

## Radio protection

Pour une irradiation homogène de l'organisme entier, dose équivalente = dose efficace  
Dose efficace = comparaison du risque d'une irradiation complète à celui d'une irradiation homogène du corps entier

### Irradiation naturelle

- $10^9$  ionisations/s dans les cellules d'un homme de 70ans
- 2,4 mSv/an à Paris

### Composantes :

- Externe : cosmique (400  $\mu$ Sv/an) et tellurique (400  $\mu$ Sv/an)
- Interne :  $^{222}$ Radon (1200  $\mu$ Sv/an),  $^{40}$ K et autres (200  $\mu$ Sv/an)

### Variations

- Cosmique : x2 tous les 1500m d'altitude, x100 en avion
- Tellurique : dépend du terrain

### Irradiations d'origines humaines

- Militaires : 20  $\mu$ Sv/an
- Centrales nucléaires : 20  $\mu$ Sv/an
- Médecine : 1000  $\mu$ Sv/an

Quantification de l'exposition complexe, dépendante de : organes concernés, concentration en RP, RN qui marque le RP, irradiation interne et externe

### Seuils pratiques pour le fœtus

< 100 mSv : avortement non conseillé  
> 200 mSv : avortement conseillé  
entre les deux, dépend du contexte

### Doses maximales admissibles

- pour le public : risque  $\ll$  ceux de la vie courante
- travailleurs catégorie A : risque < risque professionnels acceptés
- pas de limite maximale imposée pour l'irradiation médicale des patients

	Travailleurs catégorie A	Public
Dose efficace	20 mSv/an (max 50 mSv/an)	1 mSv/an
Dose équivalente		
-Cristallin	150 mSv/an	15 mSv/an
-Peau de mains et pieds	500 mSv/an	50 mSv/an

Femmes enceintes de catégorie A = public car fœtus = public

### Irradiation externe du corps entier

Pas une urgence de soin, une urgence d'investigations  
-évaluer la dose

- 0,3 Sv : déclaration
- 1 Sv : hospitalisation générale
- 2 Sv : hospitalisation spécialisée

**Contamination externe** : décontamination rapide sur place, risque de radiodermite

**Contamination interne** : traitement = noyer dans excès de produit froid, chélater ou bloquer l'absorption intestinale

# Radiothérapie

Utilisation thérapeutique des **radiations ionisantes**

On distingue

- **Radiothérapie externe** par administration transcutanée
- **Radiothérapie interne** où la source est au contact (curiethérapie) ou interne (radiothérapie interne vectorisée) à la source

## I-Dosimétrie des faisceaux de photons X ou $\gamma$

- Flux énergétique  $\phi$
- Energie W
- Fluence F ou  $\Psi$  = énergie/surface

## KERMA

C'est l'énergie perdue par le photon dans une tranche de matériau et cédée aux particules chargées (électrons)

Pas directement mesurable, indépendant de l'entourage, calculable en sachant F

## Dose absorbée

Energie cédée par les électrons secondaires par unité de matériau en Gy (J/Kg)

Mesurable, dépendante de l'entourage

## Equilibre électronique

KERMA = Do quand il y a compensation entre l'énergie emportée par les électrons mis en mouvement dans le matériau et l'énergie apportée apportée par des électrons mis en mouvement à l'extérieur

Réalisé dans l'eau si  $E_{\text{photon}} < 3\text{MeV}$

## Facteurs influençant l'efficacité de la radiothérapie sur une pop. cellulaire

Phase du cycle cell

Présence d'O<sub>2</sub>

Nature et énergie du rayonnement irradiant

Fractionnement de la dose

Débit de dose

**Efficacité biologique relative EBR** =  $\frac{\text{dose nécessaire pour avoir un effet tumoricide avec les } \gamma \text{ de } 1,25\text{MeV du } 60\text{Co}}{\text{dose nécessaire avec la radiation considérée pour avoir le même effet}}$

## II-Bases de la radiothérapie externe

Délivrer en transcutané et en plusieurs séances une dose tumoricide aux lésions cancéreuses en minimisant celle reçue par les tissus sains

Séminome = 30Gy, Lymphome = 40Gy, Sarcome = 70Gy

## Radiothérapie conventionnelle

- X de faible énergie pour les cancers cutanés (dose à la peau élevée)

- X et  $\gamma$  de 1,25 MeV : avec <sup>60</sup>Co, traitement des cancers profonds

- Feux croisés : en plusieurs incidences

- Modulation de l'intensité : via un collimateur à lames

Le Volume tumoral biologique (VTB) définit la fixation du FDG

## Hadronthérapie

Utilisation de **particules lourdes** (protons, neutrons)

- *Neutronthérapie*: pic de Bragg, (ex : sarcome de la face)
- *Pronthérapie* : cancers au voisinage de structures critiques radiosensibles (ex : mélanome oculaire)

### III- Bases de la radiothérapie interne

Utilisation des **rayonnements ionisants** de forte énergie et faible portée

- *Curiethérapie* : source radioactive scellée, implantée dans la tumeur (irridium 192 ou césium 137), ex : cancer de la prostate
- *Radiothérapie vectorisée* : source radioactive non scellée, fixée par ses propriétés métaboliques/biologiques
  - radiosynoviorthèse (voie locale pour les articulations)
  - radiothérapie métabolique (vectorisation par métabolisation)
  - radioimmunothérapie (vectorisation par antigène spécifique)

Avantage → toucher des cibles de petites tailles, pratiqué dans une chambre protégée

### IV- Sémiologie scintigraphique des dérèglements thyroïdiens

Diagnostic sur mesure de la TSH

#### Scintigraphie à l'iode 123

- *hyperfixation diffuse* : maladie de Basedow (hyperthyroïdie)
- *hyperfixation localisée* : adénome toxique (une tumeur non cancéreuse produit les hormones)
- *fixation faible* : thyroïdite subaiguë (traitement par substitution médicamenteuse en T4)

Aspect des cancers à l'iode 123 : **nodule froid** = zone de moindre fixation, non spécifique des tumeurs

Indications du traitement par l'**iode 131** (émetteur beta – et  $\gamma$ ) : hyperthyroïdie

## Base de l'exploration cardiaque par la médecine nucléaire

2 grandes explorations isotopiques : scintigraphie cavitaire, scintigraphie myocardique

### **Traceurs pour le TEMP**

- perfusion : thallium, mibi-Tc, AG-Tc, Ammoniac-Tc, Rubidium-Tc
- fonction : mibi-Tc, GR-Tc, Alb-Tc

**Les détecteurs à semi-conducteurs** : améliorent la résolution, le contraste, la capacité de comptage, réduit le temps des examens par 4

### I-Scintigraphie cavitaire

Premier passage : injection d'un traceur radioactif, enregistrement des variations en fc du tmps de la radioactivité détectée en regard du cœur, tracé de de la courbe activité-tmps → calcul du débit cardiaque

- Calcul du débit cardiaque grâce au principe de Fick (dilution d'un traceur), adaptation par Stewart-Hamilton, méthode isotopique de mesure du débit

Méthodes de planimétrie : méthodes angiocardigraphiques et échocardiographiques basées sur la mesure de diamètres → à partir de ces diamètre on calcule un volume en faisant l'hypothèse que la cavité cardiaque a une forme régulière

### Paramètres fonctionnels :

- mesure des **volumes ventriculaires** (VTD,VTS,VES)
- calcul du **DC**
- calcul de la **FE** →  $Fe = (ATD-ATS) / (ATD- BdF)$

### Relation activité-volume

Pour s'affranchir de la géométrie irrégulière des cavités → utilisation de la relation directe entre volume et activité  
Si l'activité du sang est homogène :  $\Delta vol.vent = \Delta act.vent$ , mais on ne peut déterminer que les **valeurs relatives** de la radioactivité

Choix du traceur pour n'identifier que le secteur vasculaire : pas de passage en EC, pas de diffusion en interstitiel  
→ utilisation de **GR-Tc** plutot que l'albumine car marquage + long, grde stabilité

### Synchronisation

Technique de cinéma = succession d'images. En l'occurrence **l'ECG déclenche la prise d'image**  
Une faible activité = peu d'images

## II-Analyse des images paramétriques

### Mesure des fonctions gauche et droite

la relation activité-volume ne permet pas de déterminer la forme de la cavité

**la méthode istopique** est applicable au VD (méthode de référence), dont la forme irrégulière interdit la planimétrie  
valeurs normales : **65% VG et 52% VD**

### Analyse des courbes

En raison des fluctuations statistiques, il est difficile d'isoler les instants exacts de systole et diastole et d'avoir une valeur correcte des volumes. Solution → **Série de Fourier**

### Etude sous stimulation

**Uniquement au repos** (surveillance de la cardiotoxicité d'une chimio), la mesure de la FE est encore + contributive sous stimulation

L'effort permet d'étudier l'adaptabilité du myocarde et de mesurer la réserve de contratilité (l'effort doit être maintenu pendant toute l'acquisition).

- Pour les patients incapables de réaliser un effort → Dobutamine

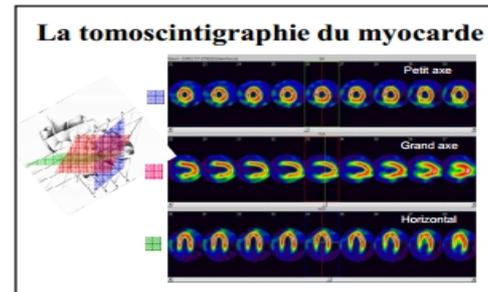
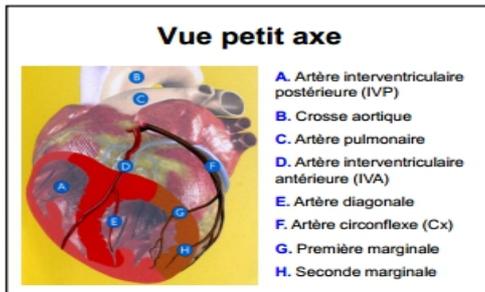
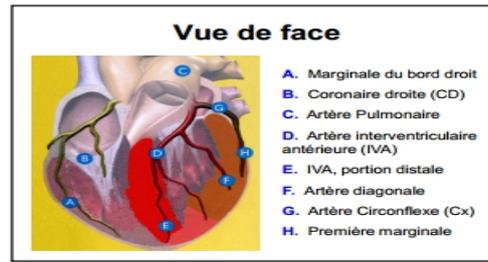
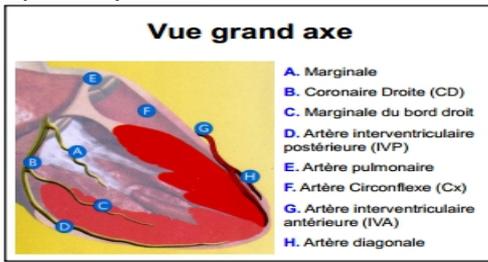
### Examen en 3 temps

Mesure du FE au **repos** (globale et segmentaire, Fc vent. D et G)

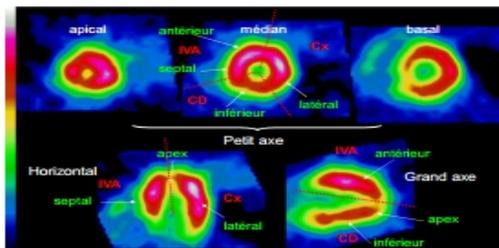
Mesure de la FE en phase de **stimulation** (↗ travail cardiaque)

Mesure de la FE en **récupération**

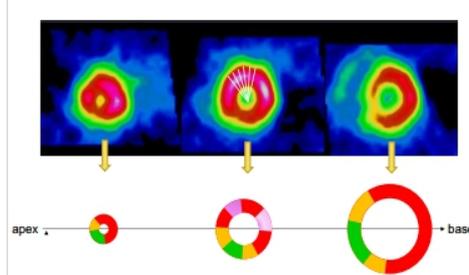
### III- Abord en coupe du myocarde



#### Les principaux territoires



#### Représentation polaire



### IV- Perfusion du myocarde

#### Relation débit coronaire-fixation

La scintigraphie repose sur la proportionnalité entre le débit coronaire et la qté de traceur fixé sur le muscle cardiaque  
 → si une artère coronaire est occluse, le traceur atteint + lentement le territoire en aval de la sténose

#### Les traceurs

Le 43K n'est pas utilisé, on lui préfère le **Thallium** et le **Technétium-Mibi**

#### Modifications de la perfusion

faible réduction du calibre : débit de repos peu modifié, fixation du traceur normale

→ Sensibilisation de l'épreuve en réalisant un stress qui  $\nearrow$  le débit coronaire dans les zones saines sans effets sur les zones en aval de la sténose (on provoque une ischémie)

- Effet de la sténose au repos  
L'occlusion d'une artère provoque la hausse du débit dans l'artère adjacente, mais faible contraste donc ischémie non révélée
- Effet de la sténose au stress  
+ la sténose est serrée, + le contraste  $\nearrow$  et plus l'on détecte une ischémie de gravité

#### Tests de provocation de l'ischémie

- l'effort musculaire (bicyclette, tapis)
- VD coronarien (DPD, adénosine)
- Tachycardisant (isoprénaline, dobutamine)

#### Evolutions post-infarctus

- **normalisation** : perfusion rétablie, fc et métabo normale
- **sidération** : perfusion rétablie, métabo normal mais fc altérée
- **hibernation** : perfusion faible, métabo normal mais fc altérée
- **nécrose** : perfusion faible, métabo altérée et pas de fc

Une réapparition de la fixation dans le territoire septal signe la présence de **tissu encore viable** donc récupérable par une action de reperméabilisation  
Gated SPECT = tomographie synchronisée : diagnostic amélioré permettant un pronostic

#### La réversibilité de l'ischémie

