

## UE2 - Fiche Cours 10 : Imagerie Hybride

### I. Définition de l'imagerie hybride

L'imagerie hybride ou appariée est composée de deux modalités d'imageries : métabolique et morphologique

- Les modalités d'imageries métaboliques les plus fréquemment utilisées dans ce cadre sont la Tomographie d'Émission Mono-Photonique, la TEMP (SPECT en anglais) et la Tomographie par Émission de positrons, la TEP (PET en anglais)
- La modalité d'imagerie morphologique la plus fréquemment utilisées dans ce cadre est la TomoDensitoMétrie, la TDM (CT en anglais), cependant l'IRM combinée à la TEP a fait son apparition

### II. Imagerie hybride en clinique

#### a) Choix du radio-pharmaceutique

Selon les combinaisons d'imageries on utilise deux types de radio-pharmaceutique

Pour la combinaison TEMP/TDM : on utilise le biphosphonate marqué au technétium 99m (BP-99mTc)

Pour la combinaison TEP/TDM : on utilise le fluorure de sodium radiomarqué le FNa<sup>+</sup> (18F) (*déjà utilisé depuis longtemps dans le traitement de l'ostéoporose*)

#### b) TEMP/TDM

Il s'agit de deux examens qui se déroulent en même temps mais l'acquisition des images n'est pas simultanée. On obtient l'imagerie métabolique (TEMP) puis l'imagerie morphologique (TEP).

#### c) TEP/TDM

Il existe trois machines capables de fusionner ces deux types d'imagerie mais le même problème de recalage de l'image se présente d'où l'importance de l'informatique.

#### d) Comparaison par rapport à d'autres imageries

Quels sont les intérêts de l'imagerie hybride ?

\*L'imagerie hybride permet une meilleur reproductibilité inter (*et intra*) lecteur qu'une imagerie métabolique seul (multiplié par 2) ou des deux modalités d'imagerie mais séparés.

\*L'imagerie hybride permet une meilleur exactitude diagnostique, mesuré par l'air sous la courbe, qu'une imagerie métabolique seul (presque multiplié par 2) ou des deux modalités d'imagerie mais séparés.

#### e) Dosimétrie

La dosimétrie est la mesure quantitative de la dose absorbé par un organisme, elle varie selon le type de radio-pharmaceutique utilisé

Radiopharmaceutique	Equivalent de dose/activité injectée (mSv/MBq)	Dose absorbée organes critiques (mGy/MBq)	Activité injectée (MBq)	Dose efficace E (mSv)
BP-( <sup>99m</sup> Tc)	0,0054	Vessie 0,22	8-10 MBq/kg	4-6
FNa-( <sup>18</sup> F)	0,024	Surfaces osseuses 0,063	1,5-4 MBq/kg	4-8

La dosimétrie ne varie pas beaucoup entre la TEP et la TEMP mais il ne faut pas oublier l'irradiation subite lors de l'examen.

### III. Avantage de l'imagerie hybride

#### a) Comparaison entre les différentes techniques

Comparaison entre une scintigraphie osseuse planaire et une TEP/TDM

\*TEP/TDM au  $^{18}\text{F}$  : spécificité supérieure à la scintigraphie osseuse planaire aux BP-99mTc démontrée

\*TEP/TDM au  $^{18}\text{F}$  : sensibilité supérieure à la scintigraphie osseuse planaire aux BP-99mTc démontrée

=> La TEP/TDM est plus efficace que la scintigraphie osseuse planaire et permet de diagnostiquer 50% de métastases osseuses en plus

Comparaison entre une TEP/TDM et une SPECT/TDM

\*TEP/TDM au  $^{18}\text{F}$  : spécificité supérieure à la TEMP/TDM aux BP-99mTc probable mais non démontrée

\*TEP/TDM au  $^{18}\text{F}$  : sensibilité supérieure à la TEMP/TDM aux BP-99mTc probable mais non démontrée

Pour pouvoir comparer la combinaison TEP/TDM par rapport à celle TEMP/TDM il faut faire attention à plusieurs choses :

- la génération des caméras
- le paramétrage des caméras
- les propriétés des images de coupe obtenues par émission de simple photon contre celles obtenues par émission de positon
- la biodistribution des biphosphonates et du fluorure de sodium
- le phénotype des métastases osseuses
- les effets des thérapies systémiques sur les métastases osseuses

La TEP présente cependant un avantage majeur sur la TEMP : le temps de l'examen

\*TEP → examen en 15 min pour un squelette entier

\*TEMP → examen en 45 min pour un demi squelette

Gain du mode tomographique sur le mode planaire

\*On a recours à un traceur ostéotrope (fluorure de sodium) proche de la molécule tracée (cristal d'hydroxyapatite) explorant le métabolisme (turn-over) osseux et/ou à un traceur reflétant le métabolisme cellulaire (FDG- $^{18}\text{F}$ )

\*Amélioration de la résolution spatiale

\*Amélioration du rapport signal/bruit

\*Amélioration du contraste lésionnel

\*Possibilité de quantification des lésions

\*Amélioration de la localisation anatomique

#### b) Plus value de l'imagerie hybride sur l'imagerie de coupe monomodalité

Gains du couplage d'images TEMP ou TEP et TDM

\*Amélioration de la localisation anatomique du foyer hypermétabolique

\*Correction d'atténuation des photons

\*Évaluation quantitative de l'évolutivité (ou activité) métabolique

\*Amélioration de la sensibilité diagnostique

\*Amélioration de la spécificité diagnostique

\*Facilitation d'une lecture de synthèse

\*Optimisation de la lecture de la fusion des images à l'aide d'algorithmes standardisés de rendu volumique

L'avantage de l'imagerie hybride par rapport à l'imagerie 2D et quelle permet de comprendre les anomalies de fixation de radio-pharmaceutique sur les os courts (vertèbres) avec une description correcte des contingents hypo- et hyperfixants et corrélation TDM aux plages hypodenses et hyperdenses (l'imagerie 2D pouvant donner des aspects globaux erronés)

#### IV. Visualisation 3D en imagerie hybride TEMP/TDM ou TEP/TDM

La visualisation 3D permet une synthèse des images en coupes obtenues ce qui permet une meilleure visualisation, plus réaliste de l'anomalie.

Quelles sont les techniques de représentations 3D synthétiques d'une pile d'image en coupe ?

- Outils de visualisation 3D d'imagerie monomodale et hybrides : MPR, MIP et VRT
- Outils de visualisation 3D dédiés à l'imagerie hybride : mire de triangulation et fVRT

##### a) MPR : Multi Planar Reconstruction

La technique MPR consiste à extraire des coupes dans n'importe quel plan de l'espace en s'appuyant sur les coordonnées spatiales des voxels de la pile des coupes transverses (axial images). L'opération consiste à ne sélectionner que les voxels qui ont les coordonnées du plan choisi. On utilise des échelles monochromes

##### b) MIP : Maximum Intensity Projection

Le MIP n'est pas une image diagnostique, elle permet de repérer les anomalies en contrastant l'image à partir du voxel le plus radioactif. L'intérêt est que cela permet un excellent contraste tissulaire et lésionnel mais il y a une perte du repérage topographique 3D des structures normales et des foyers anormaux et une surestimation lésionnelle.

##### c) Triangulation

L'opérateur place le curseur sur l'anomalie suspectée au MIP, une mire de triangulation se positionne alors automatiquement sur les trois plans de coupe (axial, coronal, sagittal)

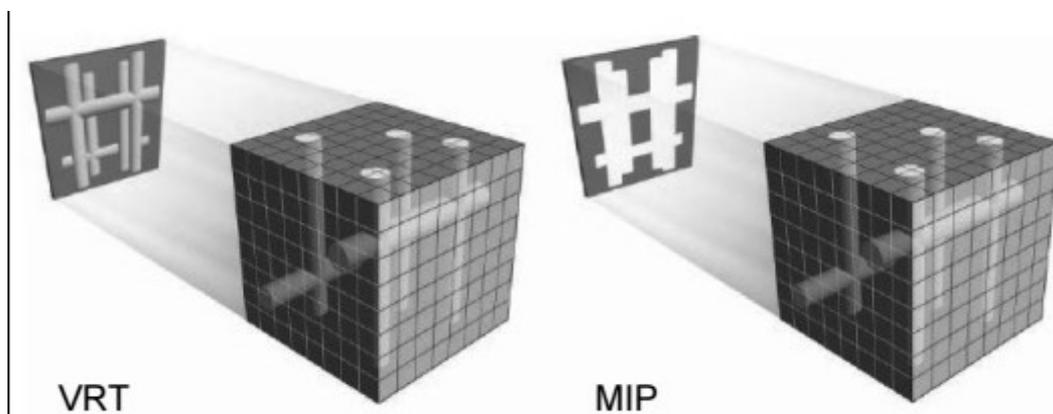
##### d) VRT ( Volume Rendering Technique)

C'est un processus qui produit une image 2D à partir d'un modèle 3D. La contribution de tous les pixels à l'image est pondérée par l'attribution d'un degré d'opacité d'une part, et par une couleur ou une teinte de gris attribuée à chaque valeur de pixel d'autre part. Un ombrage génère l'impression tridimensionnelle de l'ensemble. Le VRT permet une segmentation simple de plusieurs tissus de densité ou de signal différents. C'est une classification par pourcentage qui évalue la probabilité pour un tissu d'être représenté de manière homogène à l'intérieur d'un voxel. Les valeurs de tous les voxels contribuent à la valeur du pixel résultant.

Comparaison VRT et MIP :

Le MIP consiste à projeter sur un plan les voxels d'intensité maximale. Cependant, cette approche ne permet pas de déterminer la topographie des structures sur une seule projection et a tendance à surestimer les lésions.

Le VRT restitue la totalité des structures anatomiques au prix d'une perte de contrastes tissulaires et lésionnels.



Le fusedVRT est constitué d'un MIP fusionné au VRT ce qui donne des images de très haute résolution.

