Quel est le rôle de l'imagerie médicale dans la médecine

médecine ↗ diagnostic : localiser,comprendre et quantifier les pathologies
médecine ↘ thérapeutique : les traiter

■ Diagnostic établi grâce à :

- l'examen clinique,
- l'analyse des symptômes,
- l'analyse de constantes biologiques,
- l'analyse de signaux électrophysiologiques comme l'électrocardiogramme ou l'électroencéphalogramme,
- l'imagerie médicale macroscopique : tous les procédés permettant de présenter au praticien un paramètre physique, physiologique, chimique ou même fonctionnel d'une région du corps humain sous forme d'image. La valeur du paramètre étudié variant d'un organe à un autre, on obtient la forme des organes.

Utilisation clinique de l'image

■ Une pathologie peut se traduire sur l'image par :

- une différence entre la forme examinée et la forme connue (exemple : sténose = rétrécissement vasculaire) ;
- une variation locale du niveau de gris d'un organe (exemple : tumeur) ;
- un contraste anormal (trop faible ou trop fort) entre un organe et ses voisins (exemple : anomalie de la perfusion myocardique = irrigation du muscle cardiaque) ;
- une texture inhabituelle (exemple : ostéoporose = porosité des os due à une décalcification).

Historique

1895 : Roentgen découvre les rayons X.
$\Longrightarrow$ examen radiologique sur film.

■ Limitations intrinsèques.

– L'image est une projection d'un volume sur un plan $\Rightarrow$ impossibilité de la localisation géométrique dans la troisième dimension.
– Dynamique limitée à celle de l'œil humain ($\simeq$ 64 niveaux de gris).
– Image analogique $\Rightarrow$ résultat qualitatif et comparaisons visuelles.

■ Information = contraste.

Nécessité pour certains examens d'améliorer ce contraste.

Système vasculaire / Appareil urinaire / Système digestif

Exemple : angiographie intra-artérielle sélective. Un produit de contraste est injecté dans une artère à l'aide d'un cathéter allant jusque dans l'artère à visualiser.

Quelles sont les différentes modalités de l'imagerie médicale ?

2 types de travaux :

■ Nouvelle exploitation de la physique des rayons X avec informatique et traitement numérique.

– Scanner à rayons X (tomodensitomètre)
– Radiologie numérique

■ Exploitation de nouveaux principes physiques.

– Rayonnement produit par des isotopes
  $\Rightarrow$ scintigraphie, médecine nucléaire, ...
– Ultra-sons de 1-10 MHz
  $\Rightarrow$ échographie
– Champs magnétiques intenses (0.5 - 1.5 tesla)
  $\Rightarrow$ imagerie par résonance magnétique

Nouvelles techniques

– Médecine Nucléaire
– Scanner
– Échographes numérisés
– Systèmes d'angiographie numérisée
– Imageurs par résonance magnétique

La technique exploratoire et l'acte de diagnostic ont considérablement évolué.

– Information numérique
– Plus grande dynamique ($2^5 \rightarrow 2^{12}$ valeurs)
  $\Rightarrow$ diminution des agents contrastants.
– Imagerie 3D

Thérapeutique et imagerie peuvent coopérer.

– Radiologie interventionnelle.

Complémentarité des technologies

La radiographie, l'échographie, l'IRM ou la scintigraphie utilisent des technologies de pointe qui se révèlent complémentaires les unes des autres.

→ { radiographie, échographie } → { fournissent des informations anatomiques.

→ scintigraphie → { obtenue après injection d'une molécule marquée par un radio-élément, fournit des informations sur le fonctionnement de l'organe étudié.

→ l'IRM → { fournit des images anatomiques de grande qualité et des informations sur l'état biochimique des tissus.

Objet du traitement informatique des images médicales

- Améliorer l'utilisation des données [2,3,4]D fournies par les capteurs (IRM, scanner, médecine nucléaire, échographe).
- Considérer comme intensité de niveau de gris une fonction de [2,3,4] variables $I(x,y,[z],[t])$ qui mesure localement :
  - scanner : densité d'absorption des rayons X,
  - IRM : densité de protons,
  - médecine nucléaire : densité de molécules radioactives,
  - échographe : variation d'impédance acoustique.

Besoins en traitement informatique des images médicales

- Visualisation
- Quantification
- Superposition
- Interprétation

} Diagnostic

- Planification
- Simulation
- Contrôle

} Thérapie

Historique

- **1895 :** Conrad Roentgen découvre des rayons X.
- **1898 :** Pierre et Marie Curie découvrent la radioactivité.
- **1917 :** Johan Radon modélise le fonctionnement d'un scanner $\Rightarrow$ **transformée de Radon**, dont il propose une formule d'inversion.
- **1934 :** Irène et Frédéric Joliot-Curie découvrent la radioactivité artificielle.
- **1956 :** Bracewell propose une autre formule d'inversion, basée sur la transformation de Fourier.
- **Premières applications médicales :** Oldendorf, 1961 ; Cormack, 1963 ; Hounsfield, 1967.
- **1971 :** premiers résultats sur un **patient vivant** (Hounsfield).