

# IMAGERIE CARDIOVASCULAIRE

M. BOUAROUNA  
Maître Assistant en  
Radiologie et  
imagerie Médicale

## I. INTRODUCTION

Différentes modalités d'imagerie cardiovasculaire, permettent l'exploration morphologique et fonctionnelle du cœur et des gros vaisseaux et leur intérêt est établi et reconnu pour le dépistage, l'évaluation et la surveillance d'un grand nombre de pathologies du cœur et des gros vaisseaux chez l'adulte et chez l'enfant.

Le scanner et l'IRM sont des techniques d'imagerie non invasive tridimensionnelle et/ou multiplanaire permettent une évaluation qualitative précise et reproductible (intra-observateurs, inter-observateurs et inter-examens), et une évaluation quantitative (pourcentage de sténoses, fraction d'éjection, masse myocardique).

## II. LA RADIOGRAPHIE DU THORAX

Malgré le développement de l'échocardiographie, la radiographie standard du thorax reste avec l'examen clinique et l'électrocardiogramme, la base de l'exploration du cœur.

C'est l'examen de routine du cœur, qui permet l'étude de la taille et de la morphologie du cœur

C'est un document statique qui ne renseigne pas sur les mouvements du cœur.

### 1. RADIOGRAPHIE NORMALE DU COEUR

Elle doit être pratiquée dans des conditions standardisées permettant la comparaison de clichés successifs :

- Distance foyer-film de 1,5 à 2 mètres pour éviter un agrandissement géométrique du cœur
- Temps de pause court pour éviter le flou cinétique
- Cliché pris en incidence postéro-antérieure debout en inspiration profonde.

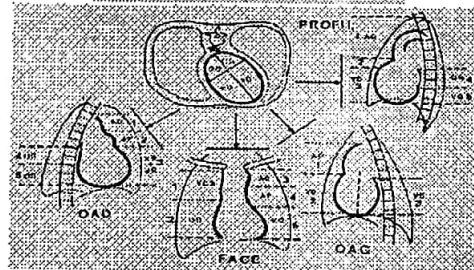
Ces conditions d'imagerie ne sont pas respectées lors de la réalisation de radiographie de thorax au lit du patient, ce qui fausse l'analyse de la taille du cœur.

Les 4 incidences standardisées sont définies par la position du thorax par rapport au plan de l'écran ou de la cassette contenant le film (figure 23).

- Face : sujet strictement de face au contact de l'écran
- Profil gauche : sujet de profil côté gauche contre l'écran (bras verticaux)
- Oblique antérieure droite (OAD) et oblique antérieure gauche (OAG), incidences rarement utilisées.

Dans chaque incidence, le pourtour du cœur est formé d'arcs qui correspondent aux différentes parties du cœur et des gros vaisseaux.

Les 4 incidences standardisées



#### a. Le cliché de face normal

Situé entre les 2 champs pulmonaires clairs, le cœur apparaît comme une masse opaque para médiane gauche grossièrement triangulaire à base diaphragmatique. On décompose les contours droit et gauche en arcs (figure 24) qui correspondent à une cavité cardiaque ou un gros vaisseau.

##### • Bord droit

- Arc supérieur droit rectiligne ou légèrement convexe formé par le bord externe de la cave supérieure (VCS)
- Arc inférieur droit convexe formé par le bord de l'oreillette droite (OD) ; il forme avec la coupole diaphragmatique l'angle cardiophrénique droit.

##### • Bord gauche

- Arc supérieur gauche (ou « bouton aortique ») arrondi d'un diamètre de 2 à 3cm correspondant à la portion horizontale de la crosse de l'aorte.
- Arc moyen gauche de forme variable concave en dehors, rectiligne ou en S allongé formé par le tronc de l'artère pulmonaire (AP) dans ses 2/3 supérieurs et par l'auricule gauche dans son tiers inférieur.
- Arc inférieur gauche, le plus long et le plus convexe correspondant au ventricule gauche (VG).

Le cliché de face normal



- b. Le cliché de profil normal
- **Bord postérieur** : convexe, formé par l'OG à sa partie supérieure et VG à sa partie inférieure.
  - **Bord antérieur** : convexe, formé par le VD et aorte ascendante.

c. Modifications physiologiques

Des modifications physiologiques de la silhouette cardiaque peuvent être dues en particulier au morphotype et à l'âge :

**Morphotype**

Chez le sujet brévilligne, le cœur apparaît « horizontal » c'est à dire étalé sur le diaphragme avec un pédicule vasculaire élargi. A l'inverse chez le sujet longiligne, le cœur est « vertical », allongé avec un pédicule vasculaire étroit.

**Age**

Chez le sujet âgé, l'aorte déroulée, de face, déborde l'arc supérieur droit et accentue l'arc supérieur gauche.

2. SÉMIOLOGIE RADIOLOGIQUE DU COEUR

L'analyse de la radio de thorax comprend : l'appréciation de la taille du cœur, l'identification des arcs de la silhouette cardiaque, l'analyse des gros vaisseaux de la base, la recherche de calcifications, l'appréciation de la vascularisation pulmonaire.

a. Taille du cœur

Elle est appréciée par le calcul du rapport cardiopulmonaire (RCP) qui est le rapport  $(1+2/T)$  entre le diamètre maximal du cœur et le diamètre maximal du thorax mesuré sur le cliché de face pris debout en inspiration profonde.

Le RCP normal ne dépasse pas 0.50. Il est pathologique au-delà de 0.55 et l'on parle alors de cardiomégalie. Analyse des cavités cardiaques

b. L'hypertrophie ou dilatation d'une cavité cardiaque

• **Oreillette droite (OD)**

L'augmentation de son volume est essentiellement appréciée sur le cliché de face : arc inférieur droit allongé et plus convexe.

• **Ventricule droit (VD)**

En augmentant de volume, le VD pivote vers la gauche refoulant le ventricule gauche ce qui entraîne sur l'incidence de face en cas de dilatation VD importante une saillie de l'arc inférieur gauche convexe avec un aspect arrondi de la pointe surélevée.

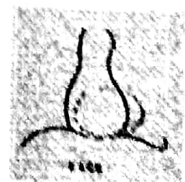
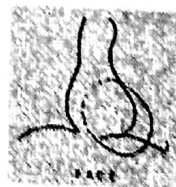
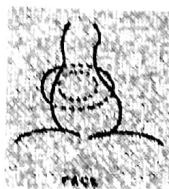
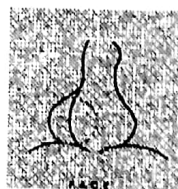
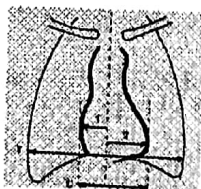
De profil, le VD dilaté bombe en avant comblant l'espace clair rétro sternal.

• **Oreillette gauche (OG)**

De face, l'OG ne participe pas normalement à la formation de la silhouette cardiaque. Une dilatation importante entraîne son débord sur la partie haute de l'arc inférieur droit formant une image en double contour. Son expansion vers la gauche crée une saillie de la partie inférieure de l'arc moyen gauche par dilatation de l'auricule gauche. La trachée se divise en 2 bronches souches qui font normalement un angle aigu ; une OG dilatée peut les écarter (signe du cavalier).

• **Ventricule gauche (VG)**

De face, son augmentation de volume entraîne un allongement de l'arc inférieur gauche déplacé vers le bas et la gauche avec l'apex s'enfonçant dans le diaphragme. Le VG se rapproche de la limite latérale gauche du thorax.



c. Gros vaisseaux

La dilatation de l'artère pulmonaire (AP) est appréciée sur l'incidence de face : arc moyen anormalement saillant.  
La dilatation de l'aorte ascendante entraîne de face une convexité anormale de l'arc supérieur droit.

#### d. Calcifications cardiaques

Toutes les calcifications cardiaques sont pathologiques. Elles peuvent siéger dans les différentes structures du cœur :

- Valvulaires touchant préférentiellement les valves mitrale et aortique.
- Coronaires : calcifications linéaires le long des troncs proximaux des artères coronaires. Le « score calcique » coronaire établi en scanner est un index pronostique défavorable significatif.
- Péricardiques : formant de bandes linéaires autour de la silhouette cardiaque. Elles prédominent au niveau des sillons et de la face inférieure du cœur. Elles peuvent au maximum former une coque calcaire comprimant le cœur.
- Myocardiques : arciformes en plein myocarde essentiellement ventriculaires gauches correspondant à une séquelle d'infarctus du myocarde.
- De l'aorte thoracique : réalisant un fin liséré opaque ou des bandes linéaires le long des bords du vaisseau.

#### e. Vascularisation pulmonaire

##### • Chez le sujet normal

La « trame » pulmonaire formée notamment par les vaisseaux est plus dense à la base qu'au sommet et diminue du hile à la périphérie. Elle définit la transparence pulmonaire.

##### • Modifications de la transparence pulmonaire

Une diminution de la transparence pulmonaire correspond habituellement à une stase veïnopulmonaire capillaire (insuffisance cardiaque gauche) réalisant le « poumon cardiaque » avec différents stades :

- Stade 1 : redistribution vasculaire vers les sommets qui deviennent aussi denses que les bases
- Stade 2 : œdème interstitiel avec plusieurs aspects :
  - Lignes de Kerley correspondant à un œdème des cloisons septales. Les mieux visibles sont les lignes B, petites lignes horizontales, fines et courtes siégeant à la base des champs pulmonaires.
  - Œdème sous pleural avec apparition de scissures inter lobaires
- Stade 3 : œdème alvéolaire lié à la transsudation de plasma dans les alvéoles pulmonaires avec apparition d'opacités bilatérales nodulaires et confluentes prédominant dans les régions péri hilaires en « ailes de papillon ». Il est accompagné très souvent d'un épanchement pleural en règle générale, bilatéral

Plus rarement la diminution de transparence pulmonaire relève d'une augmentation du débit pulmonaire : cardiopathie congénitale avec shunt gauche-droit.

Une augmentation de la transparence pulmonaire (poumons clairs) a pour cause en général un emphysème pulmonaire avec petit cœur vertical en goutte, espaces intercostaux et diaphragme horizontaux donnant un aspect de thorax distendu.

Plus rarement, elle peut être due à une diminution du débit pulmonaire par obstacle sur les artères pulmonaires (certaines cardiopathies congénitales, cœur pulmonaire chronique embolique) causant une diminution de la trame vasculaire et une hyperclarté distale.

### III. ECHOCARDIOGRAPHIE – DOPPLER

#### 1. INTRODUCTION

L'échocardiographie est la technique d'imagerie non invasive la plus courante en cardiologie. Le principe de cet examen est d'analyser la morphologie, les mouvements et les dimensions des différentes structures du cœur par l'enregistrement de la réflexion d'un faisceau d'ultrasons envoyé par une sonde émettrice positionnée sur le thorax.

L'examen est habituellement réalisé à l'aide d'une sonde déplacée sur le thorax du patient (écho-doppler Trans thoracique ou ETT), et plus rarement par voie œsophagienne à l'aide d'une sonde dédiée (écho-doppler Trans œsophagien ou ETO).

#### 2. MODALITÉS

Les modalités de l'échocardiographie comportent :

- Le mode TM (time-motion) qui permet l'enregistrement du déplacement des structures en fonction du temps et le calcul des dimensions des cavités cardiaques et des épaisseurs des parois.
- L'échocardiographie bidimensionnelle qui permet d'analyser en temps réel la cinétique des parois myocardiques en multipliant les plans de coupe des cavités cardiaques.
- L'échographie doppler qui par la mesure des vitesses des flux sanguins à travers les valves, permet l'évaluation hémodynamique des différentes valvulopathies (fuite et rétrécissement), l'analyse de la phase de remplissage du ventricule gauche et donc de la fonction diastolique, et l'estimation de la pression artérielle pulmonaire systolique.

- **L'échographie de stress** : cette technique permet l'analyse segmentaire de la contractilité cardiaque après induction d'un stress pharmacologique (perfusion de Dobutamine\* et Atropine) ou lors d'un effort physique.
- **L'échographie tridimensionnelle** est une technique émergente qui permet la visualisation en 3D des structures valvulaires et des volumes des cavités cardiaques.
- **L'échographie par voie trans œsophagienne** qui permet de visualiser de façon très précise les structures cardiaques postérieures (oreillettes, septum inter auriculaire, veines pulmonaires, valves mitrale et aortique et aorte thoracique). Cette modalité nécessite l'introduction d'une sonde dans l'œsophage, mais s'effectue en ambulatoire chez un patient à jeun avec une simple anesthésie locale voire une légère sédation.

### 3. INDICATIONS, RENSEIGNEMENTS OBTENUS

Les indications d'échographie sont très vastes et concernent la plupart des affections cardiaques puisque l'on obtient de façon non invasive, reproductible et en totale innocuité, des informations d'ordre morphologique et hémodynamique sur toutes les structures cardiaques ; valve, myocarde, péricarde et également sur les gros vaisseaux thoraciques.

Les renseignements obtenus concernent ainsi :

- **La fonction ventriculaire gauche** systolique (pourcentage de raccourcissement du ventricule gauche et mesure de la fraction d'éjection –FEVG- et du débit cardiaque) et diastolique (évaluation des pressions de remplissage du ventricule gauche par l'analyse du flux trans mitral).
- **L'évaluation des cardiomyopathies** (épaisseur des parois et taille de la cavité ventriculaire gauche, volume ventriculaire gauche).
- **L'évaluation des valvulopathies** (sténoses et régurgitations) où l'échocardiographie est devenue la méthode de référence dans la quantification et l'évaluation du mécanisme.
- **L'évaluation des cardiopathies ischémiques** avec analyse de la cinétique segmentaire au repos et sous stress dans le diagnostic de l'ischémie myocardique et de la viabilité myocardique.
- **Enfin, exploration des cardiopathies congénitales.**

## IV. LA TOMODENSITOMETRIE OU SCANNER

### 1. GENERALITES

La tomodensitométrie thoracique, est un système d'imagerie en coupes, avec de nombreux systèmes Informatiques de reconstruction. C'est un examen très performant pour l'étude du poumon et du médiastin, et des gros vaisseaux thoraciques (aortiques et pulmonaires)

Les machines les plus récentes (64 barrettes ou plus), permettent d'examiner le cœur, et les Coronaires.

#### a. Principe

Le principe du scanner est toujours le même que celui de la radiographie, basé sur les rayons X.

L'acquisition d'images va se faire selon un mode hélicoïdal, avec une première série d'images sans injecter le produit de contraste (le calcul du score calcique, rehaussement ..) puis des acquisitions avec l'injection du produit de contraste (prospectives et rétrospectives), et elle doit se faire en apnée et parfois avec un gating cardiaque (pour le coroscanner)

Un bon coroscanner nécessite une fréquence cardiaque lente, aux environs de 60 bts/min, et surtout très régulière.

#### b. Les précautions et contre-indications

La prescription de scanner doit être réfléchi et ne pas être faites à tout moment et à tout le monde. A partir du moment où vous faites une imagerie relativement irradiante, vous avez un certain nombre de précautions à vérifier :

- **Femmes enceintes** : le scanner n'est pas conseillé mais ce n'est pas une contre-indication absolue : si l'examen est impératif au diagnostic et surtout à la thérapeutique à ce moment-là il faut le faire. Mais si vous pouvez utiliser un autre type d'imagerie non irradiant, comme l'échographie ou l'IRM, c'est mieux.
- **Allergies au produit de contraste iodé** : Nécessite une prémédication et une surveillance.
- **L'insuffisance rénale (Néphrotoxicité du PC iodé)** : le produit de contraste iodé est néphrotoxique et peut potentiellement entraîner ou aggraver une insuffisance rénale.
- **Enfants** : Il faudra être précautionneux dans la prescription d'un examen irradiant car les enfants, surtout quand ils sont en bas-âge sont relativement plus sensibles que les sujets âgés aux rayonnements ionisants avec un risque de mutation génétique plus importante (développement de cancers) surtout lorsque que les doses de rayons utilisées sont importantes et aussi que les examens sont répétés
- **Pour ce qui est du coroscanner** : pour que le gating (synchronisation) soit correcte, il faut que le cœur soit lent et régulier. Si le patient est en FA (fibrillation auriculaire), s'il y a des arythmies cardiaques. On ne pourra pas se caler au même moment. Les images seront difficiles à réaliser et souvent de mauvaise qualité. Donc il faut d'abord ralentir le cœur, le régulariser et ensuite faire le coroscanner.

Il n'y a donc pas de contre-indications absolues car si le scanner est le seul examen possible pouvant rapporter des informations, on pourra toujours le faire mais certaines précautions sont quand même à prendre, faute de quoi l'examen ne sera pas pertinent.

## 2. INDICATIONS, RENSEIGNEMENTS OBTENUS

Le scanner est un examen très performant qui permet une analyse précise de quasiment toutes les anomalies des constituants du cœur

- **Les artères coronaires** : rechercher et évaluer des trajets anormaux des coronaires, les sténoses, les plaques d'athérome, les pontages aortocoronariens
- **Myocarde** : Le scanner permet d'analyser le muscle myocardique et toutes les cavités cardiaques ainsi que les rapports qu'ils entretiennent. Il a un intérêt dans : pathologie ischémique notamment à la phase chronique, bilan préopératoire en particulier de valvulopathie et les cardiopathies congénitales
- **Péricarde** : Le scanner est l'examen de référence pour le péricarde et permet une bonne analyse du péricarde en recherchant une péricardite constrictrice (calcifications) ou des tumeurs localisées dans la région péricardique ou para cardiaque primitives ou secondaires
- **Aorte** : Le scanner aortique est l'examen de référence pour l'étude des pathologies aortiques aigus ou chroniques : les dissections, les ulcères et les hématomes intra muraux, Les anévrismes et leurs complications (soit une rupture d'anévrisme ou pré rupture), les sténoses ou les occlusions aortiques
- **Les éventuelles masses cardiaques ou péri/para-cardiaques**

## V. L'IRM

L'imagerie par résonance magnétique nucléaire est une imagerie utilisant des champs magnétiques intenses permettant d'examiner de manière non invasive et non irradiante l'appareil cardiovasculaire. C'est un examen extrêmement performant permettant une étude morphologique, fonctionnelle et hémodynamique. De nombreuses séquences d'imagerie sont disponibles permettant d'examiner de manière statique ou dynamique l'appareil cardiovasculaire. Quelle que soit la séquence choisie, il existe un contraste spontané entre le sang circulant et les parois du cœur et des vaisseaux. Il peut être cependant nécessaire d'utiliser un produit de contraste paramagnétique (Gadolinium) à utiliser avec précaution en cas d'insuffisance rénale.

M. BOUARDIERA  
Maitre Assesseur  
Radiologie et  
Imagerie Médicale