

Echographie des voies urinaires

Nicolas GIROUIN
Lycée de la Martinière

Introduction

- 1794 PALLANZANI soupçonne l'existence des ultrasons en observant le vol des chauves-souris
- 1880 CURIE découvre le principe de la piézo-électricité et le moyen de produire des ondes ultrasonores
- 1914 LANGEVIN utilise les US à la détection des sous-marins en plongée
- 1942 DUSSIK utilise les US pour la recherche d'une déviation des structures médianes intracrâniennes

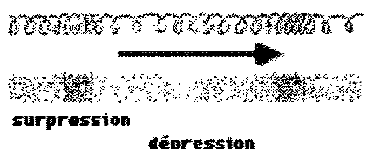
Plan

- I. RAPPEL SUR LES US
 - A. Nature de l'onde ultrasonore
 - B. Caractéristiques de l'onde sonore
 - 1. Célérité et impédance
 - 2. Fréquence et longueur d'onde
- II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHOGRAPHE
 - A. Effet piézoélectrique
 - B. Principe de fonctionnement de la sonde
- III. FORMATION DE L'IMAGE
 - A. Absorption des US
 - B. Transmission et réflexion
- IV. REPRESENTATION DE L'IMAGE ULTRASONORE
 - A. Mode A
 - B. Mode B

Nature de l'onde ultrasonore

- Onde ultra-sonore
 - = *onde de pression* se propageant dans un milieu élastique
 - = *variation de pression* qui se déplace
- Propagation d'une énergie mécanique dans un *milieu matériel* sans transport de matière : ce déplacement ne peut se faire dans le vide

Nature de l'onde ultrasonore(2)



Analogie avec un ressort

Plan

- I. RAPPEL SUR LES US
 - A. Nature de l'onde ultrasonore
 - B. Caractéristiques de l'onde sonore
 - 1. Célérité et impédance
 - 2. Fréquence et longueur d'onde
- II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHOGRAPHE
 - A. Effet piézoélectrique
 - B. Principe de fonctionnement de la sonde
- III. FORMATION DE L'IMAGE
 - A. Absorption des US
 - B. Transmission et réflexion
- IV. REPRESENTATION DE L'IMAGE ULTRASONORE
 - A. Mode A
 - B. Mode B

Célérité et impédance(1)

▪Célérité de l'onde acoustique = vitesse de propagation de la variation de pression dans le milieu
 ⇒*dépend uniquement du milieu*

▪Le comportement d'un milieu matériel vis-à-vis des ultrasons est exprimé par une constante appelée *impédance acoustique Z*

▪Z traduit la plus ou moins grande aptitude d'un milieu à la pénétration des ultrasons

Célérité et impédance(2)

▪Z traduit la plus ou moins grande aptitude d'un milieu à la pénétration des ultrasons

Milieu	Z en $10^6 \text{ kg/m}^2/\text{s}$
air	0,0004
tissus mous	1,63
os	3,65 à 7,09

Célérité et impédance(3)

▪Impédance conditionne avec la masse volumique la célérité de l'onde ultra-sonore

$$C = Z / \rho$$

Z = impédance acoustique
 c = célérité
 ρ = masse volumique

Milieu	Célérité en m/s
air	343
tissus mous	1540
os	2100-4080

Plan

- I. RAPPEL SUR LES US
 - A. Nature de l'onde ultrasonore
 - B. Caractéristiques de l'onde sonore
 1. Célérité et impédance
 2. Fréquence et longueur d'onde
- II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHOGRAPHIE
 - A. Effet piézoélectrique
 - B. Principe de fonctionnement de la sonde
- III. FORMATION DE L'IMAGE
 - A. Absorption des US
 - B. Transmission et réflexion
- IV. REPRESENTATION DE L'IMAGE ULTRASONORE
 - A. Mode A
 - B. Mode B

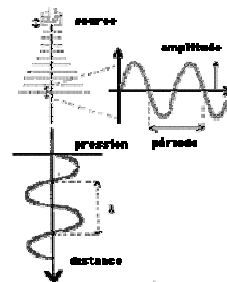
Fréquence et longueur d'onde(1)

▪Les sons sont classés en quatre catégories selon leur *fréquence* (f) ou nombre de variations de pression (*périodes*) par seconde (1 Hz = 1 cycle/s)

Sons	Fréquence
Infrasons	0 à 20 Hz
Sons audibles	20 Hz à 20 kHz
Ultrasons	20 kHz à 1 GHz
Hypersons	> 1 GHz

▪Les *ultrasons utilisés dans le diagnostic médical* ont une fréquence comprise entre 1 et 10 MHz

Fréquence et longueur d'onde(2)



Représentation de l'onde ultra-sonore en fonction du temps et de la distance

Fréquence et longueur d'onde(3)

▪La distance séparant à un instant donné deux points du trajet de l'onde où la pression est la même correspond à la *longueur d'onde* λ

$$\lambda = c/f$$

λ = longueur d'onde
 c = célérité (1540 m/s)
 f = fréquence

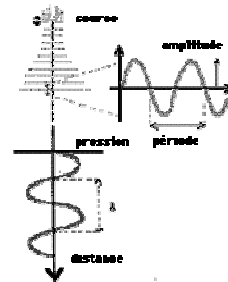
▪Elle diminue quand la fréquence augmente:

$\Rightarrow \lambda = 0,77$ mm pour $= 2$ MHz

$\Rightarrow \lambda = 0,31$ mm pour $= 5$ MHz

$\Rightarrow \lambda = 0,15$ mm pour $= 10$ MHz

Fréquence et longueur d'onde(4)



Représentation de l'onde ultra-sonore en fonction du temps et de la distance

Plan

- I. RAPPEL SUR LES US
 - A. Nature de l'onde ultrasonore
 - B. Caractéristiques de l'onde sonore
 1. Célérité et impédance
 2. Fréquence et longueur d'onde
- II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHOGRAPHIE
 - A. **Effet piézoélectrique**
 - B. Principe de fonctionnement de la sonde
- III. FORMATION DE L'IMAGE
 - A. Absorption des US
 - B. Transmission et réflexion
- IV. REPRESENTATION DE L'IMAGE ULTRASONORE
 - A. Mode A
 - B. Mode B

Effet Piézoélectrique

▪Découvert par Pierre et Jacques CURIE en 1880
 ▪Propriété de certains matériaux (cristaux de quartz) de se charger quand ils sont comprimés et inversement de se déformer lorsqu'ils sont chargés

▪En appliquant un courant alternatif sur un cristal piézoélectrique, le cristal se comprime et se décomprime alternativement émettant un son

Principe de fonctionnement de la sonde

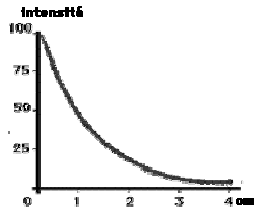
▪Même cristal piézoélectrique utilisé pour émettre des US à partir d'une impulsion électrique et pour transformer en courant électrique les US revenant vers la sonde après avoir été réfléchis
 ▪Pas d'émission des US en continu mais en salve
 ▪Majorité du temps, sonde « à l'écoute » pour capter les US

Plan

- I. RAPPEL SUR LES US
 - A. Nature de l'onde ultrasonore
 - B. Caractéristiques de l'onde sonore
 1. Célérité et impédance
 2. Fréquence et longueur d'onde
- II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHOGRAPHIE
 - A. Effet piézoélectrique
 - B. Principe de fonctionnement de la sonde
- III. FORMATION DE L'IMAGE
 - A. **Absorption des US**
 - B. Transmission et réflexion
- IV. REPRESENTATION DE L'IMAGE ULTRASONORE
 - A. Mode A
 - B. Mode B

Absorption des US(1)

▪L'onde ultra-sonore, en se propageant, cède une partie de son énergie au milieu : il y a *absorption de l'énergie ultra-sonore* et l'intensité du faisceau diminue



Absorption des US(2)

▪Cette absorption est liée essentiellement à des *mécanismes de conduction thermique et de viscosité*, mécanismes étroitement dépendant de la fréquence

▪Les fréquences élevées provoquent de très nombreuses vibrations qui favorisent le transfert d'énergie

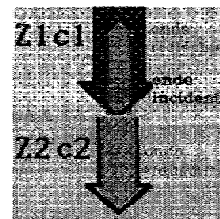
▪Quand la fréquence augmente, l'absorption croît : pour explorer des régions profondes telles que l'abdomen, il est nécessaire d'utiliser des fréquences basses (3,5 MHz)

Plan

- I. RAPPEL SUR LES US
 - A. Nature de l'onde ultrasonore
 - B. Caractéristiques de l'onde sonore
 1. Célérité et impédance
 2. Fréquence et longueur d'onde
- II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHOGRAPHE
 - A. Effet piézoélectrique
 - B. Principe de fonctionnement de la sonde
- III. FORMATION DE L'IMAGE
 - A. Absorption des US
 - B. Transmission et réflexion**
- IV. REPRESENTATION DE L'IMAGE ULTRASONORE
 - A. Mode A
 - B. Mode B

Transmission et réflexion(1)

▪Lorsqu'une onde ultra-sonore atteint *perpendiculairement* une interface, une partie de son énergie est *réfléchie* c'est-à-dire renvoyée vers la source : formation d'un *écho ultra-sonore*



Transmission et réflexion(2)

▪6% de l'énergie acoustique incidente est réfléchi sur l'interface foie-rein
 ▪40% repartent vers la source au niveau de l'interface tissu-mus-os
 ▪Presque 100% lorsque l'onde rencontre une interface tissu-mus-air
 ⇒C'est pourquoi il faut interposer du gel entre la peau et la sonde : le gel possède une impédance acoustique intermédiaire

Plan

- I. RAPPEL SUR LES US
 - A. Nature de l'onde ultrasonore
 - B. Caractéristiques de l'onde sonore
 1. Célérité et impédance
 2. Fréquence et longueur d'onde
- II. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'ECHOGRAPHE
 - A. Effet piézoélectrique
 - B. Principe de fonctionnement de la sonde
- III. FORMATION DE L'IMAGE
 - A. Absorption des US
 - B. Transmission et réflexion
- IV. REPRESENTATION DE L'IMAGE ULTRASONORE
 - A. Mode A**
 - B. Mode B

Représentation de l'image ultrasonore Mode A

- Mode d'affichage le plus primitif
- Affichage de l'amplitude du signal recueilli par la sonde en fonction de la profondeur
- Utilisation d'un seul faisceau

Représentation de l'image ultrasonore Mode B

- Mode de représentation le plus commun
- Représentation du signal par la brillance
- Plus la réflexion des échos est importante, plus le point est brillant
- Utilisation de plusieurs faisceaux = image en 2 dimensions = une coupe

1^{ère} et un
(non compressé)
par cette image.

Plan

- I. ECHOGRAPHIE EN PRATIQUE
 - A. **Matériel et environnement**
 - B. Installation du patient
 - C. Avant de débiter
 - D. Déroulement de l'examen
- II. ECHOGRAPHIE RENALE NORMALE
- III. SEMEIOLOGIE ECHOGRAPHIQUE ELEMENTAIRE
 - A. Image liquidienne
 - B. Image calcique
 - C. Image tissulaire
- IV. EXEMPLES DE PATHOLOGIE

Matériel et environnement(1)

- Salle d'examen spacieuse
- Faible éclairage, variateur de lumière
- Table d'examen inclinable, rouleau de protection jetable
- Lavabo
- WC à proximité
- Armoire contenant la réserve et du matériel à ponction
- Matériel de désinfection

Matériel et environnement(2)



Matériel et environnement(3)



Installation du patient

- Non à jeun
- Vessie pleine
- En décubitus dorsal

Avant de débiter

- Indication de l'examen
- Identification du patient
- Nettoyage de la sonde
- Choix de la sonde et du réglage adaptée



Déroulement de l'examen(1)

- Voie d'abord antéro-latérale des reins



Déroulement de l'examen(2)

- Coupes axiales et sagittales



Déroulement de l'examen(3)

- Objet à explorer dans le 1/3 inférieur du champ



Déroulement de l'examen(4)

- Voie d'abord antérieure de la vessie
- Coupes axiales et sagittales



Déroulement de l'examen(5)

- Toujours regarder le foie, les voies biliaires, la rate, le pancréas, les gros vaisseaux...
- Voie d'abord postérieure des reins éventuellement



Plan

- I. ECHOGRAPHIE EN PRATIQUE
 - A. Matériel et environnement
 - B. Installation du patient
 - C. Avant de débiter
 - D. Déroulement de l'examen
- II. ECHOGRAPHIE RENALE NORMALE
- III. SEMEIOLOGIE ECHOGRAPHIQUE ELEMENTAIRE
 - A. Image liquidienne
 - B. Image calcique
 - C. Image tissulaire
- IV. EXEMPLES DE PATHOLOGIE

Echographie rénale normale(1)

- Parenchyme rénal:
 - Epaisseur : 10-20 mm
 - Hypoéchogène homogène
 - Pyramides et cortex non distinguables (sauf enfant et adulte jeune)

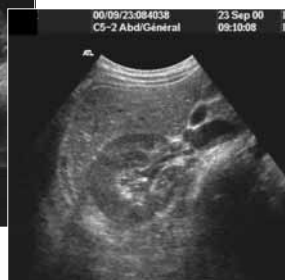


Echographie rénale normale(2)

- Sinus rénal :
 - Echogène, légèrement hétérogène
 - Différentiation parenchymosinusale
- Cavités excrétrices :
 - Non visible
- Vessie :
 - Forme dépendant du degré de réplétion
 - Paroi fine



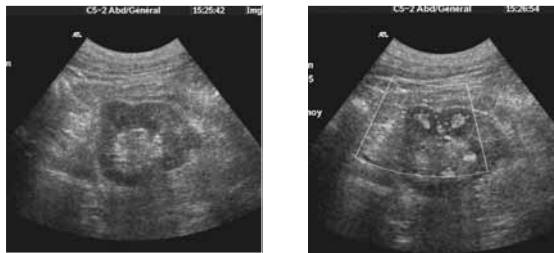
Echographie rénale normale(3)



Echographie rénale normale(4)

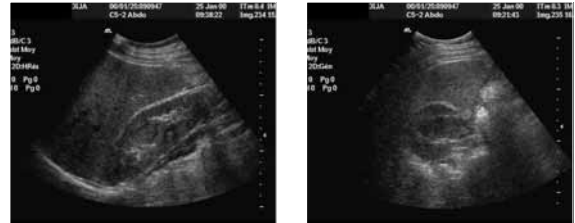
- Variantes du normal :
 - Bosselure physiologique du rein
 - Hypertrophie d'une colonne de Bertin
 - Lobulations foetales

Echographie rénale normale(5)



Bosselure physiologique

Echographie rénale normale(6)



Hypertrophie d'une colonne de Bertin

Echographie rénale normale(7)



Lobulation foetale

Plan

- I. ECHOGRAPHIE EN PRATIQUE
 - A. Matériel et environnement
 - B. Installation du patient
 - C. Avant de débiter
 - D. Déroulement de l'examen
- II. ECHOGRAPHIE RENALE NORMALE
- III. SEMEIOLOGIE ECHOGRAPHIQUE ELEMENTAIRE
 - A. **Image liquidienne**
 - B. Image calcique
 - C. Image tissulaire
- IV. EXEMPLES DE PATHOLOGIE

Image liquidienne(1)

- Anéchogène (aucune onde réfléchi) = noir
- Renforcement postérieur (proportionnellement plus d'ondes US que dans le tissu avoisinant) = blanc
- Typiquement kyste rénal simple

Image liquidienne(2)



Image liquidienne(3)



Renforcement
postérieur

Image calcique(1)

- Réflexion de toutes les ondes US sur interface tissu-os=hyperéchogène= blanc
- Cône d'ombre postérieur= plus d'ondes en arrière de l'interface= noir

Image calcique(2)



Image calcique(3)



Image tissulaire(1)

- Image échogène, hypo ou hyper
- Echogénicité différente pour chaque tissu
- Echostructure homogène
- Cas particulier des lésions tumorales
 - Echostructure souvent hétérogène
 - Atténuation postérieure
 - Effet de masse

Image tissulaire(2)



Plan

- I. ECHOGRAPHIE EN PRATIQUE
 - A. Matériel et environnement
 - B. Installation du patient
 - C. Avant de débiter
 - D. Déroulement de l'examen
- II. ECHOGRAPHIE RENALE NORMALE
- III. SEMEIOLOGIE ECHOGRAPHIQUE ELEMENTAIRE
 - A. Image liquidienne
 - B. Image calcique
 - C. Image tissulaire
- IV. EXEMPLES DE PATHOLOGIE

Colique néphrétique Signes directs(1)

- CALCUL HYPERECHOGENE + CONE D'OMBRE
- et/ou DILATATION D'AMONT (persistant après miction)

Colique néphrétique Signes directs(2)



Colique néphrétique Signes directs(3)

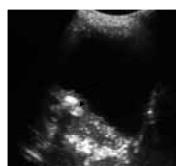
CALCUL DE L'URETERE
ILIAQUE
(croisée des vx)



Colique néphrétique Signes directs(4)

CALCULS DU MEAT

- Vessie pleine +++
- Dilatation de l'uretère pelvien
- Œdème du méat



Colique néphrétique Signes directs(5)

DILATATION D'AMONT

- persistant après miction
- Non proportionnelle à l'obstruction



Colique néphrétique Signes indirects(1)

- OEDEME DU MEAT
- LAME DE LIQUIDE PERIRENAL
- AUTRES CALCULS

Colique néphrétique Signes indirects(1)

- OEDEME DU MEAT
- LAME DE LIQUIDE PERIRENAL
- AUTRES CALCULS

Colique néphrétique Signes indirects(2)



Colique néphrétique Signes indirects(3)

LAME DE LIQUIDE
PERIRENAL



AUTRES CALCULS



Kystes simples(1)

- > 50 % population après 50 ans
- Lésion parenchymateuse non tumorale
- Tubes distaux et collecteurs
- Enveloppe fine tapissée épithélium
- 20 % multiples ou bilatéraux
- Extériorisé : sous-cortical

Kystes simples(2)

- Anéchogène
- Renforcement acoustique postérieur franc
- Paroi indiscernable (interface)

3 critères écho : fiabilité 100 %

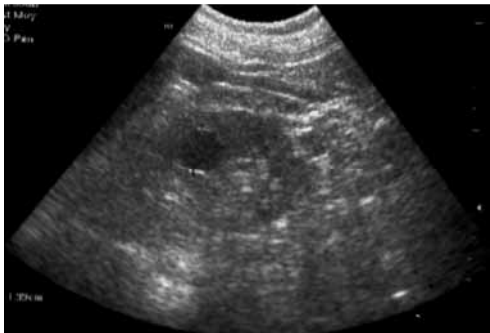
Kystes simples(3)



Kystes simples(4)



Kystes simples(5)



Pyélonéphrite aiguë(1)

▪Signes échographiques:

- Néphromégalie hétérogène du rein atteint
- Contours du rein bosselés ou tuméfaction focale
- Dilatation pyélo-calicielle et/ou urétérale
- Épaississement des parois des cavités excrétrices
- Perte différenciation cortico-médullaire
- Echos en suspension intra-vésicaux et épaississement parois vésicales

Pyélonéphrite aiguë(3)

