

RAYONS X ET TOMODENSITOMETRIE

Objectifs rédigés par Olivier Hélénon & Jean-Pierre Tasu

Objectifs généraux :

Cet enseignement doit permettre à l'étudiant d'acquérir les connaissances lui permettant de comprendre les concepts et les bases physiques nécessaires à l'utilisation du rayonnement X en imagerie médicale.

Sur le plan technique, l'objectif est de savoir décrire les étapes de la formation de l'image selon les différentes techniques utilisant les rayons X (imagerie conventionnelle, numérique, tomodensitométrie), de connaître le fonctionnement de ces différentes techniques et de savoir les utiliser au mieux.

Objectifs spécifiques :

1. Bases méthodologiques de l'imagerie médicale

- 1.1 - Connaître le principe d'une fonction de transfert de modulation, une fonction porte, une fonction « Dirac ».
- 1.2 - Savoir expliquer ce qu'est une transformé de Fourier
- 1.3 - Connaître la notion de signal, de bruit, de rapport signal sur bruit, de contraste, de rapport contraste sur bruit.
- 1.4 - Savoir définir la notion de résolution, temporelle, spatiale, en contraste, de pixels, de voxels, de matrice
- 1.5 - Connaître les bases du filtrage et de la segmentation d'images
- 1.6 - Avoir des notions de codage, compression et échange des images numériques

2. Physique du rayonnement X

- 2.1 - Connaître les propriétés générales des rayons X
- 2.2 - Connaître les modalités de créations d'un faisceau de rayon X,
- 2.3 - Connaître les facteurs influençant l'atténuation des rayons x dans la matière
- 2.4 - Connaître les différents modes d'interaction du rayonnement X avec la matière (effet Compton, photo électrique, création de paires)
- 2.5 - Connaître les notions d'absorption, de diffusion du rayonnement X
- 2.6 - Savoir décrire le spectre d'un faisceau de rayons X
- 2.7 - Connaître l'influence de la tension (kV) sur le contraste de l'image radiographique

- 2.8 - Connaître les facteurs influençant la quantité de rayonnement diffusé produit lors de la prise d'une radiographie
- 2.9 - Connaître les conséquences du rayonnement diffusé sur l'image radiographique et sur la pratique de la radioprotection

3. Imagerie conventionnelle

- 3.1 - Connaître le fonctionnement d'un tube radiogène, d'un générateur, d'un poteau, d'une table de radiologie : savoir décrire le fonctionnement d'une anode, d'une cathode, des diaphragmes, d'un localisateur, d'une grille, d'un exposeur automatique
- 3.2 - Connaître l'intérêt d'un tube à anode fixe, tournante
- 3.3 - Savoir adapter les constantes du tube pour adapter au mieux le rendu de l'image
- 3.4 - Connaître les principes de la formation de l'image radiologique : lois de projection, agrandissement, déformation, agrandissement
- 3.5 - Connaître la démarche de l'évaluation technique d'une image radiographique : savoir reconnaître une radiographie sous-exposée, sous-développée et surexposée
- 3.6 - Noircissement, contraste, finesse. Connaître les paramètres influençant le noircissement final de l'image radiographique
- 3.7 - Connaître les différents types de capteurs et leurs propriétés (FTM, réponse) : film, ampli de brillance, plaque, capteur plan
- 3.8 - Connaître les différents types de post traitement en imagerie numérique
- 3.9 - Connaître les 5 catégories d'opacité que l'on peut distinguer en radiologie standard
- 3.10 - Connaître les principes et les différentes modifications liées aux développements du film radiologique
- 3.11 - Connaître les paramètres influençant le contraste final de l'image, connaître les causes d'insuffisance de contraste
- 3.12 - Connaître les 3 origines du flou en radiologie : taille du foyer (flou géométrique), couple écran film (flou d'écran), mobilité du sujet (flou cinétique). Savoir corriger l'acquisition pour limiter le flou en radiologie
- 3.13 - Connaître le principe de fonctionnement de la radioscopie
- 3.14 - Connaître les indications de la radioscopie
- 3.15 - Connaître la structure et le fonctionnement de l'amplificateur de luminance
- 3.16 - Connaître les caractéristiques de l'image radioscopique par rapport à l'image radiographique
- 3.17 - Connaître les 4 grands types de systèmes de radiologie numérique
- 3.18 - Connaître la notion de DQE

4. Tomodensitométrie

- 4.1 - Connaître les principes de la reconstruction tomographique (rétroprojection filtrée, autres modes de reconstruction).
- 4.2 - connaître dans les grandes lignes les évolutions technologiques des différentes générations de scanner et connaître les différents mode d'acquisition disponibles sur le marché : séquentiel, hélicoïdal, bi tube, foyer flottant, bi énergie et connaître les principes du fonctionnement de ces techniques.
- 4.3 - Connaître les principes d'acquisition des images scanographiques : savoir définir le pitch, une acquisition hélicoïdale, séquentielle
- 4.4 - Connaître le rôle et appréhender le fonctionnement d'un détecteur (solide et gazeux), d'une barrette de détecteur, d'un détecteur matriciel.
- 4.5 - Savoir adapter les différents paramètres d'acquisition (pitch, épaisseur de coupe, espace inter coupe, Kv, mAs, matrice, filtre) pour modifier l'image résultante
- 4.6 - Comprendre et expliquer comment les différences de densités des tissus biologiques représentées sur l'image
- 4.7 - Etre capable d'expliquer la variation de l'épaisseur de coupe en détection mono et Multibarrette
- 4.8 - Savoir expliquer l'intérêt des acquisitions isotropes en scanner.
- 4.9 - Savoir à quoi correspond la zone de pénombre, la zone exposée en scanner multicoupe.
- 4.10 - savoir expliquer l'échelle des gris employée en scanner X (unités Hounsfield, niveau moyen, fenêtre)
- 4.11 - Connaître les grands types de reconstruction des images et pouvoir donner des exemples d'utilisation (MIP, moyenne, mMIP, VRT, endoscopie, MPR)
- 4.12 - Connaître l'origine des artéfacts de volume partiel et de durcissement de rayon
- 4.13 - Savoir comment est exprimée la dose d'irradiation délivrée lors d'un examen tomodensitométrique. Savoir dans les grandes lignes les dispositifs utilisés pour réduire la dose et comment influencer sur la dose émise en modifiant les paramètres d'acquisition (voir radioprotection)
- 4.14 - Connaître les principales mesures qui peuvent être réalisées sur des coupes scanographiques et les limites de ces mesures.
- 4.15 - Avoir des notions d'imagerie de perfusion (principe, grandes modalités d'acquisition, principes de post-traitement)
- 4.16 - Connaître le rôle des agents de contraste en scanner et leurs risques et savoir gérer les contre-indications, les accidents (voir chapitre produit de contraste)

5. Produit de contraste en rayonnement X

- 5.1 - Connaître les caractéristiques, l'utilisation et la toxicité des produits de contraste à base de sulfate de baryum et d'iode. Connaître les différents produits de contraste iodés destinés à l'exploration (radiologie conventionnelle) ou au balisage

(scanographie) du tube digestif. Connaître le mode d'administration et savoir en discuter les avantages et inconvénients respectifs.

- 5.2 - Connaître la structure chimique de base, la toxicité et l'utilisation des produits de contraste iodés hydrosolubles : tri-iodés ioniques, tri-iodés non ioniques, hexa-iodés ioniques et hexa-iodés non ioniques. Connaître et définir les termes suivants : "ionique", "non ionique", "hyperosmolaire", « isoosmolaire », "viscosité". Savoir discuter les avantages et les inconvénients de ces différents produits en fonction de leurs caractéristiques.
- 5.3 - Connaître la pharmacologie des produits de contraste iodés hydrosolubles
- 5.4 - Lister les incidents et accidents liés à l'injection intra-veineuse de produit de contraste iodé et pour chacun en donner la gravité et la fréquence.
- 5.5 - Savoir interroger un patient à la recherche de contre-indications et de facteurs de risque pour une injection de produit de contraste iodé, et lui donner l'information pertinente. Connaître les contre-indications absolues d'injection systémique
- 5.6 - Connaître le nom commercial de produits de contraste iodés ayant reçu une AMM, le libellé de cette autorisation, et leur coût habituel.
- 5.7 - Savoir, pour un produit donné, calculer la masse d'iode injectée.
- 5.8 - Connaître les doses et modes d'administration systémiques pour les examens usuels (scanner, UIV, angiographie).
- 5.9 - Savoir discuter l'indication d'un examen en fonction des précautions d'emploi des produits de contraste chez un sujet à risque d'insuffisance rénale : dépistage du risque, prévention, discussion de substitution par une autre imagerie diagnostique
- 5.10 - Savoir décrire un accident d'extravasation, évaluer la gravité et prendre les décisions thérapeutiques pertinentes
- 5.11 - Connaître les interactions entre les produits de contraste iodés et le métabolisme thyroïdien et en déduire les implications sur le diagnostic et le traitement des maladies thyroïdiennes.
- 5.12 - Savoir traiter un accident sévère aux produits de contraste: préparation et maintenance du matériel d'urgence, mesures thérapeutiques d'urgence à réaliser, procédures d'appel d'un réanimateur.
- 5.13 - Connaître et justifier l'intérêt d'une hydratation avant et après l'administration d'un produit de contraste iodé et savoir en expliquer les modalités.
- 5.14 - Connaître les précautions à prendre avant d'effectuer une injection de produit de contraste iodé chez un sujet diabétique
- 5.15 - Connaître des produits de contraste iodés injectés par voie locale (cholangiopancréatographie, articulaire, intra-thécale, utérine; galactographie, sialographie). les doses utilisées et les précautions d'emploi pour chaque type de produit et chaque zone anatomique
- 5.16 - Connaître le mode d'administration et les complications potentielles du Lipiodol®. Savoir expliquer l'utilisation du Lipiodol® dans les procédures de chimio-embolisation hépatique et de radio- chimio- embolisation