

UE / ENSEIGNANT : UE 15 Système cardiovasculaire – Le Pennec

DATE : 21/02/2023

GROUPE : Peresse Anaëlle et Le Gall Charlotte

REMARQUES : Quelques infos supplémentaires mais dans l'ensemble, même cours que l'année dernière



Cardiologie Nucléaire

Table des matières

Partie 1: cardiopathie ischémique

I) Généralités

- A) Anatomie des coronaires
- B) Schématisation de la vascularisation
- C) Les fonctions des coronaires :

II) Scintigraphie myocardique de perfusion effort/repos et viabilité myocardique

- A) Scintigraphie myocardique effort/repos
- B) Plaque d'athérosclérose
- C) Cas cliniques

Partie 2: insuffisance cardiaque

- A) Gamma-angiographie
- B) Amylose cardiaque
- C) MIBG cardiaque

Partie 3: Pathologies infectieuses

- A) TEP au FDG
- B) Sarcoidose
- C) Vascularite

Partie 1 : Cardiopathie ischémique

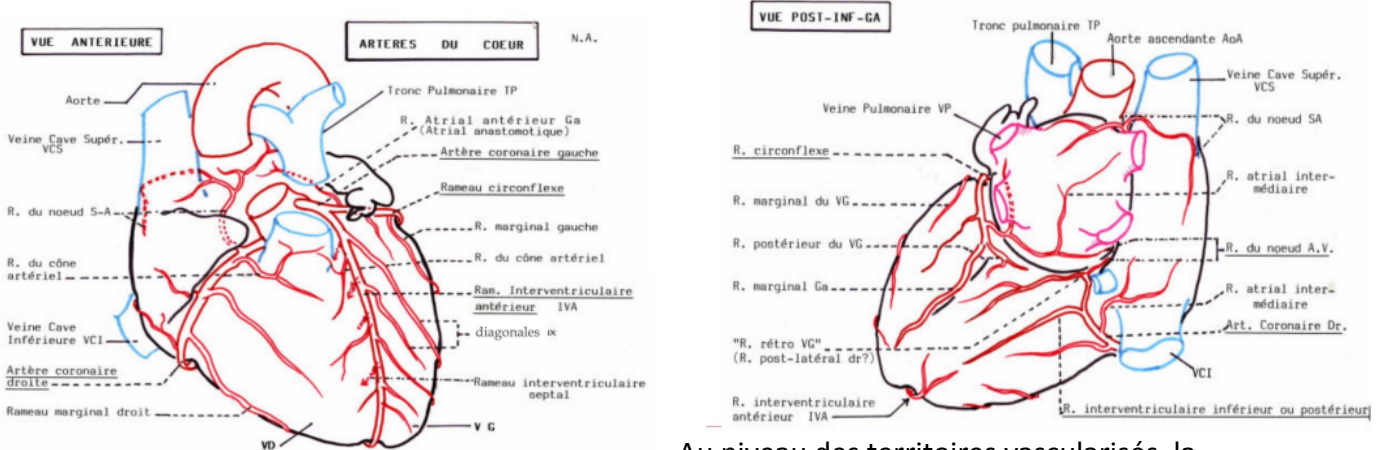
Les principaux examens que l'on va voir :

- Scintigraphie myocardique d'effort (sur un vélo, ou un stress pharmacologique) / repos (E/R)
 - Scintigraphie myocardique de viabilité (SN de repos)
 - Exploration de la perfusion myocardique par la TEP (réputé aux US, intéressant chez les patients diabétiques et obèses)
 - Imagerie de la plaque d'athérome (en pleine expansion mais reste du domaine de la recherche)
- >Sd coronarien chronique, stable : une plaque se développe, bouche peu à peu la lumière et entraîne des ischémies. Le flux n'est pas en adéquation avec la demande du cœur, entraînant des ischémies d'effort
- >Sd coronarien aigu, Instable : Une plaque peut devenir instable, libérant des facteurs pro-thrombotiques à l'origine de la formation d'un thrombus, origine d'un infarctus)

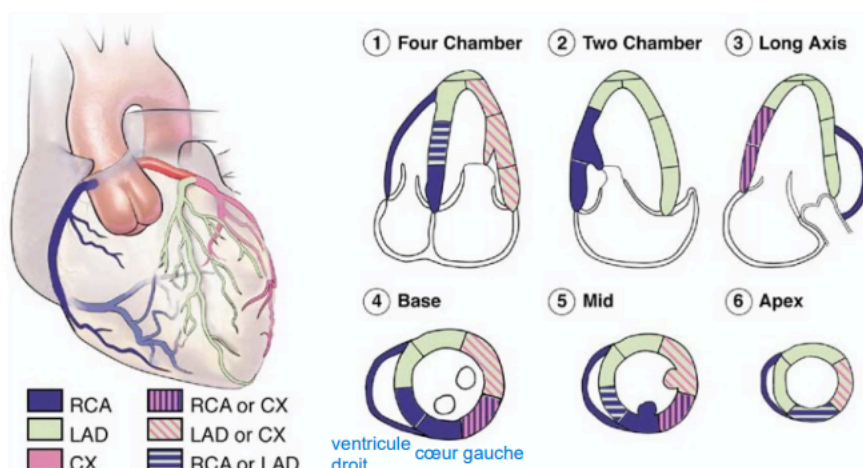
I) Généralités

A) Anatomie des coronaires

On a 2 réseaux, un droit avec la coronaire droite, un réseau gauche qui commence par le tronc commun gauche et qui va se diviser en IVA et en artère circonflexe. *Important de connaître la disposition car vascularise des territoires différents, et ne donnera pas les mêmes signes sur l'ECG lors de pathologies ischémiques et sur la scintigraphie myocardique, en fonction des zones où l'on a des pathologies, on peut s'orienter vers telle ou telle coronaire qui pourrait être atteinte.*



Au niveau des territoires vascularisés, la coronaire droite s'occupe de toute la partie inférieure et du septum.



RCA : Artère coronaire droite CX : artère circonflexe LAD : artère IVA

Le ventricule droit est tout fin, en scintigraphie myocardique généralement on ne voit pas le ventricule droit quand ce n'est pas pathologique. Lors d'une hypertrophie du ventricule droit, il devient visible. À l'origine de cela, une sténose pulmonaire causant une hypertension pulmonaire.

Coupe au niveau de l'apex, on regarde selon le petit axe (comme en échographie petit axe / grand axe). Tout ce qui est à gauche correspond au versant septal du cœur, ce qui est à droite correspond au versant latéral, en dessous le versant inférieur et au-dessus le versant antérieur. On part de l'apex, puis on remonte le cœur jusqu'à sa base (apex, milieu et base). Il y a des territoires qui sont vascularisés :

- ce qui est antéro-septal (le beige) correspond à l'IVA
- les territoires à deux couleurs, cela dépend du schéma anatomique du patient, (par exemple le territoire beige et orange correspond à un territoire irrigué soit par la circonflexe, soit par l'IVA)
- et on a la coronaire droite qui vient vasculariser la paroi inféro-septale, au niveau de la base.

Petit rappel sur la coronaire droite « L'artère coronaire droite vascularise aussi le nœud auriculo-ventriculaire et le nœud sinusal, donc les gens qui ont une coronaire bouchée, sur l'ECG on va voir le sus-ST (modification du segment ST, une élévation), souvent on se trouve dans un territoire à l'origine de l'atteinte coronarienne et on a un effet miroir à distance. Par exemple, si on a un sus-ST dans le territoire de la coronaire droite, il faut aller traquer à tout prix le BAV (bloc auriculo-ventriculaire), c'est une dissociation, si on est sur un BAV III, on va avoir une onde P qui sera dissociée des complexes QRS, on a une onde P qui bat mais n'entraîne pas derrière le complexe QRS, qui est indépendant, il y a un échappement. On peut avoir un échappement jonctionnel haut ou plutôt bas selon l'épaisseur du QRS ».

Une coronaire droite récupère globalement mieux qu'un tronc commun ou qu'une IVA proximale, car la coronaire droite peut être vascularisée au temps systolo-diastolique et surtout car elle vascularise le ventricule droit qui est moins épais, donc les capillaires sont moins comprimés dans le myocarde. Les coronaires les plus sensibles, avec une atteinte significative et le plus grave, c'est un tronc commun gauche ou une IVA proximale.

Coronarographie (normale) oblique antérieure droit

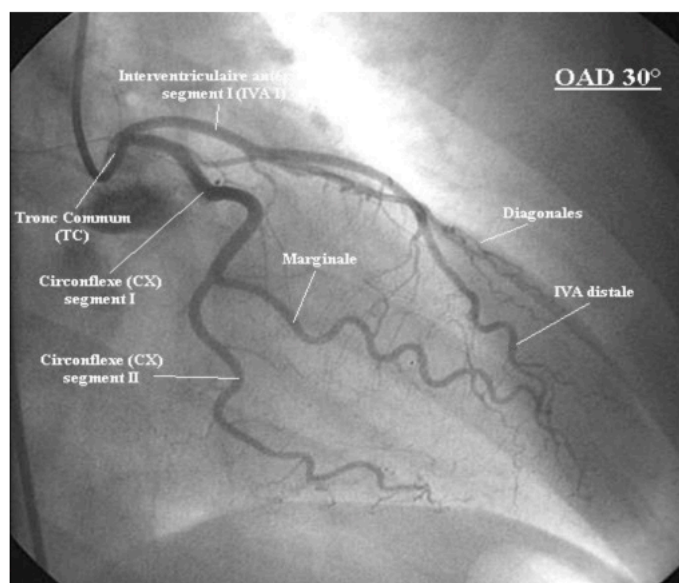
On voit l'IVA qui part devant, et la circonflexe derrière.

Réseau gauche plutôt vascu en fin de systole.

Sténose significative :

60% obst de la lum

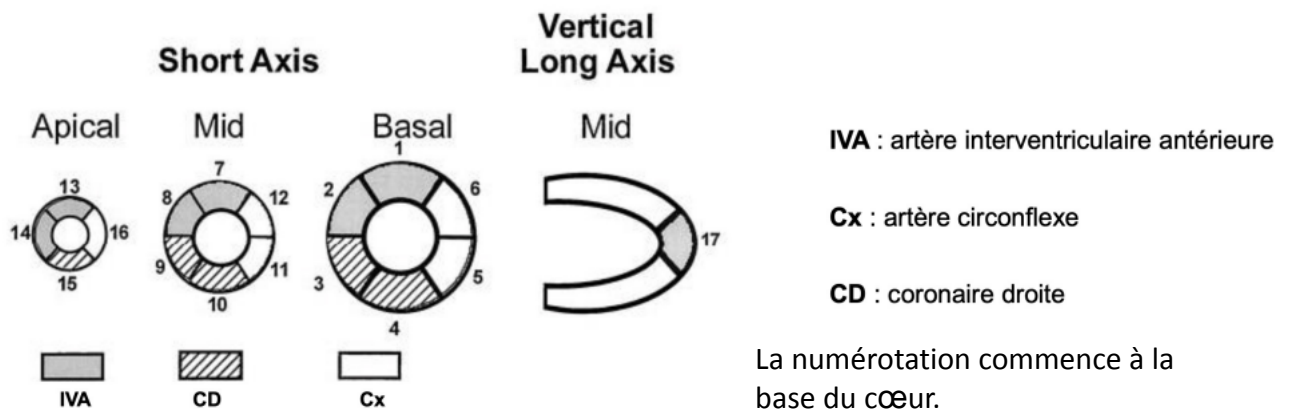
50% pour le tronc commun



B) Schématisation de la vascularisation

On parle en 17 segments pour décrire les anomalies que l'on voit en scintigraphie myocardique. Le 17^{ème}, c'est l'apex, puis on remonte petit à petit. Quand on décrit une anomalie, on dit que c'est une anomalie antéro-apical pour le segment 13 (au niveau de l'apex), si c'est la partie moyenne du cœur on dit antéro-médial (segment 7), et si c'est le segment 1 antéro-basal. Puis on s'oriente à chaque fois comme ça (segment 2 : antéro-septo-basal : côté septum face antérieure à la base du cœur). Chaque segment a un nom et on peut ainsi localiser les anomalies pour les décrire dans notre compte rendu. C'est vrai en échographie, vrai en IRM. Il existe des modèles à 20 segments mais on utilise le 17 segment la plupart du temps.

14: versant septale / 16: versant latéral



/!\ faire la différence : **sténose** = le cœur souffre mais il n'y a pas de nécrose
infarctus = le cœur souffre avec présence de nécrose

C) Les fonctions des coronaires :

- Fournit au cœur l'oxygène et les nutriments pour maintenir la fonction cardiaque (le cœur est un muscle, il y a un pacemaker automatique qui l'alimente en électricité et qui lui dit de se contracter, mais pour se contracter il a besoin d'oxygène et de glucose, d'où il tire sa principale partie d'énergie. Pour cela il faut que les coronaires ne soit pas obstruées)
 Donc c'est là qu'il y a toujours un problème que l'on appelle la réserve coronaire, dans une pathologie ischémique voire carrément l'infarctus, c'est qu'en fait la coronaire ne soit plus capable d'alimenter le cœur alors qu'il y a une demande du cœur pour pouvoir se contracter, il y a une inadéquation entre ce que le cœur demande et ce qui est apporté par les coronaires. Quand on fait un effort sans pathologie sur les coronaires, nos coronaires ont une capacité à se dilater au moment de l'effort, et donc augmentent le flux coronarien et donc augmentent les nutriments au cœur qui a besoin de se contracter plus quand on est sur un effort physique.

Ce qui se passe quand on a une plaque d'athérome.

- Un déséquilibre entre apports et besoins produits une ischémie myocardique
- Flux pulsatile avec des composantes systoliques et diastoliques caractéristiques

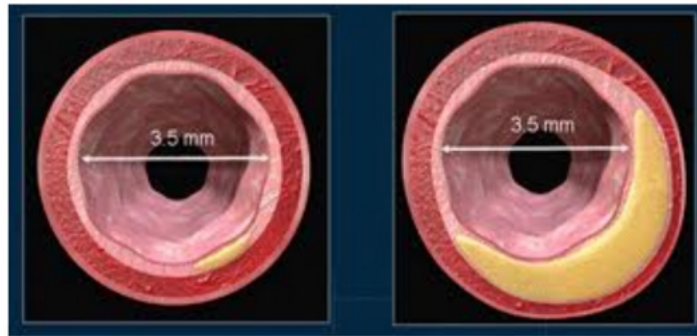
La réserve coronaire :

- Adaptation rapide de la fonction cardiaque et du flux sanguin coronaire nécessaire (vasodilatation quand la demande augmente)

*Lorsque la demande en O₂ augmente, l'adaptation permet d'augmenter les rapports de façon équivalente par vasodilatation artériolaire et épicaudique (hyperhémie)

*Une vasodilatation maximale peut être obtenue par des agents pharmacologiques (dipyridamole, adénosine, papavérine, dobutamine)

Glagov Phenomenon

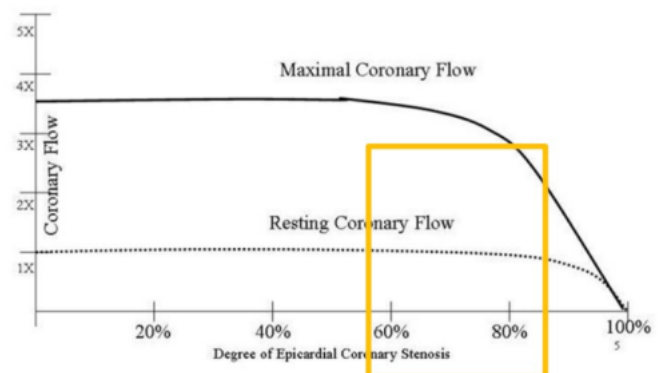


Au repos, les coronaires vascularis bien malgré la plaque.

Ce qui se passe quand on a une plaque d'athérome (jaune sur l'image de droite) :

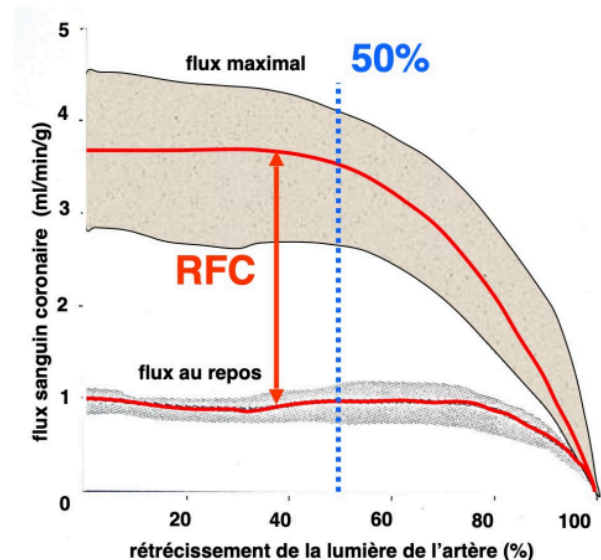
On voit que l'artère se dilate peu (le cercle rouge), mais à cause de la plaque d'athérome, la lumière reste la même, cette réserve coronaire est altérée, le patient ne va pas pouvoir augmenter son flux coronaire, car la lumière reste la même à l'effort et au repos. Dès qu'on a 50-60% de sténose, on va avoir un impact significatif à l'effort. Le flux coronaire au repos, il faut attendre d'avoir une sténose à 90% pour qu'elle commence à parler cliniquement, c'est pour cela qu'on va faire un effort et un repos chez le patient, à l'effort on peut déceler ce problème de réserve coronaire altérée, alors que si on attend que le patient ait des symptômes au repos, il faut attendre que la sténose se développe beaucoup, on risque d'arriver un peu tard. Donc les gens qui ont une pathologie ischémique avec un défaut d'apport d'oxygène lié au fait que la réserve coronaire soit altérée, on la met en évidence sur l'épreuve d'effort.

The Relationship Between the Degree of Stenosis and Coronary Flow



Ici on a une autre représentation, à partir du cut-off de 50%, on voit que le flux maximal (pour l'atteindre on est obligé de faire un effort) commence à être altéré qu'à 50%, alors qu'au repos il commence à être altéré que à 80-90% de sténose.

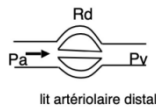
On parle de sténose significative quand on est à 50% sur le tronc commun, et sur les autres



artères notamment l'IVA quand on aura une sténose à 70%. Ce sont des chiffres donnés pendant la coronarographie.

Normal - repos

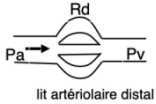
$$F = \frac{\Delta P}{Rd}$$



Juste pour expliquer d'un point de vue physique avec l'augmentation des résistances, lié à la sténose, ce qui va faire que le flux diminue (pour ceux qui préfèrent retenir les états pathologiques avec des schémas).

Normal - effort

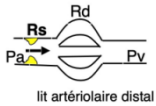
$$F = \frac{\Delta P}{Rd \downarrow}$$



La réserve coronaire est diminuée lors d'une plaque d'athérome, une résistance naît contre le flux.

Sténose - repos

$$F = \frac{\Delta P}{Rs + Rd}$$



Douleurs épigastriques +++, regarder les dérivations inférieures (D2,D3,AVF) sur l'ECG.

Rappel : coro droite paroi inférieure (corrélé à la région épigastrique)

LE SUS ST EST LE SEUL QUI EST LOCALISATEUR.

2 choses à bien distinguer : les gens qui ont une plaque d'athérome peuvent avoir un angor stable ou être asymptomatique.

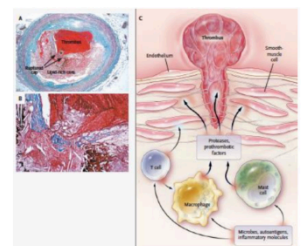
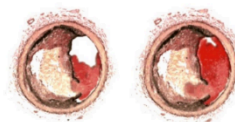
Les gens qui ont un angor stable vont avoir une douleur thoracique à l'effort, elle part très rapidement quand ils arrêtent l'effort ; on dit qu'elle est trinitro-sensible. Quand le patient prend un spray de trinitrine, la douleur part tout de suite. Cela n'arrive que pour des efforts, pas au repos, si le patient a des douleurs au repos on n'est plus sur de l'angor instable, ce n'est pas du tout la même pathologie.

Le risque d'une coronaropathie ?

Petit aparté sur le syndrome

coronaire aigu : Les SCA (syndrome coronaire aigu), avec SCA ST- ou ST+ selon les modifications électriques du segment ST, et on dose aussi les troponines. Ça c'est quand il y a une rupture de plaque. La plaque peut être stable ou instable, plus à risque qu'une autre d'une rupture (on cherche actuellement des arguments à l'imagerie).

La **rupture de plaque**, la porte de l'infarctus du myocarde



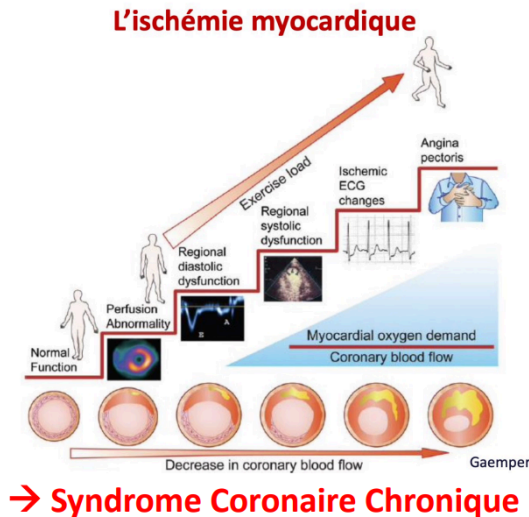
→ **Syndrôme Coronaire Aigu**

Hansson KH, *New Eng J Med* 2005; 352: 1685-1695

Quand on fait un SCA, le monsieur a mal au repos à la poitrine, la douleur est trinitro-résistante, la trinitrine (qui a un effet vasodilatateur sur les coronaires) ne le soulage pas. Si le patient a une petite plaque, cela diminue ses douleurs, mais le patient qui a une occlusion de la coronaire importante, la trinitrine ne le soulage pas. Le patient arrive aux urgences avec une douleur, on fait l'ECG on a un sus-ST, on dose les troponines (marqueur de nécrose) elles sont positives. On regarde depuis combien de temps les douleurs durent, mais il faut faire une coronarographie en urgence pour déboucher la coronaire, pas d'indications ici à faire de la médecine nucléaire, de l'écho ou de l'IRM. Echo à la limite pour voir s'il y a une souffrance du ventricule gauche et sa fraction d'éjection.

Dans ce cours on va parler **du syndrome coronaire chronique** (ancien nom maladie coronaire stable) (*l'angor stable est plus le symptôme clinique et la maladie derrière est syndrome coronaire chronique*). Sur l'ECG, on n'aura pas la présence d'un sus-ST.

Le risque d'une coronaropathie ?



La pathologie initiale et les symptômes ne sont pas superposés. Les symptômes arrivent tardivement, l'enjeu est d'essayer de détecter au plus tôt pour éviter l'infarctus.

Sur cette cascade ischémique, on voit bien que le patient qui a une angine de poitrine a une sténose qui est déjà bien évoluée. L'intérêt est donc de déceler cette sténose avant qu'elle ne soit aussi importante que ça. D'abord, on a un défaut de perfusion au niveau des coronaires (cf réserve coronarienne) qu'on est capable de déceler en scintigraphie myocardique, également en écho de stress et éventuellement en IRM de stress. Après, le cœur souffre d'abord au niveau de sa fonction diastolique, puis il y a dysfonction systolique, puis apparition des signes ECG (signes ECG + la clinique arrivent tardivement dans la cascade ischémique).

A partir de ce moment-là, le patient peut devenir symptomatique.

On ne va pas pouvoir faire une scintigraphie myocardique à tout le monde, pas intéressant pour des patients asymptomatiques sans facteurs de risques. **2 choses importantes à retenir : examens fonctionnels et examens morphologiques.**

Examens « fonctionnels »

- ECG
- ECG d'effort
- Echo de stress
- Scinti myo E/R
- IRM de stress

localisation

Syndrome coronaire chronique: recommandations ESC 2019, guide des bonnes pratiques de l'HAS

- Importance de l'évaluation clinique initiale
- Pas d'épreuve d'effort simple dans le diagnostic initial
- Faible prévalence : pas d'exploration
- Prévalence faible à moyenne: coroscanner
- Prévalence moyenne à forte : imagerie fonctionnelle
- Patients asymptomatiques?

Examens « morphologiques »:

- coroscanner
- coronarographie

Bien différencier :

- L'examen fonctionnel, on ne voit pas la sténose mais les conséquences.

L'ECG, basique au repos, on peut voir des signes de la repolarisation, ça peut être un signe qu'une ischémie a lieu. L'ECG d'effort, sur un vélo ou tapis, on monitore l'ECG pendant l'effort.

Les 3 examens fonctionnels qui ont en plus une valeur localisatrice

- Echo de stress (aussi morphologie)
- IRM de stress (aussi morphologique)
- La scintigraphie myocardique effort / repos

Les 3 examens à retenir si on nous demande de faire un examen localisateur d'ischémie !!

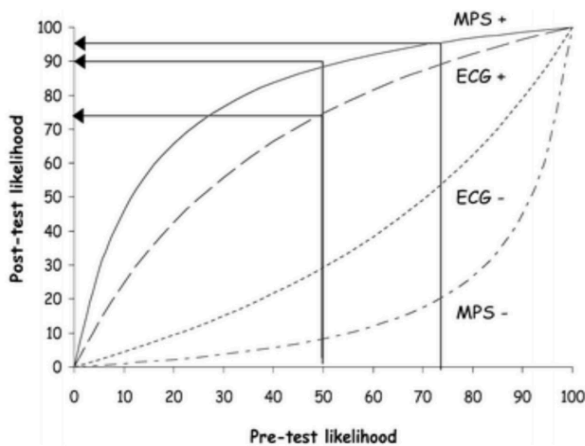
Les examens morphologiques, on voit la sténose, mais pas les conséquences de la plaque d'athérome :

- Coroscanner : scanner injecté avec des phases particulières, permet d'analyser la lumière des coronaires et d'aller voir la sténose
- Coronarographie : en salle de coronarographie, les patients sont injectés en radial ou fémoral, on fait une opacification de tout le réseau coronarien. En coronarographie, on peut faire un geste, mettre un stent, dilater contrairement au coroscanner(image).

Théorème de Bayes

« Schéma assez intéressant et pas mal pour comprendre »

Valeur additionnelle maximale : probabilité pré-test intermédiaire



MPS = scintigraphie, MPS - = SN normale ; MPS + = SN anormale
 On a un patient qui a une probabilité pré-test d'avoir une maladie coronarienne de 50%. On fait un ECG, il est négatif, on descend la probabilité d'avoir une maladie coronarienne à 30%, en probabilité post-test. Si on fait une scintigraphie et qu'elle est négative, on diminue encore plus, à 5%. La probabilité pré-test influence la probabilité post-test.

On voit aussi qu'un ECG seul ne discrimine pas énormément les patients quand on a une proba pré-test à 20%, on a un ECG positif, on monte à 40% d'avoir une maladie coronarienne, si on faisait une scinti on serait monté à 70%.

Toujours évaluer la probabilité pré-test, en faisant des scores (comme pour l'embolie pulmonaire avec le score de Genève ou de Wells) avant d'explorer le patient. On fait des scores qui nous donnent une probabilité, faible/intermédiaire/élevée d'avoir la maladie. Cette probabilité joue sur la conclusion finale du test. Exemples de test :

Table 5 Pre-test probabilities of obstructive coronary artery disease in 15 811 asymptomatic patients according to age, sex, and the nature of symptoms in a pooled analysis¹⁴ of contemporary data^{14,15}

	Typical		Atypical		Non-anginal		Dyspnoea ^a	
	Men	Women	Men	Women	Men	Women	Men	Women
Age								
30-39	3%	5%	4%	3%	1%	1%	0%	3%
40-49	22%	10%	10%	6%	3%	2%	12%	3%
50-59	32%	13%	17%	8%	11%	7%	20%	9%
60-69	46%	18%	28%	11%	12%	8%	27%	14%
70+	52%	27%	34%	19%	24%	10%	32%	12%

CIAD = coronary artery disease; PPI = pre-test probability.
^aIn addition to the usual Chest pain and Restless sleep¹⁴, patients with dyspnoea only or dyspnoea in the primary symptom are included. The regions shaded dark green denote the group in which non-anginal testing is most beneficial (PPI < 10%). The regions shaded light green denote the group with PPIs of 10% to 20% in which testing for dyspnoea may be considered after assessing the overall clinical likelihood based on the results of PPIs presented in Figure 1.

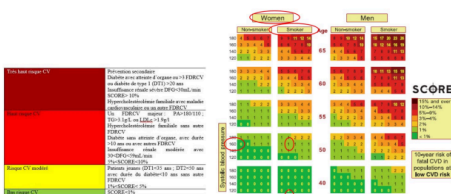


Fig 2 Ten-year risk of fatal cardiovascular disease in populations at low cardiovascular disease risk. Chart based on total cholesterol.



Score de Framingham

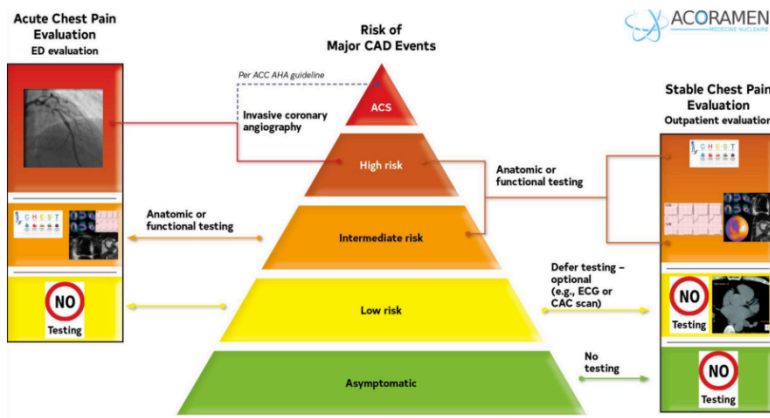
Homme
 Femme
 Age: 56 ans
 Cholestérol Total: 1.9 g/l
 Cholestérol HDL: 0.35 g/l
 PA Systolique: 160 mmHg
 PA Diastolique: 70 mmHg
 Fumeur
 Diabétique
 Calculer
 Risque à 10 ans : > 27%

Score de Framingham : homme ou femme ? tabagique ? pression artérielle...

Selon le score, on a un risque intermédiaire, faible ou élevé d'avoir une pathologie

coronarienne. Cela aide à choisir le test que l'on va effectuer.

Quel test et pour qui ?



(schéma pyramide, acute chest pain = syndrome coronaire aigu = pas retenir, stable chest pain = syndrome coronaire chronique)

Par exemple : les asymptomatiques, on ne les teste pas, les risques faibles on peut faire un ECG, risques intermédiaires et plus, on ne fait pas qu'un ECG. L'ECG d'effort si il est positif électriquement (il y a des modifications électriques), n'est pas localisateur. Surtout, il peut

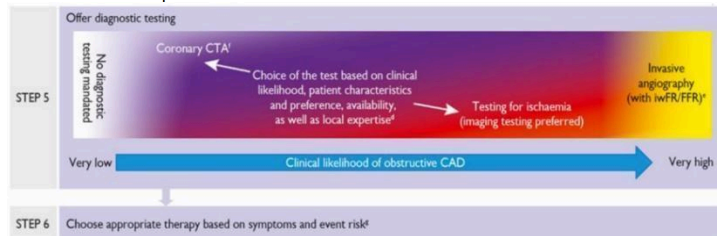
être pris à défaut, il a une sensibilité proche de 60-70%, ce qui fait qu'on rate des patients qui auraient une pathologie. Si on le couple avec une écho, une IRM ou une scintigraphie (aspect de localisation en plus), on rattrape ces patients. Pour ça que le risque intermédiaire à élevé on ne fait pas qu'un ECG, on fait un examen fonctionnel et localisateur

Un patient à haut risque, on ne fera pas le test.

SN/IRM/écho de stress ont à peu près les mêmes performances, sensibilité et spécificité.

Juste pour illustrer que la stratégie diagnostique est vraiment basée sur la probabilité pré-test du patient, car il y a plusieurs examens à faire, cela dépend du risque d'avoir une maladie coronarienne

Patients avec DT angineuse et/ou dyspnée et suspicion de coronaropathie



• ACC/AHA (2021):

- **Ne pas explorer les asymptomatiques ou les faibles risques (1);** éventuellement, épreuve d'effort ou score calcique (2a)
- **Risque intermédiaire à élevé: au choix, coroscanner ou imagerie de stress (1);** éventuellement, épreuve d'effort (2a)
- Si imagerie de stress non concluante, coronarographie (1) ou éventuellement coroscanner (2a)
- Après coroscanner, imagerie fonctionnelle ou FFR-CT si sténose entre 40 et 90% (2a) ou si scanner non concluant (2a)

Bilan :

On n'explore pas les asymptomatiques et les faibles risques mais on peut éventuellement faire une épreuve d'effort ou un score calcique (on fait un scanner non injecté, on délimite les vaisseaux coronariens et on calcule le calcium qu'ils ont car la plupart des plaques sont calcifiées cela nous donne une prédiction d'évoluer vers ou d'avoir une maladie coronarienne). Risque intermédiaire à élevé : on fait une imagerie de stress.

L'incidence ne rend pas dans le calcul de la sensibilité, spécificité cependant il rentre dans le calcul du VPP et VPN (valeur prédictive négative)
Il faut adapter les examens au patient.

II) Scintigraphie myocardique de perfusion effort/repos et viabilité myocardique

Ce sont 2 examens qui utilisent les mêmes produits et la même machine, mais on n'interprète pas la même chose.

Pas de préparation nécessaire pour le patient, il n'a pas besoin d'être à jeun.

A) Scintigraphie myocardique effort/repos

On a 2 traceurs : du thallium et des traceurs technétiés, on s'en fout des tableaux
On viendra injecter ces traceurs pendant le pic d'effort.

Les radiotraceurs de perfusions myocardique

	Thallium	Traceurs Technétiés (Mibi ©, Myoview ©)
Mécanisme d'entrée cellulaire	Actif : processus actif Na+/K+/ATPase dépendant +++ (Analogie structurale du thallium avec le K+)	Passif : transport passif sous l'effet de la différence de potentiel transmembranaire accumulation mitochondriale
Fraction d'extraction myocardique	+++ (88%)	++ (65.5%)
Corrélation entre la fixation myocardique et le débit coronaire	+++	++
Redistribution	Oui (utile pour étude de viabilité)	Non significatif

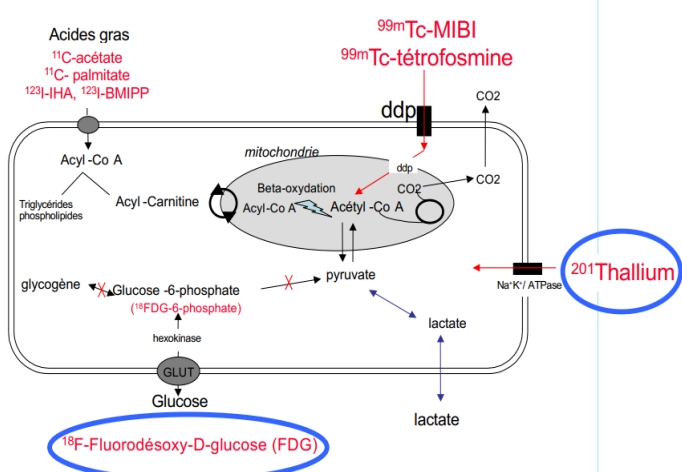
	Thallium	Traceurs Technétiés (Sestambi ou MIBI ©, Tétrofosmine ou Myoview ©)
Disponibilité	+++ (produit de cyclotron)	+++ (générateurs de Tc99m)
Spectre d'émission	X 70-80 Kev (77%) γ 135 Kev (3%) 167 Kev (10%)	Rayon γ de 140 Kev
Période	73 H	6 H
Qualité d'images	++	+++
Dose délivrée	18 mS	3-5mS

Description schéma :

Tc pour technétium le radioisotope, et MIBI ou tétrofosmine sont les vecteurs. Il rentre dans le myocyte et permet de voir le processus mitochondrial. Le thallium rentre par un transporteur NaK. Le thallium peut sortir de la cellule, cela peut avoir des conséquences sur l'interprétation.

Le FDG ce n'est pas de la scintigraphie, c'est de la TEP et le carbone 11 sert pour la recherche mais pas en pratique.

METABOLISME DU MYOCYTE



SCA ST+ ou ST- (< 2 jours)

Trouble du rythme sévère ou mal toléré

Obstruction sévère ou symptomatique à l'éjection ventriculaire gauche

Insuffisance cardiaque décompensée

Thrombose veineuse aiguë avec ou sans embolie pulmonaire

Myocardite, péricardite ou endocardite aiguës

Dissection aortique aiguë

Thrombus intra-cardiaque à haut risque emboligène

Incapacité à effectuer un exercice physique

Refus du patient

Epreuve d'effort : le patient est sur un vélo ou un tapis, il est branché avec les électrodes d'ECG et va faire un effort croissant.

CI absolues : **pas retenir la liste, retenir pathologies aiguës en cours et non stabilisés**

► **Recommandée en 1ère intention** chez les patients capables d'un effort "maximal" (> 85% FMT ou > 6 Mets)

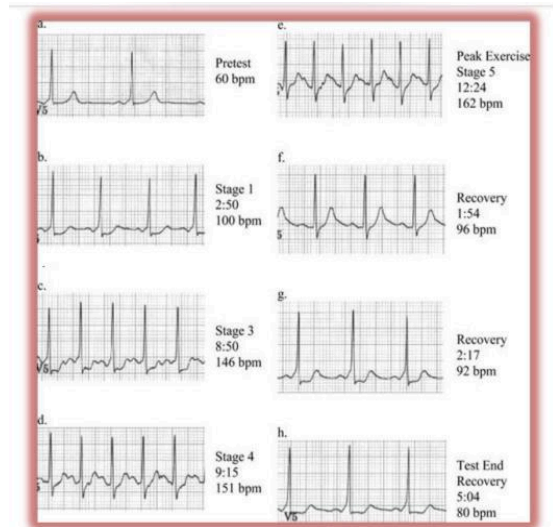
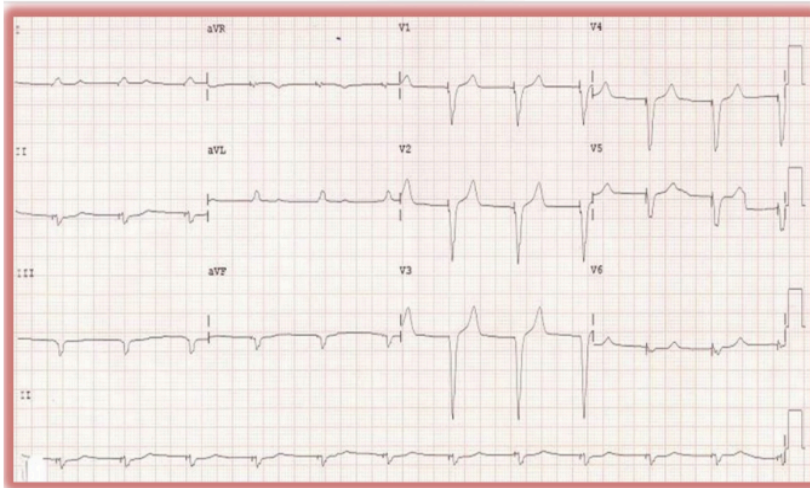
- modifications ECG
- informations physiologiques et pronostiques
- reproduit les conditions d'apparition des douleurs

► **MAIS 30 à 40% des patients ne peuvent pas atteindre ce seuil**

- Artériopathie MI
- AVC
- Pb rhumato / orthopédique
- Manque de motivation
- Traitements bradycardisants

Les patients qui ne peuvent pas faire d'effort (trop âgés, prothèses...) on fait un stress pharmacologique, on mime un effort en créant une vasodilatation. Cependant, avec le vrai effort on a une meilleure sensibilité et une meilleure spécificité pour l'examen derrière que le stress pharmacologique.

Chez ces patients, on ne fera pas un test d'effort mais un stress pharmacologique, car l'ECG nous montre une CI (BBG à gauche, pré-excitation à droite => petite onde delta visible sur l'ECG).

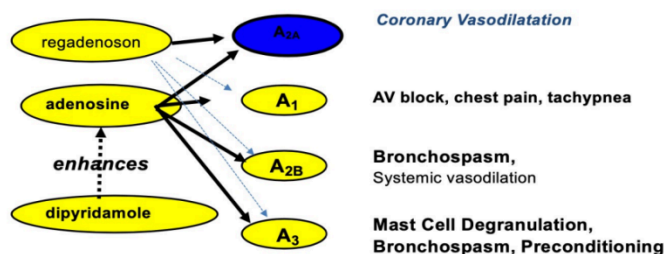


Quand on a une pré-excitation, c'est compliqué de faire une épreuve de stress car il faut la coupler avec un test localisateur, sinon elle peut être mise à défaut. Le segment ST commence à être modifié mais c'est lié à la pré-excitation, donc le test ECG d'effort seul est mis à défaut.

Il existe différentes drogues pour le stress pharmacologique (*bleu le récepteur recherché*) : Le dipyridamole un précurseur de l'adénosine. L'adénosine va se fixer sur ses récepteurs, cela peut entraîner des bronchospasmes, c'est pour cela que les gens BPCO très évolué et non stabilisé ne sont pas injectés, les gens qui ont de l'asthme, qui ont un syndrome de Raynaud...).

Le regadenoson est une drogue beaucoup plus sélective, agit sur les vaisseaux coronaires en provoquant leur vasodilatation (*coûte très cher donc que pour ceux qui ne peuvent pas dipyridamole*)

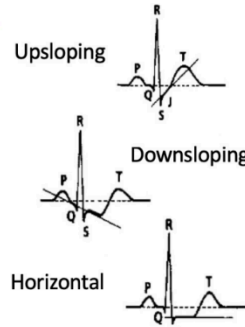
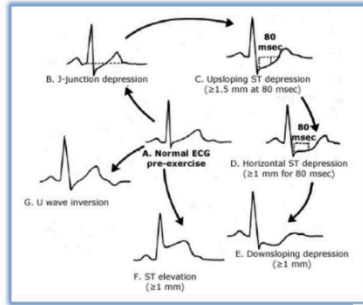
Adenosine Receptor Physiology



Modification de l'ECG que l'on voit sur une épreuve d'effort, et qui permettent de dire qu'elle est électriquement positive.

Positive Stress ECG

- ≥1mm of horizontal or downsloping ST-depression or elevation at least 80ms after the J-point.
- ≥1mm ST-elevation in a lead without a baseline Q-wave
- ≥1mm AVR elevation



Quand le patient est asymptomatique, sans aucun signe sur l'ECG, on arrête une épreuve d'effort quand il atteint 85% de la FMT (Fréquence Maximale Théorique).

FMT = 220-âge

On dit que l'épreuve est cliniquement négative et électriquement négative

Ce score n'est pas à retenir, juste pour montrer qu'avec l'épreuve d'effort seule on peut avoir un facteur pronostique sur la survie du patient et le risque d'avoir une maladie coronarienne.

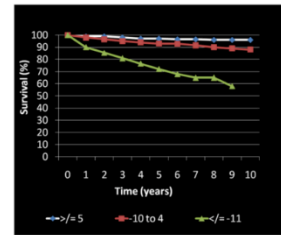
Duke Treadmill Score

DTS = Exercise Time (min) – 5 x Maximal ST depression (mm) – 4 x Angina Index

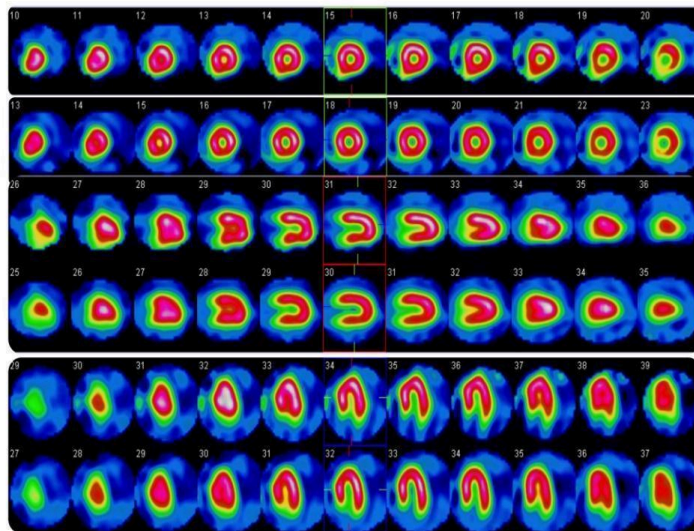
Angina Index

- 0 = No angina
- 1 = Non-limiting angina (doesn't stop test)
- 2 = Limiting angina (stops test)

Risk		1-Yr Mortality
Low-risk	≥5	0.25%
Intermediate risk	4 to -10	1.25%
High risk	≤-11	5.25%



1) Scintigraphie myocardique (sans anomalies) :



La première ligne est un effort, la deuxième est un repos (pareil au milieu et en bas).
 2 Lignes du haut : petit axe : on part de l'apex, et on remonte le cœur jusqu'à la base (de gauche à droite sur la ligne).

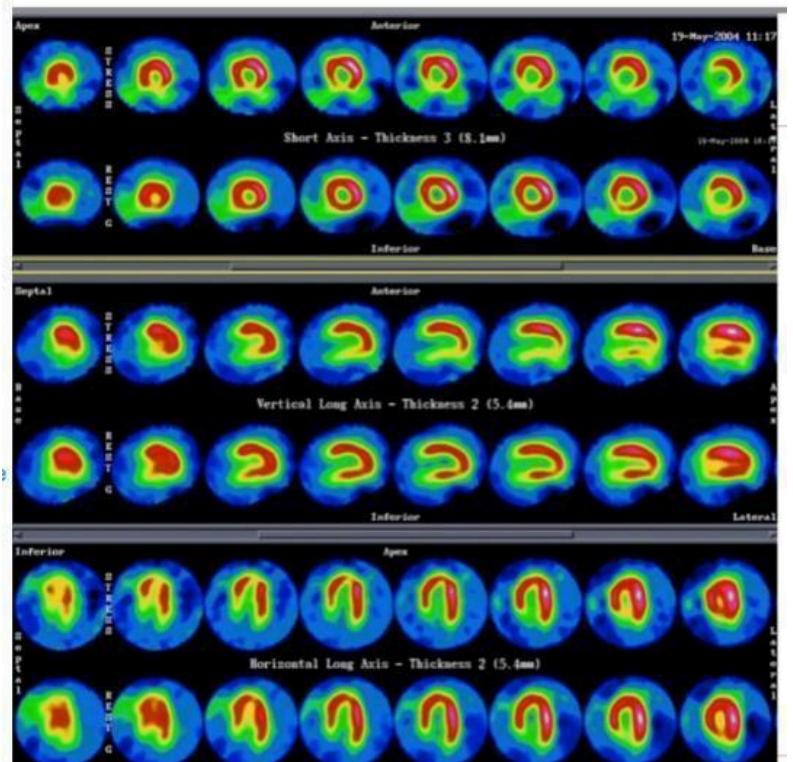
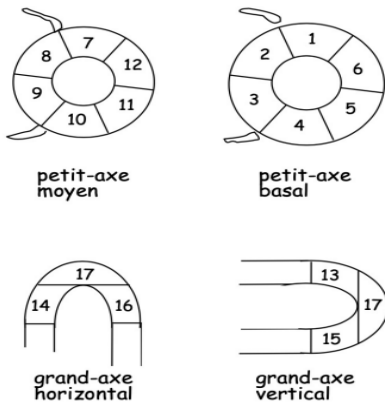
2 Lignes du milieu : selon le grand axe horizontal : en haut la paroi antérieure, à droite l'apex, en bas la paroi inférieure

2 Lignes du bas : grand axe vertical : en haut l'apex, à gauche le septum à droite la paroi latérale

Si on se met tout à droite dans les 2 premières lignes, on a l'impression que le septum est hypofixant (car il est jaune). Il est beaucoup plus fin que la paroi latérale, donc il part avant quand on défile les coupes ; ce n'est pas une anomalie, c'est normal.

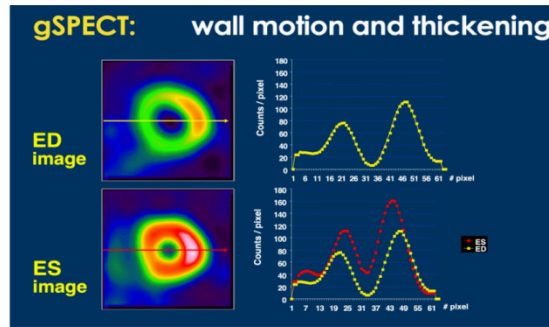
2) 2^{ème} scintigraphie, mais avec une anomalie :

La paroi inférieure des 2 lignes du milieu, on peut voir que la paroi inférieure n'est plus rouge à l'effort, mais le redevient au repos. Atteinte à l'effort mais cœur normal au repos : on est sur une ischémie (infarctus même au repos ce serait resté hypofixant). Là il y a de grandes chances que ce soit la coronaire droite qui soit atteinte au vu du territoire donc sa paroi inférieure et le septum basal est touché : argument qui dit coronaire droite.



3) Synchro-ECG

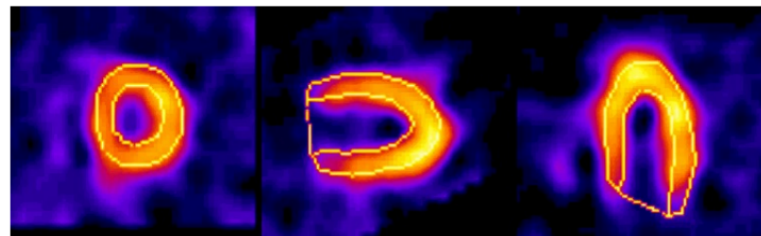
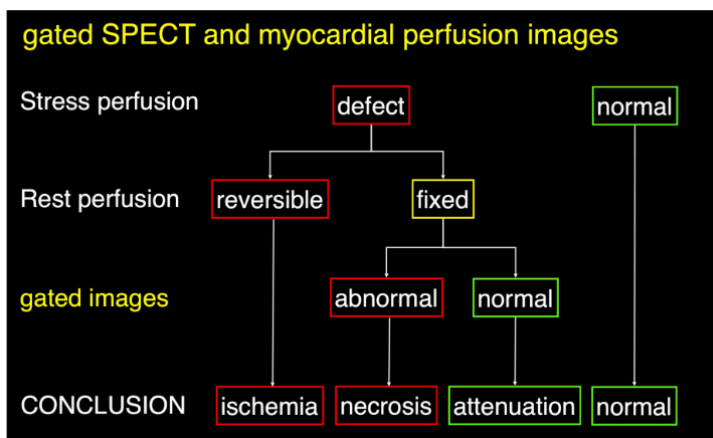
Pendant les examens on les couple à l'ECG sous la caméra, ECG à 3 dérivations pour avoir le cycle QRS. La caméra est couplée à l'ECG et cela permet de dire qu'à ce moment-là on est à tel niveau du cycle cardiaque et à ce moment-là on est à tel niveau. Cela sert à savoir si on est en fin de systole ou en fin de diastole sur le nombre de coups que la caméra reçoit à ce moment-là, ce qui permet de faire du GATED, des images qui bougent.



Ce n'est pas le cœur qui quand il est en systole capte beaucoup de produits et quand il est en diastole n'en capte pas beaucoup, non le produit arrive sur le cœur, se fixe, et ne bouge plus ! Ce qui se passe c'est qu'en diastole le cœur est plus fin, il est très rempli donc l'épaisseur du myocarde est plus fine, la caméra n'arrive plus à le distinguer : effet de volume partiel.

En systole le cœur est épais, très contracté, on arrive bien à le voir. Le fait d'avoir cette imperfection en fin de diastole où la caméra n'est pas capable de voir l'épaisseur on va l'utiliser et faire du GATED, pour savoir quand on est en diastole ou systole on va utiliser l'ECG. On va regarder la cinétique de notre cœur, si il y a un infarctus, le cœur ne se contracte pas homogènement partout, une zone va moins bien se contracter.

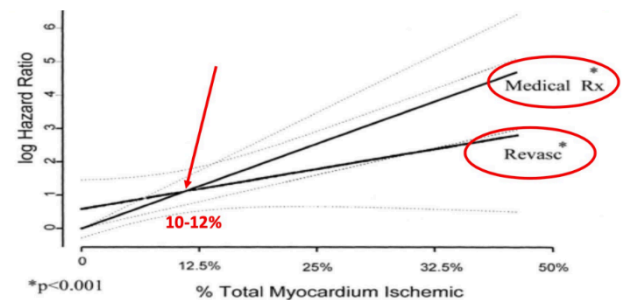
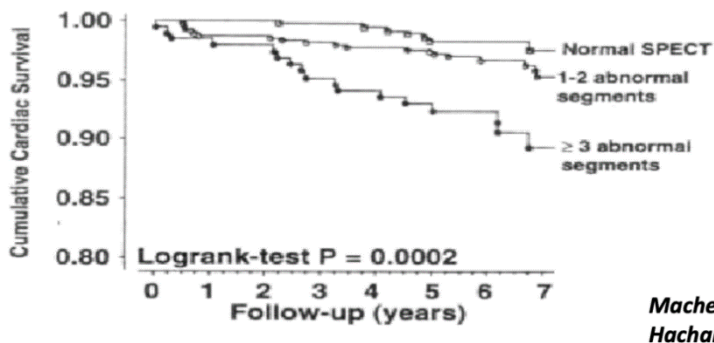
Le coeur est posé sur le diaphragme, et la paroi inférieure nous embête pour l'interprétation des images, il y a un effet d'atténuation de la paroi inférieure. Le rayon qui arrive au niveau de la paroi inférieure doit traverser plus de tissus, ils sont atténués quand ils arrivent sur la tête de caméra, ça peut mimer des hypofixations de la paroi inférieure. Si on reprend l'exemple là, on peut se demander si c'est une atténuation ou vraiment une hypofixation. On va regarder le GATED, si la zone se contracte, bouge, c'est en faveur d'une atténuation, le cœur est sain mais les rayons ont été atténués. Si ça ne bouge plus c'est en faveur d'une ischémie, si on est à l'effort et qu'au repos c'est normal, ou d'un infarctus si au repos c'est pathologique.



4) La valeur pronostique de la scintigraphie myocardique.

On va décrire 17 segments, si on a 1 ou 2 segments anormal, ischémique, on n'est pas sur le même pronostic qui en ont plus que 3, on dit que c'est significatif, c'est une grande étendue quand on a + de 3 segments atteints.

Le patient qui a vu à ses 3 segments inférieur d'atteint (inféro-apical, inféro-moyen et inféro-basal de toucher), à un pronostic plus sévère que si il n'y avait qu'un segment de touché.



Cela conduit à savoir si on traite médicalement. Si on a – de 10-12% d'atteinte, (cela correspond à – de 3 segments), on est du côté traitement médical. Sinon, si + de 3 segments on est plus du côté revascularisation RX. A 12%, le risque d'avoir un infarctus derrière est moins important si on est traité médicalement que si on allait faire une coronarographie et qu'on dilatait la sténose. Si l'ischémie intéresse une grande partie du cœur (+de 3 segments), il faut revasculariser le patient, car son risque relatif d'avoir un infarctus derrière sera moins important que si on laisse sous traitement médical.

Après c'est du cas par cas, si le patient a 1 ou 2 segments, si il est jeune, - de 40 ans, exemple un diabétique de type 1, qui l'a depuis pas mal d'années, facteur de risques cardiovasculaires, on va aller revasculariser...

Résumé de quand utiliser la scintigraphie myocardique de perfusion : pour le diagnostic et pour le pronostic :

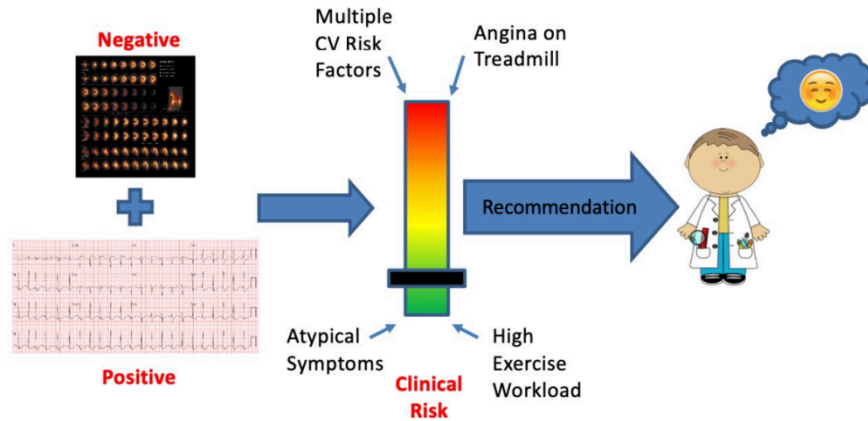
La scintigraphie myocardique de perfusion est parfaitement validée en routine pour

- le **diagnostic** de l'insuffisance coronaire, l'évaluation de la **viabilité** myocardique
- le **pronostic** des cardiopathies ischémiques et la **stratégie thérapeutique**

Caméras de nouvelle génération (CZT) : réduction de la durée de l'examen et de la dose injectée

Perspectives : Réserve coronaire en TEP et en SPECT

- Stratification du **risque** d'événements cardiovasculaires



La viabilité, c'est une scintigraphie myocardique au repos. On injecte et il passe sous la caméra, on analyse le cœur. Si on regarde au repos et qu'il y a hypofixation, par exemple de la paroi inférieure, il y a probablement une séquelle d'infarctus. C'est viable si il y a + de 50% de fixation (dans l'échelle de couleur montré sur les images précédentes, à partir du moment où y'a du jaune c'est viable). Si douleurs thoraciques depuis plusieurs jours, mais pas un vrai SCA, on ne sait pas si intérêt de la coro, on fait une échographie, on a un trouble de la cinétique inférieure, peut-être un infarctus en inférieur, faut-il revasculariser ou pas ? En coronarographie on va trouver une lésion sur la coronaire droite, mais y-a-t-il un intérêt à la déboucher ? Si le cœur est viable, effet d'hibernation, si on revascularise les cellules il peut récupérer, si non viable il est nécrosé, pas d'intérêt de revasculariser. Pour résumer, quand on interprète la scinti on prend tout le contexte en compte, le contexte clinique avec la proba clinique, les facteurs de risques, les images l'épreuve d'effort, puis on se fait une opinion globale de l'examen.

5) La Fractional Flow Reserve (FFR) :

$$FFR = \frac{\text{Distal Coronary Pressure (Pd)}}{\text{Proximal Coronary Pressure (Pa)}}$$

(During Maximum Hyperemia)

Pas de retentissement hémodynamique si :

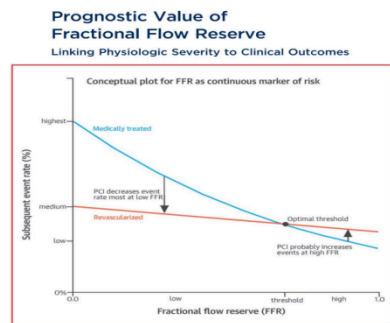
FFR >0,8

Validation d'une valeur seuil d'ischémie entre 0,75 et 0,80

- > Sensibilité de 90%
- > Spécificité 100%

Pendant la coronarographie, on passe un guide, on opacifie les coronaires, on trouve une sténose. Pour savoir si la sténose est fonctionnelle, on met un cathéter avec des capteurs. On injecte un médicament qui a un effet vasodilatateur. Avec une sténose, la pression distale n'augmente pas, mais la proximale augmente, donc la FRR diminue. **Si FRR <0,8 sténose significative, on a un intérêt à la déboucher.** Éléments de coronarographie, mais on peut faire un parallèle avec le nombre de segments atteints en scintigraphie et le fait de revasculariser

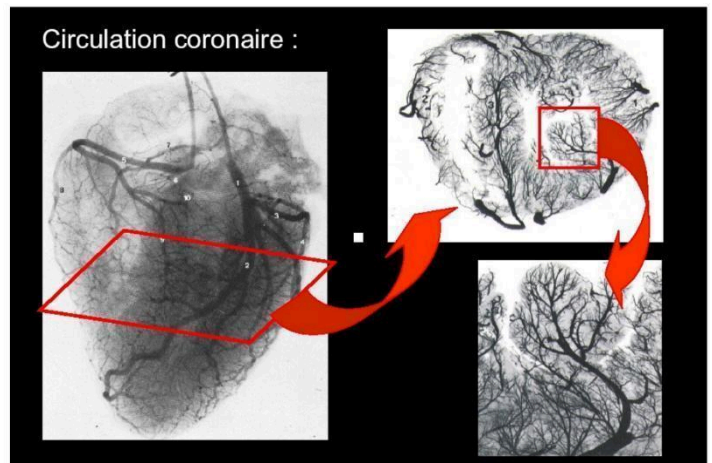
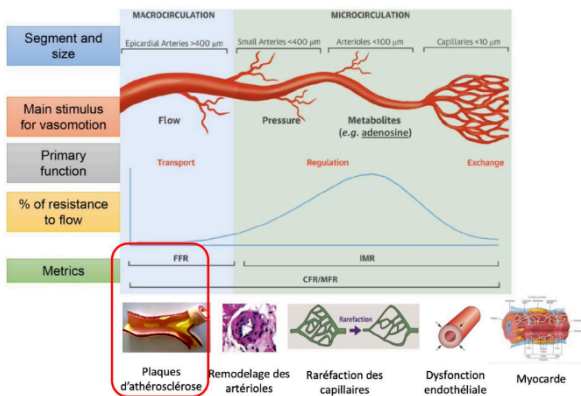
ou non et juste faire un traitement médical. Si la FFR est normale, ça ne préjuge pas de l'atteinte de la microcirculation



FFR = marqueur indépendant et continu d'évènement cardiovasculaire

Cette image montre que la coronarographie explore la microcirculation, on voit les artères épiscopales et pas toute la microcirculation. On ne voit pas toute l'arborisation en coronarographie, on ne voit pas les capillaires fins, ainsi on peut avoir une coronarographie normale mais une atteinte ischémique car la microcirculation est touchée. D'où le développement de la TEP

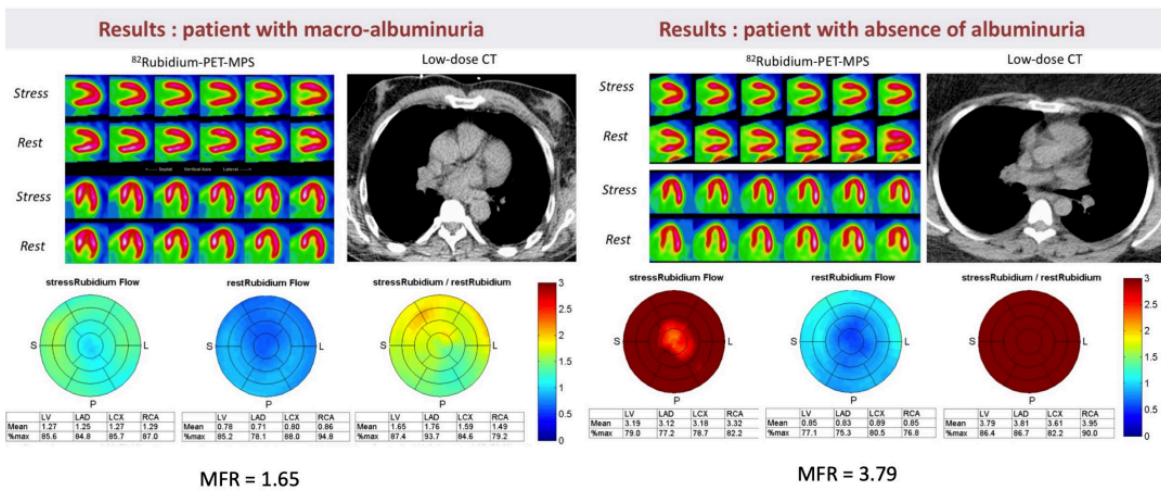
MFR : atteinte épiscopale et/ou microcirculation



La TEP est plus utilisée maintenant, permet d'étudier la MFR : Myocardial Flow Reserve, la réserve coronarienne globale. On englobe tout : le réseau épiscopale et la microcirculation. C'est intéressant notamment pour les diabétiques, qui peuvent faire une ischémie silencieuse par micro-infarctus non douloureux, qui est décelé au stade d'insuffisance cardiaque. On fait des dépistages d'ischémie myocardique et ils peuvent avoir une atteinte tritronculaire (réseau gauche avec artères circonflexe et l'IVA, et la coronaire droite). La scintigraphie myocardique est une imagerie relative. Une paroi est hypofixante (l'inférieure par exemple) par rapport à une autre paroi. Si atteinte des trois coronaires le cœur est globalement hypofixant, donc sur la scintigraphie l'échelle de couleur sera réhaussée partout et on aura l'aspect d'un cœur normal.

Retenir que la TEP au rubidium est en développement, et assez intéressant pour des patients sélectionnés (diabétiques par exemples)

Atteinte microcirculation et diabète (les patients diabétiques ont souvent des atteintes de la microcirculation.)



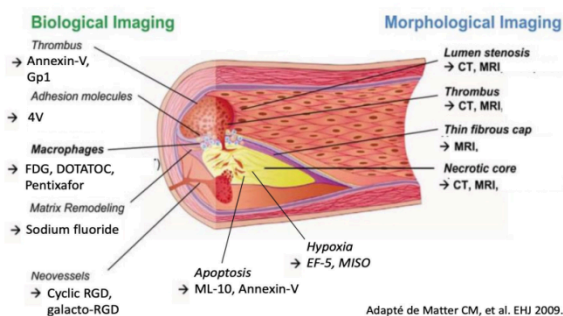
Si on étudie toute la réserve coronarienne, on a des scores, si le score est <2 on a une atteinte microcirculatoire, si >2 on sait qu'on n'a pas d'atteintes micro-circulatoire.

Un signe en scintigraphie myocardique qu'il y a peut-être une atteinte tri-tronculaire, c'est le patient qui fait un effort et qui est dilaté à l'effort. Par le GATED, on peut calculer le VTD et le VTS, puis on peut calculer le FEVG qui peut être altéré à l'effort et récupéré au repos. On fait un effort, la scintigraphie est normale, mais aspect de cœur dilaté et au repos le cœur est normal avec FEVG normal, c'est un signe indirect de pathologie tri-tronculaire, on va faire une coronarographie.

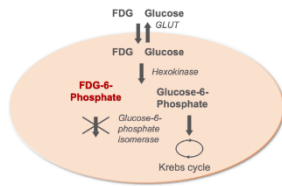
B) Plaque d'athérosclérose :

Plaque d'athérosclérose, composé de pleins de choses : fibrine, macrophage... qui sont des cibles pour la visualiser. L'image montre les possibilités en cours d'exploration, les cibles qui pourraient être utilisées pour savoir si plaque stable ou instable

Nouveaux radiotraceurs TEP intéressants pour l'imagerie des plaques d'athérosclérose



Détection des cellules inflammatoires avec le TEP-FDG

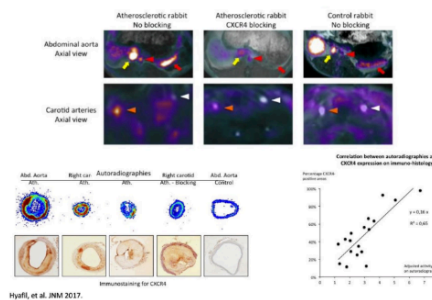


- Accumulation de FDG ~ captation de glucose
- Reflet de l'activité métabolique cellulaire
- Captation élevée dans les cellules inflammatoires > tumorales

51

On peut aller faire de la TEP qu'on utilise beaucoup avec le FDG. Les médecins la prescrivent de plus en plus dans l'altération de l'état général. C'est un examen qui donne beaucoup d'informations. Le FDG arrive dans la cellule et est incorporé dans le cycle de Krebs puis il est bloqué et ça va nous donner un hypermétabolisme de la cellule. On va regarder si la cellule consomme beaucoup de FDG ou pas. On peut l'utiliser pour le cœur mais plutôt dans le cadre de la recherche.

Imagerie des macrophages dans les plaques d'athérosclérose en ciblant le récepteur CXCR4

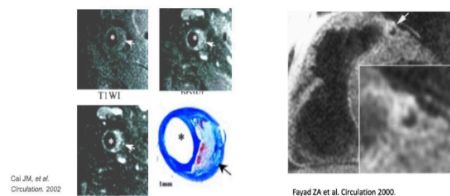


52

On peut aussi faire une imagerie de la plaque en IRM et en scanner avec des avantages et des inconvénients:

Imagerie des plaques d'athérosclérose en IRM

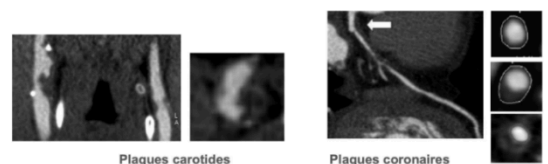
- +** Absence d'irradiation, ni d'injection d'agent de contraste
- +** Contraste élevé entre paroi artérielle et lumière
- +** Analyse précise de la paroi avec une IRM multi-contraste
- Temps d'acquisitions des images longs
- Utilisation de séquences IRM et d'antennes dédiés
- Couverture limitée avec les séquences multi-contrastes



53

Imagerie des plaques d'athérosclérose en scanner

- +** Imagerie rapide en 3D avec une résolution spatiale millimétrique et une couverture large
- Analyse de l'aspect de la paroi est limité
- Irradiation et injection d'agent de contraste iodé
- Contraste faible entre paroi et lumière artérielle
- Artefact de blooming en présence de calcifications ou d'implants métalliques



On voit maintenant une description de plaques, ce qui est intéressant de voir c'est qu'en fonction de la description morphologique on n'aura pas le même risque d'avoir une rupture de plaque.

Si on a une sténose à plus de 50 % on a un risque relatif de 34% ce qui est quand même important.

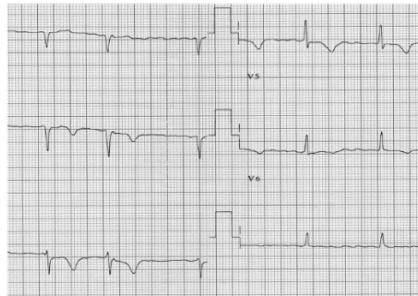
Par contre si on prend la troisième image on va en partant du haut on a un risque relatif à 8,2 %.

Ce sont des description faite au coroscanner tandis que l' images en bas à gauche et une image faite en coronarographie.

C) Cas cliniques

CAS CLINIQUE N°1

- Patient de 75 ans
- Hospitalisé pour AVC ischémique, découverte anomalies ECG
- Cs cardio à 3 semaines
- patient dyspnéique Stade 3 NYHA (IVG), discrets OMI
- EE négative à 111% FMT



On est allé à plus de 85 % de la FMT on est donc sur une épreuve d'effort qui a été maximale.

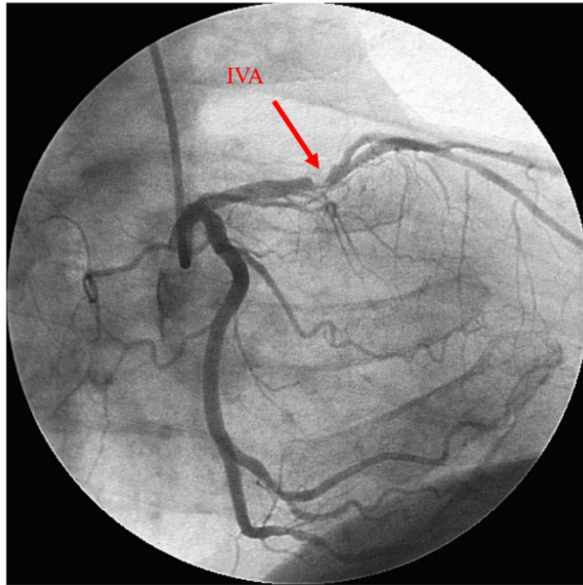
On fait une scintigraphie myocardique qui n'est pas très belle.

Le bilan initial était à 26%

Il y a un trou de fixation qui est prédominant. On le rappelle les lignes du haut c'est l'effort et les lignes du bas c'est le repos. Il a une FE à 26 %. Une FE qui est altérée chez un patient en scintigraphie myocardique est un gros facteur à pronostic négatif.

On fait une coronarographie et on voit une liaison de IVA. C'était de l'antéro-septal principalement. Il a probablement une inférieure qui n'est pas super jolie non plus. Sa principale lésion est sur l'IVA proximale.

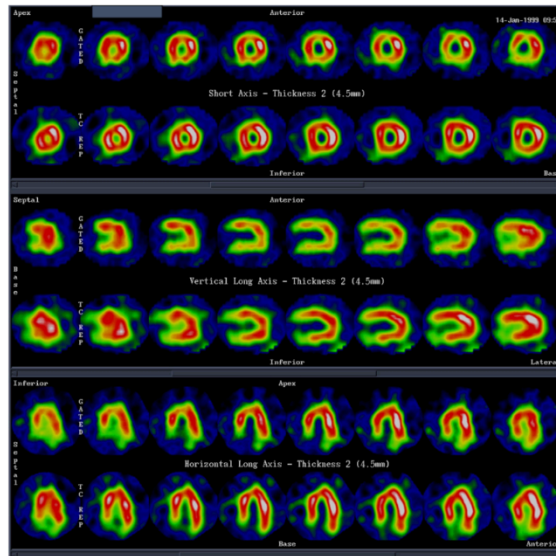
Bilan coronarographique



On fait un bilan à trois mois. Il a été débouchée au niveau de sa sténose. En 3 mois il a récupéré sa FE qui est maintenant à 54 % et il a une scintigraphie qui est quasi normale . On a récupéré la forme de donut entièrement au repos.

BILAN
3 mois

FE=54%



CAS CLINIQUE N°2

- Homme de 36 ans
- tabac +++, hérédité
- hospitalisé à la 7ème heure d'un IDM inférieur
- suites simples

IDM= infarctus du myocarde.

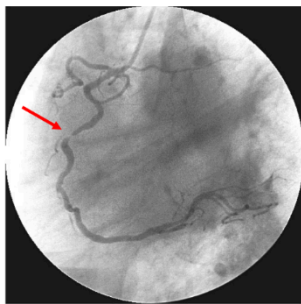
Il faut normalement être en salle de coronarographie en 90 minutes à 120 minutes quand on est à l'extérieur mais si on est intra- hospitalier il faut être y être dans les 60 minutes.

Quand on ne peut pas faire de coronarographie dans ces délais, on va faire une thrombolyse Mais c'est assez violent ,on vient fluidifier tellement le sang que le patient peut faire des hémorragies intracrâniennes par exemple.

Il y a vraiment un risque hémorragique derrière.

Pour ce patient on est loin de ces délais mais il va quand même à la coronarographie

Bilan coronarographique au 7ème jour

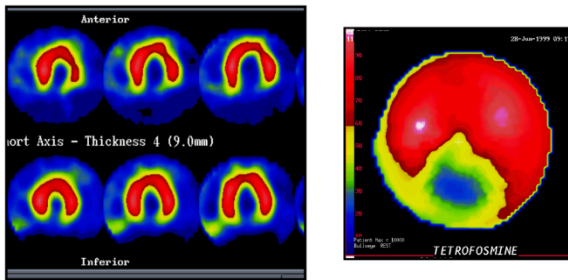


lésion monotronculaire de la CD avec sténose à 80 %

On voit une lésion monotronculaire de la coronaire droite sténosée à 80%. La question est de savoir si on le dilate ou pas.

On va donc analyser la viabilité :

Viabilité myocardique



Absence de viabilité en regard de l'IDM inférieur

→ décision de ne pas réaliser de revascularisation de la CD

On fait une scintigraphie de viabilité qui n'est pas sur une coupe grand axe mais petit axe. Il lui manque toute sa paroi inférieure car ça aurait dû faire un rond complet. Sa paroi inférieure est non viable, à ce niveau le tissu est nécrosé il n'y a pas d'intérêt à aller le revasculariser. La nécrose entraînera des difficultés pour le myocarde, comme des troubles du rythme.

Il y a quand même une petite subtilité pour les patients qui sont en infarctus aigu comme ça on va quand même aller les réévaluer 6 semaines plus tard parce-qu'il y aurait quelques effets d'hibernation qu'on aurait possiblement pas vu.

Ce qu'on a injecté c'est le même produit que lors d'une scintigraphie d'effort mais la scintigraphie de viabilité est une scintigraphie de repos.

Pour ce patient ce qui risque d'arriver c'est que son cœur fonctionne de moins en moins bien et on sera sûr de l'insuffisance cardiaque.

Partie 2 : insuffisance cardiaque

Et donc pour l'insuffisance cardiaque on fait trois principaux examens :

- gamma-angiographie-cavitaire (GAC)- ventriculographie
- pour détecter l'amylose
- MIBG cardiaque sachant que pour la MIBG cardiaque on en fait de moins en moins

A/ Gamma-angiographie:

Gamma-Angiographie Cavitaire (GAC) - Ventriculographie

Acquisition

- Marquage in vivo des globules rouges par 30 mCi de ^{99m}Tc .
- Respecter un délai de 30 min entre injection de pyrophosphate d'étain et le ^{99m}Tc
- Changer de bras entre les 2 injections
- Acquisition selon 1 ou plusieurs incidences
- OAG systématique (dégagement du septum, \pm inclinaison caudale)
- Synchronisation à l'ECG :
 - rejet des cycles pré et post-extrasystoliques (fenêtre de 20% autour de l'intervalle RR moyen),
 - 16 images par intervalle RR,
 - 400 Kc par image.

Retenir : la caméra en face du cœur. On marque les globules rouges ici, présents dans la cavité cardiaque. On sait quand on est en systole, diastole et on peut donc mesurer les volumes (VTD, VTS) pour obtenir la FEVG (fraction d'éjection du ventricule gauche).

Pour faire simple pour la gamma angiographie on vient marquer les globules rouges et on vient mettre la caméra devant le cœur puis on va regarder combien éjecte exactement le cœur. C'est un examen très reproductible avec une bonne performance pour pouvoir évaluer la FEVG.

On le fait dans le cas d'une insuffisance cardiaque pour savoir si on a des critères pour mettre un défibrillateur implantable. Les critères sont à chaque fois. Mais si on est en dessous de 30 % de FE ça à un intérêt car le patient risque de faire un trouble du rythme fatal. On va lui mettre un défibrillateur automatique implantable qui va pouvoir venir le défibriller dès qu'il va faire son trouble du rythme.

Ce genre de patient n'est pas forcément échogène.

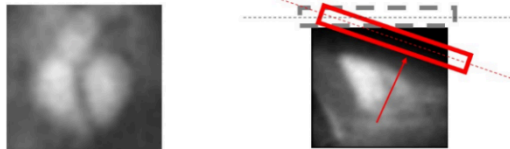
En cancérologie certaines chimiothérapie (celles contre le cancer du sein) peuvent altérer la FEVG. Pour suivre l'évolution de celle-ci on peut faire des GAC tous les 6 mois.

Gamma-Angiographie Cavitaire (GAC) - Ventriculographie

Incidences

Oblique antérieure gauche (OAG) : systématique.

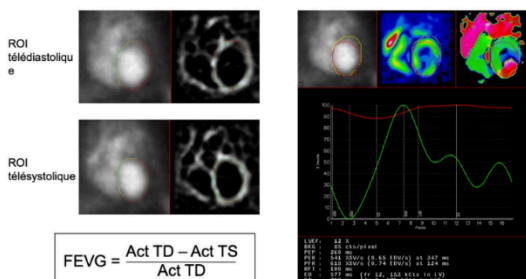
- autour de 35-45°, adaptée de manière à s'aligner sur le septum inter-ventriculaire (best septal),
- inclinaison crânio-caudale (5-15°) du détecteur pour s'aligner avec le sillon auriculo-ventriculaire
- permet d'isoler complètement la cavité VG des structures voisines ⇒ seule incidence permettant de mesurer la FEVG
- Analyse de la cinétique segmentaire : septum et paroi latérale



(juste pour notre culture)

Gamma-Angiographie Cavitaire (GAC) - Ventriculographie

calcul de la FEVG globale



B) Amylose cardiaque

L'amylose est une pathologie qui peut toucher différents organes.

Il y a plusieurs types d'amylose:

L'amylose AL lié aux myélomes avec la sécrétion de chaîne légère..

Pour faire simple l'amylose est un dépôt de protéines insolubles qui vient se mettre sur des organes.

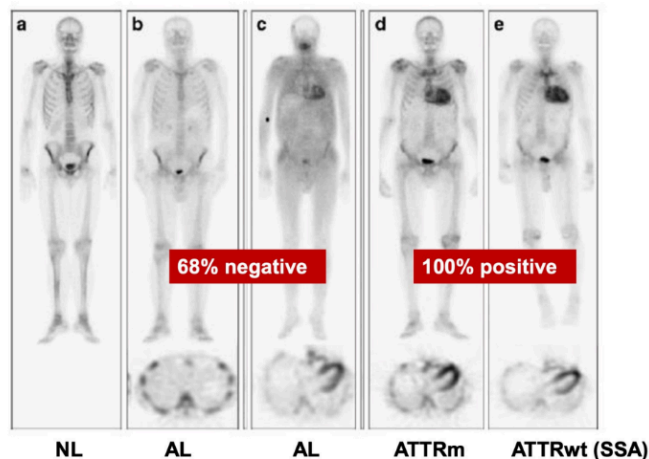
En cardiologie il y a qu'une seule amylose qui est intéressante c'est la transthyrétine (ATTR).

Il y a une forme mutée (moins bon pronostic) et une forme sauvage. La protéine se dégrade avec l'âge, elle peut venir s'accumuler dans le cœur.

Les patients peuvent être confus, ils sont adressés pour faire les scintigraphies osseuses mais on fera une scintigraphie cardiaque. Le réactif utilisé à un tropisme osseux c'est le bisphosphonate, au lieu de se fixer sur les os il va se fixer sur le cœur si les personnes ont une amylose ATTR.

On voit ici une scintigraphie osseuse. Les fixations plus importantes au niveau des crêtes iliaques ne sont pas graves c'est juste que les crêtes iliaques sont plus proches de la machine.

Différences amylose AL/TTR



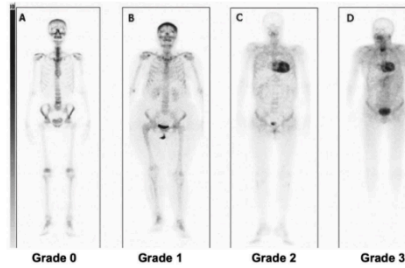
Rapezzi C et al, Eur J Nucl Med Mol Imaging (2011) 38:470–478

Certaines fois on peut avoir une fixation cardiaque avec une fixation très importante au niveau du cœur comme on peut le voir à droite mais ce n'est pas un bon pronostic.

Ce sont des personnes à risque de faire des PAV, des insuffisances cardiaques

Il y a souvent une HBG au niveau du septum avec des signes échographiques et IRM. Il faut toujours s'assurer qu'il y a pas de chaîne légère dans le sang car on sera sur une amylose AL et il faudra faire une biopsie pas forcément du cœur mais d'un organe plus accessible qui serait atteint.

Score de Perugini



- **score 0** : fixation cardiaque absente et fixation osseuse normale ;
- **score 1** : fixation cardiaque minimale, inférieure à la fixation osseuse ;
- **score 2** : fixation cardiaque modérée accompagnée d'une fixation osseuse diminuée ;
- **score 3** : fixation cardiaque intense avec fixation osseuse minimale/absente

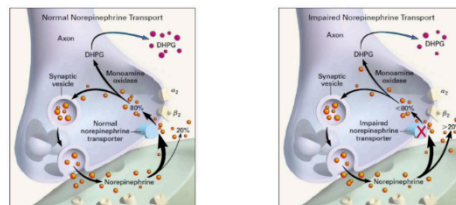
Les grades de fixation de la scintigraphie sont aussi à prendre en compte si on est sur un grade 2 ou 3 et qu'on a pas d'amylose dans le sang on est sur une amylose ATTR mais si on est sur des grades zéro ou un on n'est pas sur une amylose ATTR faudra poursuivre les examens.

C) MIBG cardiaque

En ce qui concerne la MIBG ,quand on a une insuffisance cardiaque on peut avoir un trouble de la recapture de noradrénaline au niveau du cœur.

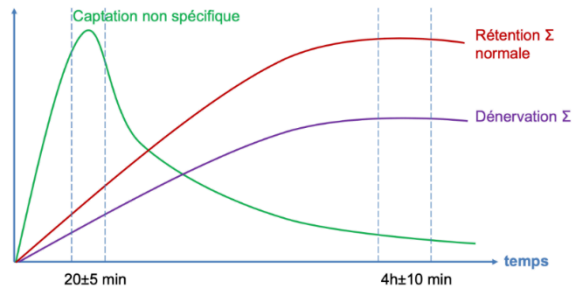
Scintigraphie myocardique au MIBG

Facteur fonctionnel : diminution de la recapture et du stockage vésiculaire de la NA



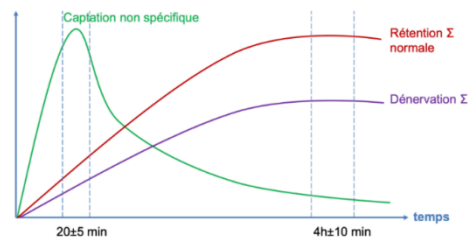
Shannon et al, NEJM 2000

Cinétique de captation MIBG



80

Cinétique de captation MIBG



80

On aura ce que l'on appelle une dénervation cardiaque et ça aggrave le pronostic de l'insuffisance cardiaque.

Pour observer ce trouble on va utiliser un radiopharmaceutique qui est la MIBG.

On va regarder combien il y a de récepteur pour la noradrénaline au niveau du cœur et s'il y en a pas beaucoup c'est qu'on est sur une insuffisance cardiaque qui a évolué avec un pronostic sombre. Ce sont souvent des gens chez qui on va aussi devoir aller poser un défibrillateur implantable.

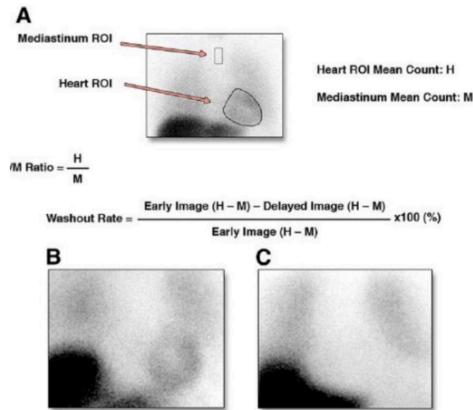
Au contraire si on a des récepteurs on sera sur une insuffisance cardiaque qui a moins évoluée .

Pour réaliser cet examen on doit faire une image tôt et une image tardive et calculer ce qu'on appelle le wash-out. En fonction de ce wash-out on doit pouvoir évaluer s'il y a une atteinte ou pas.

On coupe la MIBG avec du Iodure de potassium qu'on injecte pour protéger la thyroïde de l'iode 123 utilisé comme transporteur pour la MIBG.

Lorsqu'on injecte de la MIBG il y a deux images réalisées à à peu près 4h d'écart.

Quantification



Valeurs normales (LEHR)

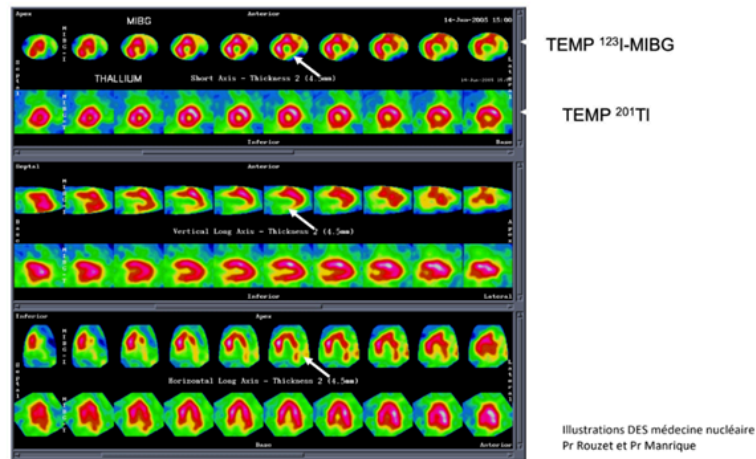
- H/M à 4 heures ≥ 1,85

- WOR < 40%

Lors de la maladie d'Alzheimer on peut aussi avoir une dénervation au niveau cardiaque. Ce sont des valeurs pronostiques et nous allons évaluer le rapport entre le cœur et le médiastin, si le ratio est à plus de 120 % on est sur une survie beaucoup plus importante que lorsque le ratio est inférieur à 120 %.

Sur cette scintigraphie on voit sur la ligne du haut la fixation au MIBG. On a une hypofixation inféro-latérale. On aura une dénervation segmentaire, il n'y a donc pas d'infarctus à ce niveau là. C'est une pathologie d'insuffisance cardiaque évoluée.

MIBG cardiaque



Dénervation segmentaire

Partie 3 : pathologies infectieuse et inflammatoires

A) TEP au FDG

On va maintenant utiliser la TEP au FDG (sucre marqué avec du fluor et on va regarder le métabolisme du sucre) pour diagnostiquer ces pathologies infectieuses.

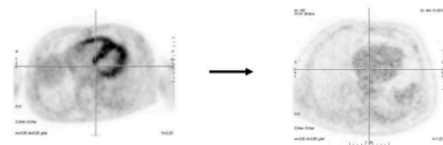
La TEP est un excellent outil surtout si on a une valve mécanique ou bioprothèse car ça détecte beaucoup mieux s'il y a une endocardite ou une greffe septique.

C'est très important de savoir que les patients avant de passer cet examen doivent suivre un régime cardiaque. Le cœur est en train d'organiser qui fixe physiologiquement le FDG on va dire au patient d'éviter de manger des glucides 15h avant l'examen pour que le cœur puise son énergie dans autre chose que le sucre.

Le cœur va alors apprendre à fonctionner avec les glucides et les lipides.

Préparation

– High Fat Low Carbohydrates (HFLC) diet **and** >12h fasting



Illustrations DES médecine nucléaire
Pr Rouzet et Pr Manrique

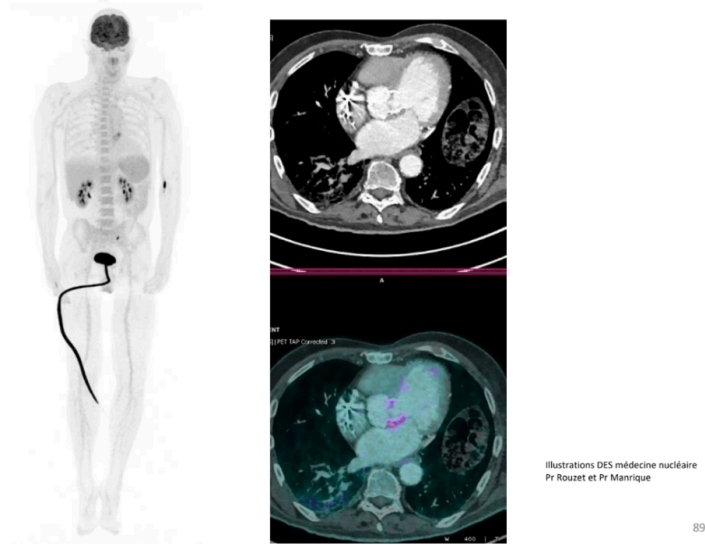
88

La TEP pour les endocardites c'est bien pour les valves prothétiques, mais pas pour les valves natives.

Sur cette image on voit à droite un régime cardiaque qui a bien fonctionné car le cœur ne fixe pas de manière physiologique le FDG comparé à l'image de gauche où on voit que le FDG est très fixé au niveau des parois cardiaques.

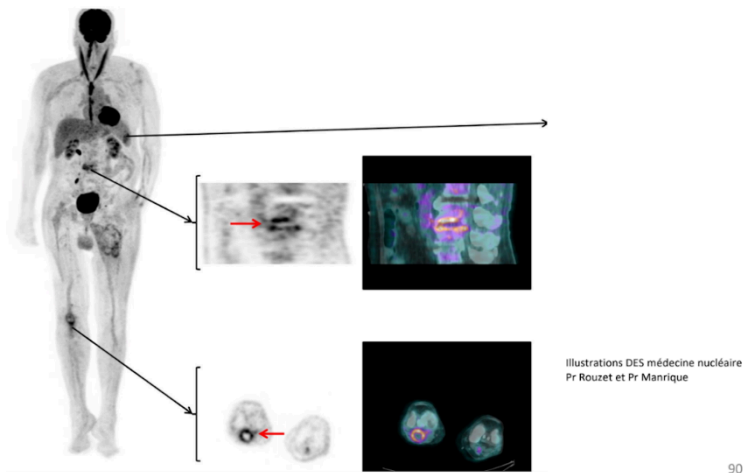
À droite on pourrait voir une hyperfixation focale si il y avait une endocardite alors qu'à gauche on ne pourrait pas le savoir.

Sur cette image on voit une fixation au niveau d'une valve sur un régime cardiaque qui a plutôt bien fonctionné et qui est en faveur d'une endocardite.



Dans une suspicion d'endocardite il est intéressant de faire une TEP car le cœur peut envoyer des embols septiques dans tout l'organisme . On va rechercher d'autres foyers infectieux.

Complications infectieuses à distance de l'EI

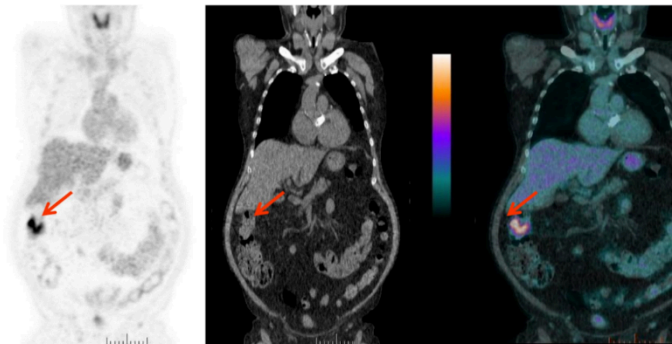


Chez ce patient là, en arrière du genou (poplitée) on peut voir ce qu'on appelle un anévrisme mycotique. C'est pas facile à prendre en charge il peut y avoir une nécessité d'une antibiothérapie et d'un acte chirurgical. Il fait également une spondylodiscite (fixation de type miroir au niveau des plateaux vertébraux) au niveau du dos et un abcès splénique au niveau de la rate.

Par contre sa fixation cardiaque est une fixation physiologique donc on ne peut pas savoir s'il y a une endocardite au niveau du cœur.

Lorsqu'on nous adresse un patient avec un germe bactérien au niveau digestif on peut aller vérifier s'il n'y a pas une porte d'entrée pour une endocardite.

Recherche d'une porte d'entrée



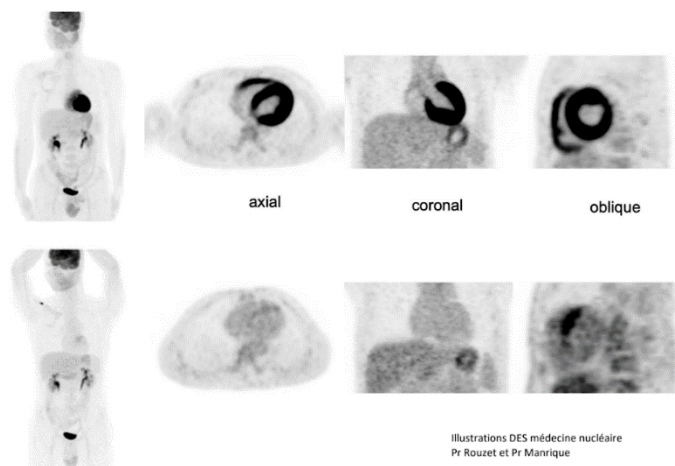
Illustrations DES médecine nucléaire
Pr Rouzet et Pr Manrique

On voit une hyperfixation au niveau du côté droit du patient. Ce monsieur a un cancer colique et a fait une translocation bactérienne au niveau digestif ce qui peut emboliser et créer des endocardites infectieuses. Il y a donc une porte d'entrée à l'endocardite .

B) Sarcoïdose

La sarcoïdose est une maladie inflammatoire systémique qui peut toucher plusieurs organes (médiastin, poumon, cœur...). Une sarcoïdose au niveau cardiaque a un pronostic sombre. Pour diagnostiquer une sarcoïdose on fait soit une IRM soit une TEP au FDG.

Sarcoïdose cardiaque ?



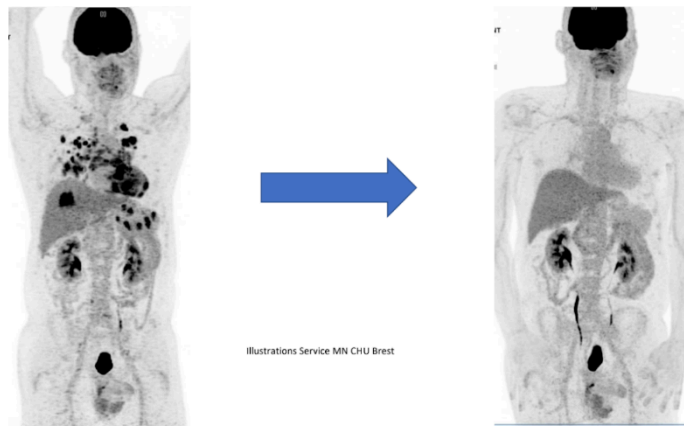
Illustrations DES médecine nucléaire
Pr Rouzet et Pr Manrique

En haut on a une fixation cardiaque physiologique alors qu'en bas on n'a pas de fixation cardiaque, le régime cardiaque a fonctionné. En haut on ne pourrait pas savoir s' il y a une sarcoïdose ou pas alors qu'en bas on sait qu'il n'y a pas de sarcoïdose.

À l'inverse, ici on a une fixation qui n'est pas du tout physiologique. On retrouve des fixations en patch, ce qui est un signe de sarcoïdose cardiaque.

Si le patient a une sarcoïdose on peut faire une TEP pour faire un suivi thérapeutique pour savoir comment fonctionne le traitement.

Evaluation thérapeutique



On a un patient qui a une atteinte multiviscérale de la sarcoïdose. Il a une atteinte hépatique et tous les petits spots que l'on voit au niveau de la rate caractérisent une atteinte splénique. La fixation au niveau de la vessie et des reins est normale. Les tâches au niveau du poumon et du médiastin représente une atteinte pulmonaire et médiastino-hilaire. Malheureusement il y a aussi une atteinte cardiaque. Après le traitement, tout a disparu comme on peut voir sur l'image de droite.

Il y a une complémentarité d'information entre la TEP et IRM. On a deux phases lors de la sarcoïdose une phase inflammatoire où il est utile d'aller mettre un traitement et une phase plutôt cicatricielle où il est inutile de mettre le traitement.

Complémentarité TEP/IRM

	TEP au FDG	IRM LGE	IRM T2*
Atteinte précoce	+	-	+
Atteinte chronique évolutive	+	+	+
Atteinte chronique non évolutive	-	+	-
Traitement efficace	-	+/-	-
Récidive ou reprise évolutive	+	+/-	+

C) Vascularite

La vascularite : chez cette patiente on voit que l'aorte avec les sous-clavières et les fémorales superficielles ont une fixation anormale.

On parlera de vascularite.

C'est typiquement les patients avec un syndrome inflammatoire biologique (CRP augmenté) un syndrome d'altération de l'état général mais d'un point de vue clinique on ne trouve rien.

On leur fait passer une TEP et on trouve une vascularite qui va être traitée par corticoïdes à

dose importante au début. Il est important de faire les examens avant la corticothérapie, car sinon les corticoïdes masqueront ce qu'on aurait pu observer initialement.

Il faut faire la TEP en urgence avant de débiter le traitement sous corticoïdes car sinon on ne pourra pas voir qu'il y a une vascularite.

La vascularite, surtout dans la maladie de Horton, peut-être couplée avec une PPR (pseudo polyarthrite rhizomélique) qui se caractérise par une atteinte au niveau des épaules et de la ceinture pelvienne (en périphérie des trochanter).

Vascularite

Syndrome
inflammatoire
biologique

AEG

Douleurs diffuses

→ Vascularite



Illustrations service MN CHU Brest



→ Vascularite
+/- PPR

99

A retenir

- Territoires de vascularisation des artères coronaires
- Mécanisme de la réserve coronaire
- Importance de la probabilité pré-test
- Les 3 examens permettant une exploration fonctionnelle localisatrice
- Effort physique / stress pharmacologique
- Image repos/stress : ischémie versus infarctus
- Autres indications : sarcoïdose – endocardite infectieuse - amylose

Les trois examens permettant une exploration fonctionnelle localisatrice sont l'échographie de stress, l'IRM de stress et la scintigraphie effort/repos.
(Stress signifie un stress induit pharmacologiquement)

Un ECG d'effort n'est pas localisateur il va falloir le coupler avec une épreuve d'effort localisatrice chez des gens qui ont un risque intermédiaire ou élevé.

L'épreuve d'effort physique est à privilégier. Si le patient ne peut pas, on peut le faire pédaler puis lui induire un stress pharmacologique.

Si on a quelque chose de pathologique à l'effort qui se normalise au repos on parle ischémie à l'inverse si on a quelque chose de pathologique à l'effort et que ça ne se normalise pas au repos on parle d'infarctus.

Pour un infarctus il faut savoir s'il est viable ou non viable pour qu'il soit viable il faut qu'il y ait plus de 50 % de fixation.

Paroi antérieure vascularisée par qui, pareil pour la postérieure.

Bien comprendre la réserve coronaire, la plaque d'athérome. Bien différencier Sd coro aiguë et chronique

Amylose : traceur osseuse (ATTR)