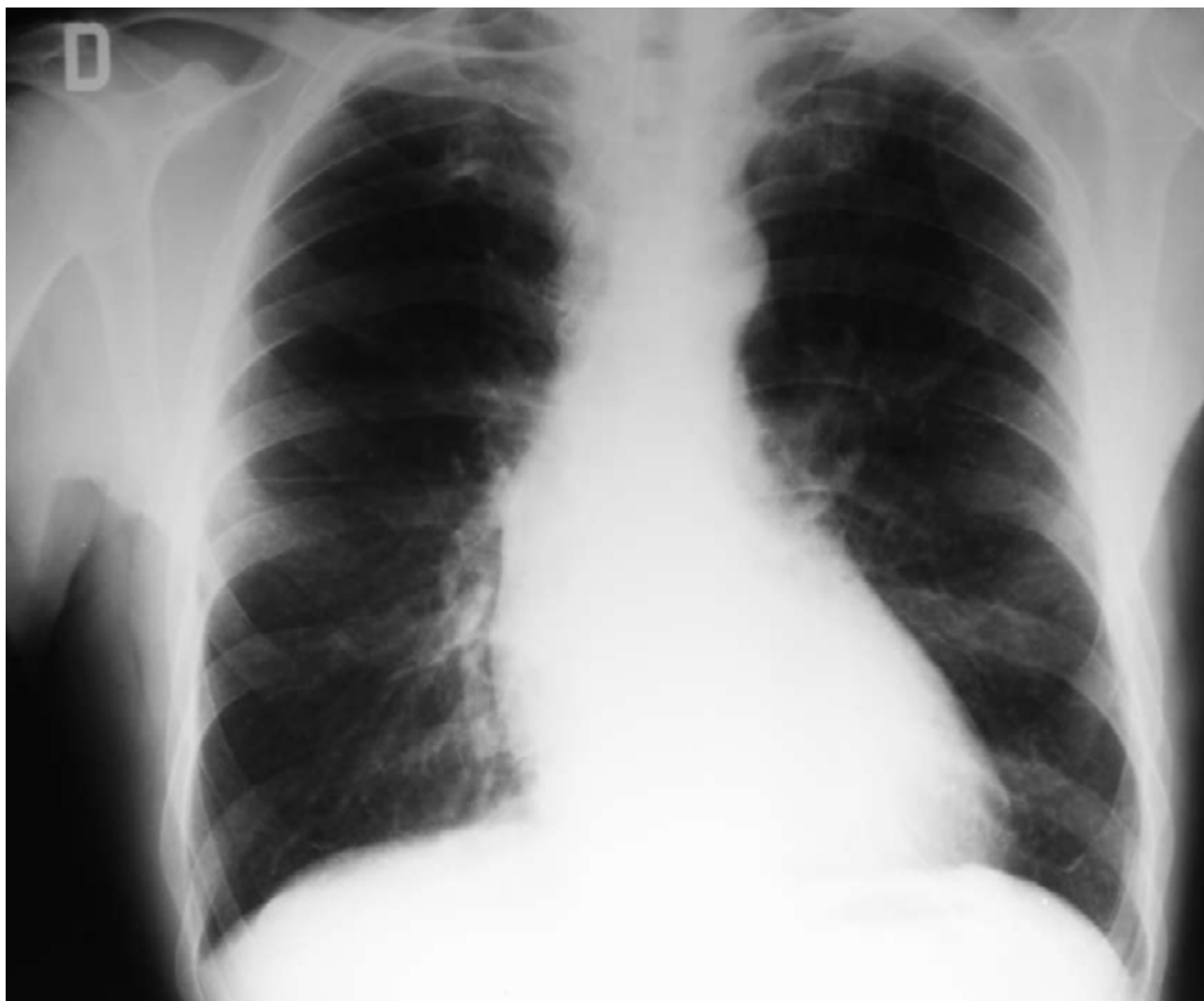


Figura 42. Aortite luetica con aneurisma sacciforme dell'aorta ascendente. Proiezione PA, in ortostatismo. Presenza di opacità convessa a livello del primo arco aortico di destra, da dilatazione della radice aortica.



Figura 43. Aneurisma dell'aorta discendente. Proiezione PA, in ortostatismo. Sovrapposizione del profilo dell'aorta discendente sugli archi cardiaci di sinistra. Si osservi il profilo arrotondato e prominente del III arco sinistro da ipertrofia ventricolare

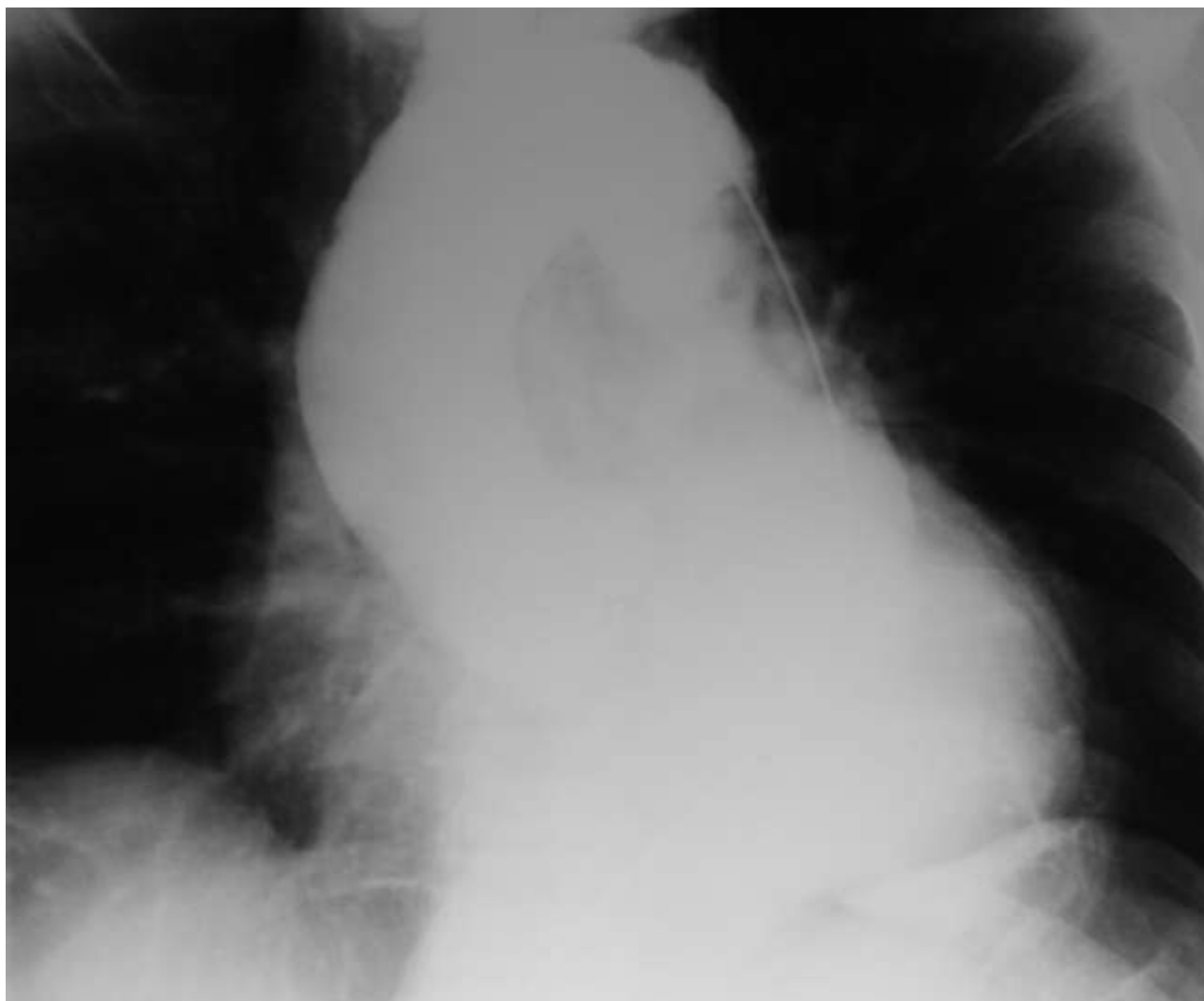


Figura 44. Aneurisma dell'aorta discendente. Proiezione obliqua, in ortostatismo.



Figura 45. Fistola aorto-coronarica (angiografia aortica, anni '70).



Figura 46. Fistola aorto-coronarica (stesso caso della figura 45) con versamento pericardico massivo da pericardite essudativa. Proiezione PA, in ortostatismo. Completo offuscamento dei profili cardiaci per presenza di fluido pericardico.



Figura 47. Aneurisma dell'arteria polmonare sinistra. Proiezione PA, in ortostatismo. Sovvertimento del profilo sinistro del cuore secondario a voluminoso aneurisma dell'arteria polmonare (Il arco cardiaco sinistro).

Rottura traumatica dell'aorta toracica:

• allargamento, mono o bilaterale, del profilo mediastinico, che può essere associato a versamento pleurico, con opacamento dell'arco aortico e degli emidiaframmi coinvolti, fino alla loro completa oblitterazione (in relazione all'entità del sanguinamento).

Tuttavia è bene ricordare che i reperti patologici possono essere molto spesso difficili da vedere e la radiografia del torace risultare negativa.

Kinking, allungamento e dilatazione dell'aorta:

In caso di patologia ipertensiva, aterosclerosi ed insufficienza aortica di lunga durata, si possono verificare determinate modifiche del vaso aortico, che possono rivelarsi con alcuni segni alla radiografia del torace, come:

- la dilatazione e l'allungamento del vaso, generalmente visibili nella proiezione postero-anteriore come un'opacità convessa a livello della porzione destra dell'aorta ascendente (normalmente assente) ed un aumento considerevole della distanza tra l'ombra aortica e l'atrio destro;
- a livello sinistro, l'arco aortico si presenta alto e si proietta distintamente nel campo polmonare; la porzione discendente dell'arco può essere chiaramente visibile lateralmente alla colonna vertebrale e, in alcuni casi particolari, le pareti stesse del vaso possono essere intuibili attraverso l'ombra cardiaca.

2.7. Cardiopatie congenite

La radiografia del torace è tra gli esami di primo livello ad essere eseguiti nell'inquadramento diagnostico della cardiopatia congenita, nonostante fornisca informazioni indirette ed aspecifiche. Gli esami di approfondimento più dirimenti in questo contesto saranno l'ecocardiografia e la risonanza magnetica cardiaca.

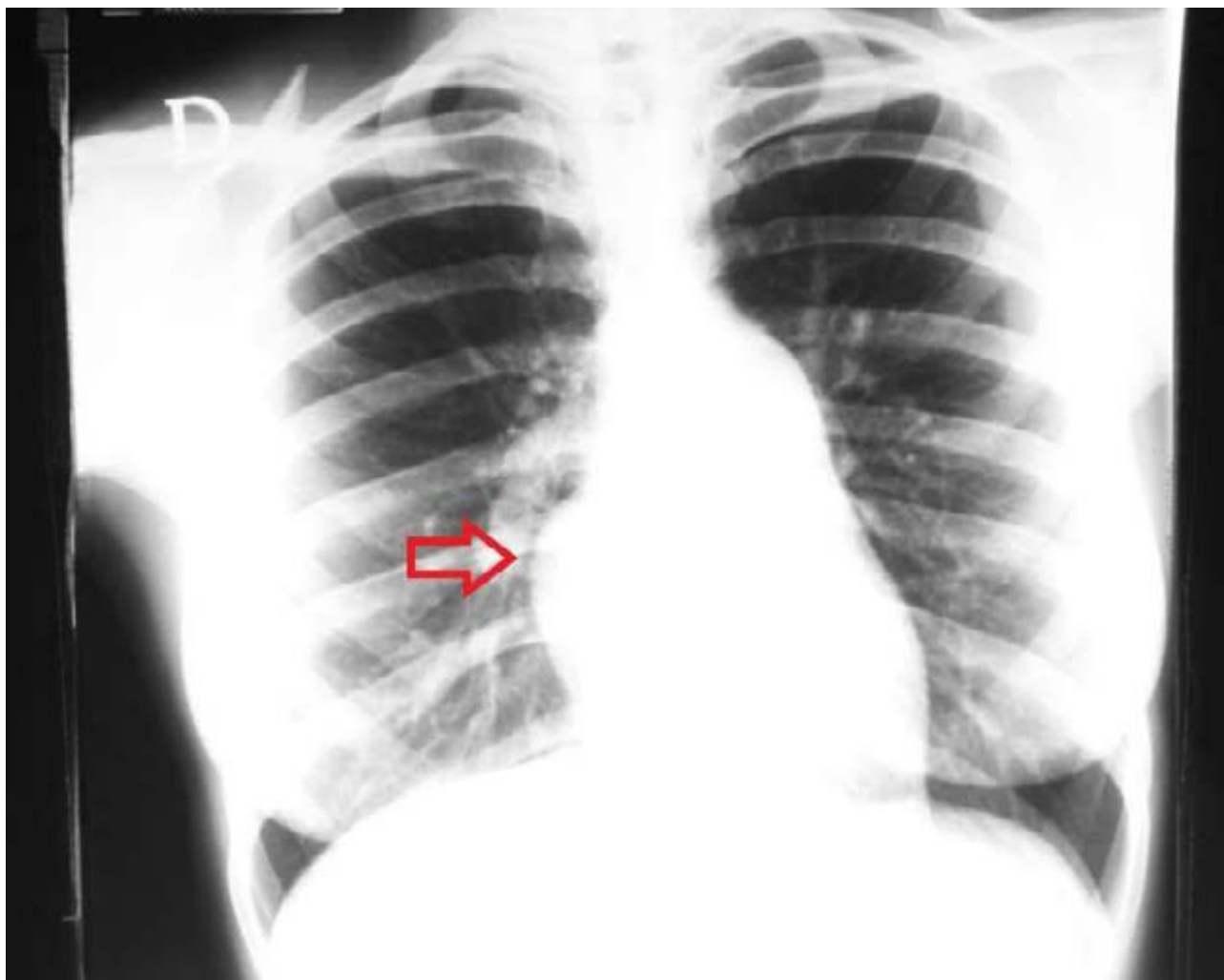


Figura 48. Difetto interatriale con Eisenmenger. Proiezione PA, in ortostatismo. Emidiaframmi simmetrici. Indice cardio-toracico nei limiti di norma. Prominenza dell'arco inferiore destro in presenza di ingrandimento delle camere cardiache di destra, in particolare dell'atrio destro (freccia). Dilatazione del tronco-ramo sinistro dell'arteria polmonare (II arco sinistro).

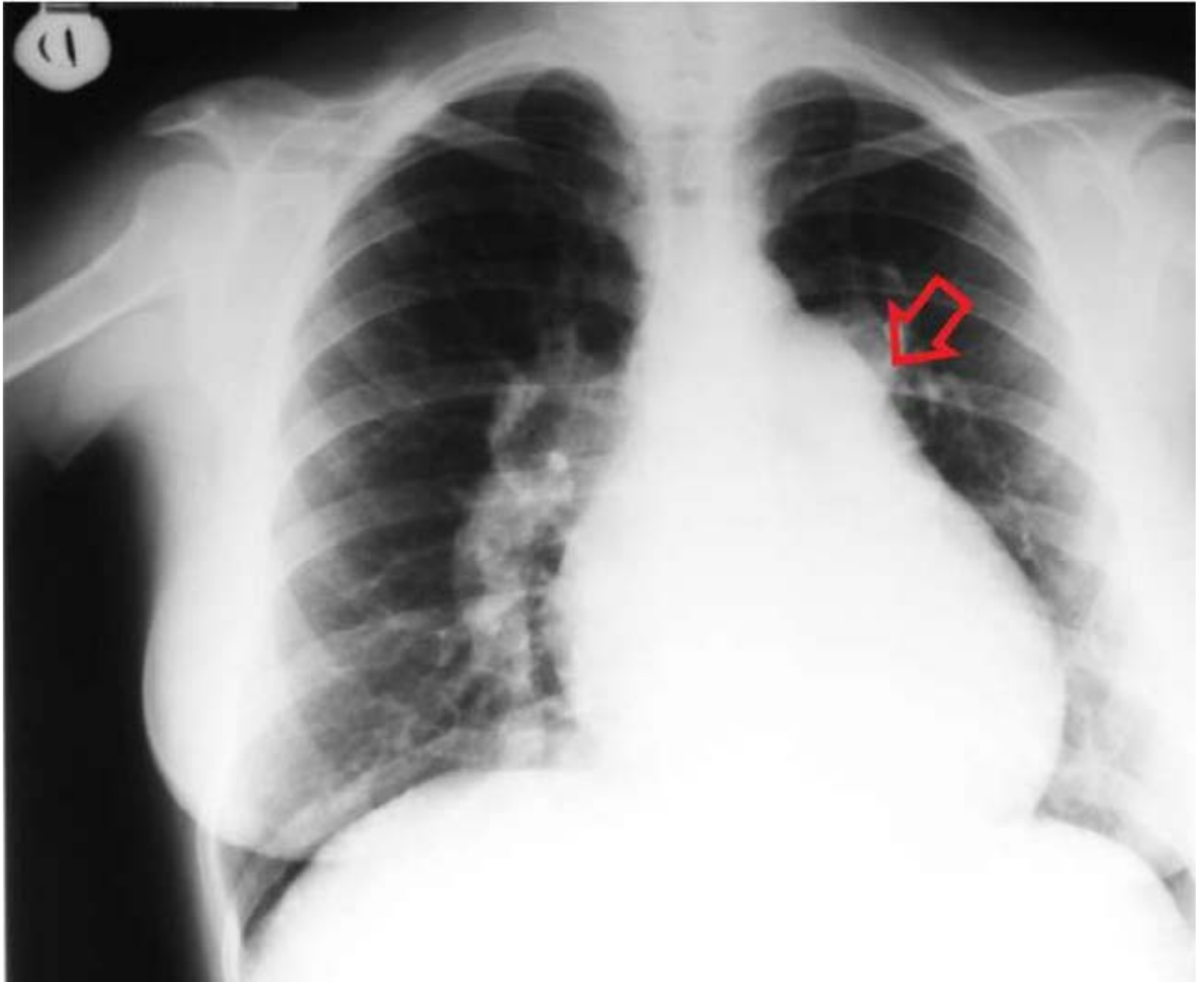


Figura 49. Difetto interatriale. Proiezione PA, in ortostatismo. Indice cardio-toracico nei limiti di norma. Prominenza dell'arco medio di sinistra (freccia) causato da dilatazione del tronco polmonare (II arco sinistro) in presenza di iperafflusso polmonare. Accentuata convessità dell'arco inferiore di destra da ingrandimento atriale destro.

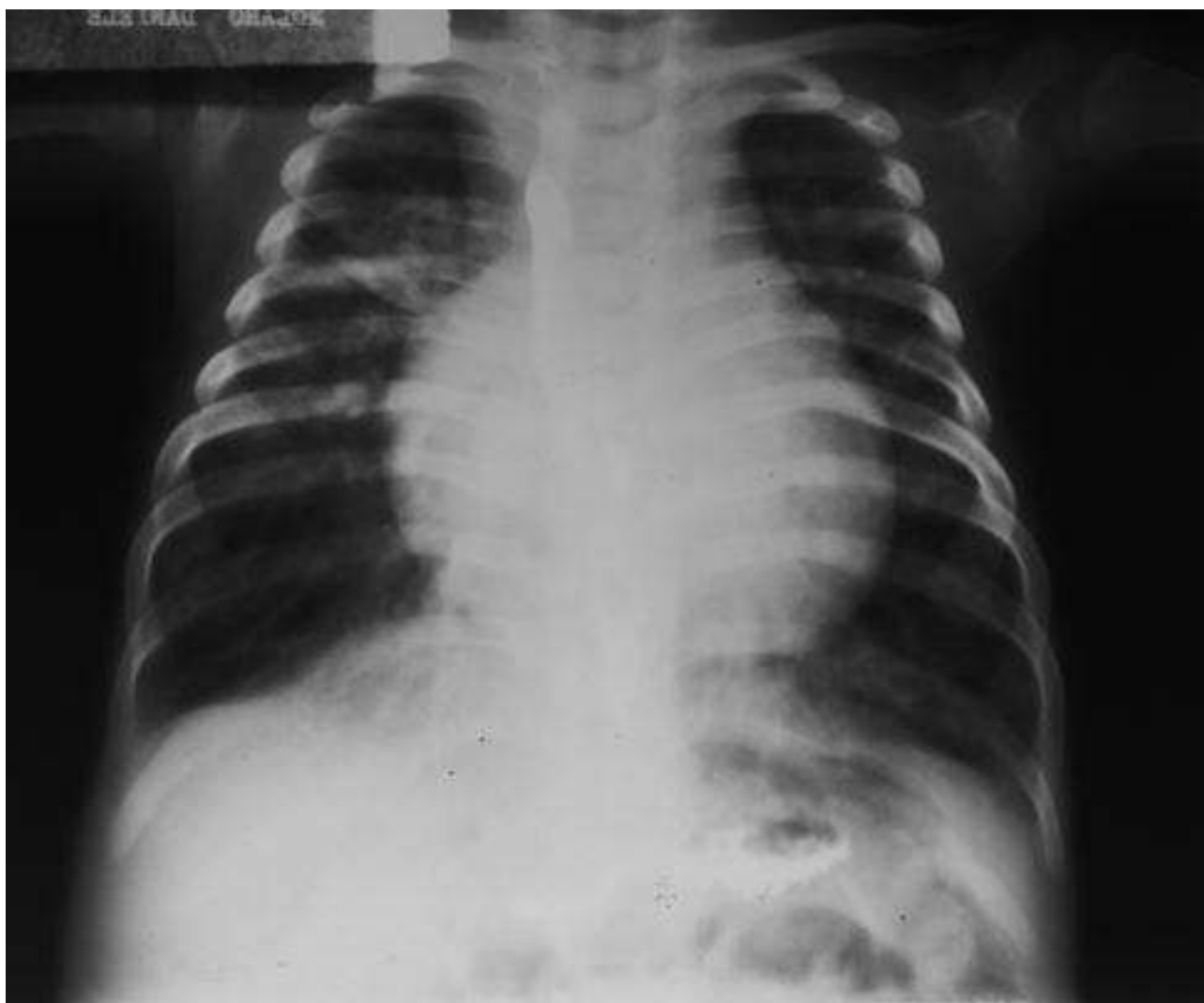


Figura 50. Difetto interventricolare. Paziente pediatrico. Proiezione PA, in ortostatismo. Cardiomegalia. Spiccata convessità dell'arco cardiaco inferiore di destra, in presenza di importante ingrandimento atriale destro.

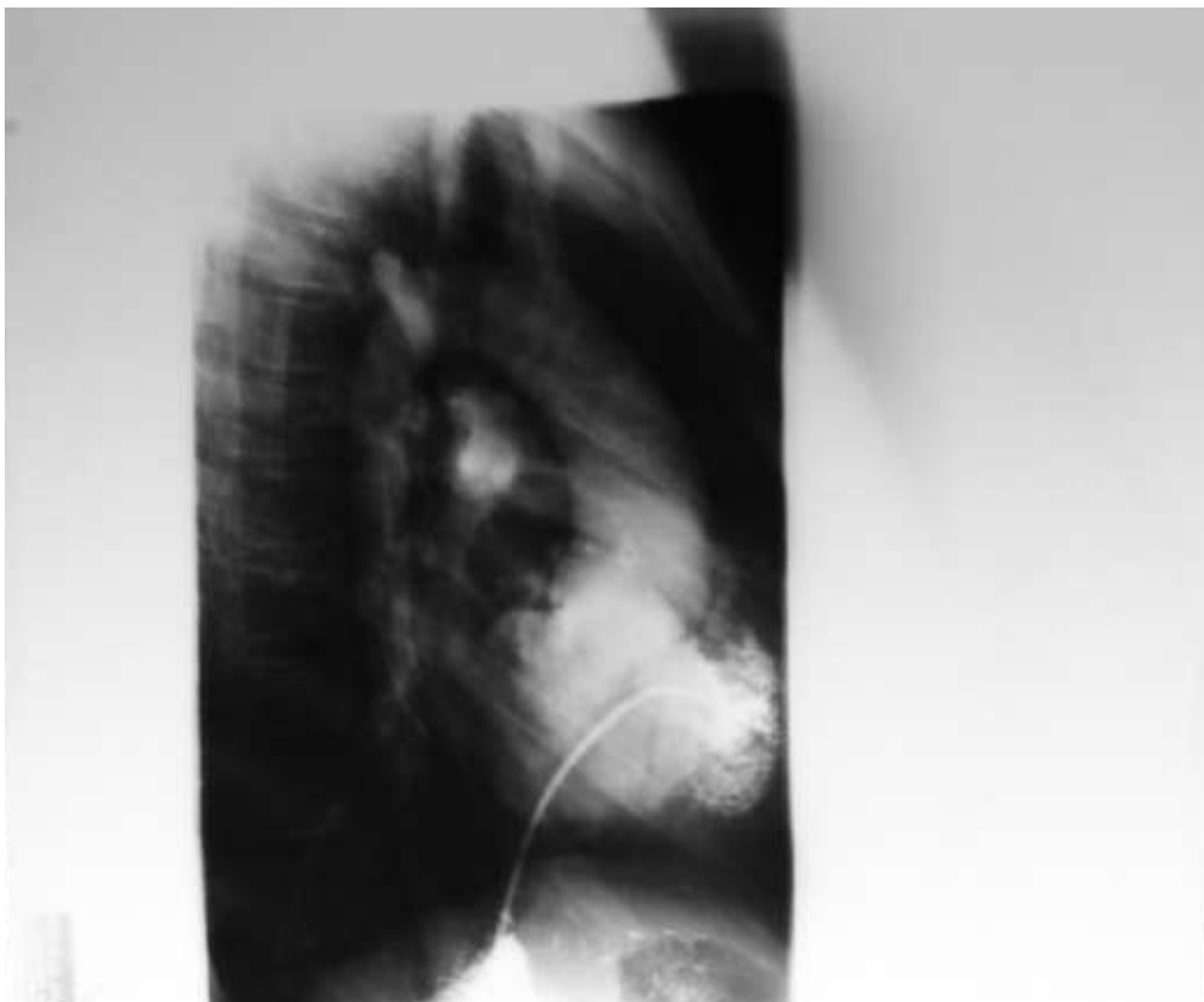


Figura 51. Tetralogia di Fallot sottoposta ad intervento di Blalock-Taussig. Proiezione LL. Anastomosi tra arteria succlavia ed arteria polmonare.



Figura 52. Canale atrioventricolare. Proiezione PA, in ortostatismo. Spiccata cardiomegalia con ipertensione polmonare. Aumento della trama vascolare a livello ilare. Versamento pleurico (obliterazione seni costofrenici).



Figura 53. Trasposizione dei grossi vasi. Proiezione PA, in ortostatismo. Indice cardio-toracico nei limiti di norma. Accentuata convessità dell'arco superiore di destra (aorta). Nelle fasi avanzate profilo cardiaco con tipico aspetto "ad uovo". Accentuazione della trama ilare.

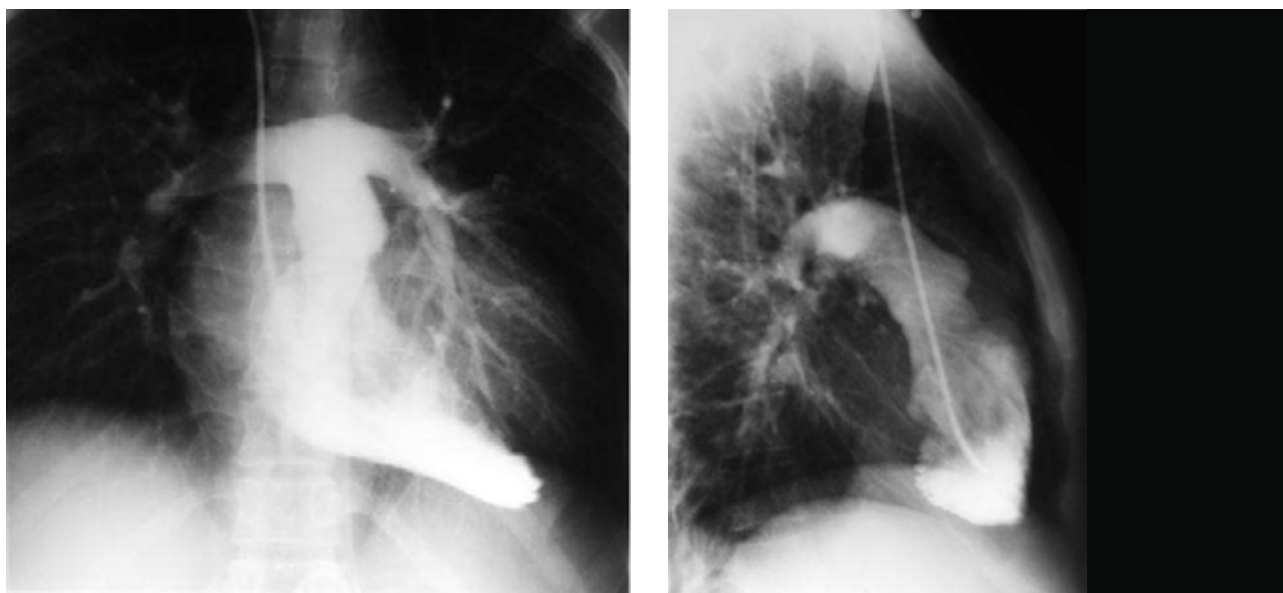


Figura 54. Trasposizione dei grossi vasi. Il catetere dall'aorta entra nella camera morfologicamente destra.

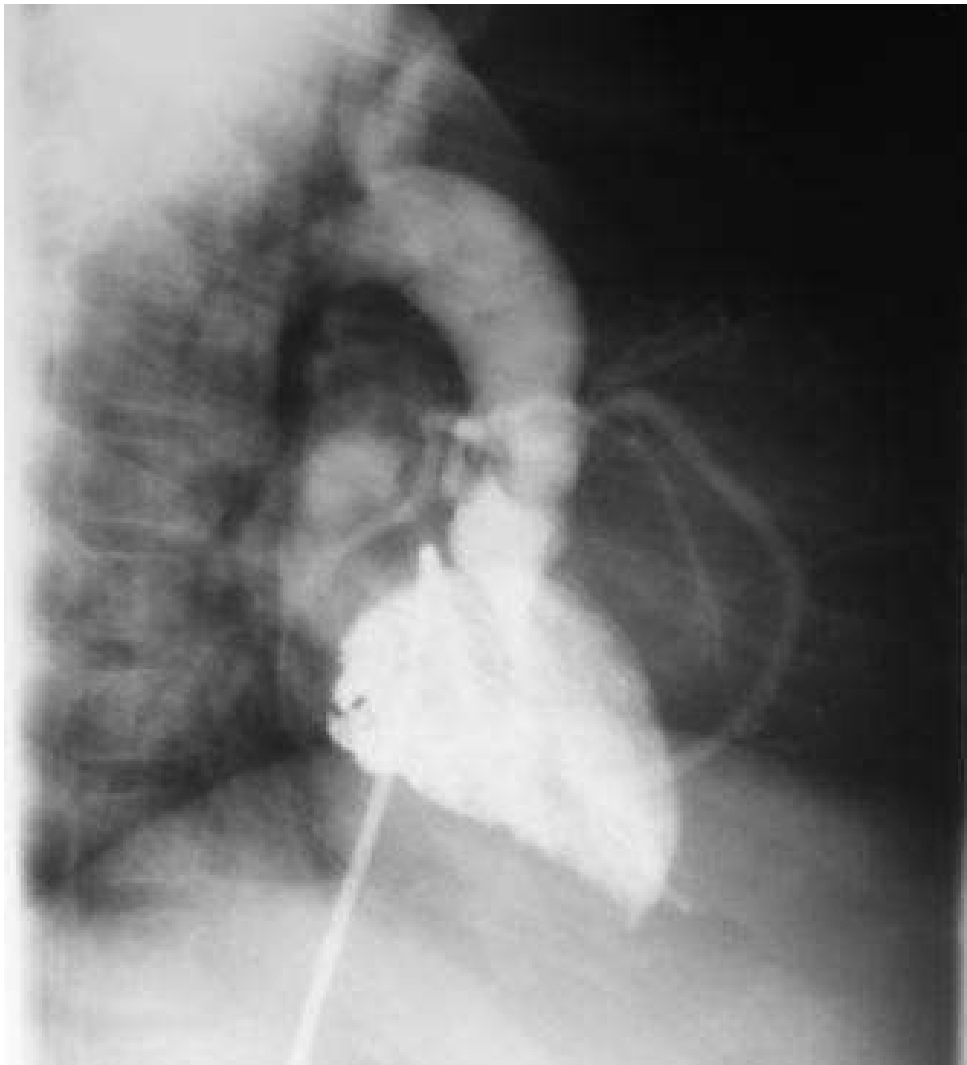
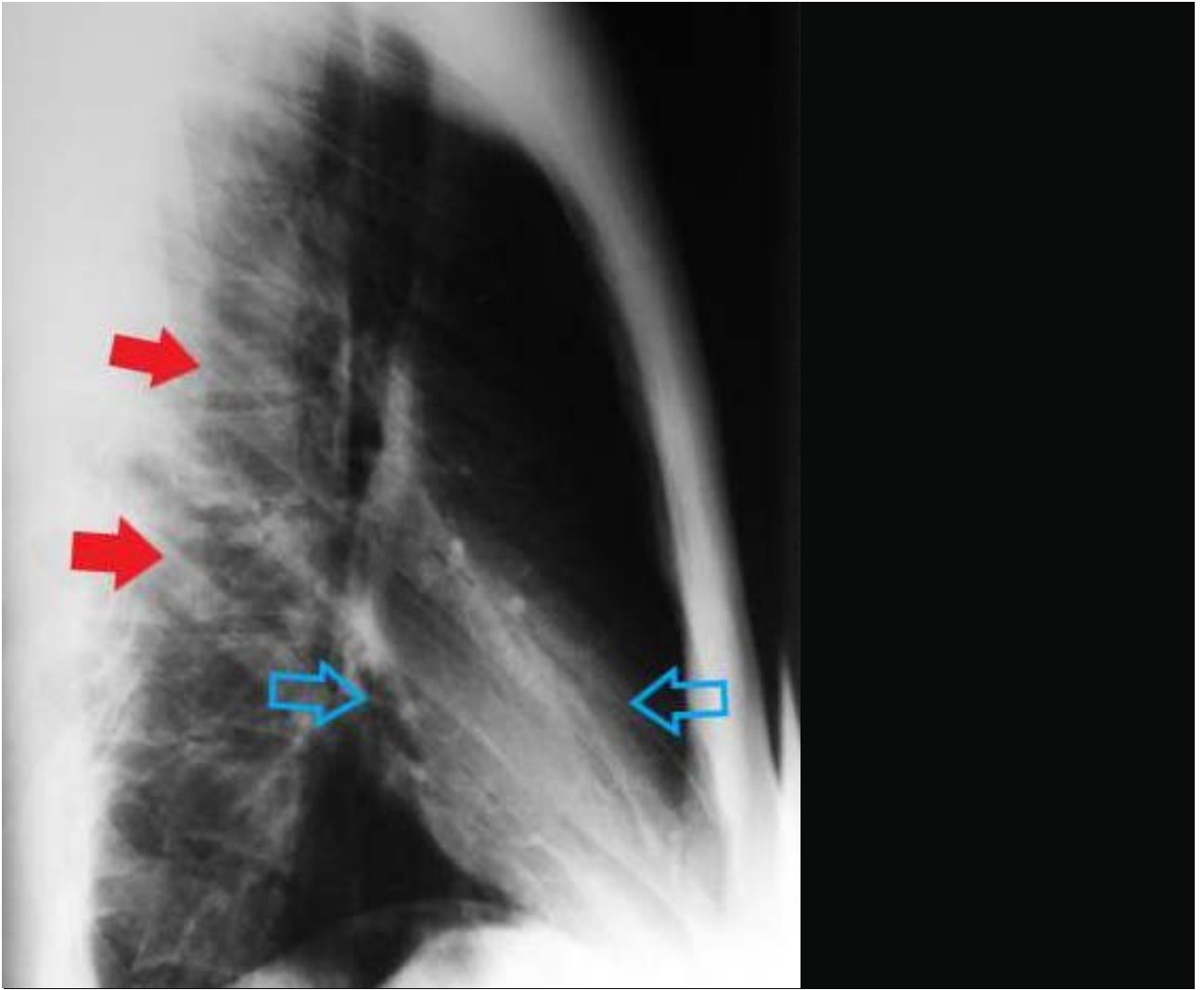


Figura 55. Stenosi polmonare valvolare e sottovalvolare. Proiezione LL. Accentuazione dell'arco cardiaco medio sinistro da dilatazione post-stenotica dell'arteria polmonare, ridotta vascolarizzazione polmonare.



Figura 56. *Straight back syndrome.* Proiezione PA ed LL. Deformità del torace che causa la perdita della normale cifosi toracica e la riduzione del diametro antero-posteriore del torace; di conseguenza si creerà una compressione a carico del cuore e del suo peduncolo vascolare, simulando le caratteristiche che si possono riscontrare nelle cardiopatie congenite. L'indice cardio-toracico può risultare ridotto, inferiore a 0,5.



2.8. Dispositivi cardiaci e complicanze

Riconoscimento dei dispositivi cardiaci.

Pacemaker:

- monocamerale: elettrocatteter stimolatore a livello dell'apice ventricolare destro;
- bicamerale: elettrocatteteri nell'atrio destro e nel ventricolo destro;
- biventricolare: elettrocatteter nel ventricolo destro e nel seno coronarico;
- biventricolare e bicamerale (CRT): elettrocatteteri nell'atrio destro, nel ventricolo destro e nel seno coronarico.

ICD (defibrillatore cardiaco impiantabile):

identificabile per la presenza di una spessa bobina da shock nella porzione terminale dell'elettrocatteter ventricolare destro.

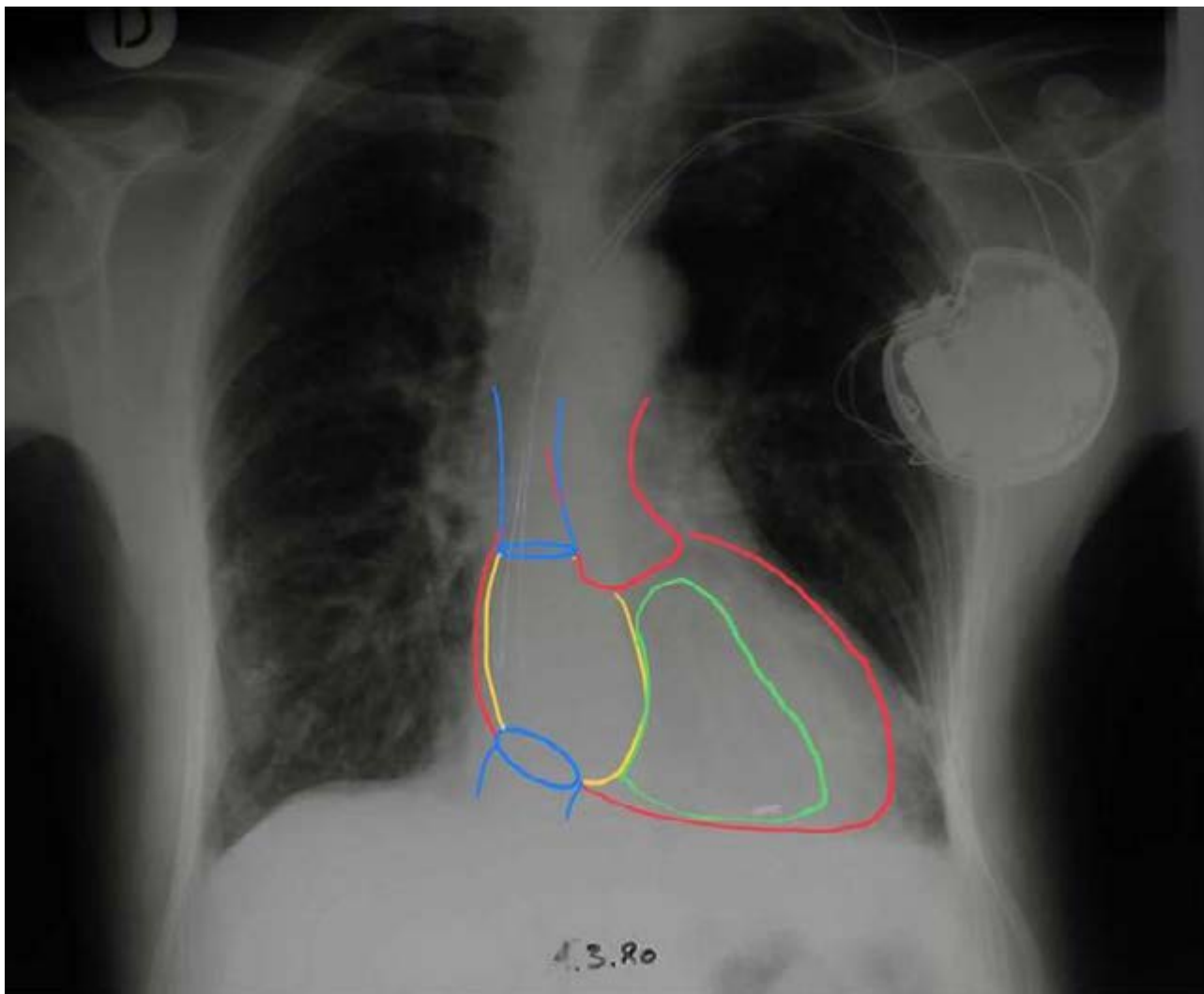


Figura 57. Pacemaker bicamerale. In azzurro la vena cava superiore ed inferiore; in rosso ed a sinistra il profilo aortico e ventricolare sinistro, in giallo l'atrio destro, in verde il ventricolo destro.

Indipendentemente dal tipo di dispositivo impiantato, il generatore non dovrebbe mai cambiare di posizione o conformazione nelle radiografie ottenute a distanza dall'impianto. A tal proposito risulta necessario confrontare sempre l'immagine radiografica attuale con quella eseguita immediatamente dopo la procedura.

Allo stesso modo gli elettrocatereteri devono essere sempre ben agganciati al generatore ed il loro decorso deve essere controllato, in modo da valutare eventuali rotture, incisure o malposizionamenti.

Reperti normali

- L'elettrocateretere atriale dovrebbe descrivere una caratteristica curva a forma di "J" in proiezione L-L nell'auricola destra, orientata supero-anteriormente;
- L'elettrocateretere ventricolare destro dovrebbe essere posizionato a livello dell'apice ventricolare, appena a sinistra della colonna vertebrale nella proiezione P-A e lungo il margine infero-anteriore del profilo cardiaco nella proiezione L-L. Tuttavia diversi posizionamenti possono essere decisi durante la procedura, per esempio a livello del tratto di efflusso ventricolare;
- L'elettrocateretere per la stimolazione ventricolare sinistra viene normalmente posizionato nelle vene affluenti del seno coronarico e mostra spesso un decorso orientato al margine cardiaco sinistro in proiezione frontale e lungo il bordo posteriore del cuore nella radiografia laterale.

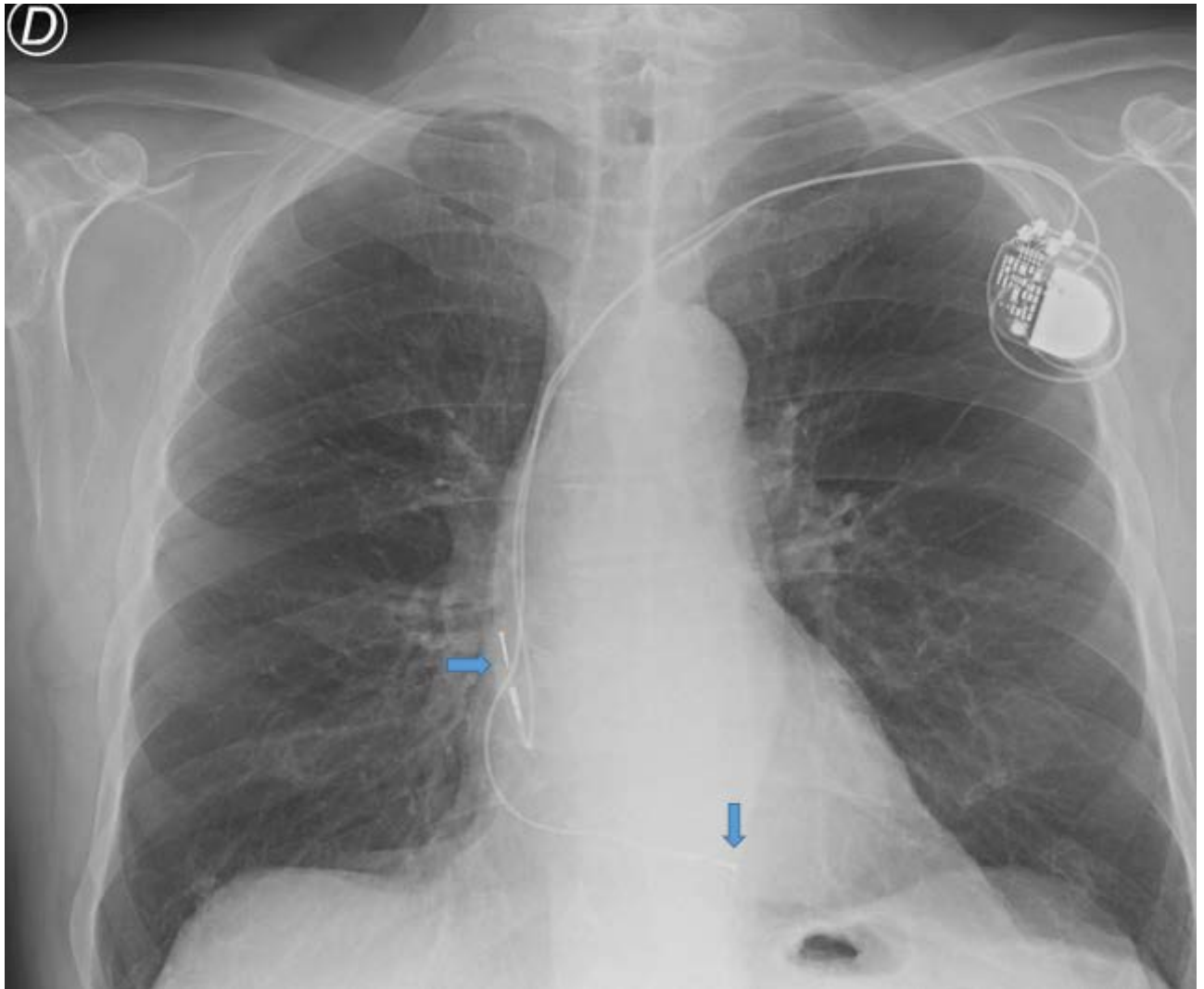


Figura 58. Pacemaker bicamerale. Proiezione PA, in ortostatismo. Emidiaframmi simmetrici. Indice cardio-toracico nei limiti di norma. Presenza di pacemaker bicamerale. Le frecce indicano gli elettrocatteteri atriale e ventricolare nelle sezioni cardiache destre.



Figura 59. Pacemaker bicamerale. Proiezione LL. Elettrocatteteri in atrio e ventricolo destro, correttamente posizionati.

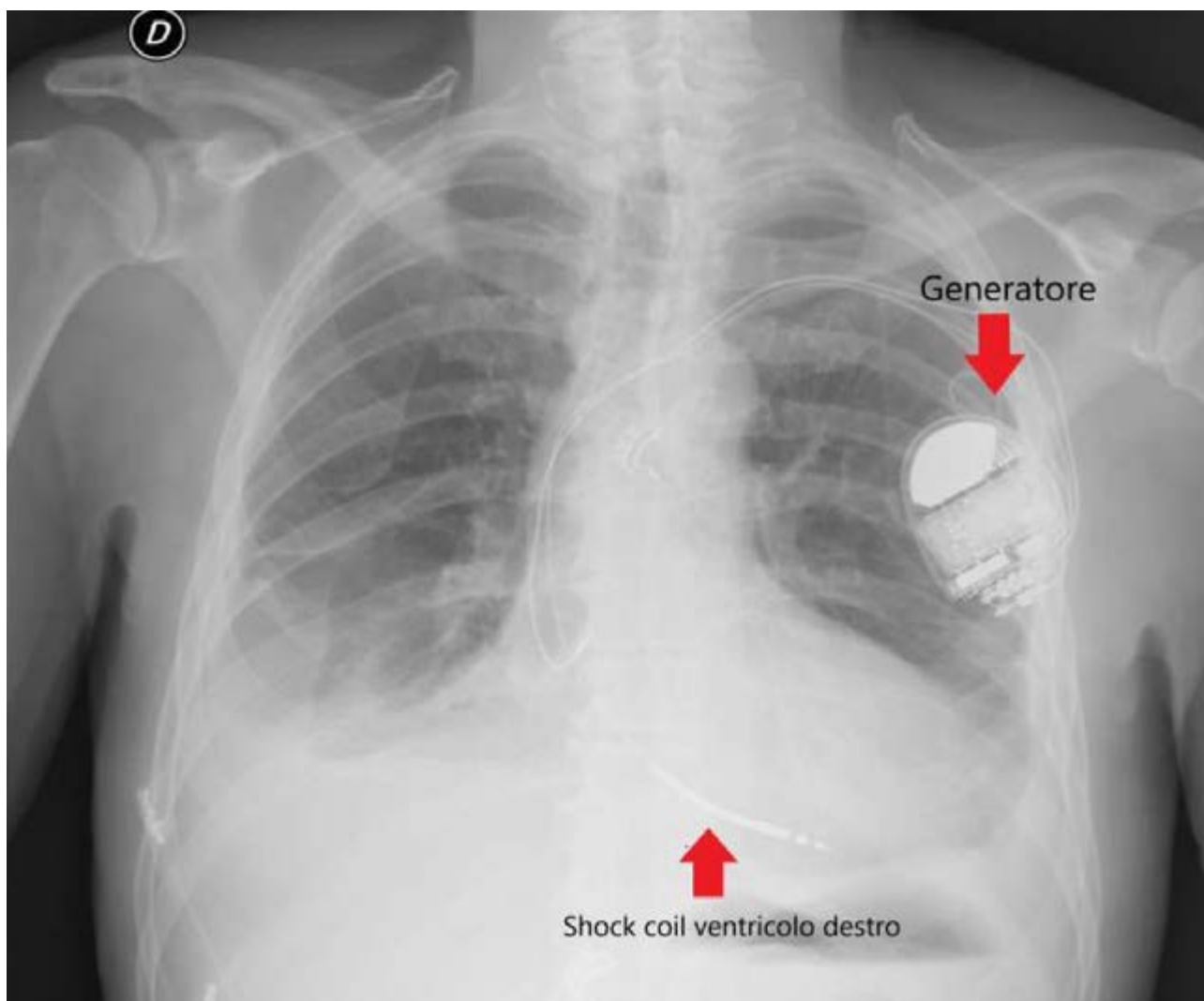


Figura 60. Defibrillatore cardiaco impiantabile-ICD. Proiezione PA, in ortostatismo. Dispositivo composto da generatore, elettrocattetero in atrio destro ed elettrocattetero per erogare lo shock ancorato al ventricolo destro.

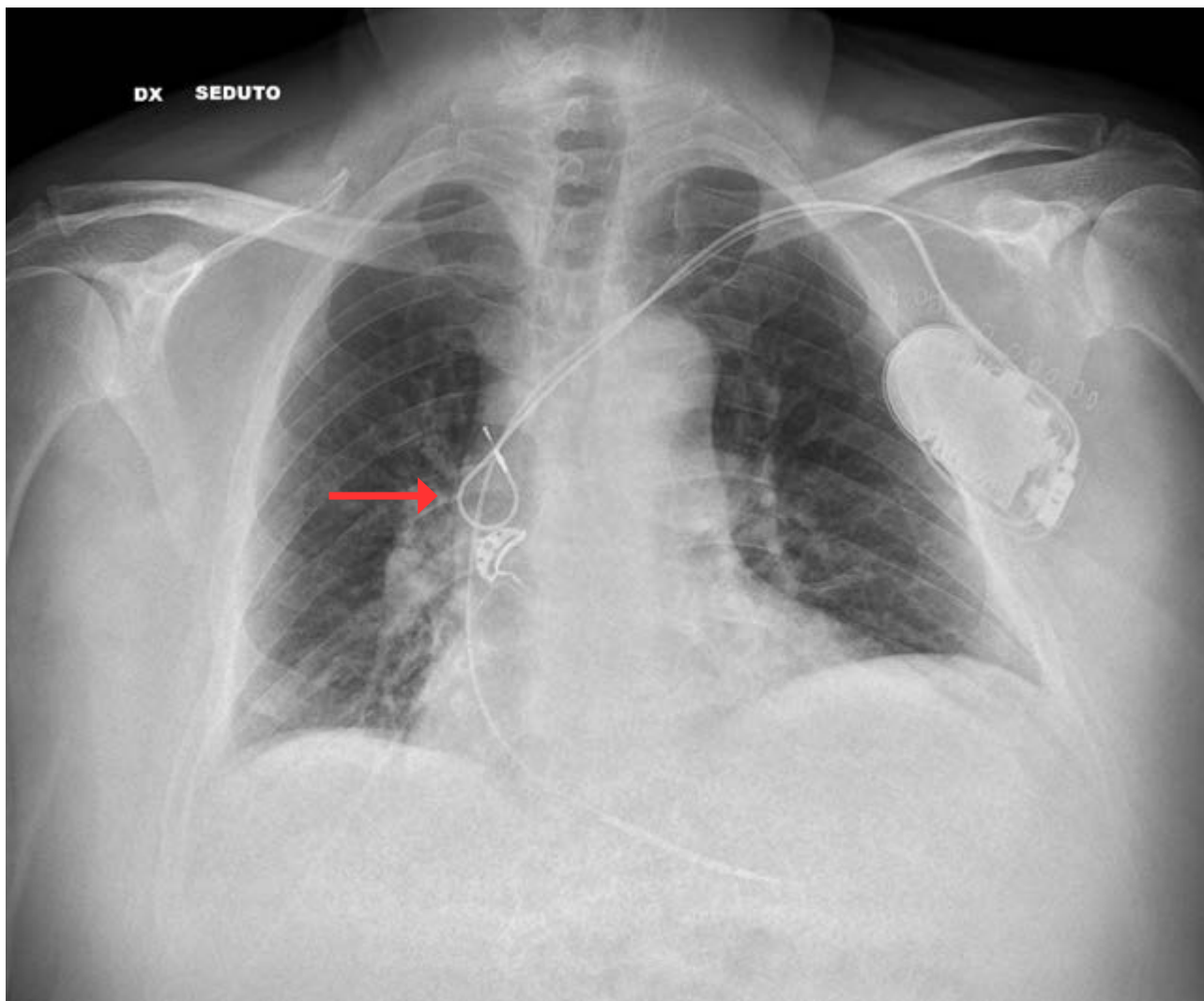
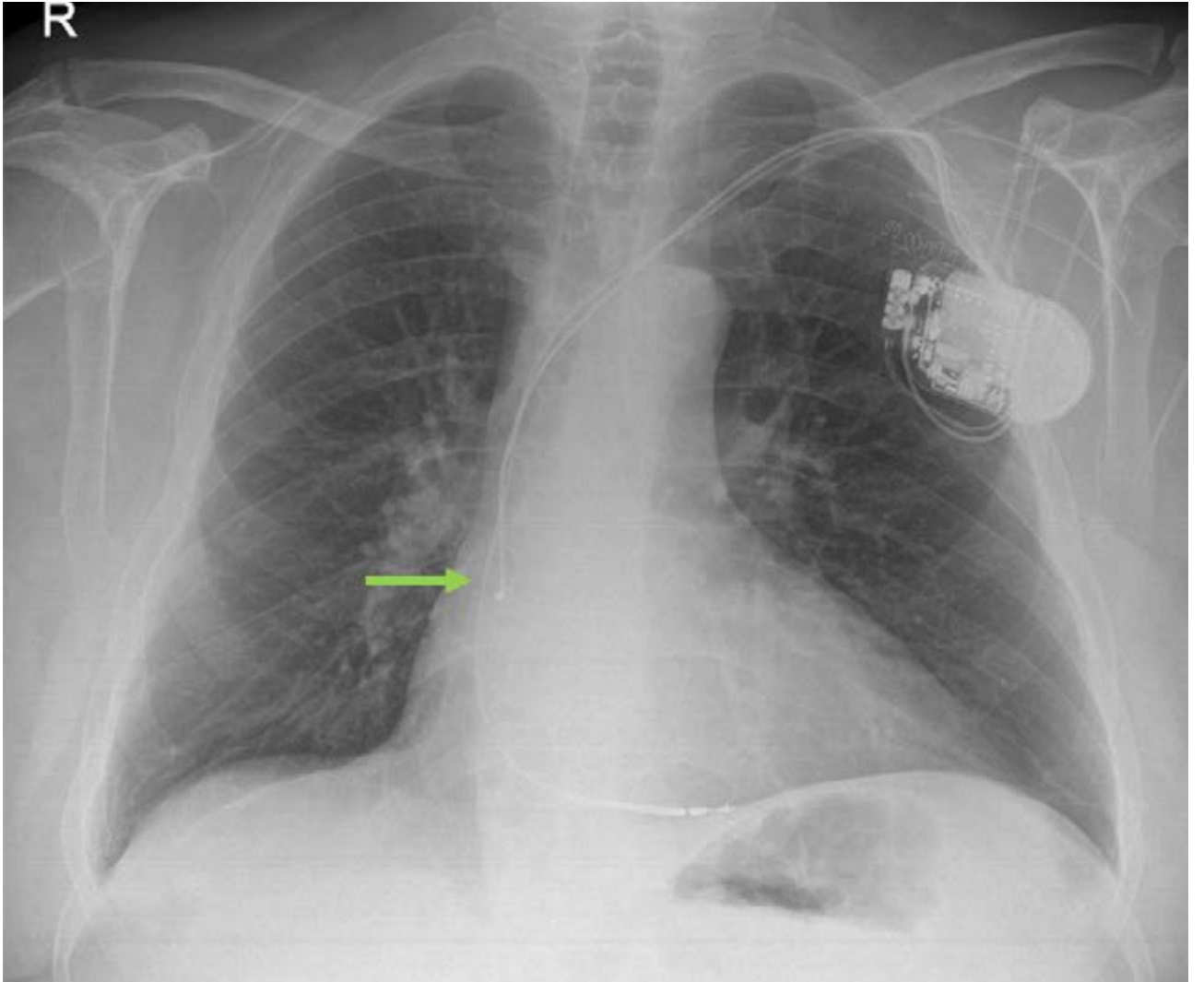


Figura 61. Defibrillatore cardiaco impiantabile-ICD. Proiezione AP, paziente seduto. ICD. Generatore in sede sottoclavare sinistra. Il primo Rx (qui sopra) è stato eseguito per evidenza di undersensing atriale al controllo del dispositivo. Si noti l'elettrocatteter malposizionato, che si proietta in regione pettorale sinistra (freccia rossa). È stata quindi eseguita procedura di riposizionamento (immagine nella pagina successiva, freccia verde) con ripristino di buon funzionamento.



Complicanze

Precoci, in prossimità del posizionamento del dispositivo:

- pneumotorace: deve essere escluso dopo ogni procedura;
- versamento pleurico o ispessimento apicale di nuova insorgenza: sospetti per emotorace secondario a lesione vascolare;
- ingrandimento dell'ombra cardiaca: dovrebbe far sorgere il sospetto di emopericardio da perforazione miocardica (evenienza rara);
- malposizionamento dei fili/elettrostimolatori o degli attacchi a livello del generatore.

A distanza di tempo, individuate alle radiografie seriate in pazienti portatori di dispositivi:

- rottura di un elettrocatteter: dovuta generalmente al suo ancoramento in prossimità della clavicola;
- sindrome di Twiddler: manipolazione del dispositivo da parte del paziente, che provoca un cambiamento della sua posizione o dell'orientamento dei cavi o la loro rottura (possibile aspetto attorcigliato dei cavi);
- disconnessione della spina del connettore dal generatore;
- infezione dei tessuti molli: meglio visualizzabile alla TAC come bolle gassose o una raccolta liquida attorno al generatore.



Figura 62. Rottura di elettrocattetero di pacemaker in prossimità della clavicola sinistra (freccia). Proiezione PA, in ortostatismo. Elettrocatteteri del dispositivo presenti in atrio e ventricolo destro, rottura dell'elettrocattetero a livello prossimale.

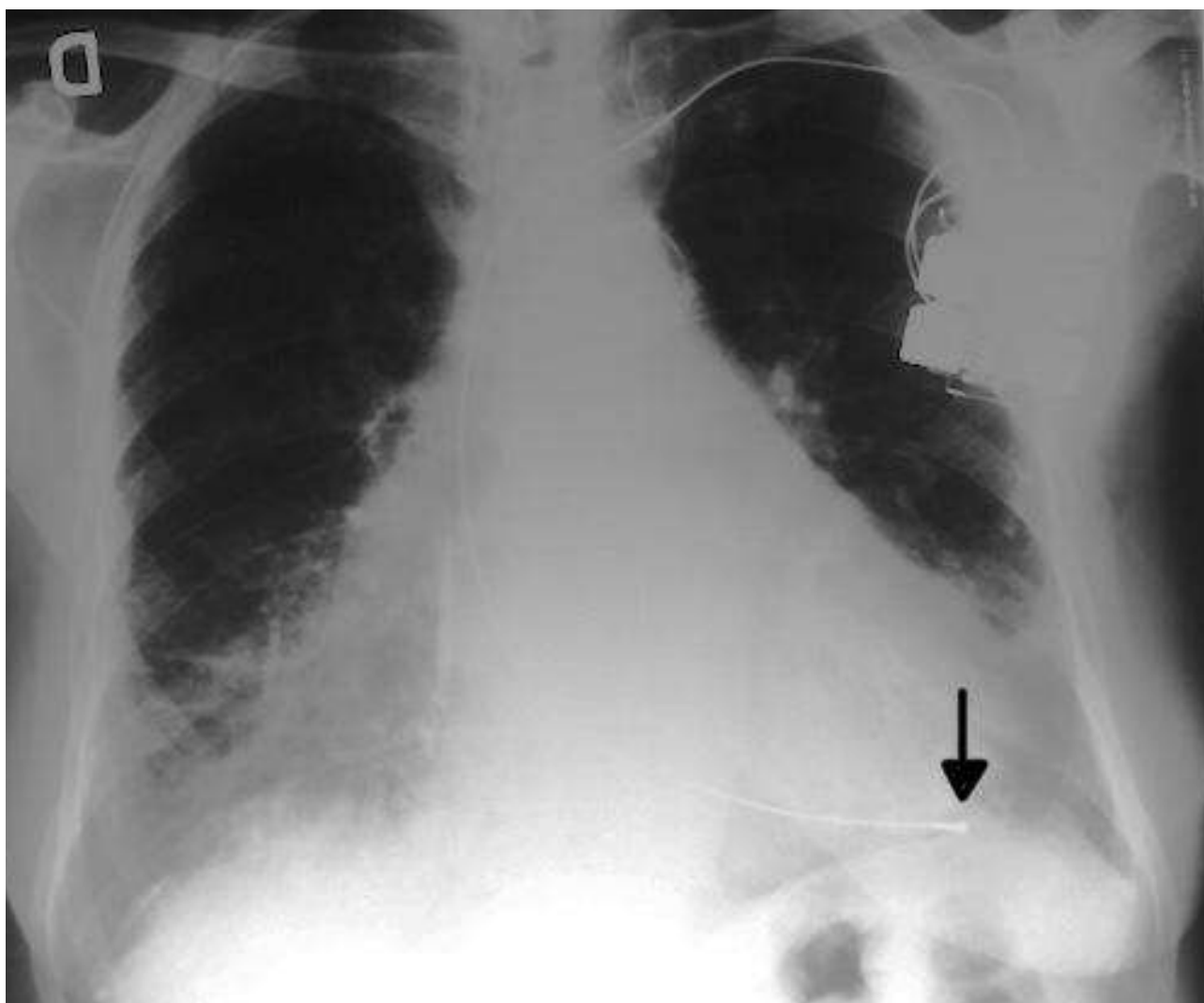


Figura 63. Pacemaker con perforazione ventricolare destra. Proiezione PA, in ortostatismo. Cardiomegalia. Congestione ilare. Elettrocatteteri in atrio destro ed in ventricolo destro, quest'ultimo in posizione molto avanzata (freccia).

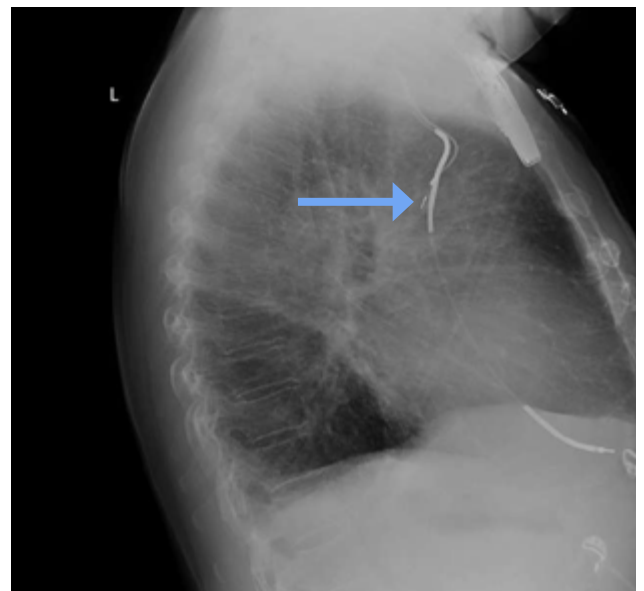


Figura 64. ICD bicamerale. Proiezione PA (a sinistra) e LL (a destra), in ortostatismo. Dislocazione dell'elettrocattetero atriale in vena cava superiore (freccia).

Complicanze impianto di device: diagnosi differenziale.

- Cavi scollegati: il numero di cavi funzionanti dovrebbe essere uguale al numero delle connessioni. Può accadere che un cavo libero simuli un cavo scollegato; tuttavia, se tutti gli attacchi a livello del generatore sono occupati, il cavo è stato probabilmente sostituito intenzionalmente a causa di un malfunzionamento e lasciato in posizione, disconnesso dall'apparecchio.
- Stimolatore del nervo vago: apparecchio che può simulare un PM, ma con il filo che termina nella regione cervicale, in prossimità del nervo vago (utilizzato in alcuni casi per il trattamento dell'epilessia).
- Neurostimolatori cerebrali: in questo caso i cavi si portano superiormente, oltre il campo di visibilità (utilizzati in disturbi neurodegenerativi, come il M. di Parkinson).

Pneumotorace

Nel paziente eretto:

- una sottile linea pleurica apicale-laterale è caratteristica: visibile come una linea densa che contorna la porzione atelettasica del polmone e rappresenta la pleura viscerale;
- un'area di ipertrasparenza nella regione con presenza d'aria che contorna la linea pleurica.

Nel paziente supino:

- un aumento della trasparenza a livello della base;
- la demarcazione netta dell'emidiaframma e/o delle strutture mediastiniche omolaterali (es: le coste, il margine del cuore, il grasso pericardico, la vena cava inferiore, etc.);
- il segno del solco: un'ipertrasparenza basale che si estende infero-lateralmente nel senocostofrenico laterale;
- il segno del doppio diaframma: l'aria all'interno del cavo pleurico delinea il seno costofrenico anteriore, permettendo così la visualizzazione della cupola diaframmatica e del seno costofrenico anteriore.

Pneumotorace iperteso:

- abbassamento o inversione dell'emidiaframma omolaterale;
- deviazione controlaterale del mediastino;
- allargamento omolaterale degli spazi intercostali;
- completo collasso del polmone.

Diagnosi differenziale:

- pieghe cutanee;
- tracce di aria o fluidi del tubo di drenaggio;
- bolle d'aria:
- adipe extrapleurico che si estende nella parte esterna della grande scissura;
- pneumomediastino.

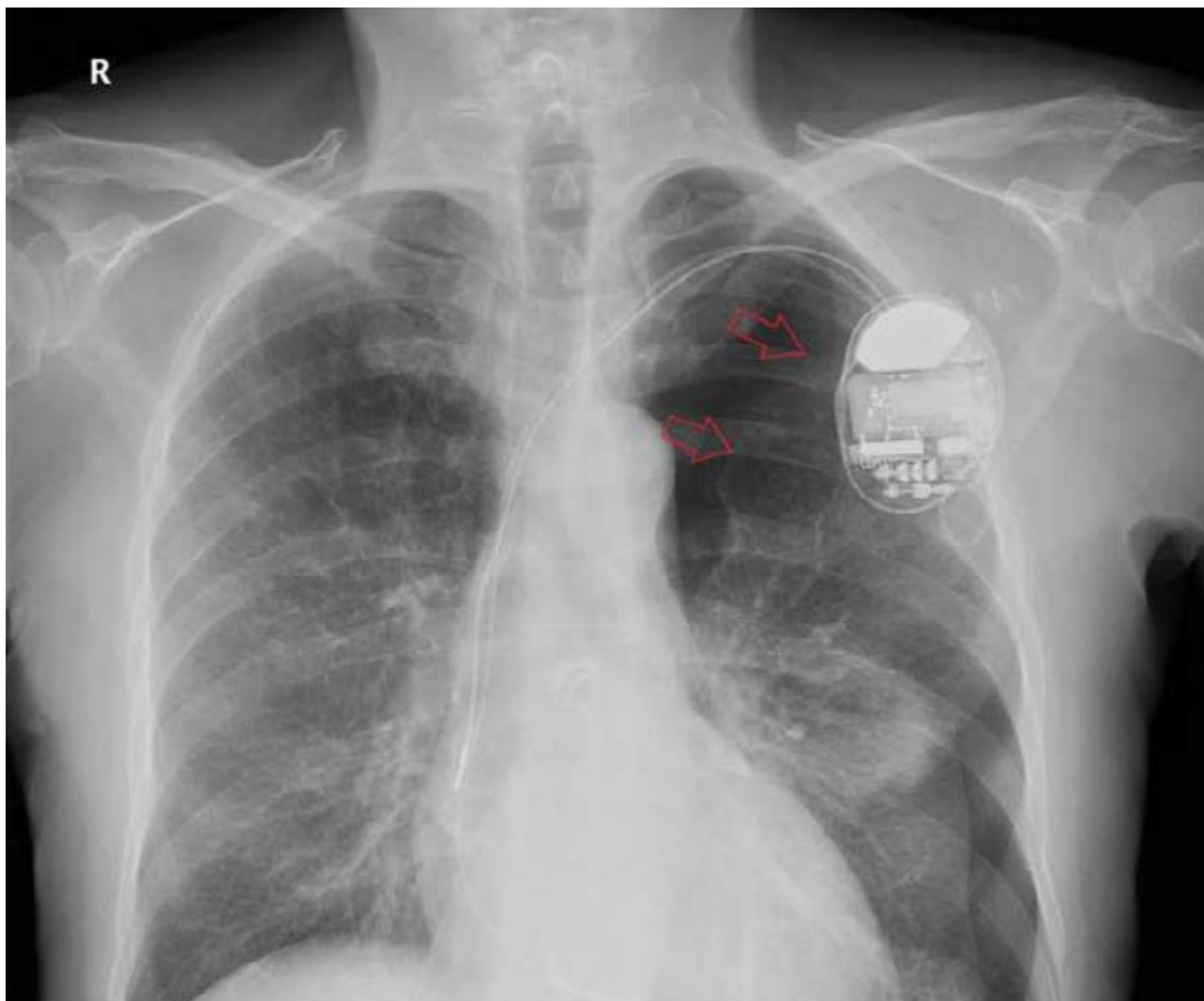


Figura 65. Pneumotorace in paziente portatore di ICD. Proiezione PA, in paziente eretto. Emidiaframmi simmetrici. Normali dimensioni cardiache. A livello delle frecce rosse visibile la linea di retrazione polmonare in presenza di falda di pneumotorace sinistro. Il polmone sinistro appare collassato per pneumotorace visibile (superiormente ed inferiormente).



Figura 66. Pneumotorace in paziente portatore di ICD. Proiezione LL, in paziente in stazione eretta. Elettrocaterteri in atrio e ventricolo destro. Falda di pneumotorace (linea demarcata dalla freccia rossa).

2.9. Ipertensione polmonare ed embolia polmonare

Ipertensione polmonare

1. IPERTENSIONE POLMONARE IDIOPATICA:

- aumento della vascolarizzazione centrale polmonare, ingrandimento del cuore destro e arterie in periferia troncate;
- nei casi più gravi: trombosi lungo le arterie polmonari centrali e calcificazioni.

2. IPERTENSIONE POLMONARE SECONDARIA A MALATTIE DEL CUORE SINISTRO:

- in questo caso i segni radiologici sono riconducibili alle caratteristiche tipiche dell'insufficienza cardiaca sinistra, come il versamento pleurico, l'edema polmonare, i segni di cardiomegalia (a differenza della patologia veno-occlusiva, in cui il cuore sinistro ha dimensioni e funzione conservata).

3. IPERTENSIONE POLMONARE SECONDARIA A PATOLOGIE DEL PARENCHIMA POLMONARE CON IPOSSIA CRONICA:

- tipica di patologie ostruttive come la BPCO e l'enfisema, caratterizzate da ipossia cronica, e di patologie restrittive come la fibrosi polmonare, la polmonite interstiziale, etc. In questo caso, a livello di RX torace i reperti imaging sono meno specifici e l'inquadramento eziologico si basa sulla TAC torace.

4. IPERTENSIONE POLMONARE SECONDARIA A MALATTIA TROMBOEMBOLICA CRONICA:

- possono essere presenti versamento pleurico, linfadenopatie, reticolo venoso polmonare centrale di dimensioni ridotte.



Figura 67. Ipertensione polmonare primitiva (gruppo 1). Proiezione PA, in ortostatismo. Si possono notare le arterie polmonari troncate in periferia con aumento della diafanità ilare.

Embolia polmonare

In caso di embolia polmonare la radiografia del torace risulta più frequentemente alterata in maniera aspecifica, laddove l'alterazione più frequente è l'elevazione dell'emidiaframma.

Esistono, tuttavia, alcuni segni specifici di tromboembolia polmonare:

- la gobba di Hampton: un addensamento polmonare triangolare periferico con base nella superficie pleurica, tipica delle condizioni con infarto parenchimale, spesso associata a versamento pleurico di natura sieroematica;
- il segno di Westermark: un'ipertrasparenza polmonare secondaria all'oligoemia focale;
- l'asimmetria delle arterie polmonari.

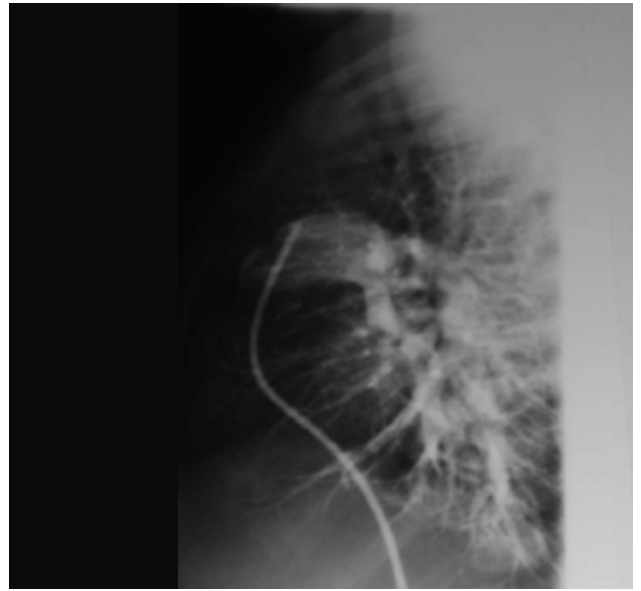


Figura 68. Embolia polmonare, angiografie selettive dei rami arteriosi polmonari.

3

DALLA
RADIOGRAFIA
DEL TORACE
ALL'IMAGING
MULTIMODALE
MODERNO:
CASI CLINICI
COMPLESSI

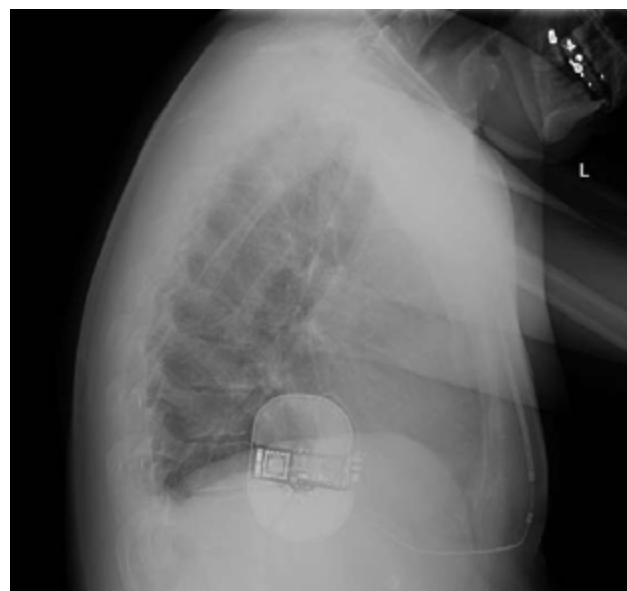


Figura 69. Defibrillatore sottocutaneo. Proiezione PA e LL, in ortostatismo. Ombra cardiaca nei limiti di norma. Presenza di defibrillatore sottocutaneo. Il generatore del dispositivo è posizionato in regione ascellare, solitamente in corrispondenza del VII e VIII arco costale sinistro, alloggiato in una tasca tra il muscolo dentato anteriore ed il muscolo grande dorsale. In questo caso il coil dell'elettrodo sarà posizionato lungo il margine parasternale sinistro tunnelizzato sottocutaneo, parallelamente al generatore.

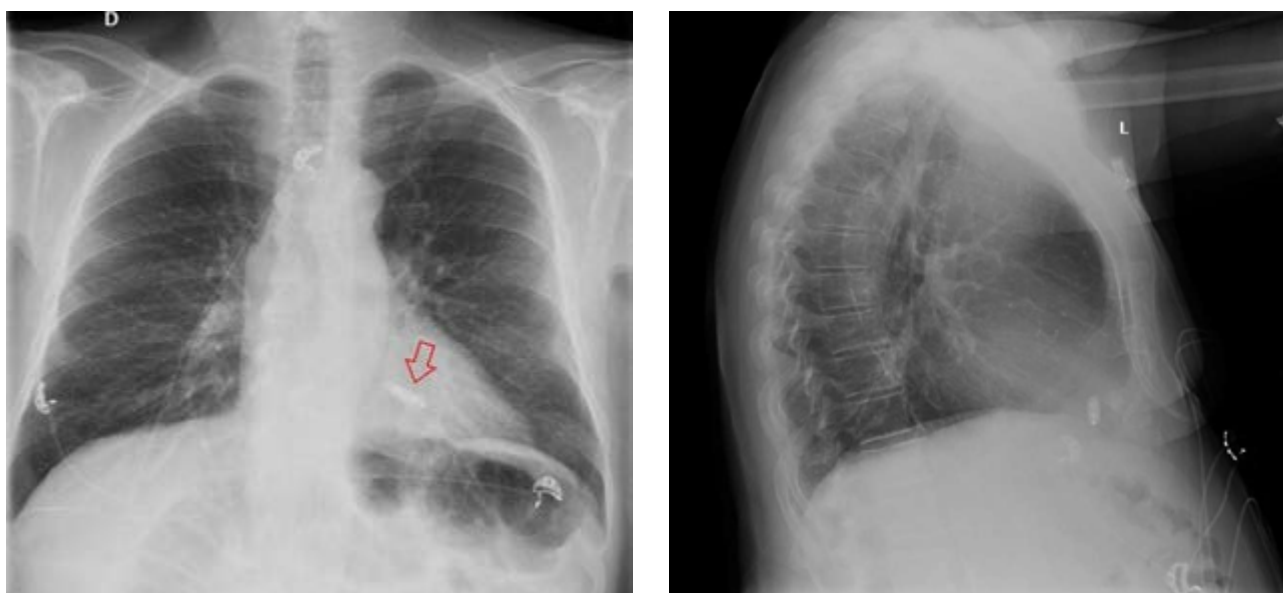


Figura 70. Micra PM TPS (Transcatheter Pacing System). Proiezione PA (a sinistra) e LL (a destra), in stazione eretta. Ombra cardiaca nei limiti della norma. Presenza di Micra PM (indicato dalla freccia). Si tratta di un sistema di pacing senza elettrodi che viene posizionato nel ventricolo destro.

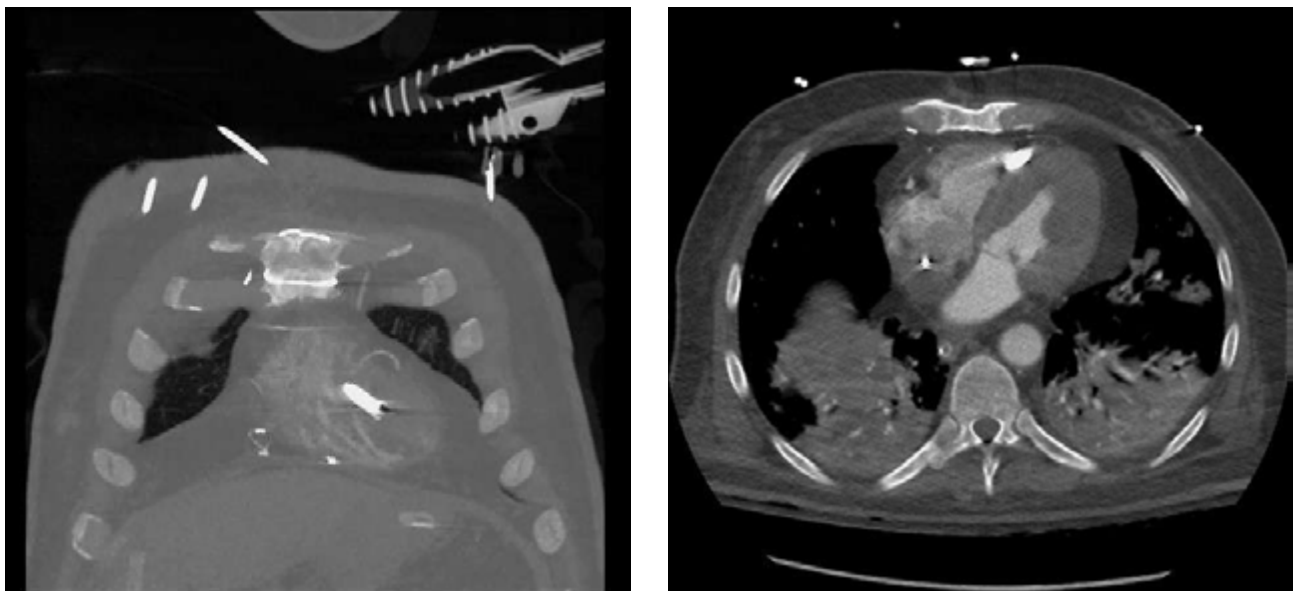


Figura 71. Micra-PM. Immagine TAC, sezione coronale (a sinistra) e sezione trasversa (a destra).

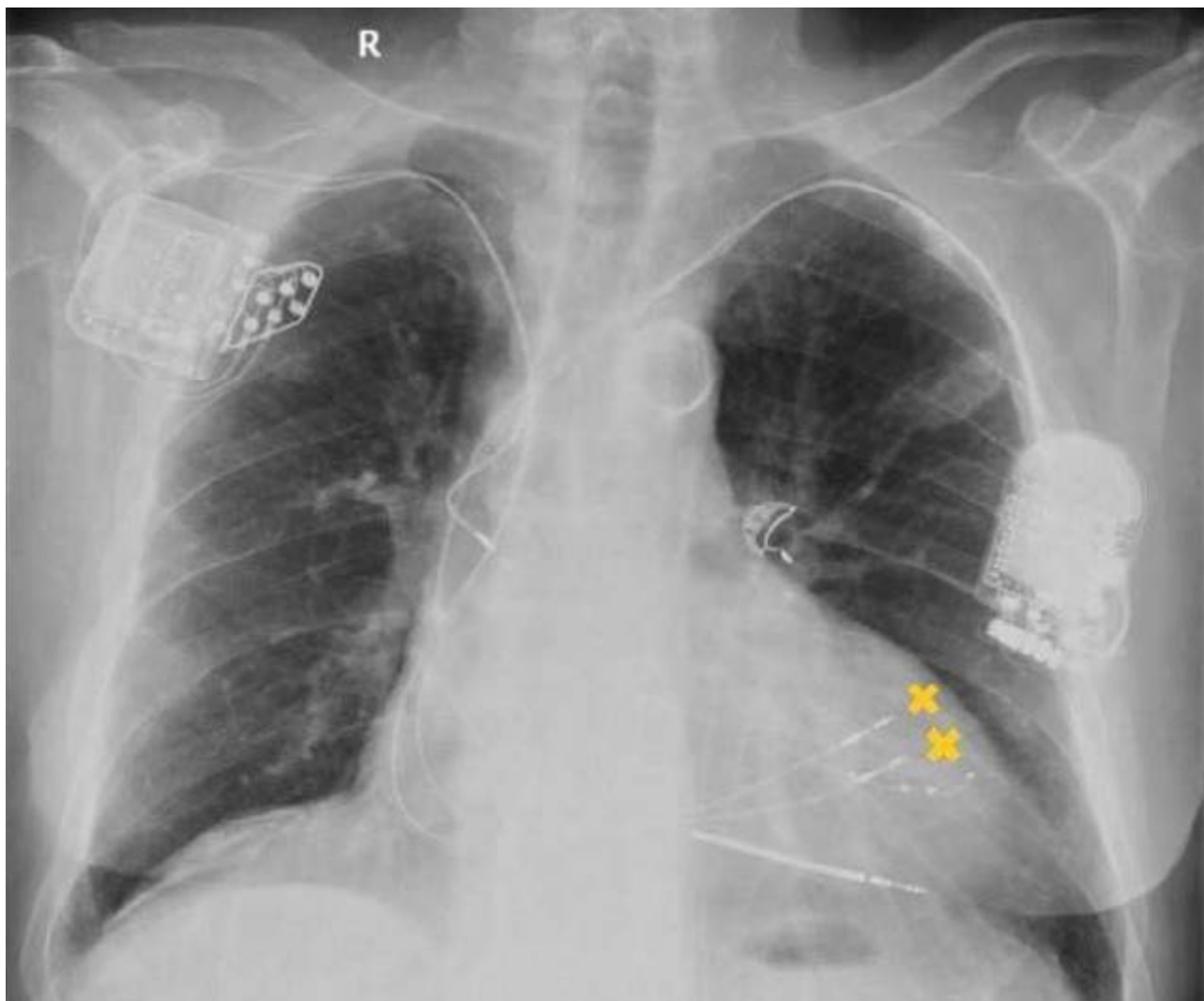


Figura 72. CCM (*Cardiac Contractility Modulation*) in sede sottoclaveare destra e CRT-D (*Cardiac Resynchronization Therapy with an implantable Defibrillator*) in sede sottoclaveare sinistra. Proiezione PA, in ortostatismo. Il CCM è costituito da due elettrocatteteri fissati nel setto della camera ventricolare destra (indicati dalle x in giallo); si tratta di un dispositivo molto simile ad un pacemaker che emette impulsi elettrici ad alto voltaggio durante il periodo refrattario assoluto del ciclo cardiaco. Coesiste la presenza di CRT-D: a sinistra si può notare il generatore, da cui si dipartono i 3 elettrocatteteri.

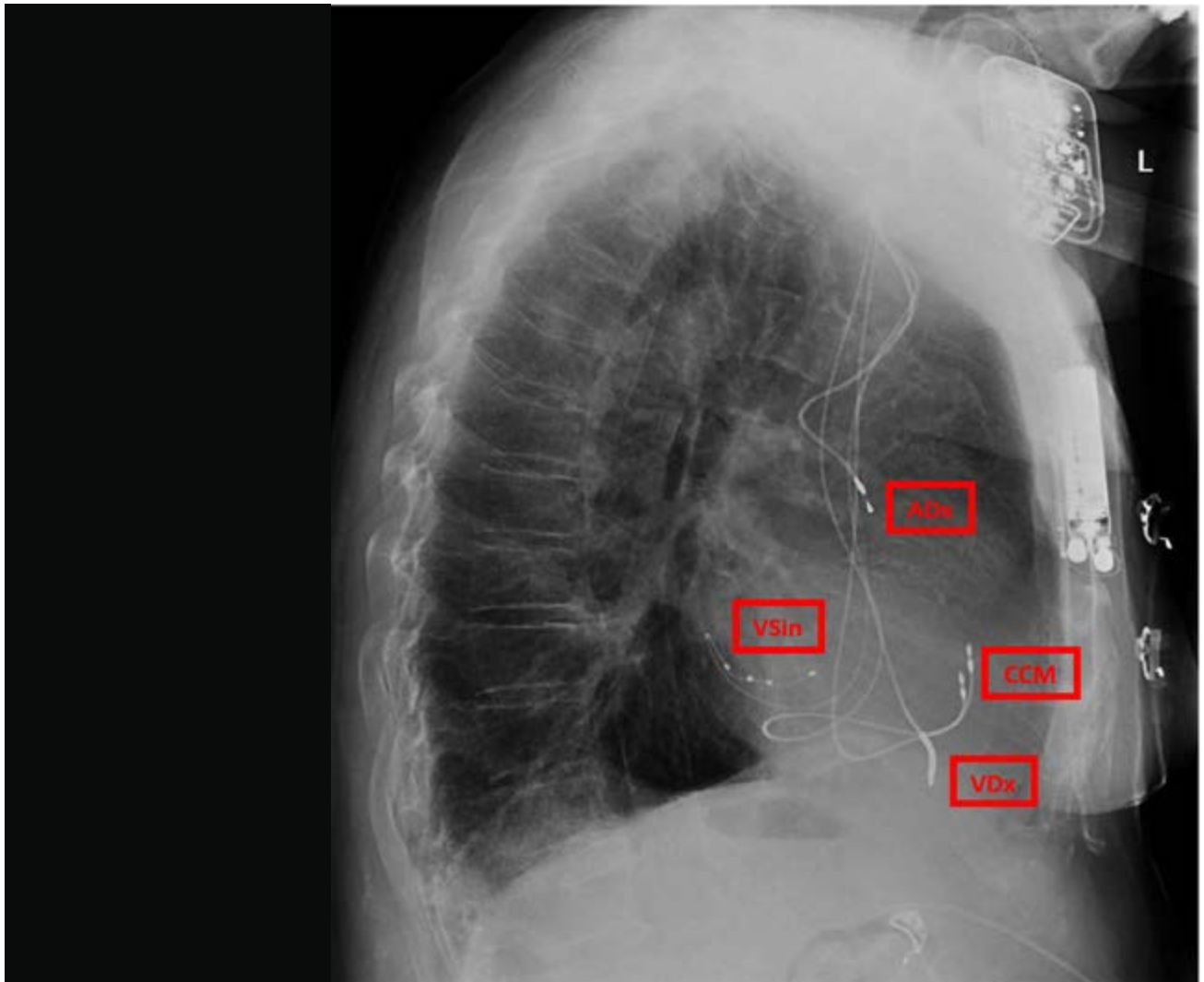


Figura 73. CCM + CRT-D. Proiezione LL, in ortostatismo. In alto e a sinistra, il generatore del CRT-D, da cui si dipartono i tre elettrocatteteri (atrio e ventricolo destro, ventricolo sinistro in seno coronarico). CCM con i suoi due elettrocatteteri in corrispondenza del setto interventricolare, nel ventricolo destro.
ADx atrio destro; CCM cardiac contractility modulation; V Dx ventricolo destro; VSin ventricolo sinistro

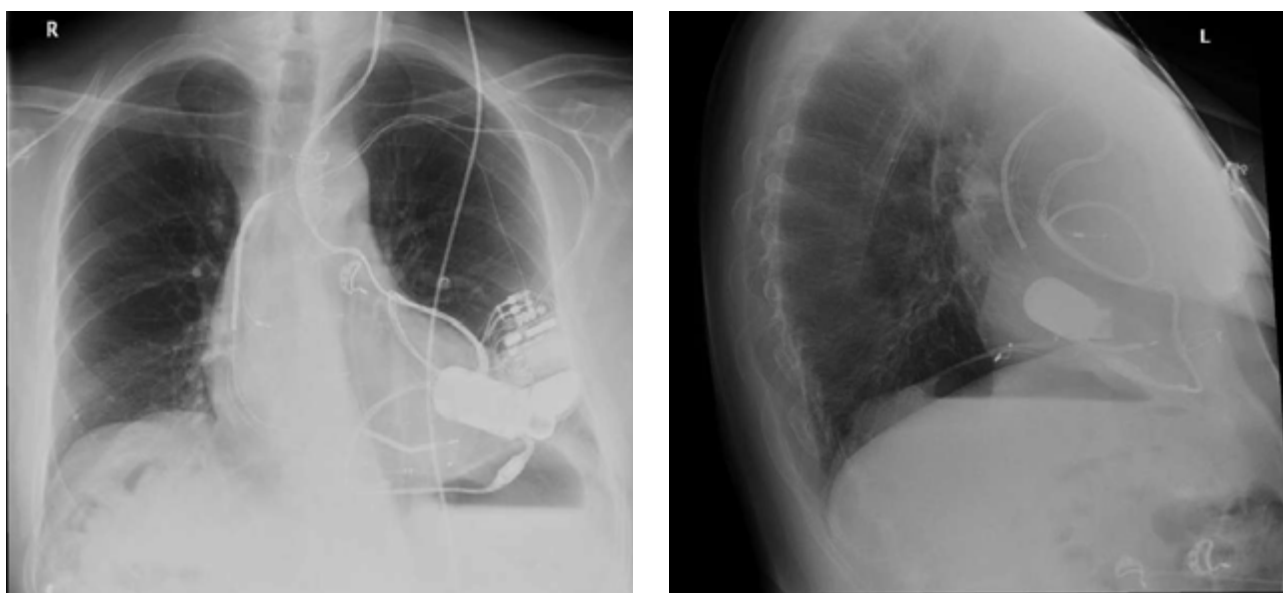


Figura 74. VAD ("Jarvik 2000", a flusso continuo) + CRT-D. Proiezioni PA e LL sinistra. Il VAD (Pompa Meccanica di Assistenza Ventricolare) è riconoscibile per la presenza di una pompa posizionata all'apice del ventricolo sinistro, collegata all'aorta attraverso un graft; l'unità di controllo e la batteria si trovano all'esterno del corpo, unite alla pompa cardiaca attraverso un cavo di collegamento. In questo caso coesiste la presenza degli elettrocateteri del CRT-D, posizionati in atrio e ventricolo destro e nel seno coronarico.

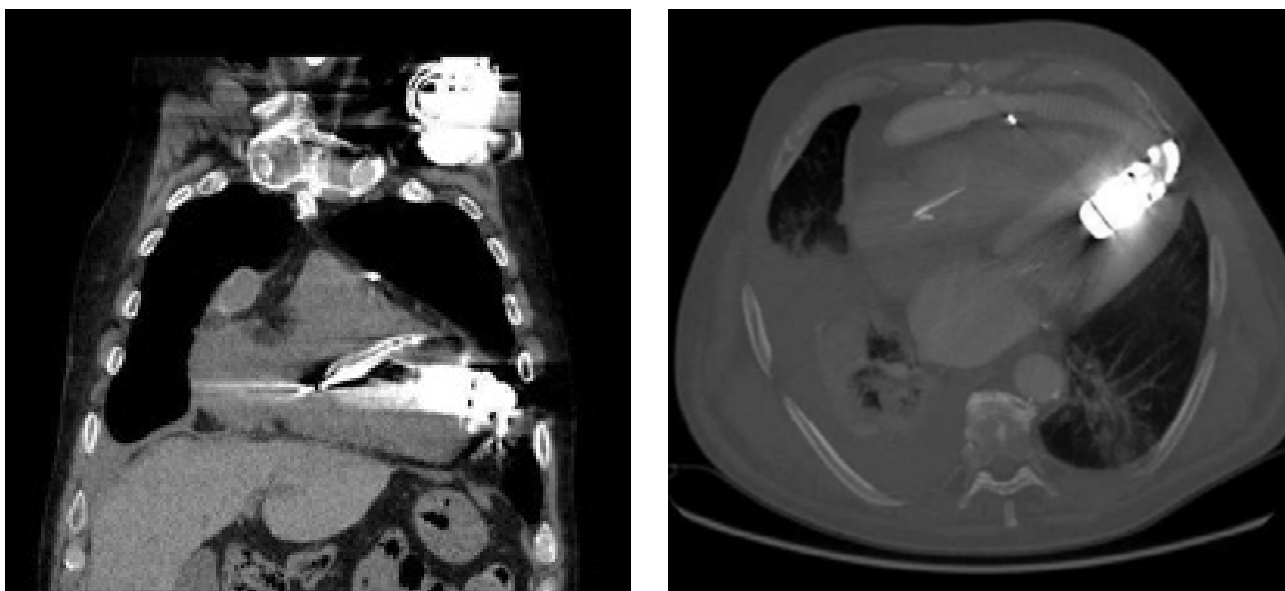


Figura 75. VAD ("Jarvik 2000", a flusso continuo). Immagini TAC, in sezione coronale (a sinistra) e trasversa (a destra).

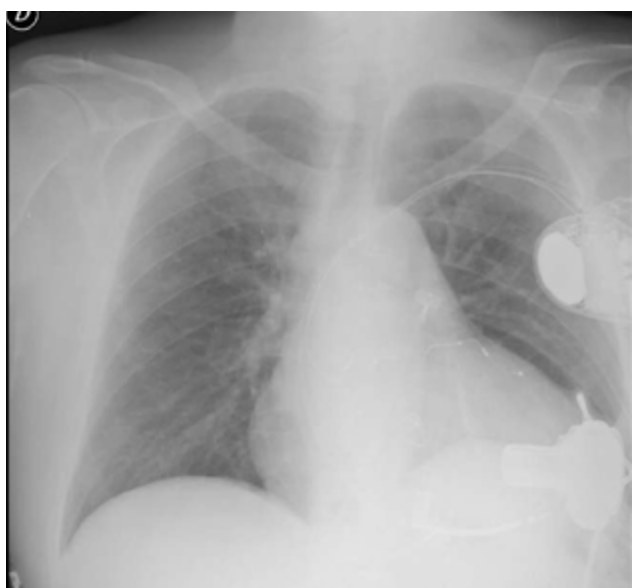


Figura 76. VAD. A sinistra, radiografia del torace con proiezione PA, eseguita in posizione seduta. Presenza di HeartWare VAD, pompa a flusso continuo di piccole dimensioni, a livello dell'apice del ventricolo sinistro. Elettrocatteteri di ICD in atrio e ventricolo destro. A destra, TAC del torace con mezzo di contrasto, sezione coronale.

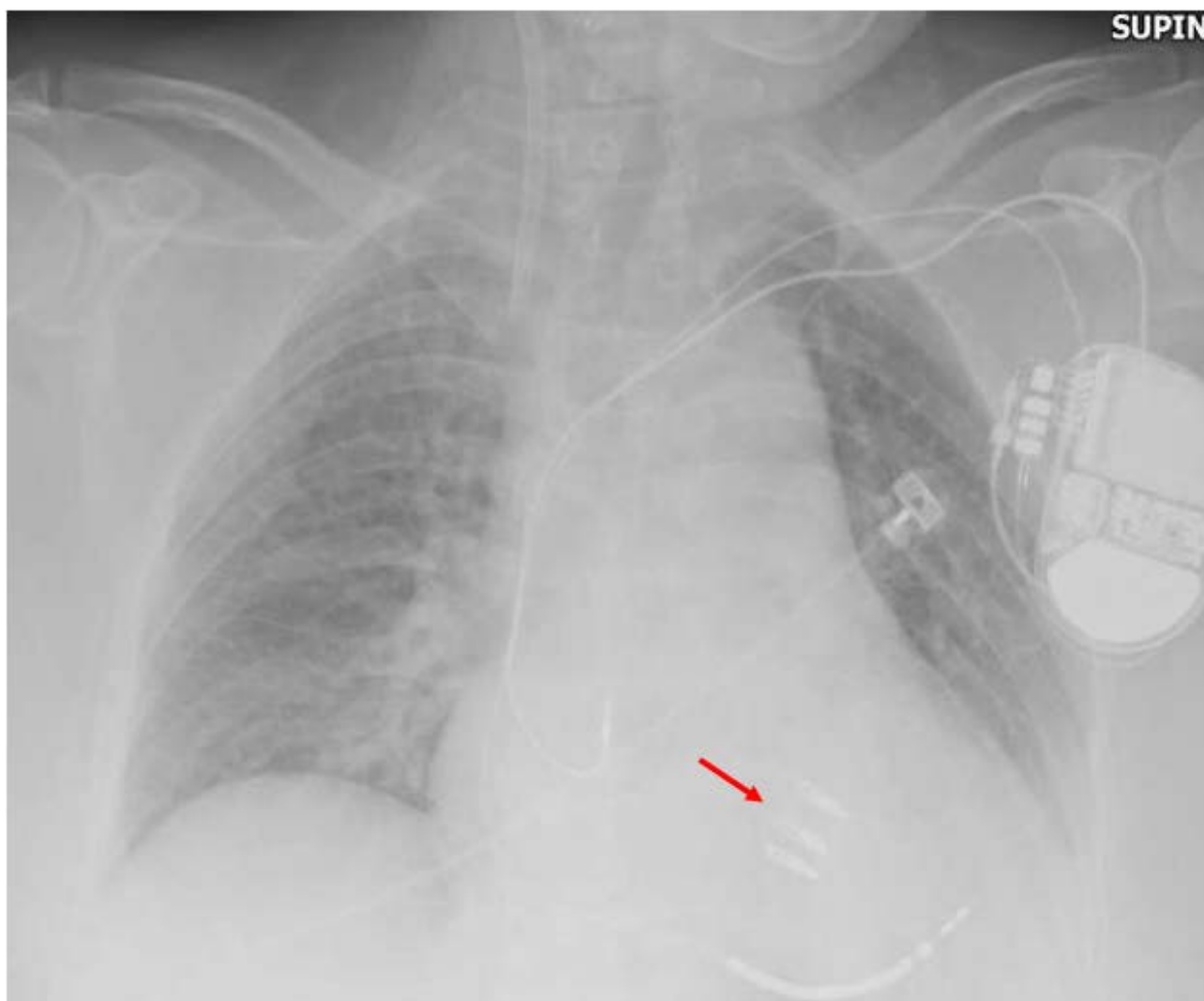


Figura 77. Tre mitraclip, ICD bicamerale. Proiezione AP, supino. Cardiomegalia. Sollevamento emidiaframma destro. Presenza di defibrillatore sottocutaneo con due elettrocateri in atrio e ventricolo destro. Presenza di tre mitraclip (freccia rossa).



Figura 78. Mitraclip ed ICD bicamerale. Proiezione LL, stazione eretta. Elettrocateretri dell'ICD in atrio e ventricolo destro. Singola mitraclip (freccia rossa).

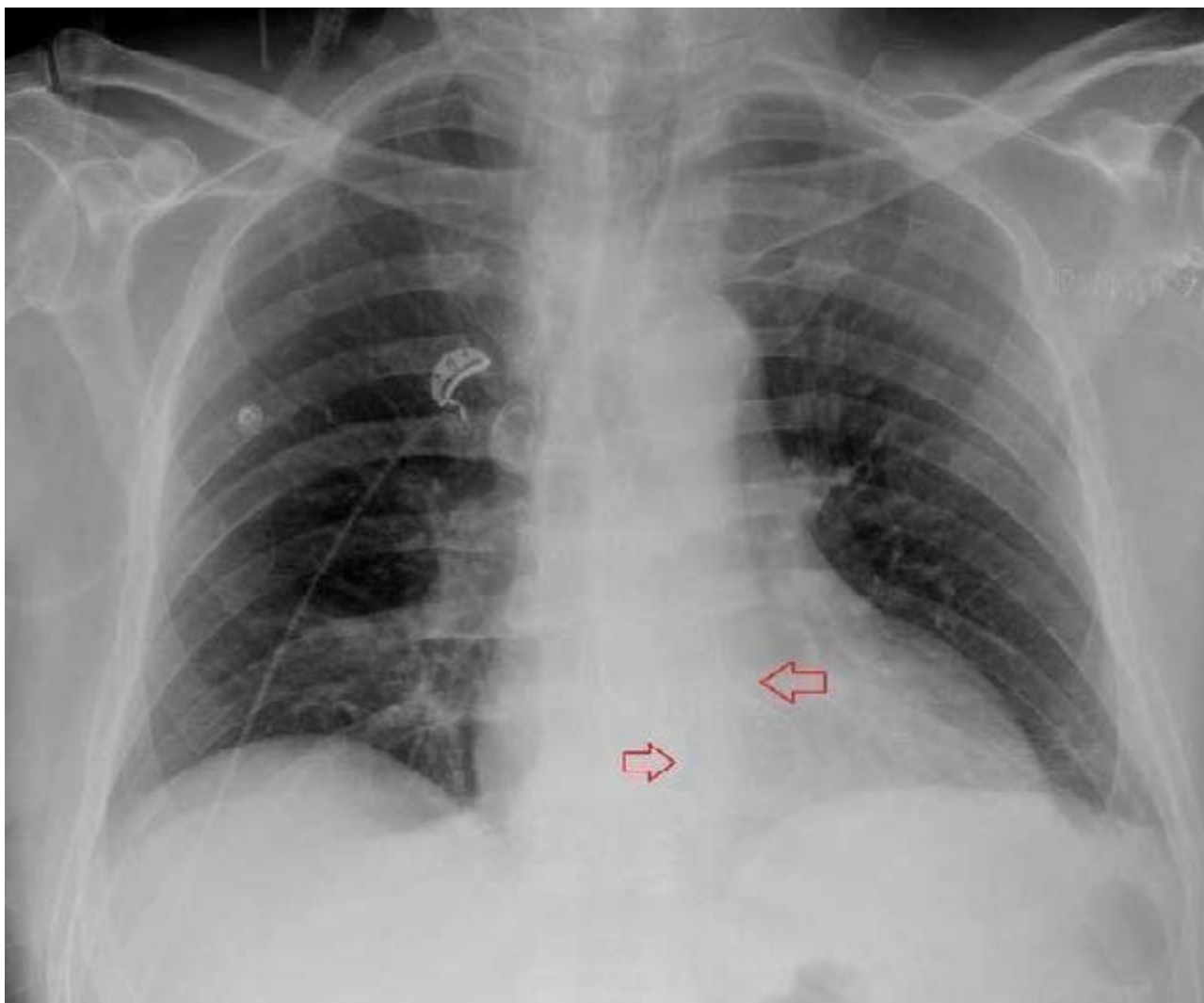


Figura 79. Esiti di TAVI (*Transcatheter Aortic Valve Implantation*). Proiezione PA, in ortostatismo. Ombra cardiaca nei limiti di norma. Accentuata convessità dell'arco inferiore sinistro (ipertrofia ventricolare sinistra). Impianto percutaneo di bioprotesi aortica, normoposta (freccie).

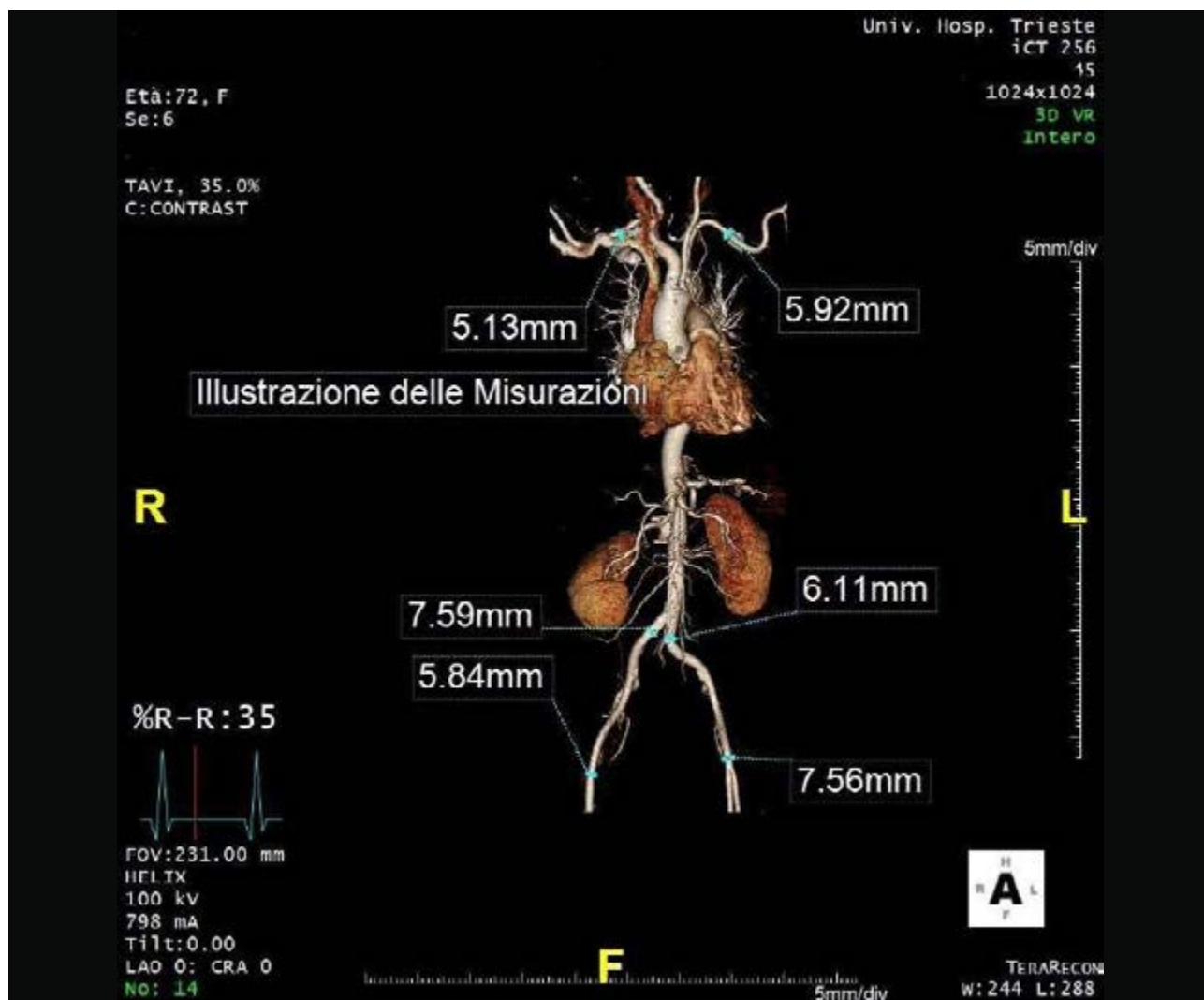


Figura 80. Ricostruzione 3D tramite AngioTC. Studio dell'aorta in ottica di intervento di sostituzione valvolare aortica tramite approccio percutaneo transfemorale (TAVI).



Figura 81. In alto. TAC con mezzo di contrasto, sezione sagittale. Esiti di sostituzione percutanea della valvola aortica (TAVI). Valvola normoposta. Calcificazioni a livello dell'arco aortico.

In basso. Radiografia del torace e ricostruzione 3D mediante TAC. Intervento di sostituzione percutanea della valvola aortica (TAVI), complicato da iniziale mal posizionamento della valvola (in aorta ascendente), che ha richiesto il posizionamento di una seconda valvola in posizione corretta.

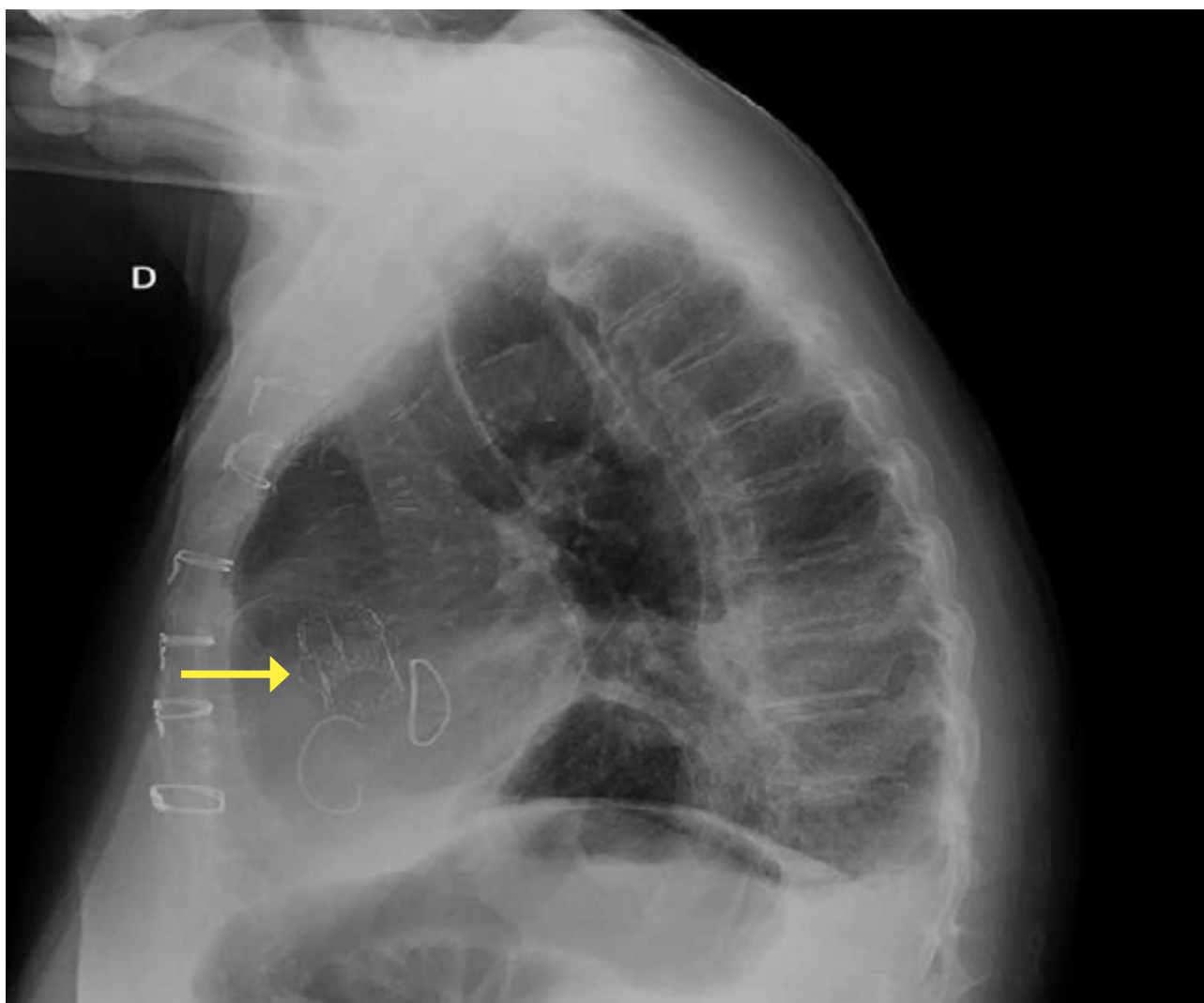


Figura 82. Proiezione LL, in ortostatismo. Esiti di sternotomia mediana. **Valvuloplastica mitralica** (anello Carpentier Edwards Physio Ring II), **valvuloplastica tricuspidalica** (anello Contour) e **bioprotesi valvolare aortica** (Perceval Plus – freccia gialla).

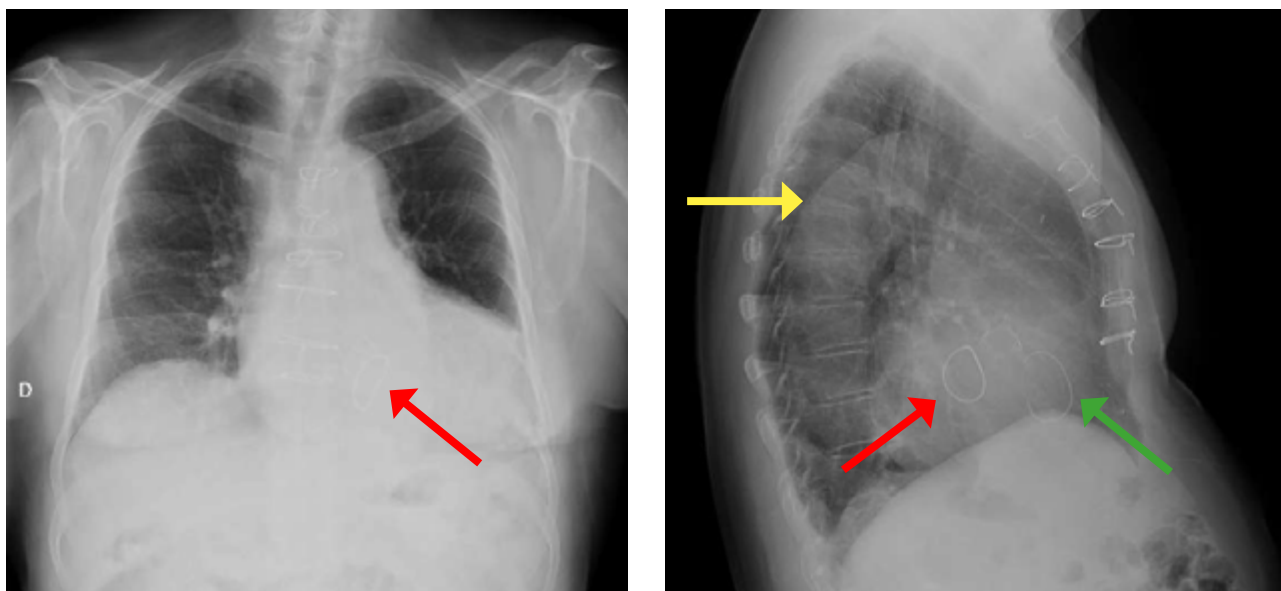


Figura 83. Proiezione PA (a sinistra), proiezione LL (a destra), in ortostatismo. Esiti di sternotomia. **Protesi aorta ascendente** (Vaskutek – freccia gialla). **Anuloplastica mitralica** (anello Carpentier-Edwards – freccia rossa). **Anuloplastica tricuspide** (anello MedtronicContour – freccia verde).



Figura 84. Proiezione LL, in ortostatismo. Esiti di sternotomia mediana. **Bioprotesi aortica** (Carpentier-Edwards Supra-Anular Magna), **anuloplastica mitralica e tricuspidalica**.

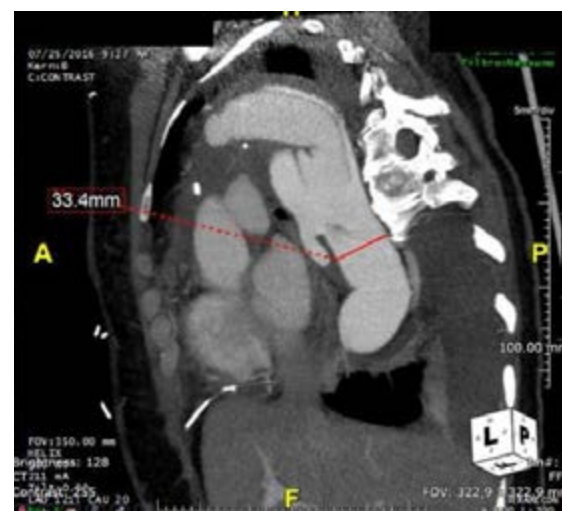
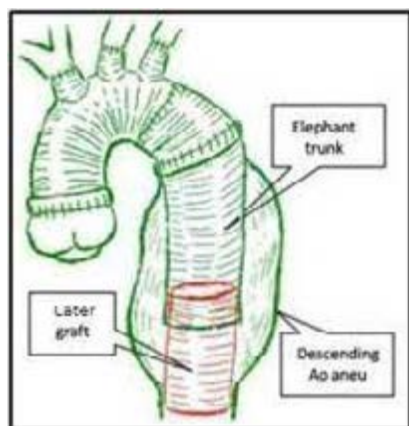
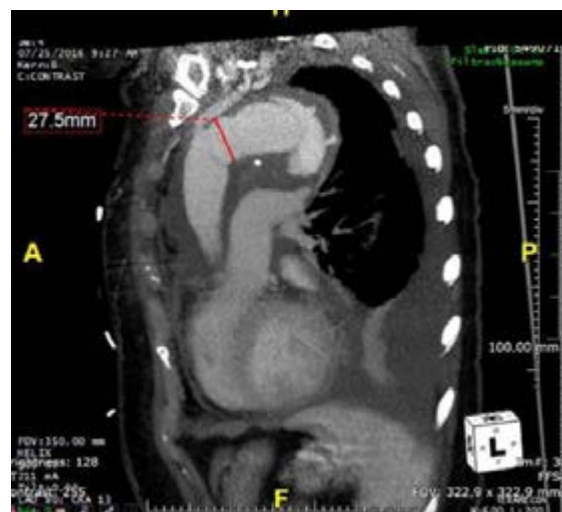


Figura 85. Esiti in intervento di riparazione di lesione complessa dell'aorta ascendente coinvolgente l'arco aortico e l'arteria discendente, mediante tecnica di Elephant Trunk (in basso a sinistra disegno esemplificativo – da *Atti della Accademia Lancisiana Anno Accademico 2017-2018 Vol. LXII, N. 4 Ottobre-Dicembre 2018 IV: 459-460*). Tale tecnica consiste nella riparazione dell'aorta in due passaggi, il primo volto alla sostituzione della porzione prossimale dell'aorta ascendente mediante graft, il secondo intervento consiste nell'impianto di un graft a livello della porzione distale, che esclude in questo caso la porzione aneurismatica dell'aorta discendente e che si anastomizza con la porzione prossimale.

In alto a sinistra, radiografia del torace, in proiezione PA, con paziente seduto. **A destra** ricostruzioni 3D mediante TAC torace con mezzo di contrasto, sezioni sagittali.

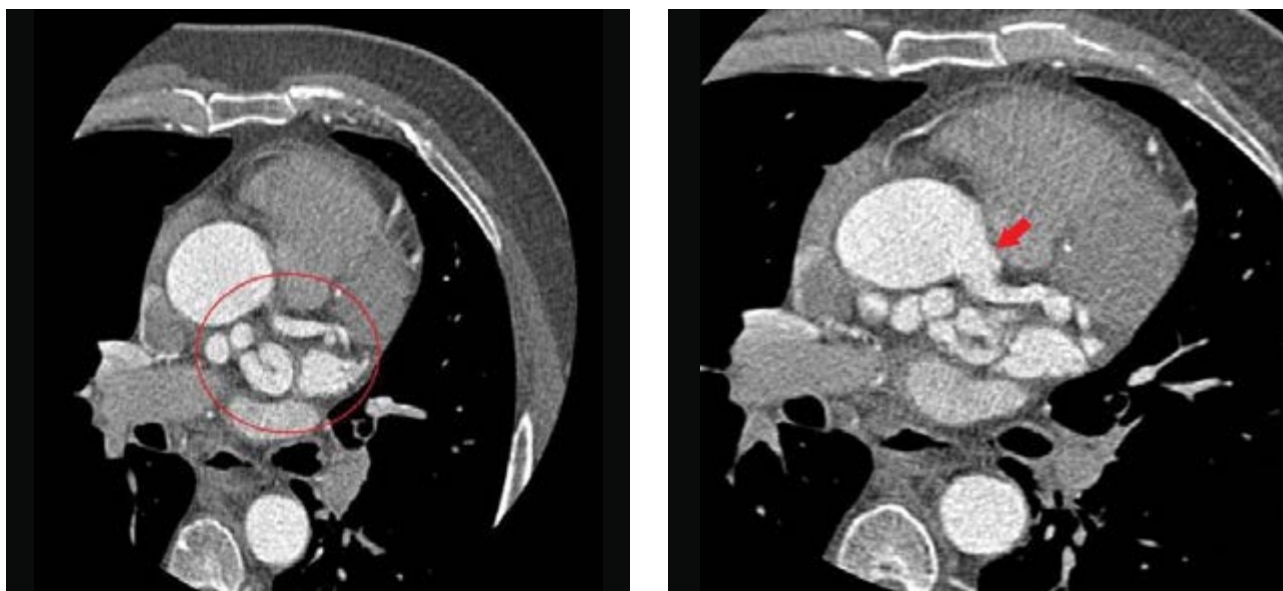
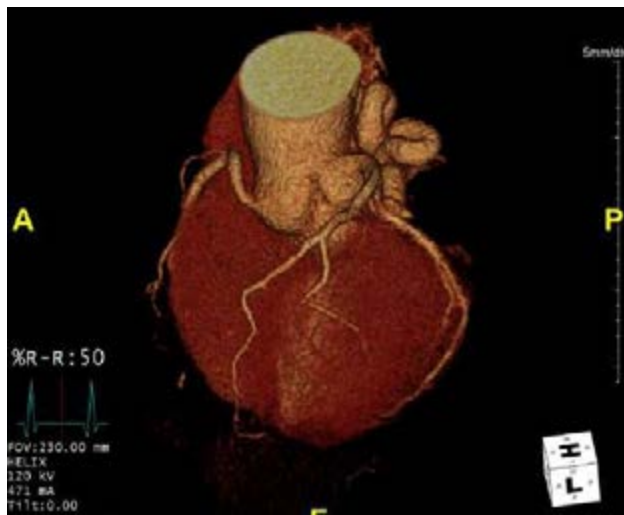
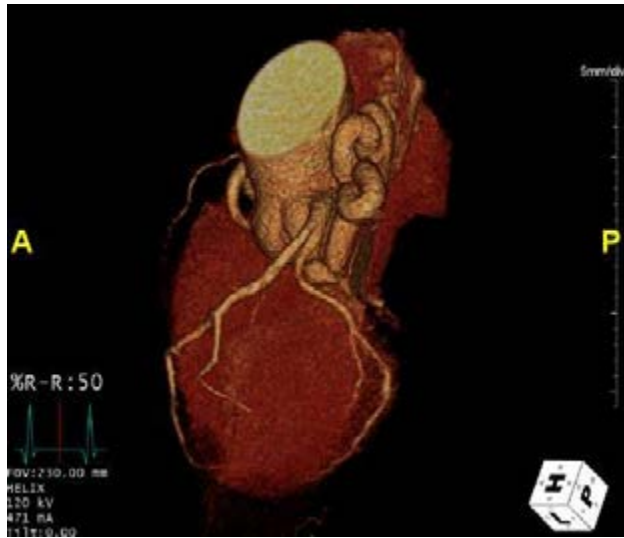


Figura 86. Fistola del tronco comune in atrio destro. Immagini AngioTC del distretto toracico. Il tronco comune distale presenta una formazione aneurismatica che mantiene un decorso retroaortico e che fistolizza in atrio destro (freccia). Nella pagina successiva, ricostruzioni 3D: si noti l'importante ectasia ed il decorso serpiginoso del tronco comune.



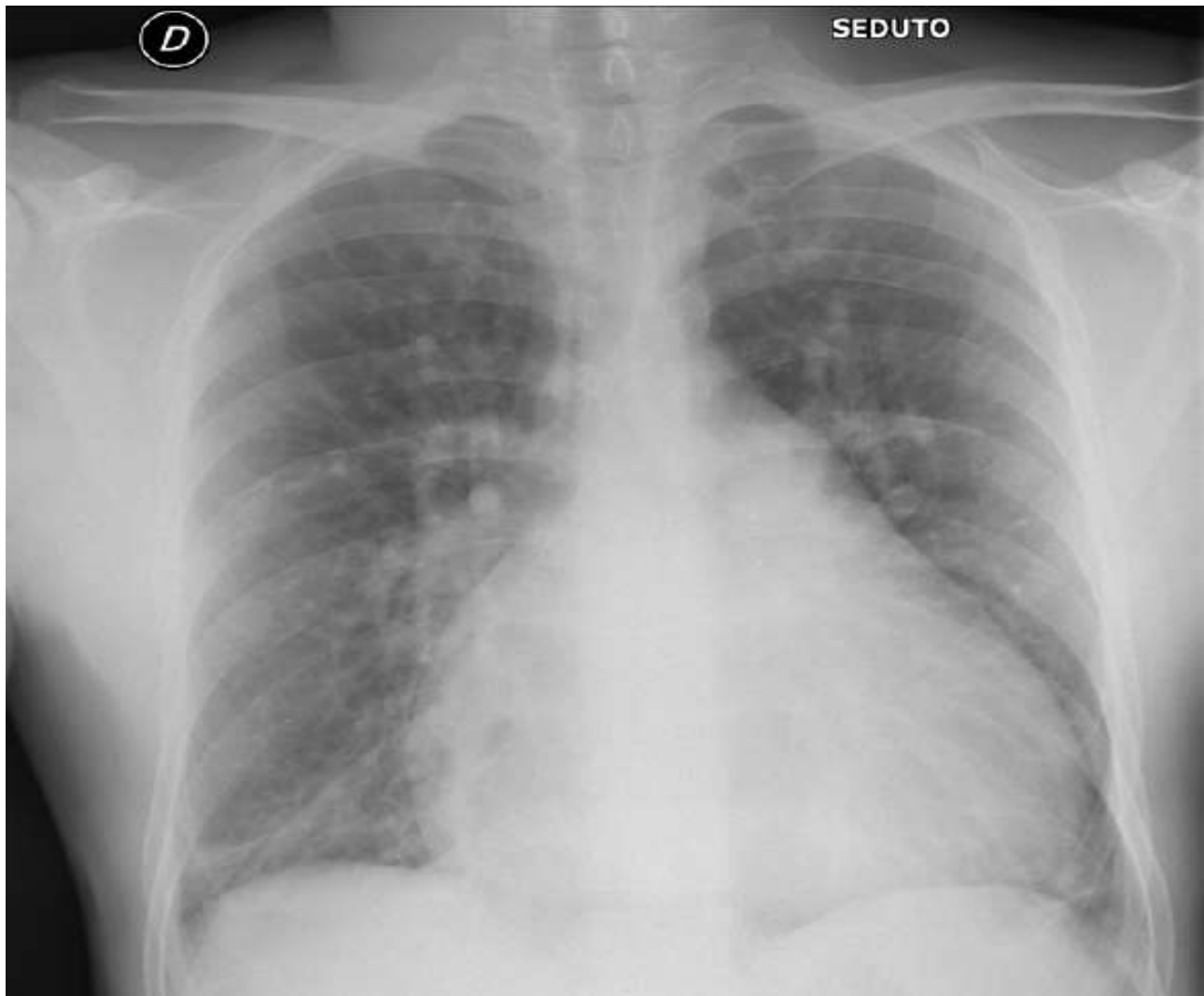


Figura 87. Difetto del setto interventricolare (DIV). In alto radiografia del torace, in proiezione PA, con paziente seduto. Emidiaframmi simmetrici. Severa cardiomegalia. Sovvertimento degli archi aortici bilaterali. **Nella pagina successiva** immagini di Risonanza Magnetica (sequenze "Cine"). Si può apprezzare la presenza di una rara anomalia congenita dei muscoli papillari del ventricolo sinistro, chiamata "double-chambered left ventricle", che si associa frequentemente a DIV ed è caratterizzata dalla divisione del ventricolo sinistro in due camere, da parte di un setto o un'anomala proliferazione muscolare.

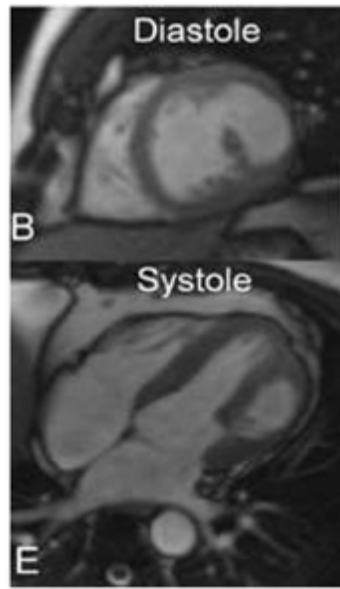
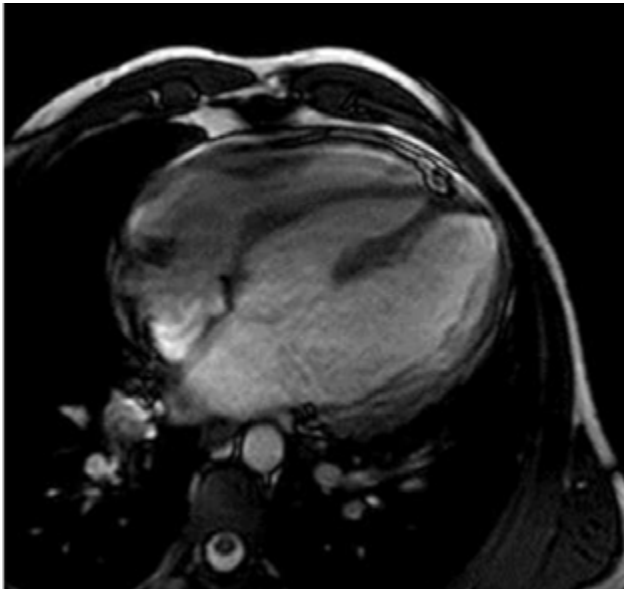
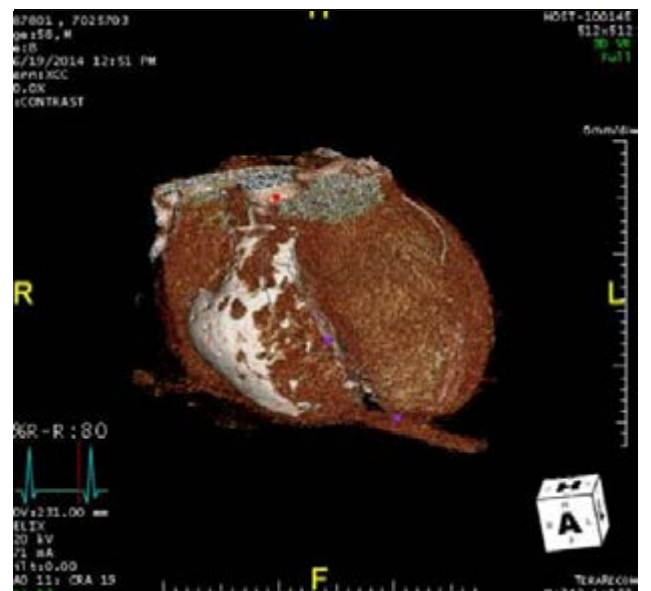




Figura 88. Pericardite costrittiva post-pericardiotomica. Immagine TAC del torace (in alto), sezione trasversa. Presenza di grossolana calcificazione ovalare in continuità con i foglietti pericardici, con estensione a livello del solco atrio-ventricolare, anteriormente e a livello del ventricolo destro. Ricostruzione 3D (nella pagina successiva). Estese calcificazioni pericardiche.



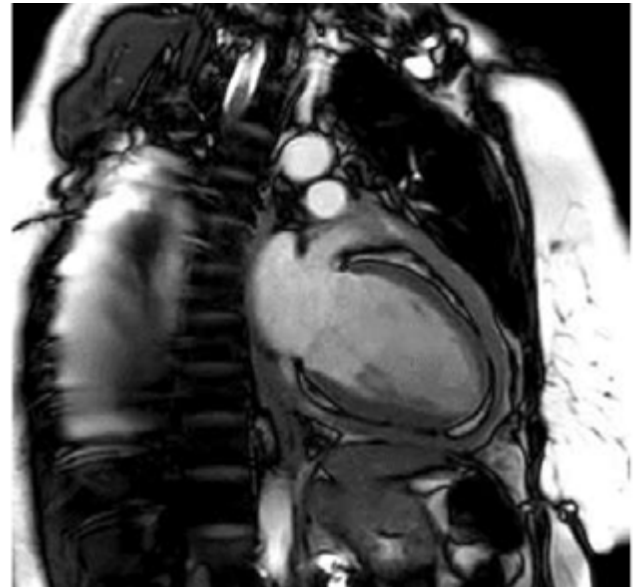


a

Figura 89 a. Pericardite costrittiva in esiti di perimyocardite tubercolare. In alto radiografia del torace in proiezione PA, in ortostatismo. Emidiaframmi simmetrici, indice cardio-toracico nella norma, archi cardiaci normali, seni costofrenici liberi.



b



c

Figura 90 b-c. A sinistra angio-TC torace, sezione trasversa: presenza di versamento pericardico, circondato da ispessimento dei foglietti pericardici. A destra risonanza magnetica cardiaca (sequenza "Cine"): estese calcificazioni pericardiche.

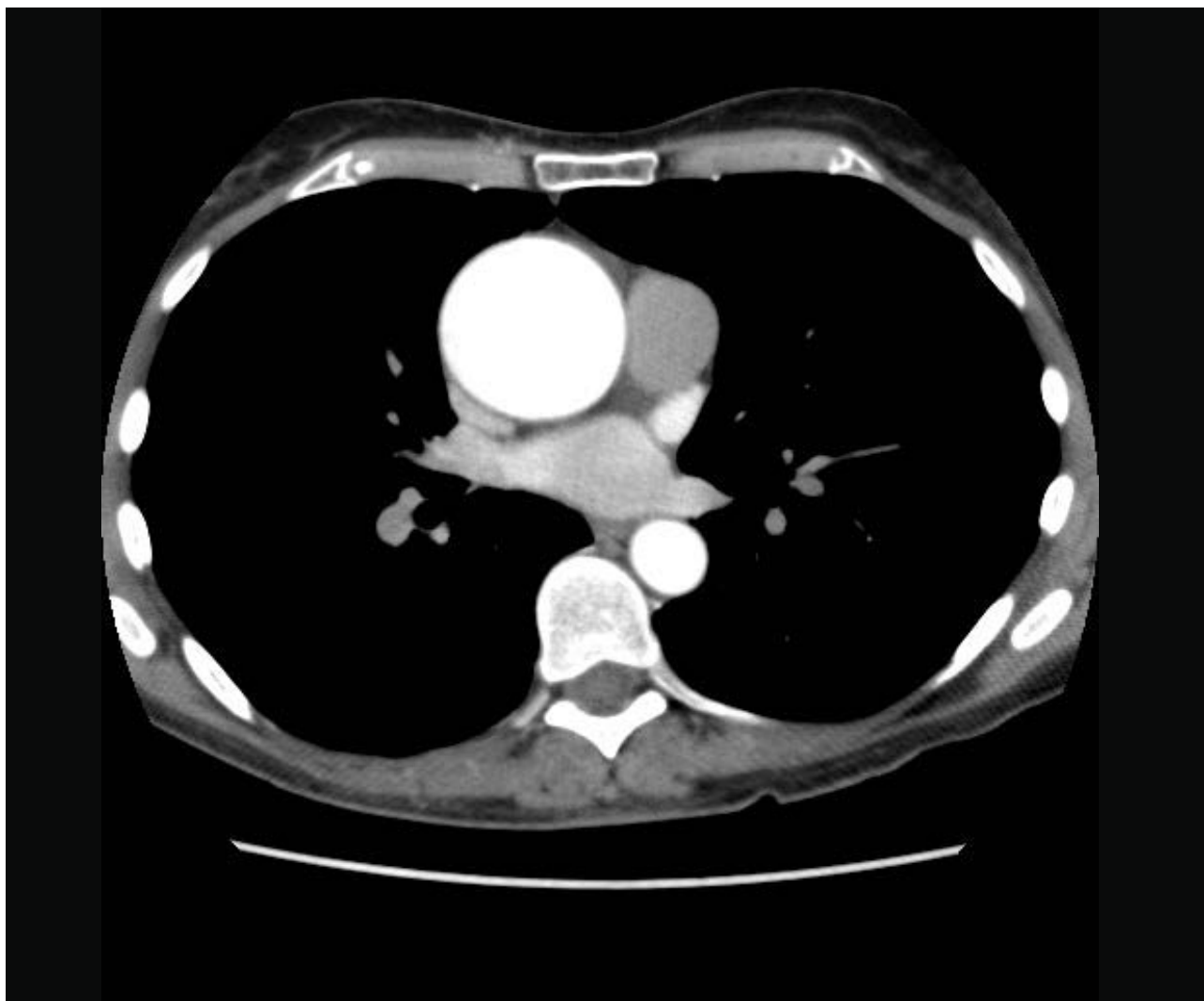


Figura 91. Immagini TC con ricostruzione 3D di aneurisma dell'aorta toracica ascendente in paziente con bicuspidia aortica.

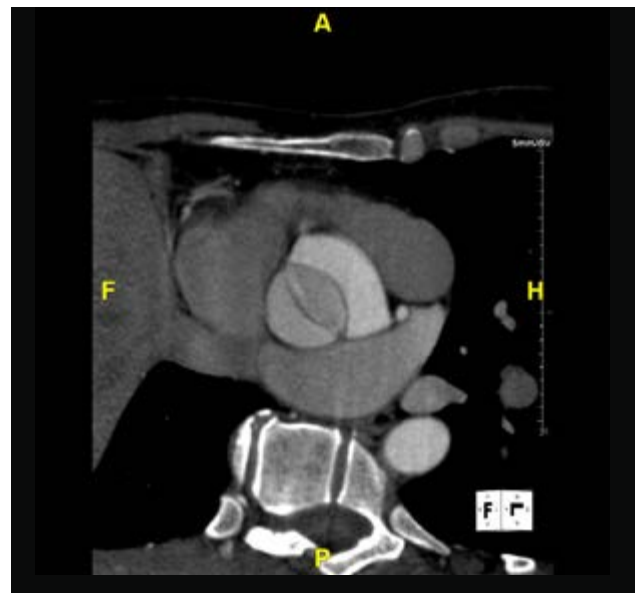
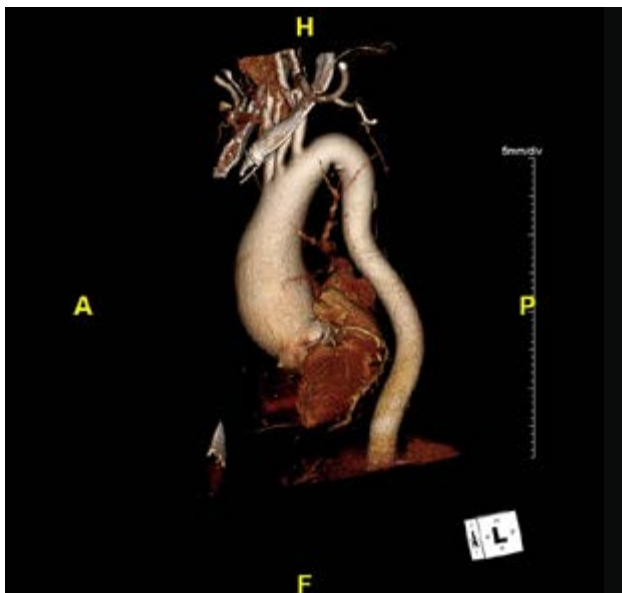


Figura 92. Immagini TC con ricostruzione 3D di aneurisma dell'aorta toracica ascendente in paziente con bicuspidia aortica.

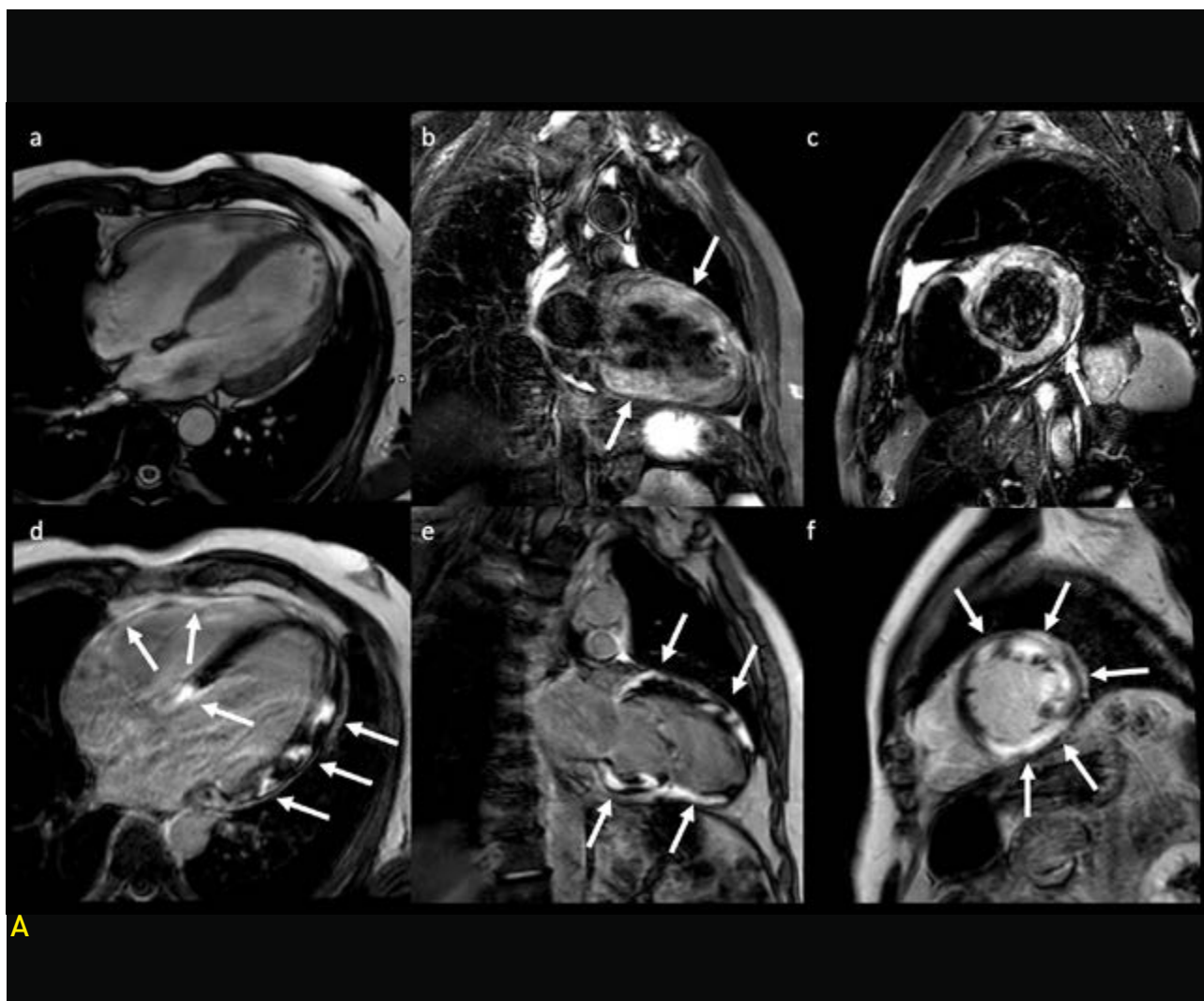
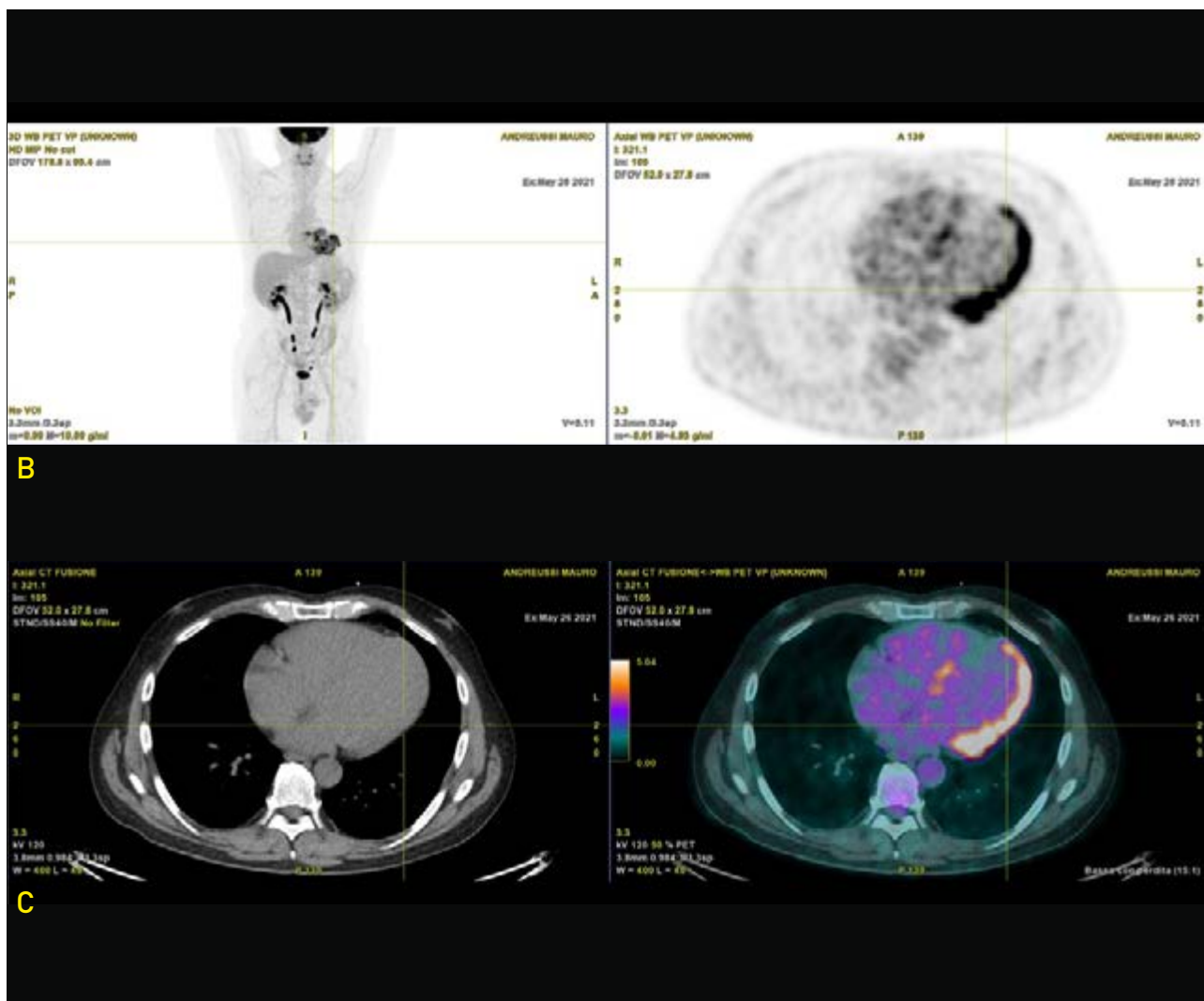


Figura 93. Sarcoidosi cardiaca. Paziente di 56 anni con disfunzione ventricolare sinistra severa, frequente extrasistolia ventricolare e blocco trifascicolare di nuovo riscontro. Alla RM cuore **(A)** dilatazione e disfunzione ventricolare sinistra severa (immagine a, sequenze balanced steady state free precession). Nelle sequenze T2-STIR (immagini b-c) è possibile apprezzare iperintensità di segnale con distribuzione a chiazze, indicativo di edema miocardico in fase attiva di malattia. Nelle sequenze post-contrastografiche tardive (immagini d-f, sequenze PSIR) si noti l'iperintensità di segnale legata all'esteso e multifocale accumulo di mezzo di contrasto a carico di entrambi i ventricoli, secondario a danno miocardico.



Nel sospetto di sarcoidosi cardiaca è stata eseguita un PET TC (B) che mostrava diffusa attività infiammatoria a livello miocardico per cui è stata eseguita una biopsia endomiocardica che confermava la presenza di granulomi sarcoidosici. Il paziente è stato trattato con terapia immunosoppressiva con cortisone e azatioprina con regressione delle alterazioni elettrocardiografiche e miglioramento della frazione di eiezione ventricolare sinistra. Si noti al controllo PET-TAC (C) la completa regressione della componente flogistica a livello miocardico.

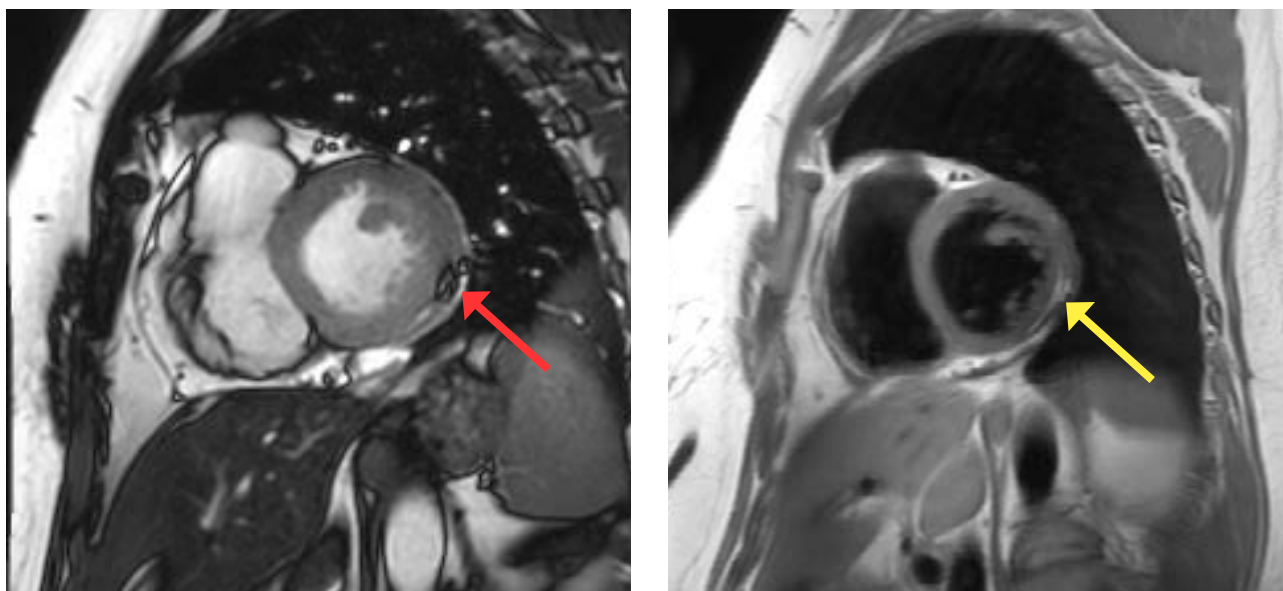


Figura 94. Cardiomiopatia Aritmogena ad interessamento biventricolare. Immagini RM. Si noti nelle immagini "cine" l'artefatto denominato *India ink*, tipico della metaplasia adiposa, in questo caso presente a livello biventricolare (freccie rosse). Conferma della presenza di grasso nelle sequenze "fat sat", dove la metaplasia adiposa appare iperintensa (freccia gialla). Presenza di diffuse aree di LGE a livello della parete infero-posteriore (freccie verdi).

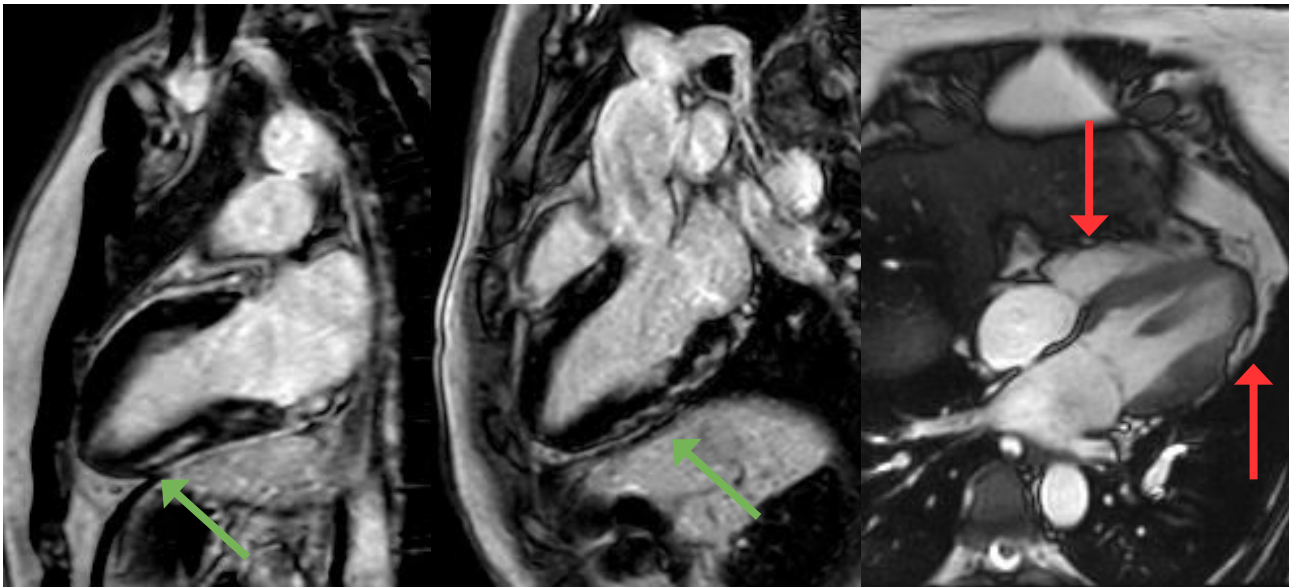




Figura 95. Cardiomiopatia Aritmogena biventricolare con aneurisma del ventricolo destro. Esame di risonanza magnetica cardiaca di paziente affetta da Cardiomiopatia Aritmogena con coinvolgimento biventricolare. Appare evidente la presenza di una grossolana deformazione aneurismatica a livello della parete libera basale del ventricolo destro (* nell'immagini a, sequenza balanced steady state free precession), con enhancement tardivo transmurale omozonale (* nell'immagine c, sequenza PSIR). Sono evidenti inoltre multiple aree di sostituzione/infiltrazione adiposa a livello del ventricolo destro, del setto interventricolare e della parete laterale del ventricolo sinistro (frecce nelle immagini a, sequenza balanced steady state free precession, e b, sequenza TSE con pesatura in densità protonica). Nelle sequenze post-contrastografiche tardive si notino le multiple aree di iperintensità di segnale compatibili con la presenza di fenomeni fibro-adiposi (§ nell'immagine c, sequenza PSIR).

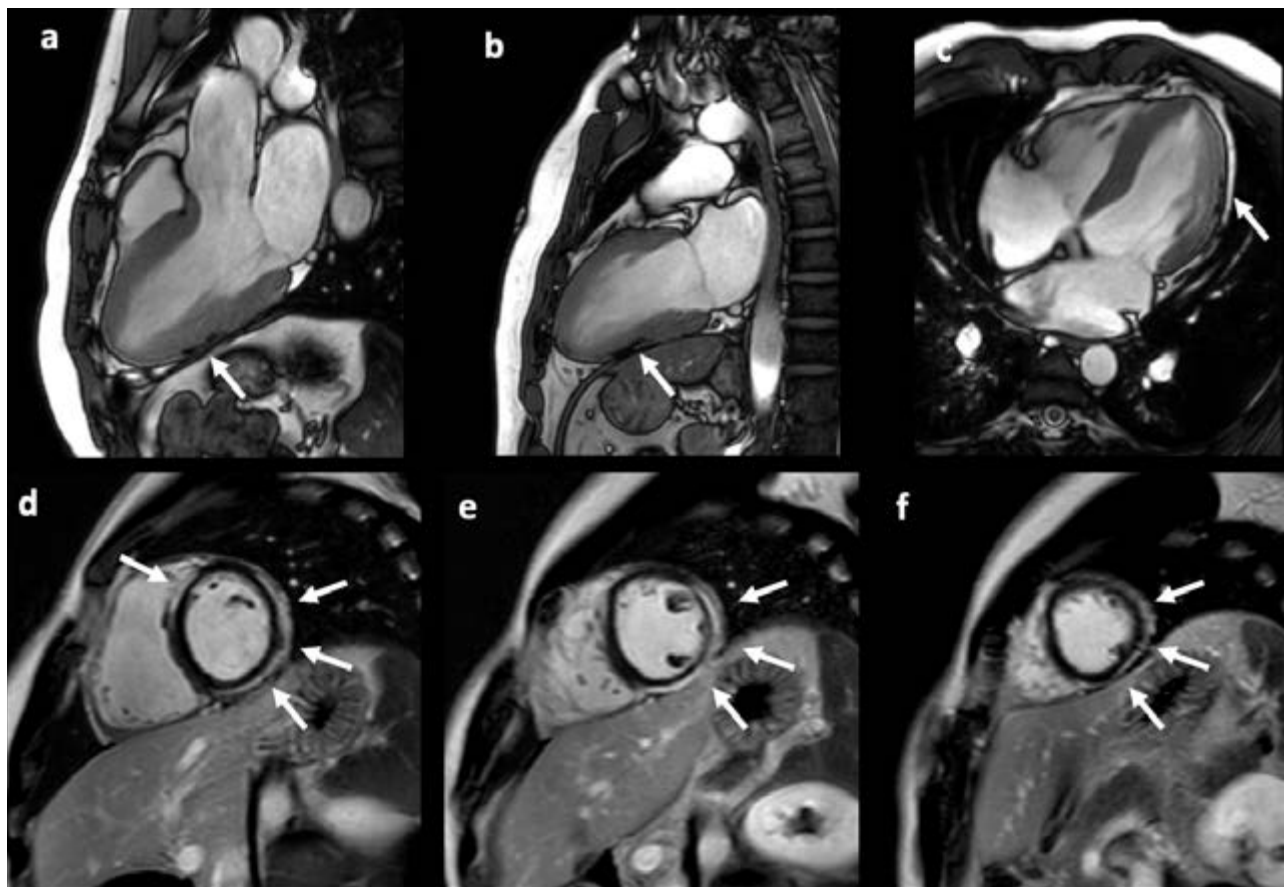


Figura 96. Cardiomiopatia Aritmogena left dominant. Esame di risonanza magnetica cardiaca di paziente affetto da Cardiomiopatia Aritmogena con coinvolgimento esclusivo del ventricolo sinistro, portatore di mutazione del gene della desmoplachina. Il ventricolo sinistro presenta normali dimensioni, spessori parietali e funzione sistolica globale (immagini a-c, sequenze balanced steady state free precession). Si noti l'ipointensità di segnale per presenza di infiltrazione adiposa tissutale (freccie nelle immagini a-c - sequenze balanced steady state free precession). Nelle sequenze post-contrastografiche tardive appaiono evidenti le multiple aree di iperintensità del segnale a significato fibrotico intramiocardico in sede settale anteriore medio-basale e subepi-mesocardico infero-postero-laterale con distribuzione "ring-like" (freccie nelle immagini d-f, sequenze PSIR).

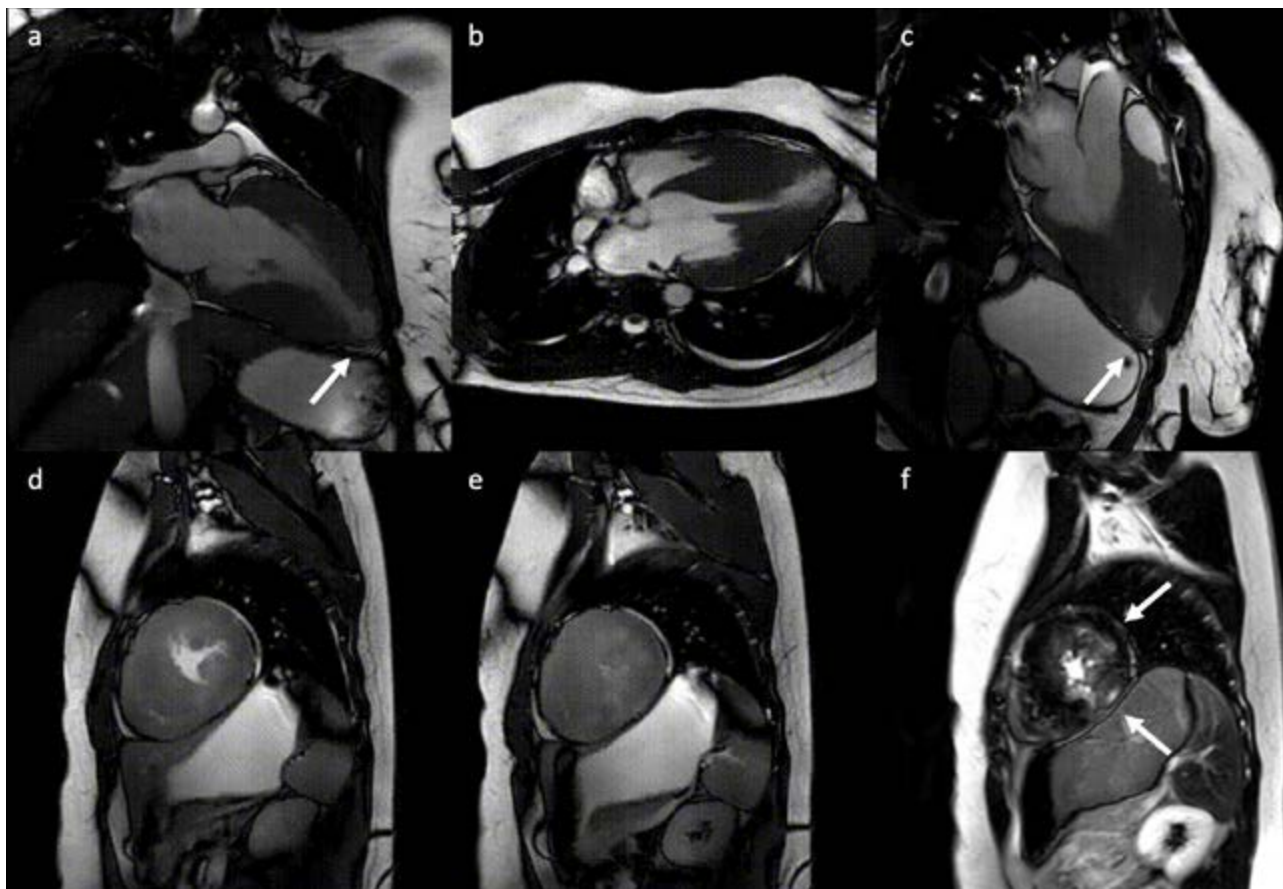


Figura 97. Cardiomiopatia Ipertrofica. Esame di risonanza magnetica cardiaca di paziente con Cardiomiopatia Ipertrofica ostruttiva medioventricolare con aneurisma apicale (freccia bianca nelle immagini a e c, sequenze balanced steady state free precession). Si noti l'importante ipertrofia del ventricolo sinistro con obliterazione sistolica medio-ventricolare della camera, visibile nelle sezioni in asse corto a livello dei muscoli papillari (immagini d-e, sequenze balanced steady state free precession). Nelle sequenze post-contrastografiche tardive si osserva la presenza di diffuso accumulo di mezzo di contrasto con distribuzione intramurale a livello dei segmenti medio-distali (freccie bianche nell'immagine f, sequenza PSIR) compatibile con la presenza di fibrosi miocardica.

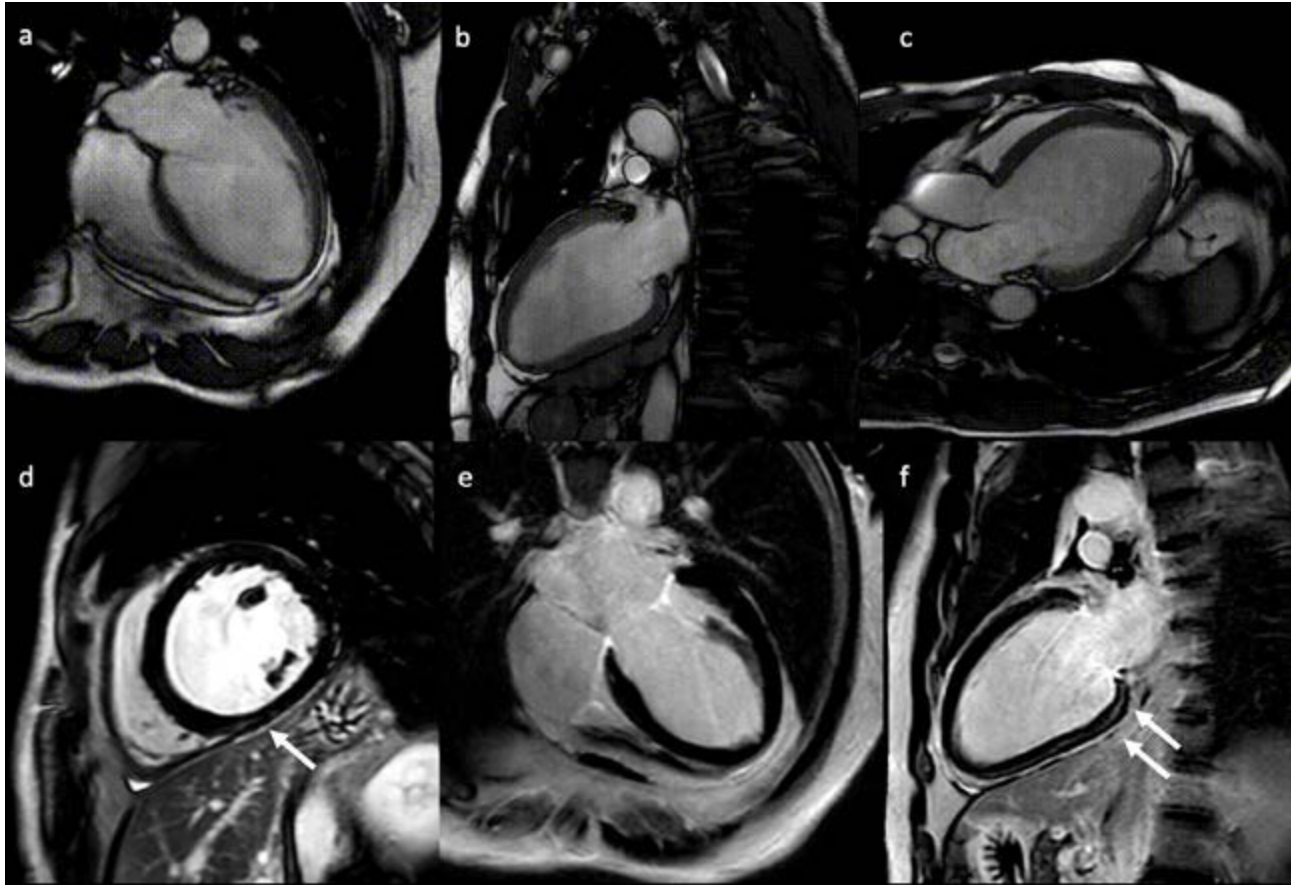


Figura 98. Cardiomiopatia Dilatativa. Esame di risonanza magnetica cardiaca di paziente con Cardiomiopatia Dilatativa idiopatica, portatore di mutazione del gene codificante la Filamina C. Il ventricolo sinistro si presenta severamente dilatato, di aspetto globoso (immagini a-c, sequenze balanced steady state free precession). Nelle sequenze post-contrastografiche tardive si noti l'accumulo intramurale di mezzo di contrasto in sede inferiore compatibile con la presenza di fibrosi miocardica a pattern non ischemico (freccie nelle immagini d-f, sequenze PSIR).

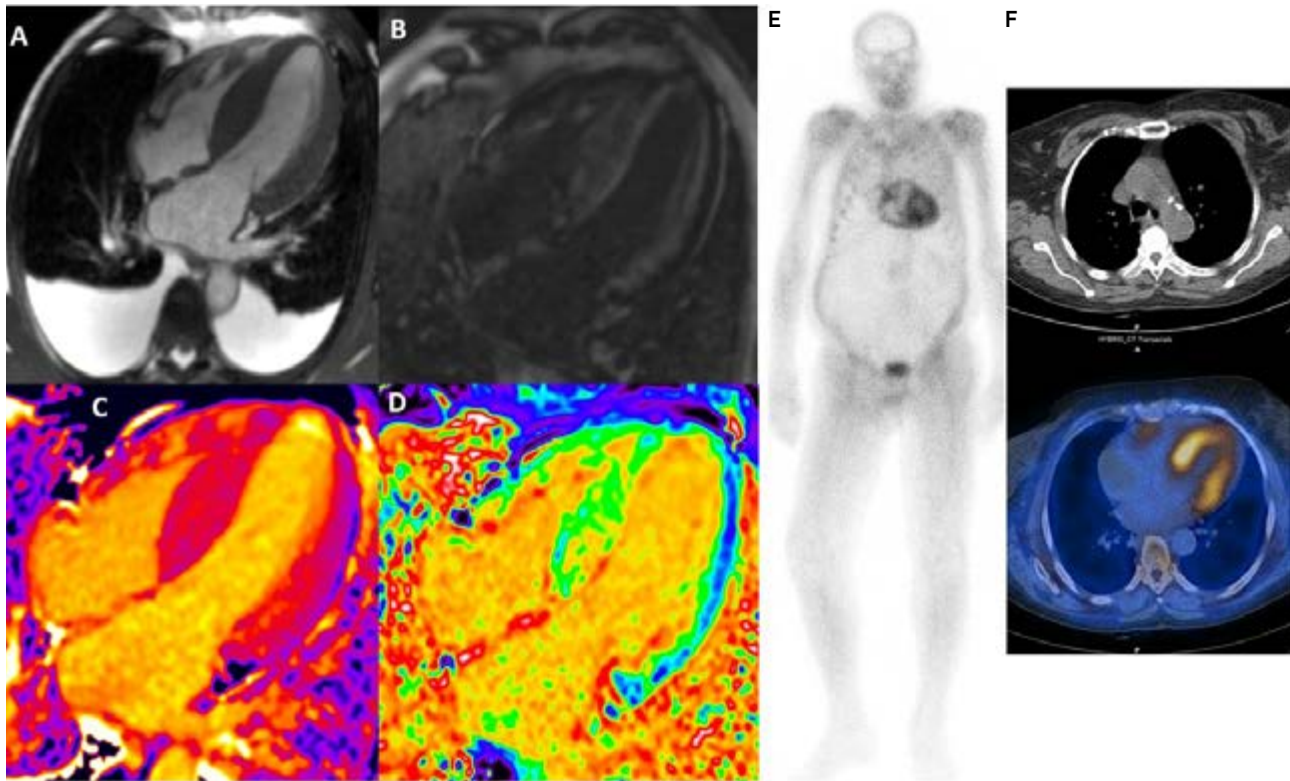


Figura 99. Amiloidosi Cardiaca. Imaging multimodale di un paziente affetto da Amiloidosi Cardiaca, portatore di mutazione del gene codificante la transtiretina. A sinistra immagini di risonanza magnetica cardiaca. Nelle sequenze cine SSFP (immagine A) si osserva un marcato incremento degli spessori parietali biventricolari (MWT 22 mm) e della massa cardiaca (199 g/m²) con un ridotto stroke volume (28 mL/m²) ed una ridotta una funzione longitudinale (MAPSE 6 mm, TAPSE 13 mm). Nelle sequenze post-contrastografiche tardive (immagine B) si noti LGE diffuso biventricolare, prevalentemente subendocardico ma anche transmurale a livello del setto interventricolare. All'analisi di mappa si osserva un significativo incremento del tempo di rilassamento tissutale T1 nativo (immagine C) e dei valori di volume extracellulare (immagine D). Il quadro è suggestivo di infiltrazione interstiziale di tipo amiloide. Alla scintigrafia miocardica eseguita con ⁹⁹Tecnezio-pirofosfato (immagine E) si osserva un marcato ed omogeneo iperaccumulo del radiotracciante a livello cardiaco, di intensità paragonabile a quella ossea (Perugini 2), reperto confermato alle SPECT/TC (immagine F) e caratteristico di amiloidosi TTR relata.

BIBLIOGRAFIA

- P. Torricelli, M. Zompatori. Manuale di diagnostica per immagini; Società Editrice Esculapio, 2016.
- F. Mazzucato, A. Giovagnoni. Manuale di tecnica, metodologia e anatomia radiografica tradizionali; Piccin, 2019.
- G. Cittadini. Diagnostica per immagini e radioterapia; Edra, 2016.
- L. R. Goodman. Felson. Principi di Radiologia del Torace; Verduci Editore, 2018.
- M.T. Tsakok, F.V. Gleeson. The chest radiograph in heart disease; Medicine, Vol.46, Issue 8, Pag. 453-457, 2018.
- S.C. Schanks, P. Kerley. A text-book of X-ray diagnosis by British Authors, – Volume 2, Chest. Saunders Co., Philadelphia and Toronto, 1972.
- ML Rosado-de-Christenson, S. Bhalla, S. Martinez-Jimenez, G.F. Abbott. Imaging del torace; Piccin, 2021.
- Lawrence Goodman. Felson's principles of chest roentgenology; Elsevier, 5th edition, 2020.
- Braunwald, Mann, Libby, Bonow, Malattie del cuore di Braunwald, Trattato di Medicina Cardiovascolare, Elsevier-Masson Editore, Decima Edizione, 2016.
- Rugarli C. et al. Medicina Interna Sistemica; Edra, 7a edizione, 2015.
- Carbone, M. Anzidei et al. Radiologia toracica per principianti, Springer, 2020.
- Theresa A. McDonagh, Marco Metra, et al. 2021 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC; co-published with permission in the European Heart Journal and European Journal of Heart Failure. VC the European Society of Cardiology 2021.
- Milne E., Pistolesi M., Miniati M., Giuntini C. The Radiologic Distinction of Cardiogenic and Noncardiogenic Edema; American Roentgen Ray Society, 1985.
- Chait, H.E. Cohen. The bedside chest radiograph in the evaluation of incipient heart failure; Radiology, 1972.
- J.T. Thomas, R.F. Kelly et al. Utility of history, physical examination, electrocardiogram, and chest radiograph for differentiating normal from decreased systolic function in patients with heart failure; The American Journal of medicine 112, pag. 437-445, 2002.
- N. Mueller-Lenke, J. Rudez et al. Use of chest radiography in the emergency diagnosis of acute congestive heart failure; Heart 92, pag. 695-696, 2006.
- L. Cardinale, A.M. Priola et al. Effectiveness of chest radiography, lung ultrasound and thoracic computed tomography in the diagnosis of congestive heart failure; World Journal of Radiology, 2014.
- Aguilera AL, Volokhina YV, Fisher KL. Radiography of cardiac conduction devices: a comprehensive review. Radiographics; 2011;31:1669-82.
- Costelloe CM, Murphy WA, Jr, Gladish GW, Rozner MA. Radiography of pacemakers and implantable cardioverter defibrillators. AJR Am J Roentgenol. 2012; 199:1252-8.
- Mark S Link. Pacing system malfunction: Evaluation and management. UpToDate; 2021.
- Hagan PG, Nienaber CA, Isselbacher EM, Bruckman D, Karavite DJ, Russman PL, Evangelista A, Fattori R, Suzuki T, Oh JK, Moore AG, Malouf JF, Pape

LA, Gaca C, Sechtem U, Lenferink S, Deutsch HJ, Diedrichs H, Marcos y Robles J, Llovet A, Gilon D, Das SK, Armstrong WF, Deeb GM, Eagle KA. The International Registry of Acute Aortic Dissection (IRAD): new insights into an old disease. *AMA*. 2000 Feb 16;283(7):897-903.

Von Kodolitsch Y, Nienaber CA, Dieckmann C, Schwartz AG, Hofmann T, Brekenfeld C, Nicolas V, Berger J, Meinertz T. Chest radiography for the diagnosis of acute aortic syndrome. 2004 Jan 15;116(2):73-7. doi: 10.1016/j.amjmed.2003.08.030

Nienaber CA, Fattori R, Mehta RH, Richartz BM, Evangelista A, Petzsch M, Cooper JV, Januzzi JL, Ince H, Sechtem U, Bossone E, Fang J, Smith DE, Isselbacher EM, Pape LA, Eagle KA. Gender-related differences in acute aortic dissection. International Registry of Acute Aortic Dissection. *Epub* 2004 Jun 14.

Suzuki T, Mehta RH, Ince H, Nagai R, Sakomura Y, Weber F, Sumiyoshi T, Bossone E, Trimarchi S, Cooper JV, Smith DE, Isselbacher EM, Eagle KA, Nienaber CA. Clinical profiles and outcomes of acute type B aortic dissection in the current era: lessons from the International Registry of Aortic Dissection (IRAD). International Registry of Aortic Dissection. *Circulation*. 2003;108 Suppl 1: I13

GLI AUTORI

Gianfranco Sinagra (Palermo, 1964). Laureato in Medicina e Chirurgia presso l'Università degli Studi di Palermo nel 1987 e Specializzato in Cardiologia presso l'Università degli Studi di Trieste nel 1992. È Direttore del Dipartimento Cardioracovascolare e Professore di Cardiologia presso l'Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano-Isontina e l'Università degli Studi di Trieste e Fellow della Società Europea di Cardiologia. Coordinatore del Centro di Cardiologia Traslazionale (CTC) in collaborazione con l'International Center for Genetic Engineering and Biotechnology di Trieste. È autore di oltre 990 pubblicazioni sotto forma di Articoli su Riviste Scientifiche Peer Reviewed recensite su Medline e Contributi in Volumi Internazionali e Nazionali. Oltre 26800 citazioni totali (Scopus). Molto impegnato nella divulgazione scientifica e trasferimento di conoscenze, ha coordinato numerose iniziative di formazione e didattiche nell'ambito di Università, Società Scientifiche, Associazioni di Volontariato, Televisione, Comunità Scolastiche e la Comunità degli Italiani in Istria per l'Università Popolare di Trieste. Revisore e Componente di numerosi Comitati Editoriali e Scientifici. I principali campi di interesse sono lo Scompensio Cardiaco e Malattie del Miocardio, le Malattie Cardiache Geneticamente determinate, la Cardiologia Molecolare e la Neoangiogenesi.



Marco Masè (Trieste, 1991). Laureato in Medicina e Chirurgia presso l'Università degli Studi di Trieste nel 2017. Specializzato nel 2022 in Malattie dell'Apparato Cardiovascolare presso l'Università degli Studi di Trieste e la Struttura Complessa di Cardiologia, Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano Isontina. Attualmente Dirigente medico presso la struttura complessa di Cardiologia di Gorizia e Monfalcone, Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano Isontina. Autore di 19 pubblicazioni sotto forma di Articoli su riviste scientifiche peer reviewed recensite su Medline e contributi in volumi nazionali. I principali settori scientifici di interesse sono lo Scompensio Cardiaco, il test Cardiopolmonare, le Malattie del Miocardio e le Malattie Cardiache Geneticamente Determinate.



Maddalena Rossi (Maratea, 1993). Laureata in Medicina e Chirurgia presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Roma nel 2018. Specializzata in Malattie dell'Apparato Cardiovascolare presso l'Università degli Studi di Trieste e la Struttura Complessa di Cardiologia, Azienda Sanitaria Universitaria Giuliano Isontina di Trieste nel 2023. Attualmente Dottoranda in Biomedicina Molecolare presso la stessa Università. Autrice di 25 pubblicazioni sotto forma di Articoli su Riviste Scientifiche Peer Reviewed recensite su Medline e Contributi in Volumi Internazionali e Nazionali. I principali settori scientifici di interesse sono lo Scompensio Cardiaco, le Malattie del Miocardio e la ricerca in tema di Malattie Cardiache Geneticamente determinate..



Finito di stampare nel mese di marzo 2024
da Bonazzi grafica S.r.l. - Sondrio