

Guide pour la rédaction de protocoles pour la tomoscintigraphie de perfusion myocardique

Rédaction: Société Française de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire (SFMN)

Version: 2.0

Date de dernière mise à jour : 11/01/2012

Responsable de la rédaction: F. Rouzet

Membres du comité de rédaction : C. Coaguila, D. Daou, W. Djaballah, A Manrique, PY Marie, F. Rouzet, B. Songy, N. Valli, P. Weinmann pour le groupe de travail Cardiologie Nucléaire.

Membres du comité de validation : A. Afartout, G. Bonardel, M. Bourguignon, F. Brunotte, C. Gibold de la Souchère, T. Jacob, F. Moati, Y. Petegnief, A. Prigent, JP. Vuillez.

Date de la ratification par le conseil d'administration de la SFMN: 12/01/2012

Adresse internet où la procédure peut être chargée: www.sfmn.org

But du guide: Aider les responsables et le personnel des services de médecine nucléaire français à rédiger les protocoles et modes opératoires de réalisation des examens en conformité avec les directives EURATOM du conseil de l'Union Européenne en particulier la directive 97/43, le code de la santé publique, la jurisprudence française sur l'information des patients, les recommandations des groupes de travail français, européens et nord-américains, le résumé des caractéristiques des produits (RCP) validé par l'Union Européenne et repris dans la notice pour l'utilisateur distribuée par le fabricant pour chaque médicament radiopharmaceutique disposant d'une AMM.

Mise en garde: Le guide est destiné aux seuls spécialistes de médecine nucléaire. Les recommandations qu'il contient peuvent ne pas s'appliquer au cas particulier de chaque patient. La Société Française de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire décline toute responsabilité quant aux conséquences d'erreurs qui se seraient glissées dans la reproduction ou la transformation de ce document.

I- INFORMATIONS ET DEFINITIONS PREALABLES :

La scintigraphie de perfusion myocardique permet l'évaluation de la perfusion myocardique relative grâce à l'administration par voie intraveineuse d'un médicament radiopharmaceutique. Elle permet de déceler les territoires ayant un déficit relatif de fixation et donc de perfusion myocardique (ischémie myocardique et infarctus du myocarde).

Cette évaluation de la perfusion myocardique relative peut être réalisée au repos et/ou après un test de provocation d'ischémie myocardique (stress pharmacologique ou épreuve d'effort^o) ou au décours immédiat d'un épisode aigu à partir des acquisitions planaires ou le plus souvent tomographiques (TEMP).

Lors des acquisitions tomographiques synchronisées à un signal électrocardiographique (TEMPS : Tomographie d'émission monophotonique synchronisée), il est possible d'évaluer simultanément la perfusion et la cinétique segmentaire et globale du ventricule gauche (VG).

Les tests de stress ne sont pas traités dans ce guide. Le lecteur est renvoyé aux recommandations conjointes de la Société Française de Cardiologie et de la Société Française de Médecine Nucléaire et Imagerie Moléculaire : « *Mise à jour des recommandations concernant la pratique des épreuves de provocation d'ischémie en cardiologie nucléaire chez l'adulte et l'enfant* », *Médecine Nucléaire-Imagerie fonctionnelle et métabolique*" 2002, vol 26, N° 12, p 691-709.

II- INDICATIONS :

Indications reposant sur des essais avec répartition aléatoire des sujets, méta-analyses, passages en revue systématiques:

- Diagnostic d'insuffisance coronaire chez des patients symptomatiques présentant un risque intermédiaire ou élevé d'insuffisance coronaire.
- Diagnostic d'insuffisance coronaire chez des patients symptomatiques présentant un risque faible d'insuffisance coronaire et un ECG non interprétable et/ou des capacités d'effort limitées.
- Diagnostic d'insuffisance coronaire chez des patients asymptomatiques mais présentant un risque élevé d'insuffisance coronaire : diabétiques, et/ou patients ayant de multiples facteurs de risque cardio-vasculaire, et/ou patients ayant une atteinte vasculaire périphérique (anévrisme aortique, artérite oblitérante des membres inférieurs, sténose carotidienne, etc.), score d'Agatston supérieur ou égal à 400.
- Diagnostic d'insuffisance coronaire chez des patients asymptomatiques avec : apparition récente d'une insuffisance cardiaque avec dysfonction systolique, tachycardie ventriculaire, élévation de la troponine non associée à un syndrome coronarien aigu ; ou chez des patients ayant un risque élevé d'insuffisance coronarienne ayant présenté une syncope.
- Insuffisance coronaire chronique connue :
 - évaluation du pronostic et du risque de survenue de complications cardiaques (infarctus, décès d'origine cardiaque, angor instable, insuffisance cardiaque),
 - diagnostic d'ischémie myocardique suite à l'aggravation ou à l'apparition de nouveaux symptômes,
 - contrôle à distance (un intervalle de deux années est conseillé) d'une scintigraphie myocardique de perfusion en faveur d'une probabilité intermédiaire d'insuffisance coronarienne,
 - chez les patients avec un score d'Agatston > 400 ou chez les patients avec un risque élevé d'insuffisance coronarienne et un score d'Agatston entre 100 et 400,

- évaluation de l'efficacité du traitement médical ou de la revascularisation,
 - évaluation du retentissement fonctionnel d'une sténose coronaire sur la perfusion myocardique.
- Au décours immédiat d'un infarctus du myocarde (IDM) avec élévation du segment ST :
- évaluation de la taille de la nécrose myocardique et du myocarde viable résiduel,
 - recherche d'ischémie myocardique résiduelle à distance d'un infarctus du myocarde,
 - évaluation du pronostic et du risque de survenue d'une complication cardiaque (infarctus, décès d'origine cardiaque, angor instable, insuffisance cardiaque),
 - évaluation de l'efficacité des traitements: pontage, angioplastie, médicaments anti-angineux, etc...
- Syndrome coronaire aigu ou infarctus du myocarde (documenté par l'histoire clinique, échographie cardiaque, etc.) sans élévation du segment ST :
- diagnostic d'ischémie myocardique,
 - évaluation de la sévérité et de l'étendue de l'ischémie myocardique chez les patients présentant une angine de poitrine non contrôlée médicalement et chez qui le diagnostic électrocardiographique d'insuffisance coronaire est incertain,
 - évaluation du retentissement fonctionnel d'une sténose coronaire sur la perfusion myocardique,
 - identification de la sténose coronaire la plus significative au plan fonctionnel chez les patients pour lesquels une angioplastie coronaire est envisagée.
- Insuffisance cardiaque:
- diagnostic étiologique de l'insuffisance cardiaque,
 - évaluation de la viabilité myocardique avant revascularisation,
 - prédiction de l'amélioration de la fonction ventriculaire gauche chez le patient insuffisant cardiaque après une intervention de revascularisation : pontage aorto-coronaire, angioplastie coronaire, etc...
- Bilan pré-opératoire d'une chirurgie non cardiaque à haut risque cardiovasculaire (chirurgie urologique, vasculaire, thoracique, orthopédique, etc.) chez les patients ayant de multiples facteurs de risque cardiovasculaire et une probabilité intermédiaire ou élevée d'insuffisance coronaire.

Indications reposant sur des travaux d'expérimentation ou d'observation fiables:

- Bilan étiologique d'une cardiomyopathie dilatée,
- Recherche d'atteinte coronaire après transplantation cardiaque, et évaluation du pronostic après transplantation cardiaque,
- Recherche d'atteinte cardiaque au cours d'une sarcoïdose, en présence de signes cliniques et/ou paracliniques faisant suspecter une atteinte cardiaque.

III- CONTRE-INDICATIONS :

La réalisation d'une tomoscintigraphie de perfusion myocardique est contre-indiquée chez la femme enceinte.

Dans le post-partum, l'allaitement doit être pris en compte (voir V.B)

Doivent également être prises en compte les contre-indications aux épreuves de stress envisagées.

IV- REALISATION DE L'EXAMEN :

A. Informations souhaitables pour un examen de qualité :

- indication de l'examen,
- recueil des antécédents médicaux et, en particulier, des antécédents cardiovasculaires, pulmonaires (asthme), etc.,
- recueil des résultats des précédents examens cardiaques (épreuves d'effort, échocardiographie, coronarographie),
- identification des médicaments, pris le jour du test ou arrêtés intentionnellement auparavant (en particulier les médicaments anti-angineux),
- recherche des contre-indications à la réalisation des techniques de stress : épreuve d'effort, administration de Dipyridamole ou d'adénosine, test à la Dobutamine,
- présence d'un bloc de branche gauche ou d'un rythme électro-entraîné.

B. Information et préparation du patient :

Le patient sera informé de manière claire, concise et de préférence par écrit sur le but, le déroulement de l'examen, des précautions à prendre et des risques liés à l'épreuve de stress. L'objectif de cette information doit être :

- de rassurer le patient,
- de mieux faire comprendre l'intérêt de l'examen,
- de s'assurer de la collaboration du patient.

Les informations fournies devraient mener les patients à prendre conscience :

- de l'importance de mener l'épreuve d'effort au maximum de ses possibilités,
- de la nécessité de rester strictement immobile lors des acquisitions tomoscintigraphiques.

Il peut être décidé de garder une trace de l'information délivrée au patient, par sa signature ou simplement par une note dans le dossier du patient ou dans la lettre adressée au médecin.

Lorsque l'examen débute par une acquisition de repos avec un radiopharmaceutique technétié, il est souhaitable que les patients soient à jeun ou qu'ils n'aient pris qu'un petit déjeuner léger le matin de l'examen de manière à limiter la captation digestive du traceur.

Une épreuve d'effort ne devrait pas être programmée chez un patient à jeun depuis la veille au soir. Il est souhaitable cependant que les patients ne mangent pas durant les 2 heures qui précèdent la réalisation de l'examen. Pour les patients convoqués en début de matinée, il est recommandé de prendre un petit déjeuner léger avant l'examen.

La suppression des médicaments anti-angineux doit être discutée avant la réalisation d'une épreuve d'effort, en fonction de l'indication de l'examen :

- Pour les études réalisées à titre diagnostique et si cela n'est pas médicalement contre-indiqué, il est recommandé de supprimer les dérivés nitrés et les antagonistes calciques (≥ 24 h) et surtout les bêta-bloquants (≥ 48 h). Dans le cas contraire, la valeur d'une scintigraphie à l'effort peut être diminuée. En cas de contre-indication à l'arrêt du traitement anti-angineux, en particulier bêta-bloquant, il est recommandé de réaliser un test de stimulation mixte (Dipyridamole et effort).
- Les examens peuvent être réalisés sans arrêter le traitement médical lorsqu'ils sont effectués chez des patients coronariens connus dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité du traitement médical et du pronostic du patient, ou dans le cadre de l'étude de la viabilité myocardique.

Chez les patients diabétiques, les doses d'insuline peuvent être si nécessaire modulées et adaptées en fonction des conditions de réalisation de l'examen (réalisation d'une épreuve d'effort, nécessité ou non d'être à jeun, etc...).

Pour les tests au Dipyridamole ou à l'Adénosine, les produits contenant des bases xanthiques doivent être supprimés. Si cela n'est pas possible, il est préférable de recourir à une autre technique de stress (effort, Dobutamine). En pratique :

- les patients ne doivent prendre ni thé, ni café, ni chocolat, ni banane, ni soda contenant de la caféine (type coca-cola) dans les 12 heures précédant le test,
- les médicaments contenant des bases xanthiques (théophylline, aminophylline, ...) doivent être arrêtés au moins 5 jours avant l'examen.

Les traitements contenant du Dipyridamole doivent être arrêtés au moins 12 heures avant la perfusion d'adénosine.

Pour une évaluation de la viabilité myocardique à l'aide de traceurs technétiés, il est recommandé d'injecter ces traceurs au repos sous dérivés nitrés. Ces dérivés nitrés peuvent être administrés au choix par voie veineuse, sublinguale (0,15 à 0,30 mg, administrés 4 à 5 minutes avant), ou transdermique (en patch).

C. Précautions

Mises en garde

- Femme en âge de procréer : il est nécessaire de vérifier l'absence de grossesse.
- Allaitement : Lorsque l'administration en cours d'allaitement est indispensable, le lait peut être tiré avant l'injection et conservé pour être utilisé ultérieurement. L'allaitement doit être

suspendu pendant au moins 12 heures, voire 24 heures pour une activité administrée supérieure à 450 MBq, et le lait produit pendant cette période doit être tiré et jeté.

Les patients présentant un risque de trouble du rythme cardiaque (ex: tachycardie supra ventriculaire / ventriculaire paroxystique) ou avec des stimulateurs cardiaques (défibrillateur cardiaque) doivent être sous étroite surveillance.

Effets secondaires théoriques ou potentiels

Les effets secondaires possibles sont dans la grande majorité des cas liés à la réalisation du test de stimulation.

Une sensation de goût métallique serait ressentie dans 5% des cas après l'injection intraveineuse de sestamibi ou de tétrofosmine. D'autres effets indésirables ont été rapportés avec ces médicaments radiopharmaceutiques, mais ils s'avèrent très rares et passagers (réaction allergique cutanée, nausée, céphalée, etc.).

Matériel de réanimation

En dehors du matériel de réanimation standard, qui doit être disponible non seulement pendant l'épreuve de stimulation, mais aussi sur le lieu de réalisation des tomoscintigraphies lorsque celui-ci n'est pas sur le même site, il est nécessaire d'avoir à disposition :

- des ampoules d'Aminophylline, dont l'injection en intraveineuse lente (60 à 250 mg en fonction du poids du patient) permet d'antagoniser les effets du Dipyridamole,
- pour les épreuves à la Dobutamine, un bêta-bloquant injectable par voie IV et dont l'action est rapide et brève : l'Esmolol (Brevibloc), ainsi qu'un inhibiteur calcique injectable : le Diltiazem (Tildiem), qui peut être utilisé en cas de contre-indication aux bêta-bloquants.

Il est indispensable de faire régulièrement vérifier l'ensemble du matériel de réanimation.

Interférences médicamenteuses possibles

A ce jour, aucune interférence médicamenteuse n'a été rapportée, pour chacun des médicaments radiopharmaceutiques (thallium-201, sestamibi, tétrofosmine).

D. Radiopharmaceutiques

Caractéristiques physiques des radionucléides utilisés

| Radionucléide | Mode de décroissance | Période physique | Spectrométrie |
|---------------|-----------------------|------------------|---|
| Tc-99m | Transition isomérique | 6 h | E γ : 140 keV |
| Tl-201 | Capture électronique | 73 h | Ex : 67-82 keV (88%) E γ : 135 keV (3%) E γ : 167 keV (10%) |

Caractéristiques des molécules vectrices et des traceurs utilisés

Trois médicaments radiopharmaceutiques sont disponibles: chlorure de thallium (Tl-201), sestamibi et tétrofosmine.

Contrôle de qualité des radiopharmaceutiques

Il doit se conformer aux recommandations de la notice du fournisseur.

Pour la mise en œuvre de ces contrôles, voir le guide spécifique des contrôles de qualité.

Mesure de l'activité dans un activimètre avant injection au patient.

Activité administrée, mode d'administration et données dosimétriques

Pour obtenir une imagerie de qualité à partir d'une caméra à scintillation, les activités injectées doivent être adaptées au poids des patients.

- pour les radiopharmaceutiques technétiés et par kg de poids corporel,

protocole sur 1 jour, repos et stress: 3,7 et 11 MBq/kg

stress et repos: 3,7 et 11 MBq/kg

protocole sur 2 jours, stress: 11 MBq/kg

repos: 11 MBq/kg

Pour un adulte de poids moyen, les activités administrées sont donc comprises entre 600 et 900 MBq pour chacun des 2 temps de l'examen (effort / repos). Le protocole en 2 jours peut être privilégié chez les patients en surcharge pondérale de manière à obtenir une qualité d'images suffisante.

- pour le thallium-201 et par kg de poids corporel,

stress – redistribution: 1,5 MBq/kg

réinjection: 0,5 MBq/kg

repos – redistribution: 1,5 à 2 MBq/kg

- pour les protocoles double isotopes (Tl-201 / radiopharmaceutique technétié)

repos avec Tl-201 1,5 MBq/kg

stress avec radiopharmaceutique technétié 11 MBq/kg

Pour les médicaments radiopharmaceutiques technétiés il est recommandé de ne pas dépasser une activité totale administrée par jour de 1100 MBq. Pour le Thallium, il est souhaitable de ne pas dépasser une activité totale administrée de 148 MBq sur une journée. Cependant, pour obtenir une qualité d'image suffisante chez les patients obèses et lorsque l'acquisition est réalisée sur une caméra conventionnelle, il peut être nécessaire d'utiliser des

activités supérieures. Dans ce dernier cas, l'utilisation d'un traceur technétium doit être discutée et si possible privilégiée.

Pour l'activité à administrer aux enfants il est souhaitable de suivre les recommandations du Groupe de Travail en Pédiatrie de la Société Européenne de Médecine Nucléaire.

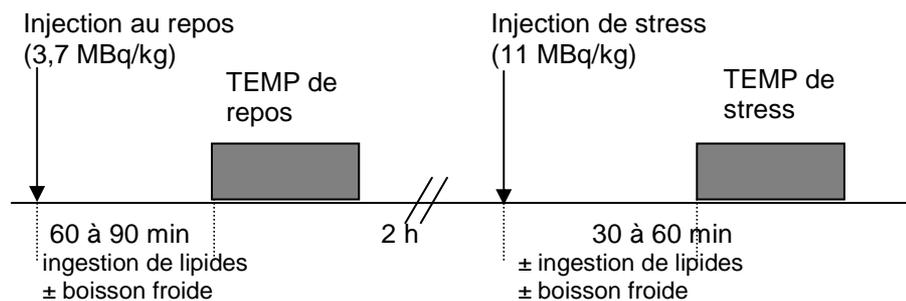
Chez l'enfant, les traceurs marqués au technétium 99m seront préférés au thallium 201, l'activité délivrée étant plus faible. Il est recommandé de ne pas réaliser d'examen au thallium 201 chez l'enfant.

Protocoles d'injection

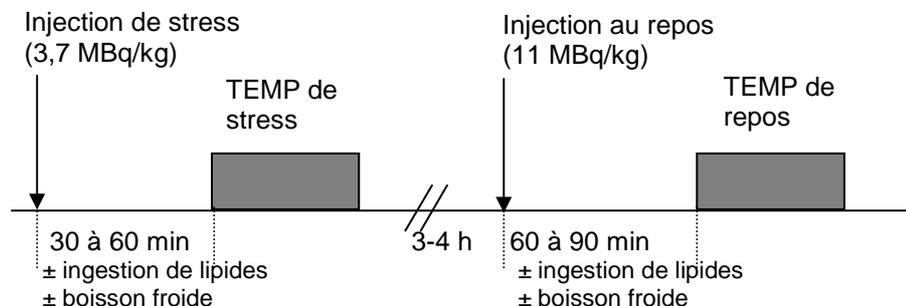
Les différents protocoles d'injection sont décrits ci-dessous, pour chacun des 3 radiopharmaceutiques commercialisés (thallium-201, sestamibi, tétrofosmine).

Lorsque les patients ont une faible probabilité d'insuffisance coronaire, il est recommandé de débiter par une acquisition de stress et de ne pas effectuer d'acquisition de repos, lorsque l'acquisition de stress est normale et que la fonction ventriculaire gauche est aussi normale.

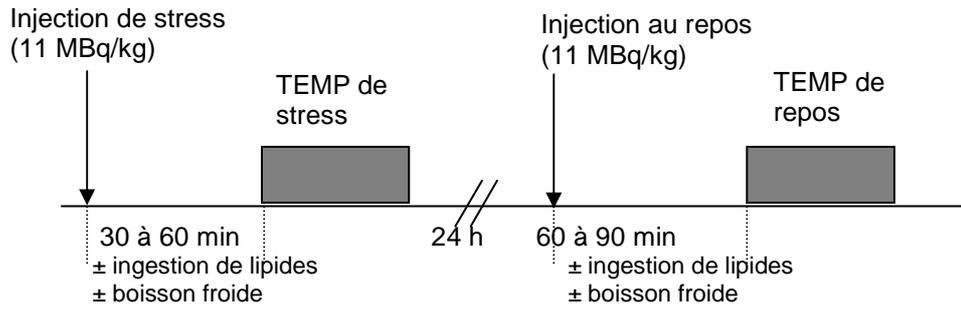
- Acquisitions repos-stress réalisées le même jour avec le sestamibi



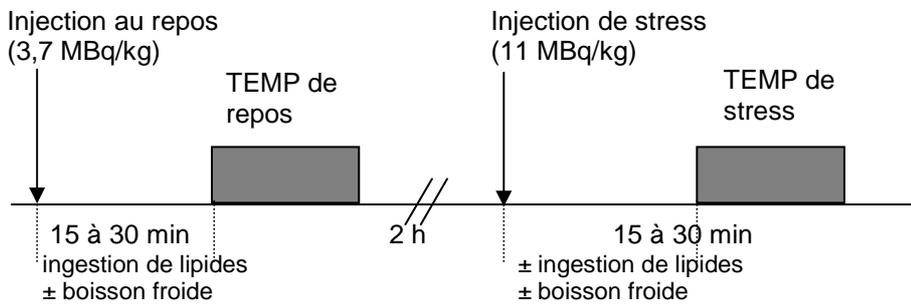
- Acquisitions stress-repos réalisées le même jour avec le sestamibi



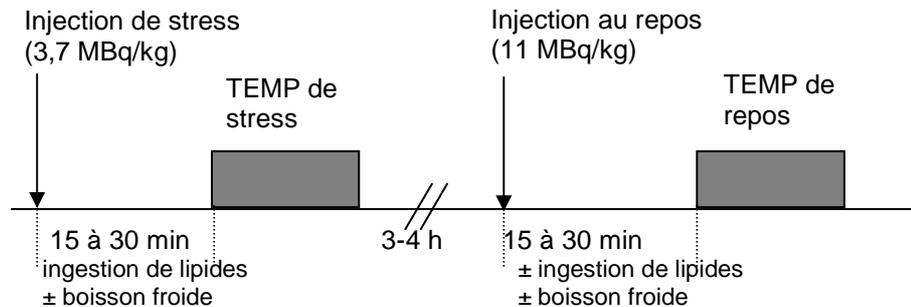
- Acquisitions stress-repos réalisées sur deux jours avec le sestamibi



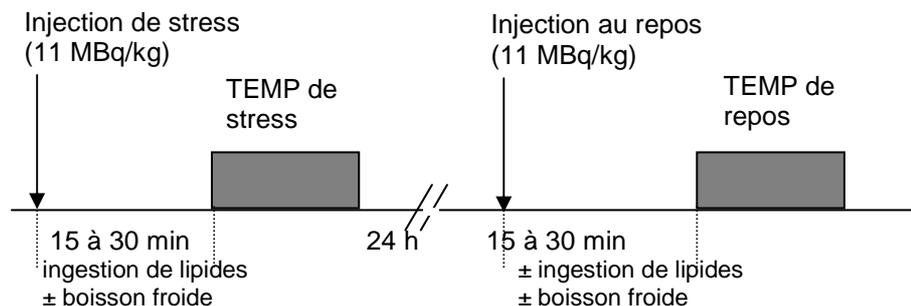
- Acquisitions repos-stress réalisées le même jour avec la tétréfossimine



- Acquisitions stress-repos réalisées le même jour avec la tétréfossimine



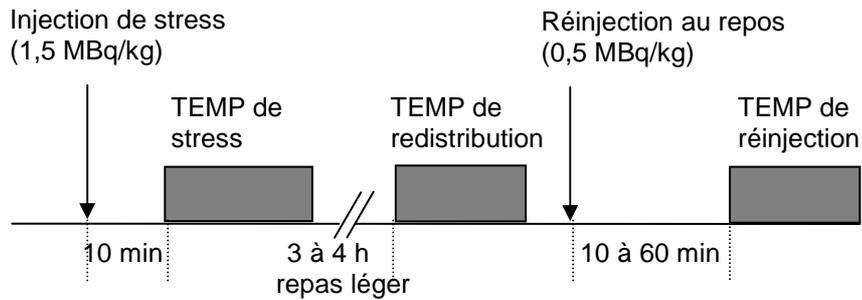
- Acquisitions stress-repos réalisées sur deux jours avec la tétréfossimine



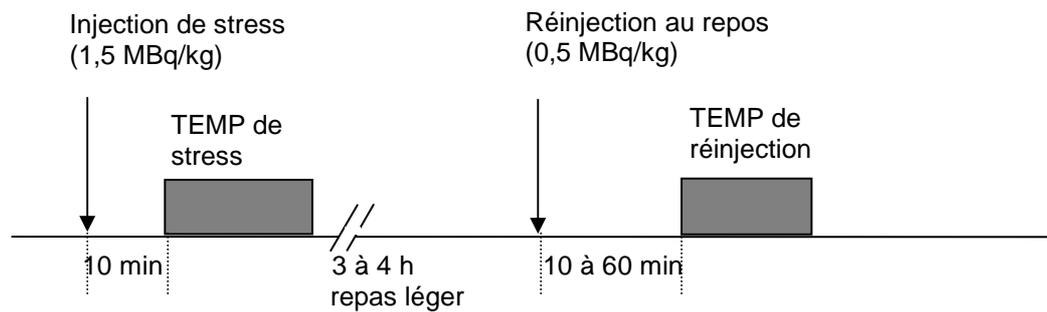
- Acquisitions stress-reinjection réalisées avec le thallium-201

Le protocole recommandé par l'American Heart Association, comprend une acquisition en reinjection, uniquement lorsqu'il n'y a pas de réversibilité sur les images de redistribution. Le protocole simplifié, sans image de redistribution, est équivalent et il est beaucoup plus souvent utilisé en Europe.

.Protocole complet :

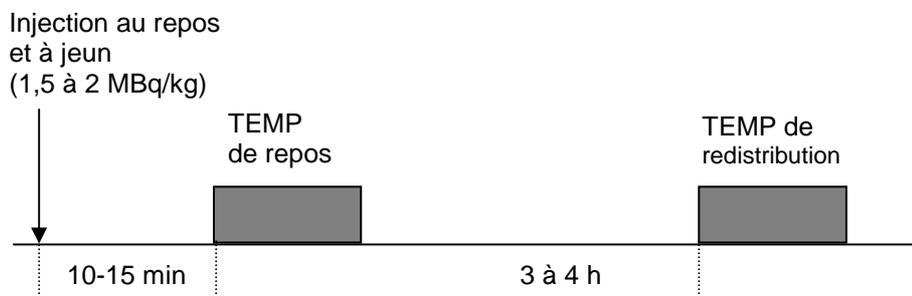


. Protocole simplifié :

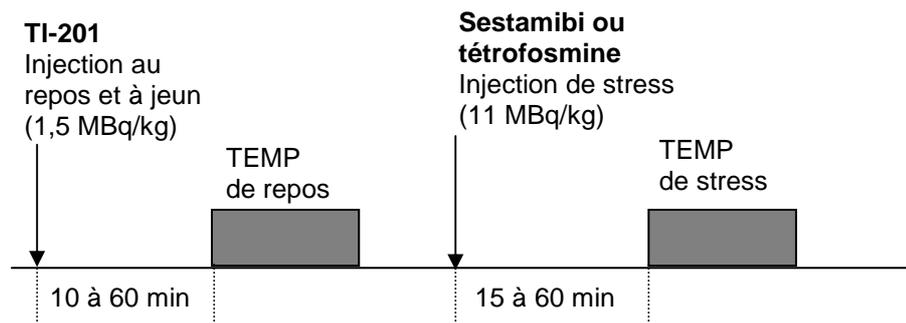


- Acquisitions repos-redistribution avec le thallium-201

(uniquement pour l'évaluation de la viabilité)



- Acquisitions repos-stress réalisées en double isotopes le même jour



Intervalle de temps entre l'administration du radiopharmaceutique et l'acquisition des images :

Pour les examens utilisant le TI-201 comme radiopharmaceutique, il est souhaitable que les images, réalisées après un test de provocation d'ischémie soient débutées dans les 10 minutes suivant la fin du test et que les images de redistribution soient réalisées avec un intervalle de temps supérieur à 3 heures.

D'une manière générale, lorsque deux acquisitions sont réalisées le même jour avec un radiopharmaceutique technétié, il est préférable de respecter un délai d'au moins 2 heures entre la fin du test de stimulation et l'injection de repos. Cependant, ce délai dépend de la présence d'une possible sidération consécutive au test de stimulation, et doit être prolongé à 4 heures (éventuellement associé à l'administration de trinitrine) en cas d'anomalie franche de la scintigraphie post-stress. L'activité de la 2^{ème} injection doit être trois fois supérieure à celle de la première injection.

Pour le sestamibi, il est aussi souhaitable de favoriser la clairance biliaire de ce radiopharmaceutique en proposant une collation riche en lipides (lait, beurre, fromage, etc.), environ 30 min avant le début des acquisitions. L'ingestion de 100 à 300 mL d'eau froide, 5 à 10 min avant l'acquisition, peut aussi permettre de diminuer l'activité sous-diaphragmatique.

Bien que la clairance hépatique de la tétrofosmine soit plus rapide que celle du sestamibi, il a été aussi montré que l'ingestion combinée de lipides et d'une boisson froide permettait d'améliorer la qualité des acquisitions réalisées avec la tétrofosmine.

Pour le sestamibi ou la tétrofosmine, une alternative consiste à acquérir les images au décours immédiat du stress, avant que la fixation digestive ne génère des artéfacts. Cette option est surtout efficace lors d'un test d'effort ou d'un test mixte (Dipyridamole et effort).

Enfin, pour les protocoles séquentiels réalisés avec le thallium-201 (effort-redistribution, effort-réinjection, repos-redistribution), il est souhaitable d'éviter les repas copieux entre les 2 séries d'image (en particulier, les repas riches en glucides).

Pour les protocoles débutant par l'examen de repos, il est souhaitable de respecter un délai de 2 heures au minimum entre les 2 injections de manière à diminuer la contribution de la captation de repos sur l'examen de stress.

La dosimétrie associée à l'injection des radiopharmaceutiques utilisés pour la scintigraphie myocardique de perfusion est donnée par les tableaux ci-dessous:

| ^{99m} Tc 2-METHOXY-ISOBUTYL ISONITRILE (sestamibi) Injection intra-veineuse Au repos | | | | | | |
|---|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE (μGy/MBq) | | | | | | |
| Organes | Homme adulte | Femme adulte | 15 ans | 10 ans | 5 ans | 1 an |
| Vésicule biliaire | 39 | 45 | 45 | 58 | 100 | 320 |
| Reins | 36 | 43 | 43 | 59 | 85 | 150 |
| Paroi du colon | 24 | 31 | 31 | 50 | 79 | 149 |
| Myocarde | 6,3 | 8,2 | 8,2 | 12 | 18 | 30 |
| Ovaires | - | 12 | 12 | 18 | 25 | 45 |
| Testicules | 3,8 | - | 5,0 | 7,5 | 11 | 21 |
| Utérus | - | 10 | 10 | 15 | 22 | 38 |
| Dose efficace (μSv/MBq) | 8,5 | 11 | 11 | 17 | 28 | 49 |

| ^{99m} Tc 2-METHOXY-ISOBUTYL ISONITRILE (sestamibi) Injection intra-veineuse Après effort | | | | | | |
|---|--------------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE (μGy/MBq) | | | | | | |
| Organes | Homme adulte | Femme adulte | 15 ans | 10 ans | 5 ans | 1 an |
| Vésicule biliaire | 33 | 38 | 38 | 49 | 86 | 260 |
| Reins | 26 | 32 | 32 | 44 | 63 | 110 |
| Paroi du colon | 19 | 25 | 25 | 41 | 64 | 117 |
| Myocarde | 7,2 | 9,4 | 9,4 | 10 | 21 | 35 |
| Ovaires | - | 11 | 11 | 15 | 23 | 40 |
| Testicules | 3,7 | - | 4,8 | 7,1 | 11 | 20 |
| Utérus | - | 9,3 | 9,3 | 14 | 20 | 35 |
| Dose efficace (μSv/MBq) | 7,4 | 9,9 | 9,9 | 15 | 22 | 40 |

| TETROFOSMINE (Myoview®) | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| ^{99m}Tc | Injection intra-veineuse | | | | | |
| | Au repos | | | | | |
| <i>DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE</i> | | | | | | |
| <i>(μGy/MBq)</i> | | | | | | |
| Organes | Homme adulte | Femme adulte | 15 ans | 10 ans | 5 ans | 1 an |
| Vésicule biliaire | 36 | 40 | 40 | 53 | 93 | 310 |
| Paroi du colon | 24 | 30 | 30 | 49 | 78 | 143 |
| Paroi vésicale | 17 | 22 | 22 | 29 | 31 | 56 |
| Myocarde | 4,4 | 5,6 | 5,6 | 8,4 | 13 | 23 |
| Ovaires | - | 10 | 10 | 15 | 22 | 37 |
| Testicules | 2,4 | - | 3,2 | 5,0 | 7,4 | 13 |
| Utérus | - | 9,0 | 9,0 | 14 | 20 | 32 |
| Dose efficace (μSv/MBq) | 6,8 | 8,7 | 8,7 | 13 | 20 | 36 |

| TETROFOSMINE (Myoview®) | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| ^{99m}Tc | Injection intra-veineuse | | | | | |
| | Après effort | | | | | |
| <i>DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE</i> | | | | | | |
| <i>(μGy/MBq)</i> | | | | | | |
| Organes | Homme adulte | Femme adulte | 15 ans | 10 ans | 5 ans | 1 an |
| Vésicule biliaire | 27 | 31 | 31 | 41 | 72 | 230 |
| Paroi du colon | 26 | 33 | 33 | 24 | 27 | 48 |
| Paroi vésicale | 18 | 23 | 23 | 36 | 57 | 107 |
| Myocarde | 4,8 | 6,1 | 6,1 | 9,0 | 14 | 24 |
| Ovaires | - | 9,5 | 9,5 | 13 | 19 | 31 |
| Testicules | 2,9 | - | 3,9 | 5,1 | 7,7 | 13 |
| Utérus | - | 9,3 | 9,3 | 12 | 17 | 29 |
| Dose efficace (μSv/MBq) | 6,0 | 7,8 | 7,8 | 11 | 17 | 30 |

Pour les traceurs technétiés, le calcul à partir des coefficients de pondération de la CIPR103 conduit chez l'adulte à une diminution de la dose efficace de l'ordre de 5 à 8%. Les doses efficaces recalculées par Einstein et al. (2007) sont les suivantes pour les différents protocoles d'injection:

| Protocole d'injection : | Dose efficace (μSv/MBq) |
|--------------------------------|--------------------------------|
| stress-repos | sestamibi |
| | tétrofosmine |
| stress | sestamibi |
| | tétrofosmine |
| stress-repos sur 2 jours | sestamibi |
| | tétrofosmine |

Pour le Thallium, les données extraites du rapport SFPM (2001) à partir des publications CIPR 60 et 80 sont les suivantes :

| CHLORURE DE THALLIUM | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| ²⁰¹ Tl | Injection intra-veineuse | | | | | |
| <i>DOSE ABSORBEE PAR UNITE D'ACTIVITE ADMINISTREE</i> | | | | | | |
| <i>(μGy/MBq)</i> | | | | | | |
| Organes | Homme adulte | Femme adulte | 15 ans | 10 ans | 5 ans | 1 an |
| Reins | 480 | 580 | 580 | 820 | 1 200 | 2 200 |
| Surfaces osseuses | 340 | 440 | 440 | 720 | 1 200 | 2 900 |
| Paroi du colon | 235 | 302 | 302 | 512 | 858 | 1 616 |
| Thyroïde | 220 | 350 | 350 | 540 | 1 200 | 2 300 |
| Myocarde | 200 | 260 | 260 | 390 | 620 | 1 100 |
| Ovaires | - | 620 | 620 | 2 000 | 3 500 | 8 300 |
| Testicules | 450* | - | 1 100 | 8 300 | 9 600 | 13 000 |
| Utérus | - | 63 | 63 | 100 | 150 | 270 |
| Dose efficace (μSv/MBq) | 231* | 319 | 319 | 1 265 | 1 724 | 2 940 |

* L'indice de captation des testicules révisé par Thomas en 2005 chez le sujet adulte sont prises en compte dans la publication CIPR 106 : avec une indice de captation de 0,3% au lieu de 0,8%, la dose efficace pour les hommes est réduite à 140 μSv/MBq (Eberlein 2011).

Caméras à haute sensibilité.

Les gamma-caméras de nouvelle génération dédiées à l'imagerie cardiaque possèdent une meilleure sensibilité que les caméras de type Anger, grâce à une géométrie de détection centrée sur le cœur. Cette géométrie a été permise en particulier grâce au remplacement du cristal au NaI(Tl) par un semi-conducteur (Cadmium-Zinc-Tellure ou CZT). Ce gain de sensibilité peut être utilisé pour réduire l'activité injectée aux patients et/ou la durée d'acquisition. Les premières études ont permis de vérifier la concordance d'interprétation des examens réalisés sur les caméras d'ancienne et de nouvelle génération. Actuellement, les protocoles utilisés en clinique avec ces caméras font apparaître une réduction de l'activité injectée d'environ 30 à 50% par rapport aux protocoles habituels, avec une durée d'acquisition allant de 5 à 10 minutes pour le Thallium et les traceurs technétiés à faible dose, et de 4 à 6 minutes pour les traceurs technétiés à forte dose. Les études de validation de ces protocoles sont en cours.

Traçabilité des informations réglementaires:

La traçabilité des informations suit la législation en vigueur.

E. Interventions

En cas d'incident lié au stress physique ou pharmacologique, il peut être nécessaire d'utiliser de l'aminophylline, un bêta-bloquant, un anticalcique, un broncho-dilatateur ou un dérivé nitré.

Surveillance et mesures de sécurité

Une surveillance adaptée de l'état clinique est recommandée en particulier chez les patients ayant présenté un test de stimulation très positif.

F. Acquisition des images

Contrôle de qualité de la gamma-caméra

Voir le guide de contrôle de qualité des gamma-caméras.

Acquisition

Préparation du patient :

- La procédure d'acquisition doit être expliquée au patient et particulièrement, la nécessité d'être strictement immobile, d'éviter les mouvements respiratoires amples et si possible de ne pas parler et de ne pas s'endormir.
- Les objets métalliques doivent être enlevés (soutien gorge à armature métallique, médaillon, etc.).

Surveillance :

La surveillance en continu est souhaitable.

Position :

Le patient doit être placé dans une position confortable avec les bras en dehors du champ d'acquisition.

La position peut être celle du décubitus ventral ou bien celle du décubitus dorsal:

- la position en décubitus dorsal a l'avantage d'être plus confortable (avec seulement le bras gauche positionné au niveau de la tête), mais elle est associée à de fréquentes images artéfactuelles dans le territoire inférieur (atténuation diaphragmatique, flou dû aux mouvements respiratoires, etc.),
- la position en décubitus ventral permet de diminuer la fréquence de ces artéfacts inférieurs, de limiter l'amplitude des mouvements respiratoires, mais elle peut induire des artéfacts dans les territoires antérieur et/ou apical et diminuer la sensibilité dans le territoire inférieur.

Il est nécessaire de placer les deux bras au dessus de la tête lorsque l'acquisition est effectuée en décubitus ventral ou sur 360°. Par contre, seul le bras gauche nécessite d'être déplacé pour les acquisitions effectuées sur 180° et en décubitus dorsal. La position des bras doit être la même lors des acquisitions de stress et de repos.

Ces recommandations s'appliquent également aux nouvelles caméras disposant d'une géométrie de détection focalisée sur l'aire cardiaque (caméras à semi-conducteurs).

Type de gamma-caméra :

Les caméras multi-détecteurs sont préférables aux caméras mono-détecteur (acquisitions plus courtes, moins de risque de mouvement du patient pendant l'acquisition).

Pour les caméras de nouvelle génération, se reporter au paragraphe D.

Type de collimateur :

Les collimateurs basse énergie et tout usage peuvent être utilisés, mais les collimateurs basse énergie et haute résolution sont recommandés (meilleure résolution spatiale en profondeur) en particulier pour les acquisitions où le radiopharmaceutique est le Tc-99m.

Fenêtre en énergie :

Le technétium-99m (pic d'énergie à 140 keV) est enregistré avec une fenêtre de 15 ou 20% selon les recommandations du constructeur.

Pour le thallium-201, une simple fenêtre peut être utilisée, mais une double fenêtre, incluant le pic à haute énergie, permet d'accroître de manière très significative la quantité de signal enregistrée :

- les 2 pics à basse énergie (69 et à 83 keV) sont enregistrés avec une fenêtre de 30 à 35% (entre 60 et 90 keV),
- et le pic à 167 keV est enregistré dans une fenêtre de 20% (entre 150 et 184 keV).

Matrice d'uniformité :

La matrice d'uniformité doit être adaptée au radiopharmaceutique utilisé et à la fenêtre d'enregistrement.

Pour le thallium-201, il est préférable d'utiliser 2 matrices distinctes (si possible) : l'une pour la fenêtre d'enregistrement du pic de haute énergie et l'autre, pour la fenêtre d'enregistrement des pics de basse énergie.

Taille de la matrice : La matrice la plus utilisée pour les acquisitions tomographiques est la matrice 64 x 64.

Taille du pixel :

Il est conseillé d'utiliser une matrice et un zoom permettant d'obtenir une taille du pixel entre 5 et 7 mm.

Zoom :

Une matrice 64 x 64 associée à un zoom à l'acquisition de 1,2 à 1,5 permet d'obtenir une taille de pixel de l'ordre de 5 à 7 mm.

Type d'orbite :

Une orbite circulaire et centrée sur le cœur est recommandée. Dans le cas contraire, les artefacts peuvent être induits par des hétérogénéités de la résolution spatiale entre les différentes projections (en particulier, au niveau des parois apicale et antérieure).

La rotation de la gamma-caméra peut être effectuée sur 180° [entre les incidences oblique antérieur droit (+45°) et oblique postérieur gauche (-45°)] ou bien sur 360°.

L'acquisition sur 360°, conseillée pour les gamma caméras triple détecteurs:

- elle permet d'obtenir moins de distorsion géométrique après reconstruction (en particulier au niveau de la paroi apicale), ainsi qu'une répartition plus homogène de l'activité myocardique,
- mais les images de projection, qui sont alors rajoutées à l'acquisition de 180°, ont une moins bonne résolution spatiale et, surtout, un rapport signal/bruit plus faible, en particulier lorsque les images sont réalisées avec le thallium-201 ou chez les patients obèses.

Il n'est pas souhaitable d'effectuer une acquisition à 360° chez les patients obèses, lorsqu'on utilise le thallium-201 et lorsqu'on utilise une gamma-caméra simple tête (dans ce dernier cas l'acquisition est beaucoup trop longue).

Lorsque l'orbite est elliptique ou en « mode contour », il est conseillé d'éloigner le détecteur de quelques centimètres, dans la portion de l'orbite située en regard de l'apex du cœur. Sinon, des artefacts antéro-apicaux peuvent survenir. Ces artefacts sont liés à une hétérogénéité de la résolution spatiale entre les différentes projections (la résolution est bien meilleure pour les acquisitions obtenues en regard de l'apex du cœur) et ils sont particulièrement fréquents lorsque l'acquisition est effectuée en décubitus ventral car la caméra peut passer très près de l'apex du cœur (le cœur a alors une position très antérieure dans le thorax).

Mode d'acquisition des projections :

Les projections peuvent être enregistrées en mode pas à pas ou bien en mode continu, ce qui réduit les temps morts d'enregistrement, sans vraiment nuire à la qualité des images (la perte en résolution spatiale est négligeable).

Nombre de projections :

De 32 à 64 projections peuvent être obtenues sur 180°, et de 64 à 128 projections sur 360°. Le choix du nombre de projections doit tenir compte de la résolution du système et du radiopharmaceutique utilisé. Pour les acquisitions avec une faible résolution spatiale telles que celles réalisées avec du Tl-201 et avec un collimateur basse énergie tout usage sur une orbite de 180°, 32 projections sont suffisantes.

Si l'on utilise un radiopharmaceutique technétié et un collimateur haute résolution, il est souhaitable de réaliser une acquisition de 64 projections sur une orbite de 180°.

Durée de la projection :

Lorsque 32 projections sont enregistrées sur 180°, on peut considérer que le temps par projection doit être au moins de 25 s après injection d'une forte activité d'un radiopharmaceutique technétié (11 MBq/kg) et au moins de 40 sec pour le thallium-201 ou après injection d'une faible activité d'un radiopharmaceutique technétié (3,7 MBq/kg).

D'un point de vue pratique, il est important que ce temps soit ajusté pour obtenir une statistique de comptages suffisante (ce qui dépend du radiopharmaceutique, de l'activité injectée et de la sensibilité de l'appareil de détection).

Correction d'atténuation par TDM associée sur caméra hybride

Sur les caméras hybrides (TEMP-TDM), il est possible d'appliquer une correction d'atténuation des photons calculée à partir du scanner. Cette correction peut être intéressante chez les patients obèses. Cependant, elle peut aussi être à l'origine d'artefacts, en particulier lorsque la carte d'atténuation est mal recalée avec les données d'émission. Il est donc nécessaire pour l'interprétation d'analyser à la fois les images corrigées et non corrigées.

Durée totale de l'acquisition :

Afin de limiter les risques de mouvement des patients pendant l'acquisition le temps total d'acquisition ne doit pas dépasser 20 min sur une caméra multi-détecteurs et 30 min sur une caméra mono-détecteur.

Pour le thallium-201, en raison de la redistribution assez rapide de ce radiopharmaceutique, il est indispensable que l'acquisition de stress soit terminée avant la 30^{ème} minute suivant l'injection.

Synchronisation à l'ECG :

Une attention particulière devra être portée à la qualité de la synchronisation à l'ECG. En effet, une synchronisation imparfaite pourrait avoir des conséquences néfastes sur l'estimation de la fonction VG régionale et globale.

Les patients ayant un cycle cardiaque de longueur variable devront être identifiés (fibrillation auriculaire, extrasystoles ventriculaires ou auriculaires fréquentes, électro-entraînement par pace-maker, etc.). Dans de tels cas, il sera difficile d'évaluer de manière fiable la fonction ventriculaire gauche.

La dérivation de l'ECG utilisée pour la synchronisation doit être choisie soigneusement, afin que l'onde R soit toujours identifiée comme étant le marqueur du début du cycle cardiaque. Idéalement, l'amplitude de l'onde R devrait être au moins trois fois plus importante que celle des ondes P ou T. Il est important de noter que certains dispositifs ne reconnaissent le complexe QRS que lorsqu'il est positif. Lorsque le QRS est suffisamment ample mais négatif, il suffit alors d'inverser les électrodes de la dérivation, pour obtenir un signal adéquat avec un QRS positif.

Une fenêtre maximale de 50% sur l'histogramme des fréquences est recommandée. Cependant, cette valeur peut être augmentée jusqu'à 100% pour les acquisitions effectuées précocement après l'effort, ce qui est le cas pour les tomoscintigraphies d'effort au thallium-201 (la fréquence cardiaque diminue alors progressivement durant l'acquisition).

Le cycle cardiaque peut être divisé en 8 à 16 intervalles consécutifs. Le temps par projection doit être ajusté, de manière à atteindre une statistique de comptage suffisante par intervalle. Selon des études effectuées sur fantôme, ce niveau se situerait à 400 000 coups par intervalle.

Pour atteindre ce niveau d'activité avec un collimateur haute résolution, un zoom de 1,2 à 1,5, 32 projections et 8 intervalles par cycle cardiaque, le temps par projection doit être, en général:

-d'au moins 50 s pour les acquisitions effectuées avec le thallium-201 et pour celles effectuées après l'injection d'une faible activité d'un radiopharmaceutique technétié ($\approx 3,7$ MBq / kg),

-et d'au moins 25 s pour les acquisitions effectuées après l'injection d'une activité élevée d'un radiopharmaceutique technétié (≈ 11 MBq / kg).

Nombre d'intervalles par cycle cardiaque : Il est recommandé d'utiliser 16 intervalles par cycle cardiaque ce qui permet une détermination suffisamment précise de la fraction d'éjection et du volume télésystolique du ventricule gauche.

Le choix de 8 intervalles permettrait une meilleure évaluation de la cinétique segmentaire, en particulier lorsqu'on utilise le thallium-201 pour lequel l'activité par intervalle est nettement plus faible qu'avec les radiopharmaceutiques technétiés.

Contrôle de qualité de l'acquisition :

La visualisation des projections en mode « cinéma » permet de contrôler la qualité de l'acquisition en détectant par exemple un mouvement du patient lors de l'acquisition, la perte des données due à un mauvais centrage (troncature), une rétention du radiopharmaceutique au niveau du site de l'injection, une faible statistique de comptage, etc.

Pour les acquisitions couplées à un signal ECG en plus de la visualisation en mode « cinéma » l'histogramme représentant la longueur R-R des différents cycles cardiaques peut être utilisé pour déterminer l'apparition de troubles du rythme cardiaque au cours de l'acquisition.

G. Traitement des images

Filtrage :

Il s'agit d'une étape essentielle et de nombreux filtres peuvent être utilisés : Butterworth, Hamming, Hanning, Parzen, Metz, Wiener, etc. D'une manière générale, il est important de noter que les filtres très lissants :

- permettent d'améliorer la qualité picturale des images,
- mais présentent aussi les inconvénients de diminuer la sévérité et l'étendue des anomalies de la fixation, et de modifier la forme des parois ventriculaires gauches.

Idéalement, le choix du filtre (et des paramètres de reconstruction) devrait être validé, dans chaque service, par des études sur fantôme, ou bien par des études cliniques. Le choix du filtre dépend, en effet, des caractéristiques de l'image (rapport signal/bruit, résolution spatiale, etc.) et donc, de la manière de réaliser l'examen : radiopharmaceutique utilisé, activité injectée, collimateur, temps par projection.

A noter que, pour les tomographies synchronisées à l'ECG, le choix du filtre a un impact direct sur les valeurs mesurées des volumes télédiastolique et télésystolique et de la fraction d'éjection du ventricule gauche.

Reconstruction :

Deux méthodes peuvent être utilisées : la rétro-projection filtrée et les méthodes itératives, qui incluent une étape initiale de rétro-projection puis un nombre variable d'itérations.

Les méthodes itératives sont moins bien validées cliniquement, mais :

- elles permettraient d'obtenir une répartition plus précise de l'activité du radiopharmaceutique dans le ventricule gauche,
- et elles permettent plus facilement d'appliquer des techniques de correction de certaines imperfections de l'imagerie tomoscintigraphique (atténuation, diffusé, perte de la résolution spatiale en profondeur, etc.).

Réorientation :

Il s'agit d'une étape cruciale, où est déterminé le grand axe du ventricule gauche, sur les coupes tomographiques axiales, puis sur les coupes grand axe vertical. Elle peut être réalisée de manière automatique ou manuelle.

Avant l'interprétation des images, il est indispensable de s'assurer de la bonne orientation des images tomographiques, ainsi que de l'équivalence des orientations entre les images de stress et de repos.

Normalisation des images :

Chaque série d'images, (effort, repos, redistribution) doit être normalisée de manière séparée et cette normalisation doit être effectuée par rapport au maximum d'activité mesurée sur l'ensemble des parois du ventricule gauche. La normalisation peut également être réalisée image par image.

Ainsi, le volume à analyser doit être très soigneusement délimité, afin d'exclure tout foyer d'activité extra-cardiaque intense.

Correction d'atténuation :

La correction d'atténuation combinée à la correction du rayonnement diffusé et de la résolution en profondeur permet d'améliorer la qualité des images tomographiques. Cette amélioration est associée à une détermination plus précise des volumes et de la fonction systolique ventriculaire gauche, et elle pourrait également avoir un impact positif sur les performances diagnostiques de la scintigraphie myocardique de perfusion.

Affichage des images :

Cet affichage peut être réalisé sur écran ou sur support papier, à l'aide d'une échelle de gris ou d'une échelle de couleurs ayant des transitions progressives d'un niveau de couleur à l'autre.

Idéalement, cette échelle de couleurs devrait aussi permettre un repérage facile des niveaux de fixation à 50 % (évaluation de la viabilité sur les images de repos) et à 70-75 % (quantification de l'étendue des anomalies patentes de la perfusion).

Trois séries de coupes jointives, couvrant l'ensemble du ventricule gauche, doivent être affichées : les coupes petit-axe, grand-axe vertical et grand-axe horizontal. Cet affichage est aussi une étape cruciale:

- sur chacune des 3 séries, il faut s'assurer que l'ensemble du volume du ventricule gauche est représenté ;
- il est aussi préférable d'utiliser une épaisseur de coupe d'un pixel, afin d'avoir la meilleure résolution spatiale possible ;
- lorsque plusieurs acquisitions ont été réalisées (par exemple, lors d'un stress puis au repos), il doit être possible de visualiser les séries superposées, pour chacune des trois orientations (petit-axe, grand-axe horizontal et grand-axe vertical). Pour la sortie des documents, il est possible d'imprimer chaque acquisition sur une page séparée.
- en cas d'usage de correction d'atténuation, il est souhaitable que les images corrigées et non corrigées soient affichées de manière simultanée et d'utiliser l'information combinée pour l'interprétation du résultat;
- l'utilisation de « bull's eyes » ne permet pas de s'affranchir de l'analyse des coupes selon les trois plans standard; cependant, ce mode de présentation peut permettre de simplifier la représentation et la quantification de l'information et de mieux corrélérer les images de la perfusion à l'anatomie du réseau coronaire.

Quantification de la perfusion myocardique

Echantillonnage des données : L'échantillonnage d'un profil d'activité circumférentiel est réalisé à l'aide d'un système d'échantillonnage hybride qui considère que le VG a une forme sphérique vers l'apex et une forme cylindrique vers la base. Les valeurs d'activité entre la surface épocardique et la surface endocardique retrouvées à partir du centre du VG vers la surface (rayon) sont alors enregistrées pour chaque localisation spatiale. Il est possible d'obtenir alors pour chaque rayon une activité maximale, une valeur moyenne (correspondant à plusieurs pixels) ou une distribution Gaussienne. Généralement, la valeur prise en compte est celle correspondante à l'activité maximale.

Normalisation : En règle générale, cette normalisation est réalisée par rapport au pixel présentant la plus grande activité au niveau du VG (considéré comme la zone « normale »). Il est possible ensuite de représenter ces profils d'activité sous forme de carte polaire en fonction de leur localisation entre l'apex et la base du VG (pondération en fonction de la distance) ou en fonction de leurs volumes respectifs (pondération en fonction du volume).

Analyse : Ces résultats devront être comparés avec des valeurs considérées comme normales. Ces valeurs normales sont généralement établies à partir d'une base de données. Cette base de données représente la moyenne de la fixation relative du radiopharmaceutique et de sa déviation standard pour chacun des segments myocardiques du ventricule gauche (on considère en général 17 segments myocardiques). (Cerqueira, Weissman et al. 2002)

Paramètres : Après comparaison avec les valeurs normales de la base de données il faudrait établir **l'étendue, la sévérité et la réversibilité** des défauts de perfusion. Il est possible également d'obtenir des autres paramètres tels que l'intensité du relargage du Tl-201, la dilatation transitoire du VG, le bruit de fond pulmonaire.

Affichage des résultats : Les résultats peuvent être affichés en mode bidimensionnel (2D) sous la forme d'une carte polaire indiquant les zones ischémiques et les zones nécrosées. Il est possible également d'afficher les résultats en mode tridimensionnel (3D). L'avantage potentiel de l'affichage en mode 3D est qu'il permet une appréciation visuelle de la sévérité, de l'étendue et la localisation des zones d'ischémie et/ou de nécrose myocardique pour chaque patient.

Quantification de la fonction cardiaque à partir des acquisitions tomographiques couplées à un signal ECG

Automatisation : Actuellement, il existe plusieurs méthodes automatisées et largement validées pour déterminer les contours du VG. La plus largement utilisée est le programme QGS. Cependant les contours du VG ainsi déterminés doivent être validés par un opérateur expérimenté. Une des sources fréquentes d'erreur lors de l'utilisation de ces méthodes automatisées est l'activité hépato-biliaire en particulier lorsqu'il existe un défaut de perfusion au niveau du territoire inférieur ou lors de la présence d'une captation anormalement élevée du radiopharmaceutique par le VD avec un défaut de perfusion au niveau septal.

Analyse : Une fois définis les voxels correspondant à la région intracavitaire permettant d'estimer des volumes du VG (volume télédiastolique : VTD et le volume télésystolique : VTS), on en déduit la fraction d'éjection (FE). Il est possible également d'évaluer la cinétique segmentaire ainsi que l'épaississement des parois myocardiques. Les limites inférieures de la fraction d'éjection et des volumes ventriculaire gauche sont indiqués dans le tableau ci-dessous).

Limites inférieures de référence pour la fraction d'éjection et des volumes ventriculaire gauche (traceur technétié, 8 images par intervalle RR, logiciel QGS).

| Sexe | FEVG (%) | VTDi (ml/m ²) | VTSi (ml/m ²) |
|-------------|----------|---------------------------|---------------------------|
| Femme/Homme | 50/45 | 56/70 | 25/32 |

FEVG : fraction d'éjection ventriculaire gauche ; VTDi : volume télé-diastolique indexé ; VTSi : volume télé-systolique indexé.

Paramètres : Plusieurs études ont démontré la validité de l'estimation de la fraction d'éjection du VG (FEVG) à partir de ce type d'acquisition. Signalons que les valeurs de FEVG sont un peu plus élevées que celles obtenues à partir d'autres méthodes d'évaluation isotopique (ventriculographie isotopique à l'équilibre et étude du premier passage) et la reproductibilité des résultats est bonne. De plus, les volumes ventriculaires sont bien corrélés avec ceux obtenus par d'autres méthodes d'imagerie. (Hesse, Lindhardt et al. 2008)

Affichage des résultats : Il est possible d'afficher les résultats quantitatifs concernant la perfusion, l'épaississement et la cinétique régionale du VG, les paramètres de fonction systolique globale du VG. Il est possible également d'afficher les résultats en mode tridimensionnel (3D).

H. Interprétation des résultats

Il est indispensable avant toute interprétation des images reconstruites, de contrôler la qualité des images acquises sur les données brutes (projections).

Dans un premier temps, cette interprétation devrait être réalisée sur les images sur écran sans avoir connaissance de l'histoire clinique et des examens paracliniques réalisés chez le même patient.

Cependant, dans un deuxième temps, il est indispensable d'intégrer les résultats à l'ensemble des données cliniques et para-cliniques du patient. Ce déroulement en 2 étapes permet de limiter les biais d'interprétation.

Description des anomalies de la perfusion :

Les anomalies de la perfusion devraient toujours être caractérisées :

- par leur localisation sur les différentes parois du ventricule gauche (parois antérieure, latérale, inférieure, septale et l'apex),
- par leur sévérité (profondeur, étendue),
- par la présence ou l'absence d'une amélioration nette de la fixation entre les images de stress et de repos (réversibilité),
- et enfin, pour les anomalies irréversibles, par la présence ou l'absence d'un niveau de fixation témoignant d'une viabilité résiduelle (ce seuil est aux environs de 50%).

Pour évaluer les anomalies de perfusion, il est préférable d'utiliser une méthode de semi-quantification visuelle. Une méthode d'analyse totalement automatisée peut être utilisée en complément, mais ne doit pas se substituer à l'analyse visuelle semi-quantitative.

Les signes indirects de dysfonction ventriculaire gauche sévère :

Trois signes doivent être recherchés de manière systématique, et si possible quantifiés, car ils sont associés à une insuffisance coronaire sévère et à un mauvais pronostic :

- la dilatation du ventricule gauche transitoire, lorsqu'elle est observée lors du stress et réversible au repos, qui suggère alors la présence d'une dysfonction VG pouvant être en rapport avec la présence d'une cardiopathie ischémique sévère et/ou étendue. Certaines équipes ont décrit le signe du trou noir comme élément évocateur d'une dyskinésie sous-jacente,
- un niveau d'activité pulmonaire élevé à l'effort avec le thallium-201, qui est le plus souvent associé à une insuffisance coronaire sévère et à un mauvais pronostic,
- un niveau d'activité élevé sur la paroi libre du ventricule droit sous stimulation, régressant au repos, qui est généralement le reflet d'une hypoperfusion du VG. En cas de visualisation marquée du VD à la fois à l'effort et au repos, il s'agit plus probablement d'une hypertrophie et/ou dilatation du VD secondaire à une augmentation de la pression intra-ventriculaire (hypertension artérielle pulmonaire par exemple).

Pour l'analyse semi-quantitative visuelle :

Il est conseillé de ne prendre en compte que les anomalies franches et évidentes de la perfusion, et il faut alors exclure les anomalies mineures (fixation supérieure à 75 %) et certaines diminutions physiologiques de la fixation que l'on peut observer :

- dans la portion proximale du septum inter-ventriculaire (région du septum membraneux),
- dans le territoire postéro-basal pour les acquisitions effectuées en décubitus dorsal et chez les patients de sexe masculin,
- dans la région antéro-apicale chez les femmes, en fonction du morphotype des patientes.

Pour la description des anomalies de perfusion, il est préférable d'utiliser le modèle à 17 segments, recommandé par l'American College of Cardiology et par l'American Heart Association, afin d'uniformiser les modalités d'interprétation de l'ensemble des techniques d'imagerie cardiaque tomographique. Ce modèle est très facile à utiliser en routine et permet d'obtenir une estimation plus précise de la répartition segmentaire de la masse ventriculaire gauche. Surtout, son utilisation devrait permettre une meilleure compréhension des résultats par les médecins cardiologues demandeurs de l'examen.

L'étendue d'une hypofixation peut être considérée comme étant limitée si elle ne dépasse pas 2 segments/17, moyenne entre 2 et 4 segments/17 et large lorsqu'elle dépasse 4 segments/17.

Il est aussi possible d'évaluer les anomalies de perfusion à l'aide d'un système de score combinant étendue et sévérité des anomalies de fixation. Cette évaluation quantitative à l'avantage d'être plus objective et reproductible mais elle requiert que le médecin nucléaire soit formé dans la manipulation de ce type d'outils.

Pour les acquisitions réalisées avec une correction d'atténuation, il est souhaitable que le médecin nucléaire s'assure du recalage correct des images d'émission et de transmission, et interprète l'examen en utilisant simultanément les résultats obtenus à partir des images corrigées et non corrigées.

Analyse des tomographies synchronisées à l'ECG

L'emploi d'un logiciel de détection des contours est recommandé, mais l'analyse doit avant tout être visuelle. Plusieurs logiciels validés sont actuellement commercialisés.

Deux paramètres doivent être analysés :

- la cinétique pariétale, qui correspond à l'amplitude du mouvement des parois pendant la contraction,
- l'épaississement pariétal en systole, qui est évalué en fonction de l'augmentation de l'activité pariétale pendant la contraction (effet de volume partiel).

Il faut noter que, normalement, la cinétique et l'épaississement des parois du VG paraissent moins marqués à la base du ventricule gauche, que dans les régions médio-ventriculaire et apicale.

Un segment akinétique peut être défini par une absence de cinétique et d'épaississement pariétal et un segment hypokinétique, par une diminution de la cinétique et de l'épaississement pariétal.

Viabilité myocardique :

De manière similaire aux anomalies de perfusion, la viabilité myocardique peut être évaluée de manière qualitative, semi-quantitative ou quantitative. La viabilité myocardique peut être évaluée grâce aux traceurs de perfusion (TEMP ou TEP) dans des conditions de repos. Pour les traceurs technétisés, il est recommandé d'administrer de la trinitrine par voie sub-linguale (sous contrôle tensionnel) environ 2 minutes avant l'injection le traceur.

Anomalies extra-cardiaques et contrôle de qualité des projections :

Des foyers de fixation extra-cardiaque anormaux peuvent être observés au niveau des seins, de la thyroïde, du parenchyme pulmonaire et du médiastin. Ils doivent alors être mentionnés dans le compte-rendu de l'examen.

Ces anomalies sont surtout détectables sur les projections, dont la visualisation constitue une étape indispensable avant la reconstruction des images. Cette visualisation, qui s'effectue en mode cinéma et en s'aidant éventuellement du sinogramme et du linogramme, permet aussi de contrôler l'absence de mouvement du patient pendant l'acquisition.

Comparaison avec des études antérieures :

L'interprétation d'un examen doit tenir compte du résultat des études précédentes, et la présence ou l'absence d'évolutivité doit figurer dans le compte rendu, sans oublier de noter si le médicament radiopharmaceutique, le matériel et les logiciels de traitement utilisés sont différents.

I. Les artéfacts et les sources d'erreur

Artéfacts de mouvement :

Les artéfacts, qui sont liés à des mouvements des patients pendant l'acquisition, sont souvent difficiles à différencier d'une réelle anomalie de la perfusion. Cependant, les mouvements du patient sont le plus souvent détectables sur l'analyse en mode cinéma des projections planaires et/ou sur l'analyse du sinogramme. Cette recherche doit être systématique pour chaque acquisition.

On considère, généralement, qu'un déplacement d'un pixel ou plus (sur une matrice 64 x 64 pixels) peut induire des artéfacts significatifs. Dans ce cas, il est recommandé de refaire l'acquisition car les logiciels de correction, qui sont actuellement commercialisés, restent imparfaits en particulier dans le cas du mouvement complexe du patient. Dans ce cas, il faudra tenir compte de la possible redistribution du Thallium en post-effort.

Artéfacts d'atténuation :

Les artéfacts d'atténuation sont le plus souvent présents à la fois sur les acquisitions de stress et sur celles de repos. Il s'agit, en particulier :

- des atténuations diaphragmatiques inférieures (acquisitions en décubitus dorsal, le plus souvent chez les patients de sexe masculin),
- des atténuations mammaires antérieures et/ou apicales (notamment chez les femmes).

L'analyse en mode cinéma des projections planaires peut aider à identifier ces sources d'atténuation. Lorsqu'ils sont disponibles, les algorithmes de correction d'atténuation peuvent être aussi utilisés. A noter qu'une bonne correction d'atténuation requiert :

- des acquisitions de transmission de haute qualité avec peu de diffusé,
- que l'on associe à la correction d'atténuation, la correction du diffusé et la correction de la perte de résolution spatiale en profondeur,
- que les acquisitions de transmission-émission soient soumises à un strict contrôle de qualité, en particulier le bon alignement entre l'image d'émission et de transmission.

Par ailleurs, l'usage d'une acquisition en décubitus ventral pourrait permettre l'identification des artéfacts d'atténuation au niveau de la paroi inférieure.

Lorsque l'acquisition a été réalisée en mode synchronisé à l'ECG, il est possible d'identifier les artéfacts d'atténuation dans la plupart des cas (les indices de contractilité segmentaire sont alors normaux). En effet, un artéfact d'atténuation se manifeste classiquement par une hypofixation d'intensité modérée après épreuve de stress ne se corrigeant pas ou peu au repos, et pouvant prêter à confusion avec un aspect de nécrose myocardique. Le fait d'observer la persistance d'un épaississement et d'une cinétique systolique normaux dans ce territoire permet alors de redresser le diagnostic et d'identifier un artéfact d'atténuation. Cette utilisation de la tomographie synchronisée à l'ECG permet d'ailleurs d'améliorer la reproductibilité inter-observateur de l'examen.

Il est également possible d'utiliser une correction d'atténuation obtenue soit à partir d'une source externe, soit plus souvent sur les caméras actuelles à partir du scanner couplé (caméras hybrides). Pour les avantages et les limites de la correction d'atténuation se reporter au paragraphe F (section : correction d'atténuation).

Artéfacts de reconstruction :

Les artéfacts de reconstruction peuvent être liés à un foyer d'hyperfixation intense situé à proximité du ventricule gauche. En particulier, des foyers d'activité hépatiques ou digestifs intenses peuvent générer des artéfacts :

- lorsque ces activités sont très proches et indissociables de l'activité provenant d'une paroi cardiaque (diminution de l'activité relative des autres parois, masquage d'une zone hypoperfusée),

- ou bien lorsque ces foyers sont plus éloignés mais induisent un «effet d'ombre » lors de la reconstruction, avec une lacune artéfactuelle sur un segment myocardique.

Un autre artéfact de reconstruction intervient lorsque le centre de rotation (COR pour Center Of Rotation) du statif ne coïncide pas parfaitement avec le centre des matrices d'acquisition des projections. L'écart entre ces 2 centres doit être inférieur à la moitié de la taille du pixel. Si tel n'est pas le cas, il peut apparaître une image de cisaillement au niveau de l'apex, très caractéristique de ce type d'artéfact.

Statistiques de comptage :

Les anomalies de fixation peuvent être d'origine artéfactuelle et uniquement liées à une trop faible statistique de comptage.

Cette situation est le plus souvent identifiable sur l'analyse qualitative visuelle des images tomographiques (mauvaise qualité des images, faible rapport signal/bruit), mais il est aussi possible d'évaluer la statistique de comptage, à partir de l'activité maximale mesurée sur une projection antérieure. Celle-ci devrait être supérieure à 100 coups pour le thallium-201 et supérieure à 200 coups pour les radiopharmaceutiques technétiés.

Lorsque la statistique de comptage est anormalement faible, un problème technique lors de l'injection intraveineuse devrait être recherché (forte activité résiduelle près du site de l'injection). Il est important de savoir qu'un tel problème d'injection peut entraîner, non seulement une diminution de la statistique de comptage, mais aussi une cinétique très retardée de la captation myocardique du radiopharmaceutique. Cette captation peut être alors trop tardive pour refléter la perfusion myocardique de stress.

Le cas particulier des acquisitions synchronisées à l'ECG

Mauvais couplage avec le signal ECG :

Un mauvais signal ECG ou un signal ECG prenant en compte des données autres que l'onde R peuvent conduire à des résultats erronés ou rendre les acquisitions ininterprétables en ce qui concerne la fonction systolique régionale et globale du VG.

Variations importantes de la fréquence cardiaque :

Une variabilité importante de la fréquence cardiaque au cours de l'examen peut également compromettre la fiabilité de l'examen et cela concernant la fonction systolique régionale et globale du VG.

Faible statistique de comptage :

Cette situation est le plus souvent identifiable sur l'analyse qualitative visuelle des images (mauvaise qualité des images, faible rapport signal/bruit) et confirmée sur l'analyse quantitative.

Un nombre insuffisant de coups par image peut compromettre la validité de l'examen réalisé.

Traçage erroné des ROIs:

L'inclusion de l'activité provenant d'une structure extra-ventriculaire, l'inclusion incomplète de l'aire ventriculaire peuvent être à l'origine d'erreurs de mesure.

J. Le compte-rendu de l'examen

Matériel et conditions de déroulement de l'examen :

L'indication de l'examen doit être rappelée de façon synthétique, ainsi que les conditions de réalisation (type d'appareillage utilisé, choix de la technique de stress, traitements reçus, position du patient etc.), le type de radiopharmaceutique utilisé (TI-201, molécules technétées : sestamibi, tétrofosmine) et l'activité injectée.

La présence ou l'absence de troubles du rythme (par exemple : AC/FA, etc.), l'existence d'un grand nombre de cycles cardiaques rejetés, etc.

Résultats :

Le compte-rendu mentionne le type de stress et le résultat du test de stimulation (symptômes et anomalies de l'ECG ; fréquence cardiaque, tension artérielle et puissance maximale atteintes au maximum de l'effort).

Le compte-rendu doit comporter une description détaillée des anomalies de la fixation myocardique (localisation, étendue, profondeur, réversibilité, activité résiduelle dans les lacunes irréversibles).

L'étendue des anomalies de la fixation devrait être évaluée soit en pourcentage de surface du ventricule gauche, soit directement en nombre de segments.

Le compte rendu mentionnera également la présence des signes de dysfonction ventriculaire gauche (dilatation transitoire du VG, présence de bruit de fond pulmonaire) ou droite (fixation anormalement élevé du VD).

La présence d'artéfacts (atténuation mammaire, etc.) pouvant influencer l'interprétation des résultats par le clinicien devra également être mentionnée.

Lorsque les acquisitions ont été synchronisées à l'ECG, le compte-rendu doit aussi comprendre les paramètres de la fonction systolique globale du ventricule gauche (fraction d'éjection, volumes), ainsi que la description des anomalies segmentaires (présence et localisation des segments hypokinétiques ou akinétiques).

L'interprétation visuelle devrait toujours être pratiquée à partir de la visualisation des images sur écran, car les moyens de reprographie induisent toujours une perte d'information.

V. PRECAUTIONS DE RADIOPROTECTION :

(Voir guide de procédure de gestion des déchets)

A. Gestion des déchets:

Pour les compléments d'information, voire le guide spécifique de gestion des déchets.

Aiguille ayant servi à l'injection

Stockage dans une boîte spéciale

Flacon et seringue après injection

Stockage aux fins de décroissance puis d'élimination

B. Personnel soignant et familles des patients

Pour le personnel soignant des services d'hospitalisation, l'exposition est particulièrement faible et aucune donnée n'est disponible permettant de recommander une conduite à tenir particulière en dehors de celles qui visent à limiter la contamination.

Il faut recommander le port de gants jetables pour les soins qui suivent l'administration de radiopharmaceutiques.

En cas de réalisation d'une scintigraphie de perfusion myocardique à une femme allaitant, il est souhaitable par précaution d'interrompre l'allaitement durant les 24 heures suivant l'administration d'un traceur technétié à une activité >450 MBq et d'éliminer le premier lait suivant l'injection. L'utilisation du Thallium est déconseillée et entraînerait l'arrêt définitif de la lactation.

C. Urines, selles et prélèvements sanguins

Les urines et les selles sont rejetées dans les toilettes.

Les garnitures, sondes urinaires, bocal, couches souillées, etc. doivent être manipulés avec des gants. Les déchetteries hospitalières, n'acceptant que les déchets exempts de radioactivité il est recommandé, en cas d'hospitalisation, de collecter et de garder les déchets solides le temps nécessaire afin d'assurer la décroissance de la radioactivité.

D. Conduite à tenir en cas d'erreur d'administration (surdosage, erreur d'identification) à un patient

En cas de surdosage accidentel par ces produits radiopharmaceutiques il faut favoriser l'élimination par voie urinaire et fécale afin de diminuer la dose délivrée aux patients.

E. Conduite à tenir pour la radioprotection en cas de décès du patient

La courte période du technétium et la faible dose injectée du Tl-201 n'imposent aucune précaution particulière vis à vis du corps. De simples précautions sont recommandées pour la manipulation du corps et l'autopsie (port de masque, de gants et de lunettes).

Aucune interdiction particulière n'est à prévoir pour l'inhumation ou la crémation.

F. Niveau de référence diagnostique

Le niveau de référence pour un radiopharmaceutique donné est la valeur de l'activité préconisée pour la ou les indications de l'AMM sauf justification médicale ou technique (arrêté du 12/02/2004).

G. Suggestions pour la réduction de la dose absorbée par le patient

La réduction de la dose absorbée peut se faire par l'optimisation de l'activité injectée. En cas de réduction de l'activité injectée, il faut recommander le maintien d'une statistique de comptage adaptée.

Si les renseignements cliniques attendus sont équivalents, il convient de privilégier l'usage des radiopharmaceutiques technétiés par rapport à celui du thallium 201.

| |
|---|
| VI. PRECAUTIONS VIS À VIS DU RISQUE INFECTIEUX : |
|---|

A. Produits sanguins

Sans objet

B. Prévention des infections nosocomiales

L'injection devra respecter les guides en vigueur dans l'établissement ainsi que les recommandations du CLIN (comité de Lutte Contre les Infections Nosocomiales).

VII. PHARMACOVIGILANCE ET MATERIOVIGILANCE :

Les effets secondaires ou incidents doivent être déclarés selon la législation en vigueur.

VIII. REFERENCES :

Brindis, R.G., Douglas, P.S., Hendel, R.C., Peterson, E.D., Wolk, M.J., Allen, J.M., Patel, M.R., Raskin, I.E., Bateman, T.M., Cerqueira, M.D., et al.

ACCF/ASNC appropriateness criteria for single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging (SPECT MPI): a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group and the American Society of Nuclear Cardiology endorsed by the American Heart Association.

J Am Coll Cardiol 2005;46:1587-1605.

Cerqueira, M.D., Weissman, N.J., Dilsizian, V., Jacobs, A.K., Kaul, S., Laskey, W.K., Pennell, D.J., Rumberger, J.A., Ryan, T., and Verani, M.S.

Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart: a statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association.

Circulation 2002;105:539-542.

Eberlein, U., Jörn Hendrik Bröer J H, Vandevoorde, C., Santos P., Bardiès M., Bacher K., Nosske D., Lassmann M.

Biokinetics and dosimetry of commonly used radiopharmaceuticals in diagnostic nuclear medicine – a review.

Eur J Nucl Med Mol Imaging 2011 Dec;38(12):2269-81.

Hansen, C.L., Goldstein, R.A., Akinboboye, O.O., Berman, D.S., Botvinick, E.H., Churchwell, K.B., Cooke, C.D., Corbett, J.R., Cullom, S.J., Dahlberg, S.T., et al. Myocardial perfusion and function: single photon emission computed tomography.

J Nucl Cardiol 2007;14:e39-60.

Hendel, R.C., Berman, D.S., Di Carli, M.F., Heidenreich, P.A., Henkin, R.E., Pellikka, P.A., Pohost, G.M., and Williams, K.A.

ACCF/ASNC/ACR/AHA/ASE/SCCT/SCMR/SNM 2009 Appropriate Use Criteria for Cardiac Radionuclide Imaging: A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the American Society of Nuclear Cardiology, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and the Society of Nuclear Medicine.

J Am Coll Cardiol 2009;53:2201-2229.

Hesse, B., Lindhardt, T.B., Acampa, W., Anagnostopoulos, C., Ballinger, J., Bax, J.J., Edenbrandt, L., Flotats, A., Germano, G., Stopar, T.G., et al.
EANM/ESC guidelines for radionuclide imaging of cardiac function.
Eur J Nucl Med Mol Imaging 2008;35:851-885.

Hesse, B., Tagil, K., Cuocolo, A., Anagnostopoulos, C., Bardies, M., Bax, J., Bengel, F., Busemann Sokole, E., Davies, G., Dondi, M., et al.
EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology.
Eur J Nucl Med Mol Imaging 2005;32:855-897.

Lassmann, M., Biassoni, L., Monsieurs, M., Franzius, C., and Jacobs, F.
The new EANM paediatric dosage card.
Eur J Nucl Med Mol Imaging 2007;34:796-798.

Manrique, A., and Marie, P.Y.
[Recommendations for the performance and interpretation of myocardial perfusion tomoscintigraphy].
Arch Mal Coeur Vaiss 2003;96:695-711.

Strauss, H.W., Miller, D.D., Wittry, M.D., Cerqueira, M.D., Garcia, E.V., Iskandrian, A.S., Schelbert, H.R., Wackers, F.J., Balon, H.R., Lang, O., et al.
Procedure guideline for myocardial perfusion imaging 3.3.
J Nucl Med Technol 2008;36:155-161.

Touzery, C., Aubert, B., Caselles, O., Gardin, I., Guilhem, M.-T., Laffont, S., and Lisbona, A.
Dosimétrie des explorations diagnostiques en médecine nucléaire Rapport SFPM N°19-2001
Médecine Nucléaire 2002;347-389.

Thomas, S.R., Stabin, M.G. & Castronovo, F.P.
Radiation-absorbed dose from 201Tl-thallous chloride.
J Nucl Med. 2005;46:502-508.

Zaret, B., and Beller, G.
Clinical Nuclear Cardiology: State of the Art and Future Directions. Cambridge, MA: Elsevier. 2010.

IX. ANNEXES :

A. Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM)

CCAM version 24 applicable au 18/06/2011

| | |
|----------------|--|
| DAQL014 [G] | Tomoscintigraphie de perfusion myocardique de repos, avec synchronisation à l'électrocardiogramme (ZZQL017) |
| DAQL001 | Tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique, sans synchronisation à l'électrocardiogramme |
| DAQL010 | Tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique, avec synchronisation à l'électrocardiogramme (ZZQL017) |
| DAQL011 | Tomoscintigraphie de perfusion myocardique de repos, avec tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique sans synchronisation à l'électrocardiogramme (ZZQL018, ZZQL019) |
| DAQL009 | Tomoscintigraphie de perfusion myocardique de repos, avec tomoscintigraphie de perfusion myocardique après épreuve d'effort ou épreuve pharmacologique avec synchronisation à l'électrocardiogramme (ZZQL017, ZZQL018, ZZQL019) |

B. Historique des versions successives

Version: 1.0

Date de dernière mise à jour : 19/06/2006

Responsable de la rédaction: D. Daou

Membres du comité de rédaction : C. Coaguila, D. Daou, Pierre Weinmann, Pierre-Yves Marie.

Membres du comité de validation : M. Bourguignon, F. Brunotte, I. Gardin, G. Karcher, F. Moati, A. Prigent, B. Tillon, J.M. Vinot

Date de la ratification par le conseil d'administration de la SFMN: 21/06/2006

C. Fiche d'information du patient.

Monsieur, Madame

Votre médecin vous a proposé de réaliser un examen scintigraphique. Il s'agit d'un examen d'imagerie médicale réalisé après administration d'une très faible quantité d'un produit radioactif appelé radiopharmaceutique. Le radiopharmaceutique utilisé a la propriété de se fixer sur l'organe ou le tissu que l'on souhaite explorer. Son émission de rayonnements va permettre la réalisation d'images de la captation du produit grâce à l'usage de caméras.

Voici quelques renseignements utiles :

Qu'est-ce que la tomoscintigraphie de perfusion myocardique?

Il s'agit d'un examen d'imagerie qui permet de savoir si votre cœur est correctement perfusé (irrigation sanguine).

Pourquoi effectuer une tomoscintigraphie de perfusion myocardique?

Pour observer la perfusion (irrigation) du muscle cardiaque (myocarde)

Pour évaluer la contraction du cœur.

Comment se déroule une tomoscintigraphie de perfusion myocardique?

Elle est effectuée dans le service de médecine nucléaire.

Des images de votre cœur sont réalisées à 2 moments :

- après un test de stimulation (épreuve d'effort la plus souvent, et/ou perfusion d'un médicament)
- au repos.

Une substance radioactive est injectée dans une veine à la fin de l'épreuve d'effort.

Pour l'acquisition des images on vous place sur une table d'examen pendant environ 20 min

Un électrocardiogramme permet de surveiller le rythme cardiaque et de synchroniser les images aux battements du cœur. Selon les résultats, on peut vous demander de revenir ultérieurement (3-4 heures plus tard) pour la réalisation de la deuxième partie de l'examen au repos.

Autres informations sur la tomoscintigraphie de perfusion myocardique

Si vous êtes enceinte ou susceptible de l'être ou si vous avez un retard de règle merci de le signaler au personnel avant toute injection.

Cet examen est contre-indiqué chez la femme enceinte.

Prendre un petit déjeuner léger au moins 2 heures avant l'heure prévue de l'examen, sans café, thé, chocolat, banane ou soda contenant de la caféine (type coca-cola).

Il faudra apporter la liste des médicaments pris à ce moment-là.

Il est conseillé de contacter votre cardiologue qui vous informera sur l'arrêt éventuel de certains médicaments.

Après l'examen :

Dès la fin de l'examen vous pourrez quitter l'hôpital. Les résultats seront envoyés par nos soins au médecin demandeur (en cas d'urgence le compte rendu pourra être transmis par fax ou par téléphone). Vous avez également la possibilité de venir les récupérer.

Risques éventuels et dose d'irradiation :

Cet examen utilise un produit radioactif qui sera naturellement éliminé en quelques heures.

La quantité pondérale du produit administré est extrêmement faible, il n'existe pas de toxicité, les réactions allergiques étant très exceptionnelles.

La dose de rayonnements ionisants délivrée à l'occasion de cet examen est du niveau des faibles doses et correspond approximativement, comme les examens de radiologie, à une ou plusieurs années d'irradiation naturelle en France.

A ce faible niveau d'exposition, aucun détriment sur la santé n'a jamais pu être démontré et si un tel risque devait exister il serait sans commune mesure par rapport au bénéfice attendu pour votre santé du fait de la réalisation de l'examen.

Afin d'accélérer l'élimination naturelle par les voies urinaires de cette très faible irradiation résiduelle, il vous est recommandé de boire abondamment et d'uriner fréquemment. Des

consignes d'hygiène sont à respecter (tirer la chasse d'eau, essuyer toutes projections, se laver les mains) pour une durée qui vous sera précisée.

Pendant les heures qui suivront votre sortie du service, vous serez susceptibles de délivrer vous-même, à vos proches et votre entourage, de très faibles doses de rayonnements qui ne présentent non plus aucun risque.

Certains lieux comportent des détecteurs de radioactivité (aéroports, certains postes frontières...) que vous pouvez déclencher parfois plusieurs jours après l'examen. Un certificat indiquant l'élément radioactif qui vous a été administré peut vous être fourni sur demande.

D. Fiche d'information du patient avant un test d'effort

(ARCHIVES DES MALADIES DU COEUR ET DES VAISSEAUX, tome 92, n° 1, janvier 1999)

Pourquoi vous propose-t-on un test d'effort ?

Vous allez réaliser un test d'effort dans un but diagnostique, d'évaluation ou de dépistage d'un problème cardiovasculaire.

Réalisation du test d'effort

Le principe du test d'effort est d'accroître le travail de votre cœur en augmentant ses besoins en oxygène, par un effort musculaire réalisé sur bicyclette ou sur tapis roulant, et d'enregistrer en permanence votre électrocardiogramme pour y détecter d'éventuelles anomalies. Cette surveillance se prolonge quelques minutes après l'effort. Vous devez préciser votre traitement habituel et si vous avez fumé dans les heures précédant ce test.

Cet examen nécessite votre collaboration active, pour obtenir un test maximal selon vos capacités, en présence d'un personnel qualifié qui surveille en permanence votre électrocardiogramme et votre tension artérielle au cours de l'effort et décide de l'arrêt de celui-ci.

Le test d'effort nécessite la pose d'électrodes autocollantes ou aspirantes sur le thorax, après rasage si nécessaire, afin d'améliorer la qualité des enregistrements de l'électrocardiogramme. Votre tension artérielle sera suivie régulièrement tout au long du test d'effort. Vous devrez signaler tout symptôme particulier et inhabituel. La mesure des gaz expirés, parfois associée, nécessite la pose d'un masque facial ou d'un embout buccal avec pince-nez. Des prélèvements sanguins peuvent également être réalisés avec votre accord au cours des tests (dosage des lactates et des gaz du sang).

Le test d'effort comporte-t-il des risques ?

La salle d'épreuve d'effort comporte un personnel compétent et un matériel de réanimation adapté selon des normes établies par la Société française de cardiologie. Les risques sont peu fréquents (troubles du rythme cardiaque, malaise, chute, complications articulaires ou musculaires) et les complications graves très exceptionnelles (infarctus, arrêt cardiaque, accident vasculaire cérébral, décès).

Chez les patients coronariens connus ou suspectés, il est fréquent qu'apparaisse, au cours d'un test d'effort, une douleur transitoire dans la poitrine qui doit être signalée. Cette douleur passe généralement rapidement. On pourrait être amené à vous donner de la trinitrine sublinguale pour une résolution plus rapide de celle-ci ou à vous hospitaliser pour une surveillance plus poussée.

Vous pouvez demander au médecin qui réalise le test, toutes précisions supplémentaires sur la nature, les buts et les risques de ce test d'effort.

Quels bénéfices peut-on attendre du test d'effort ?

Ce test soumet votre système cardiovasculaire à un effort intense et bref, pendant lequel sont recherchées objectivement des anomalies cliniques, électrocardiographiques ou tensionnelles. Leur dépistage pourra conduire à vous prescrire un traitement adapté ou à vous proposer la réalisation d'autres examens plus spécialisés (scintigraphie myocardique, coronarographie...).