

Plan du cours de base d'échographie abdominale et POCUS bases de l'échographie d'urgences du Centre des Formations du CHUV

Objectifs de la formation

Cours de 24 heures correspondant aux objectifs de formation du « Grundkurs Abdomen » de la SSUM (Syllabus Modul Abdomen, http://www.sgum.ch/weiterbildung_fa/dokumente/syllabus170609.pdf), associés aux objectifs de la composante « Bases de l'échographie d'urgence ». https://www.siwf.ch/files/pdf20/fa_pocus_anhang_2_f.pdf

Les objectifs généraux sont les suivants :

Connaître l'utilisation et les limites de l'échographie.
Connaître les principes physiques de l'échographie ainsi que des techniques Doppler.
Connaître et maîtriser l'utilisation d'un appareil d'échographie et savoir comment le régler pour examiner un sujet.
Connaître et savoir appliquer de manière adéquate les règles d'hygiène en échographie.
Connaître les techniques d'exploration échographique ainsi que savoir comment examiner de manière systématique un sujet.
Connaître l'anatomie échographique abdominale normale.
Connaître l'anatomie échographique cervicale normale (y compris la thyroïde), ainsi que l'anatomie échographique ostéo-articulaire normale.
Savoir poser l'indication à une exploration échographique, en particulier aux urgences.
Connaître la définition, les objectifs et savoir réaliser un POCUS abdominal pour les urgences.
Maîtriser les règles d'hygiène pour les ponctions échoguidées et savoir les réaliser.
Comprendre les images échographiques pathologiques et savoir comment les identifier, en particulier:

- Ascite
- Epanchement pleural
- Epanchement péricardique
- Pneumothorax
- Anévrisme de l'aorte abdominale
- Cholécystolithiase, cholécystite
- Dilatation pyélocalicielle
- Globe vésical
- Thrombose veineuse profonde

Cette formation certifiée s'articule autour de cours théoriques (7 heures) et d'activités pratiques sur les machines d'échographie, encadrées par des tuteurs.

Contenu des cours théoriques

Première partie (60')

Cette première partie théorique concerne la physique des ultrasons

Principes de l'échographie

- Ultrasons: ondes sonores de haute fréquence, au-dessus de 20 KHz
- Utilisation médicale: 1-20 MHz

Caractéristiques d'une onde

- Fréquence (f)
- Longueur d'onde (l)
- Relation entre fréquence et longueur d'onde

Propagation de l'onde sonore

- Propagation longitudinale dans les tissus
- Transmission linéaire et non linéaire

Propagation du son

- Interactions avec les tissus

Interactions avec les tissus

- Plus la fréquence est basse, plus l'onde pénètre en profondeur
- Plus la fréquence est haute, plus la résolution est élevée
- Plus la fréquence est haute, plus l'absorption de l'onde est importante

Interaction avec les tissus

- Haute fréquence (10-20 MHz)
- Haute résolution
- Faible pénétration
- Basse fréquence (1-9 MHz)
- Bonne pénétration
- Plus faible résolution

L'image de réflexion du signal

- Appareillage : cristaux piezoélectriques
 - Générateur d'ultrasons
 - Récepteur d'ultrasons
 - La sonde d'échographie est construite selon l'usage envisagé
 - Convexe
 - Linéaire
 - Sectorielle (Phase Array)
- Construction spécifique de la sonde selon emploi
 - Percutanée
 - Endocavitaire
 - Peropératoire
 - Laparoscopique
 - Endoscopique
 - Endovasculaire

Résolution

Dépend non seulement de la fréquence (résolution axiale), mais aussi de la construction de la sonde

Densité des cristaux sur la sonde (résolution latérale)

Taille des cristaux sur la sonde (résolution axiale)

Le faisceau échographique a une épaisseur

L'image de réflexion du signal

L'onde ultrasonore réfléchi est détectée par le transducteur et amplifiée

Plus l'onde provient de la profondeur, plus son intensité est faible

A partir des échos détectés, une image est construite

Plus l'écho est intense, plus sa représentation visuelle est forte

Réglages de l'appareil

Intensité du signal émis = **Puissance (dB)**

Bridée pour limiter les effets biologiques

Profondeur de champ = **Field Of View**

Focalisation du faisceau = **Focale**

Amplification du signal reçu = **Gain**

Amplification sélective du signal à chaque profondeur = **Time Gain Compensation**

Construction d'une image

Pour reconstruire une image il faut connaître l'origine de l'écho

Départ de l'onde sonore depuis la sonde

Arrivée de l'onde réfléchi à la sonde

Mesure du temps écoulé

Emission pulsée

Pour reconstruire une image, il faut connaître la vitesse de propagation du son

Par défaut dans les appareils : 1540 m/s

Modes d'imagerie échographique

Mode A

Mode B

Mode M

Techniques Doppler

Techniques CEUS

Détermination de la distance

Vitesses de propagation du son

Tissus mous standard	1540 m/s
Sang	1570 m/s
Graisse	1430 m/s
Parenchyme mammaire	1490 m/s
Tumeurs bénignes	1555 m/s
Tumeurs malignes	1513 m/s
Silicone	900 m/s

Artéfacts échographiques

Pièges

Vitesse de propagation

Miroir
Duplication
Aides
Renforcement
Le faisceau traverse la structure sans être absorbé
Cône d'ombre
Le faisceau est entièrement arrêté par l'obstacle
Artefact en miroir

Doppler

L'effet Doppler correspond à la variation apparente de la fréquence perçue d'un système d'ondes émit par une source mobile.
Décrit en 1843 par Christian Doppler.
Utilisé en imagerie médicale pour détecter les flux sanguins.

Appareillage Doppler

"Continuous wave" (CW) : tout vaisseau situé sur le trajet du faisceau donne un signal.
Doppler pulsé (duplex) : choix d'un volume d'échantillonnage.
Doppler Couleur (CDI) : codage couleur de l'amplitude du décalage de fréquence sur un grand nombre de volumes d'échantillonnage.
Doppler Energie (CDE) : codage couleur de la puissance du décalage Doppler.

Informations du signal Doppler

Vitesses circulatoires
Direction du flux
Résistance du lit vasculaire

Principes physiques du Doppler pulsé

Emission pulsée
Fenêtre d'échantillonnage
PRF
Fréquence de Nyquist
Angle d'insonation
Aliasing

Deuxième partie (30')

Cette deuxième partie théorique aborde l'utilisation médicale des ultrasons diagnostiques

Terminologie échographique

Échogène
Hyperéchogène
Anéchogène
Hypoéchogène
Isoéchogène
 Nodule hyperéchogène
 Nodule anéchogène
 Masse hypoéchogène

Description d'une image

Emplacement

Nature de la structure

Taille

Forme

Contours

Echogénicité

Homogénéité

Homogène

Hétérogène

Utilisation des outils diagnostics

Probabilité pré-test

Probabilité post-test

Sensibilité et spécificité

Théorème de Bayes : probabilités conditionnelles

Avantages de l'échographie

Non irradiant

Facile à mettre en œuvre

Abdomen adulte et pédiatrique

Gynécologie-obstétrique

Sénologie

Ostéo-articulaire

Cou et thyroïde

Guidage de manœuvres interventionnelles

Imagerie dynamique

Limites de l'échographie

Contact obligatoire avec le patient

Vecteur potentiel d'infections

Certains milieux ne transmettent pas les ultrasons

Air

Certains milieux renvoient complètement les ultrasons

Os

Métaux

Opérateur dépendant

L'échographie comme exploration clinique

Evaluation préalable du dossier du patient

Complément de l'anamnèse

« Palpation échographique »

Exploration systématique

Relation avec le patient

Définition du POCUS

Règles d'hygiène

Une étude de 2017 a montré qu'il y avait une contamination microbienne majeure des appareils d'échographie lorsque les opérateurs n'avaient pas suivi une formation spécifique dédiée aux règles d'hygiène

Sondes d'échographie
Câbles de connexion
Appareils d'échographie
Clavier
Tablette / iPad
Smart Phone / iPhone

Désinfection des sondes

Low-level disinfection: élimination de la plupart des bactéries, de quelques champignons et virus

Essuyage à sec de la sonde pour éliminer tout dépôt macroscopique
Essuyage avec une lingette désinfectante appropriée
Délai de séchage pour laisser agir le désinfectant

Intermediate-level disinfection: élimination de la plupart des bactéries inclus les mycobactéries, de la plupart des champignons et de quelques virus

High-level disinfection: élimination de tous les pathogènes viables, excepté quelques spores

Élimination soigneuse et non contaminante de la protection de sonde
Essuyage à sec de la sonde pour éliminer tout dépôt macroscopique
Procédure de décontamination validée (liquide, peroxyde d'hydrogène, UV)
Délai de séchage pour laisser agir le désinfectant

Stérilisation: élimination de toute flore microbienne, inclus les spores

Idem, mais utilisation d'un stérilisateur approprié au lieu de la procédure de décontamination

Gel d'échographie

Les bactéries peuvent survivre et proliférer dans le gel d'échographie

Des flacons à usage unique doivent être utilisés

Un gel standard non stérile en bouteilles ou sachets à usage unique est adéquat pour les procédures standards, non-critiques

Une fois ouvertes, les bouteilles doivent être utilisées dans un délai restreint et jetées en fin de journée, même si elles ne sont que partiellement utilisées

L'embout de la bouteille ne doit jamais entrer en contact avec le patient ou la sonde

Le gel doit être stocké à température ambiante, jamais dans un récipient chauffant

Si un système de chauffage doit être utilisé pour le confort du patient, la bouteille doit y être placée immédiatement avant usage, puis jetée. Ce dispositif doit être décontaminé régulièrement

Pour le POCUS, des petits sachets à usage unique doivent être privilégiés

Lors de procédures semi-critiques, du gel stérile doit être utilisé

Le gel stérile doit être un gel spécifique dédié à l'échographie

Tablettes et smart phones

Les tablettes et smartphones (Portable Electronic Devices = PED) utilisés par les médecins au lit du malade sont susceptibles de transmettre des infections nosocomiales sévères, y compris des MRSA

>90% des PED des soignants sont contaminés, 25% avec des germes pathogènes

17% des soignants ne nettoient jamais leur PED

34% le nettoie au moins une fois par semaine

Se nettoyer les mains ou porter des gants sans nettoyer le PED ne sert à rien

Indications aux examens échographiques

Abdomen adulte et pédiatrique
Gynécologie-obstétrique
Sénologie
Ostéo-articulaire
Cou et thyroïde
Guidage de manœuvres interventionnelles

Indications de base aux urgences :
Recherche d'un épanchement péricardique
Traumatisme thoraco-abdominal
Anévrisme de l'aorte abdominale
Accès vasculaire

Indications avancées aux urgences :
Maladie vésiculaire
Hydronéphrose
Globe vésical
Thrombose veineuse profonde des membres inférieurs
Pathologie thoracique (épanchement pleural, pneumothorax)
Guidage de manœuvres interventionnelles

Préparation du patient (rarement possible en urgence)
Patient à jeun
Boisson non gazeuse
Éviter le thé, le café et de fumer
Vessie en semi-réplétion

Réglages de base
Choix de la sonde
Profondeur de champ
Focale
Gain
Puissance acoustique (par défaut)

Orientation de la sonde
Manipulations de la sonde
Glissement
Balancement (mouvement dans le plan)
Inclinaison (mouvement à travers le plan)
Rotation
Compression

Réalisation de l'examen
Position du sujet
Décubitus dorsal
Décubitus latéral
Décubitus ventral
Position des bras
Debout
Assis
Acquisition d'une image

Acquisition d'une séquence vidéo
Image statique
Exploration dynamique

Documentation & Archivage

Dossier du patient
Documentation des investigations
Une documentation adéquate est essentielle et obligatoire pour une prise en charge optimale du patient
Les examens échographiques font partie du dossier du patient
Il doit exister un enregistrement permanent des examens échographiques et de leur interprétation

Documentation des investigations

Les images de toutes les régions examinées, normales ou anormales, doivent être archivées
Les images doivent être identifiées avec la date de l'examen, l'identification du patient et l'orientation des images
En échographie, chaque organe et anomalie doit être documentée sur deux plans orthogonaux avec la localisation
La comparaison avec les examens précédents peut apporter des informations importantes

Bases légales

Convention européenne des droits de l'homme
Constitution fédérale suisse
Code civil
Devoirs des personnes civiles et morales
Code pénal
Définition du secret médical art. 321 et 321bis
Loi sur la protection des données (LPD)

Archivage

La sécurité et l'archivage des données médicales est défini dans les législations cantonales
La durée de l'archivage n'est pas définie précisément:
La loi sur la protection des données (LPD) s'applique aux dossiers tenus par les médecins ou cliniques privés, sans durée précisée
Les dossiers tenus par les hôpitaux publics relèvent des lois cantonales (VD: Loi sur la santé publique du 29 mai 1985, LSP)
10 ans pour les documents usuels, au maximum 20
20 ans pour les patients pédiatriques
A vie pour les dossiers de radiothérapie
Correspond au délai de prescription des actions auxquelles le médecin est potentiellement exposé (*Art. 60 et 127 CO art. 97, al. 1, let. c CP art. 46, al. 3 LPMéd..*)

Archivage des images

Picture Archiving and Communication System (PACS)
Volume moyen par modalité
Imagerie standard 15 MB, 2 images par examen
CT 485 MB, 1200 images par examen
Spectral CT 2.9 GB, 4500 images par examen
IRM 210 MB, 1000 images par examen

MRCP 430 MB, 2000 images par examen
Angiographie 30 MB, 15 images par examen
Mammographie 42 MB, 6 images par examen
Tomosynthèse du sein 310 MB, 120-200 images par examen
Echographie 40 MB, 20 images par examen

Exercices sur les appareils: présentation théorique préalable de l'anatomie (15 à 30' ciblées avant les exercices pratiques)

Echographie abdominale

Anatomie échographique

- Foie
- Foie droit
- Foie gauche
- Foie gauche et aorte
- Segments hépatiques
- Veine et branches portes
- Artère principale et branches
- Voies biliaires
- Veines sus-hépatiques et veine cave inférieure

Vésicule biliaire

- Cholélithiase
- Cholécystite

Pancréas

- Tête
- Isthme
- Corps
- Queue
- Accès trans-splénique

Aorte abdominale

- Branches principales
 - Tronc cœliaque
 - Artère mésentérique supérieure
 - Artères rénales
 - Artère mésentérique inférieure
 - Artères iliaques
- Anévrisme de l'aorte abdominale

Veine cave inférieure

- Veines rénales
- Veines iliaques

Ganglions lymphatiques

Rate

- Veine splénique

Sinus costo-diaphragmatiques

Reins

Rein droit

Rein gauche

Parenchyme

Sinus

Cavités pyélocalicielles

Hydronéphrose

Vaisseaux rénaux

Emplacement des glandes surrénales

Espace de Morison

Espace spléno-rénal (Espace de Koller)

Vessie

Jets urétéraux

Globe vésical

Prostate

Vésicules séminales

Espace rétro-vésical

Mesure du volume prostatique avec la formule de l'ellipsoïde $(H \times L \times E)/2$

Utérus et ovaires

Recessus recto-utérin (Recessus de Douglas)

Mesure du volume avec la formule de l'ellipsoïde $(H \times L \times E)/2$

eFAST

Espace de Morison

Récessus spléno-rénal

Espaces pelviens

Espace péricardique

Bases pulmonaires-espace pleural, ligne vertébrale

Thorax antérieur, glissement pleural, lignes B, pouls pulmonaire

Echographie cervicale

Thyroïde

Lobe droit

Lobe gauche

Isthme

Vascularisation

Carotides

Veines jugulaires

Trachée

Plancher buccal

Glandes sous-mandibulaires

Glandes parotidiennes
Ganglions lymphatiques
Musculature

Système ostéo-articulaire

Os
Cartilage
Cartilage articulaire
Capsule articulaire
Ligaments
Tissus mous péri-articulaires
Articulation
Muscle
Tendon
Nerfs périphériques
Peau et tissus sous-cutanés

Epanchements

Espace de Morison
Récessus spléno-rénal (Espace de Koller)
Espaces pelviens
Espace péricardique
Bases pulmonaires-espace pleural, ligne vertébrale
Pneumothorax

Thrombose veineuse profonde

Exploration inguinale
Exploration poplitée

Procédures

Ponction d'ascite
Ponction pleurale
Accès veineux

Contenu des exercices pratiques

Sujet	Durée	Durée	Durée	Durée	Durée	Durée
Connaissance de la machine Reconnaissance des sondes Maintien d'une sonde Réglage d'une image en mode-B Doppler	60'		20'			
Technique d'exploration Manipulation de la sonde Position de l'opérateur Position du sujet		55'	20'			
Foie et voies biliaires Cholélithiase Cholécystite Rate Pancréas Espace de Morison Récessus spléno-rénal				60'	60'	45'
Aorte et gros vaisseaux Anévrisme de l'aorte abdominale Veine cave inférieure Thrombose veineuse		45'	60'			
Reins Hydronéphrose Vessie Globe vésical Organes pelviens Prostate Utérus				75'	60'	
Bases pulmonaires- espace pleural, ligne vertébrale, thorax antérieur, glissement pleural, lignes B Epanchement pleural Pneumothorax Ganglions Cou Appareil locomoteur					60'	70'

Procédures Ponction d'ascite Ponction pleurale Accès veineux						50'
Exploration échographique globale systématique eFAST	60'	60'	60'	60'		

14 octobre 2021

Prof Jean-Yves Meuwly
 Kursleiter SGUM-SSUM
 Service de radiodiagnostic et radiologie interventionnelle
 Centre Hospitalier Universitaire Vaudois
 Université de Lausanne, Faculté de Biologie et Médecine

Cours de base d'échographie abdominale et POCUS urgences

Jour 1

Heure	Thème
09h15	Salutations, présentation du cours et rappel de la structure des Certificats de capacité d'échographie de l'ISFM
09h30	Bases théoriques 1
10h30	Bases théoriques 2
11h00	Démonstration pratique d'une exploration abdominale
11h20	Définition du POCUS urgences abdomen
11h30	Démonstration pratique d'une exploration POCUS urgences abdomen
11h50	Foire aux questions
12h30	Repas de midi
13h45	Exercices pratiques de manipulation de la machine d'échographie
15h00	Théorie foie et voies biliaires, vésicule
15h30	Exercices foie et voies biliaires, vésicule
16h45	Pause
17h00	Théorie pancréas et rate
17h30	Exercices pratiques foie, voies biliaires, vésicule, pancréas et rate
19h00	Fin du premier jour

Jour 2

08h30	Théorie eFAST
09h00	Exercices pratiques eFAST
10h00	Pause
10h20	Théorie aorte et gros vaisseaux
10h45	Exercices aorte et gros vaisseaux
11h30	Théorie thrombose veineuse profonde des MI

- 11h45 Exercices thrombose veineuse profonde des MI
- 12h45 Pause de midi
- 14h00 Théorie reins, voies urinaires et glandes surrénales
- 14h30 Exercices pratiques reins, voies urinaires et glandes surrénales
- 15h45 Pause
- 16h05 Théorie vessie et organes pelviens (prostate, utérus et ovaires)
- 16h35 Exercices pratiques reins, voies urinaires, vessie et organes pelviens
- 17h35 Théorie manœuvres interventionnelles
- 18h00 Exercices manœuvres interventionnelles
- 18h50 Fin de la deuxième journée

Jour 3

- 08h30 Théorie épanchement pleural, ganglions et appareil locomoteur
- 09h00 Exercices pratiques épanchement, ganglions et appareil locomoteur
- 10h00 Pause
- 10h20 Théorie cou et thyroïde
- 10h50 Exercices pratiques cou et thyroïde
- 12h00 Questions et réponses sur les sujets abordés au cours
- 12h30 Pause de midi
- 13h45 Exercices pratiques sur les différents sujets abordés
- 16h45 Evaluation du cours
- 17h15 Fin du cours

Récapitulatif des durées

	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Total
Théorie	2h40	2h35	1h30	6h45
Pratique	5h20	5h50	5h10	16h20
Intro + éval	15'	-	30'	45'
Cours effectifs	8h15	8h25	7h10	23h50
Pauses + repas	1h30	1h55	1h35	5h00
Global	9h45	10h20	8h45	28h50