



UE : SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE

ENSEIGNANT : Mr Espinasse

DATE : 14/02/2024 <3

GROUPE : Jean Emile Koffi, Eliot Le Saout

REMARQUES : Cette année le prof nous à montrer le Doppler en vrai au début du cours (sur lequel il à passer pas mal de temps) et ensuite il a speed run la fin du cours. Bien avoir en tête que Sténose = Turbulence!

IMAGERIE VASCULAIRE ARTÉRIELLE PAR ULTRASONS

Table des matières

I) Généralités	3
A. Couplage échographie + doppler	3
B. Historique	3
C. Production des ultrasons	4
II) Applications	7
A. Echographie vs Scanner & IRM	7
B. Les attentes de l'écho doppler	8
C. Exploration supra-aortique	9
D. Artérites	10
E. Écho-Doppler trans-crâniens	10
III) Les membres inférieurs	12
A. Généralités	12
B. Images	12
IV) Contrôle de la chirurgie	14
A. Généralités	14
B. Endoprothèses	14
C. Pontages	14
D. Artères viscérales	15
E. Greffons rénaux	16
F. La maladie variqueuse	19
G. Dysfonction érectile	22

V) Conclusion

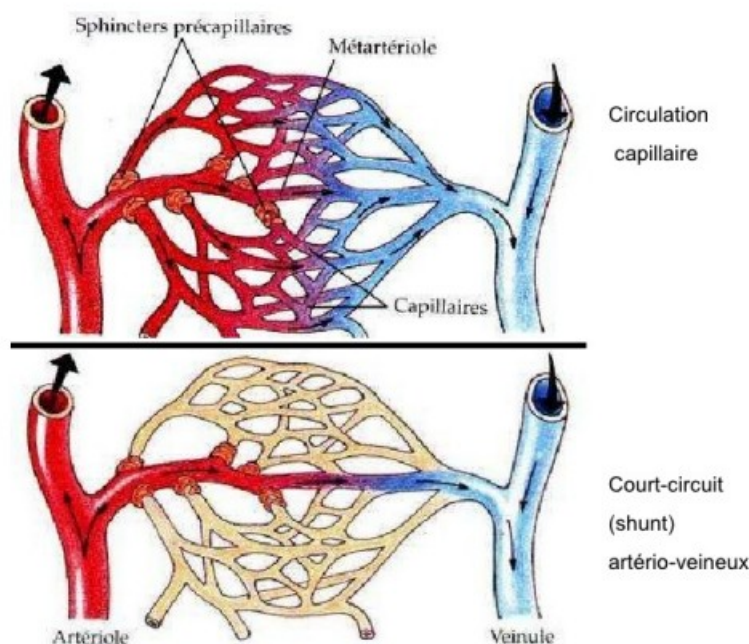
23

Introduction avec le Doppler IRL:

Le prof aborde les notions d'artères à visée musculaire et d'artère irriguant les organes nobles avec deux exemples :

-La carotide est une artère irriguant les cerveau. Le cerveau doit avoir un flux de sang en continu (au doppler on entend pshiuuuuupshiuuuuupshiuuuuu xD) (lorsque le cobaye arête de respirer il va désoxygéner son sang ce qui va le rendre plus visqueux et augmenter la résistance vasculaire (la pression ne change pas mais la vitesse augmente car on ouvre les shunts de circulation périphérique « c'est comme le tuyau d'arrosage de votre jardin »))

-Une artère de l'avant bras par exemple est une artère à visée musculaire, c'est à dire que la circulation dans celle-ci est intermittente, avec du sang qui recule parfois. (lorsque le cobaye ferme et ouvre le poing de manière répété il va fatiguer ses muscles qui vont donc demander plus de sang à l'artère. On passe donc d'une artère au repos à une artère qui à besoin d'énergie, ce qui va ouvrir les shunt artério-veineux périphérique, augmenter la vitesse du sang dans l'artère et donc les turbulences)



en haut shunts ouverts et en bas shunts fermés

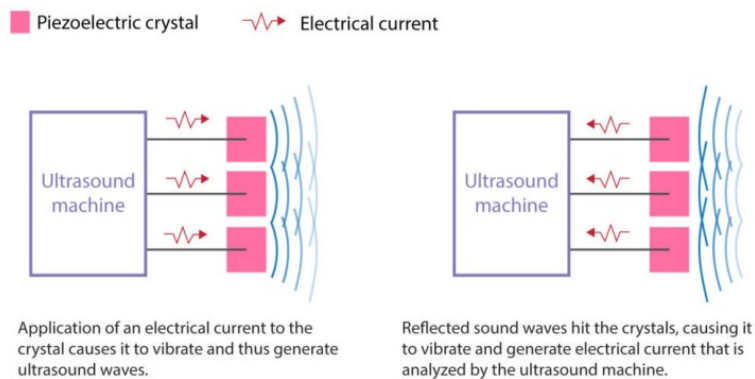
I) Généralités

La spécialité vasculaire étudie tous les vaisseaux (artères, veines et lymphatiques). Elle se compose surtout de 3 entités, qui sont les artériopathies, soit la recherche d'athéromatose chez des patients qui ont souvent des problèmes cardio-vasculaire.

Des Maladies thrombotiques veineuses, soit les caillots sanguins dans les veines. Et ensuite, toute une partie qui est le traitement des varices.

A) Couplage échographie + doppler

Fréquence audible pour l'homme entre 20 et 20000 Hz. Ce sont des vibrations mécaniques. La génération d'un ultrason se fait en faisant vibrer des piézoélectriques, on applique un courant et la particularité de ces cristaux et qu'ils vont se déformer, ce cristal reçoit alors une onde et va générer de l'énergie.



Lorsque l'on met des fréquences très élevées, on a une très bonne résolution mais moins de pénétration, à l'inverse si l'on met des fréquences très basses, on arrive à aller plus profond mais la résolution spatiale est moins importante. Il y a donc un compromis entre haute fréquence et basse fréquence. Pour étudier des vaisseaux sous la peau, des sondes hautes fréquences sont intéressantes car l'on voit très bien la structure, cependant si l'on doit aller plus profond, des sondes basses fréquences sont nécessaires.

B) Historique

En 1842 l'Autrichien Christian Doppler découvre la modification de fréquence des vibrations sonores émises par une source en déplacement (effet Doppler). Il passa sa vie à essayer de convaincre la société scientifique qu'il existait un effet doppler. Actuellement, bien que son utilisation est générale, l'effet est principalement utilisé dans le domaine médical.

Christian DOPPLER (1803-1853)

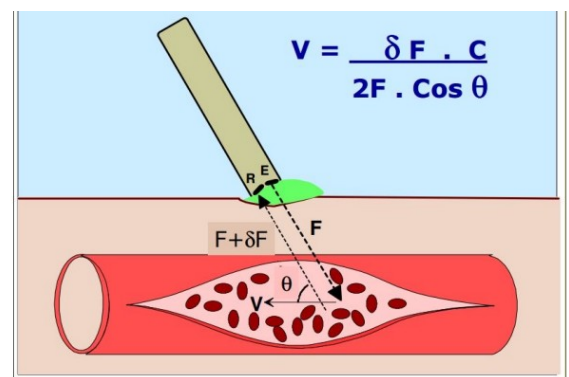
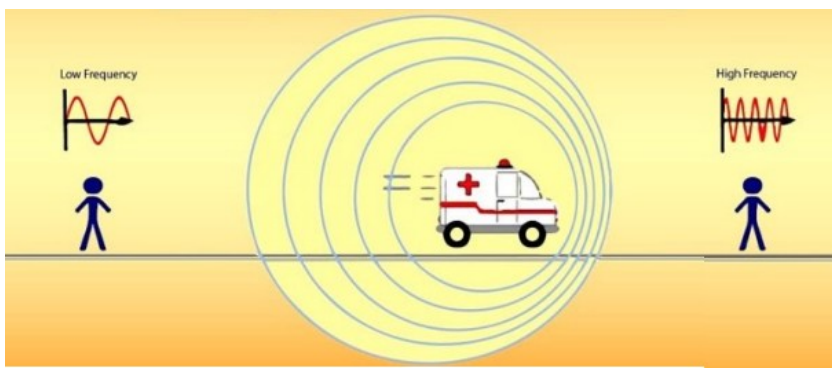


C) Production des ultrasons

On va envoyer des ondes mécaniques et on va étudier le déplacement des érythrocytes, lorsqu'ils se déplacent, ils vont faire varier l'onde que l'on envoie qui sera réfléchi par ses globules rouges permettant alors d'avoir la notion de la vitesse de celui-ci. On peut faire l'analogie avec le bruit d'une sirène, qui lorsqu'elle est derrière-nous est très aiguë et lorsqu'elle passe à côté, est beaucoup plus grave. Il a une modification de la fréquence (et non pas de l'intensité): son plus aigu ou plus grave

- Principe de bases

On a une équation: avec un δ de fréquence et un $\cos(\theta)$ qui rentre dans le jeu est qui est important car un $\cos(\theta)$ à 90° , sera nul. On aura alors pas de signal ou un signal très mauvais. Le mieux serait d'être dans l'axe du vaisseau mais cela est compliqué alors un bon compromis est de prendre un angle de 60° afin d'avoir une bonne information et pas de perte de signal.



En mesurant la différence de fréquence (dF) entre d'émission et réception, \Rightarrow Calcul vitesse V de déplacement de la cible, donc des globules rouges.

Il y a donc un compromis entre deux choses, l'échographie simple qui se fait à 90° et l'écho-doppler qui se fait en angulation. Il faut donc trouver le bon compromis entre les deux modalités

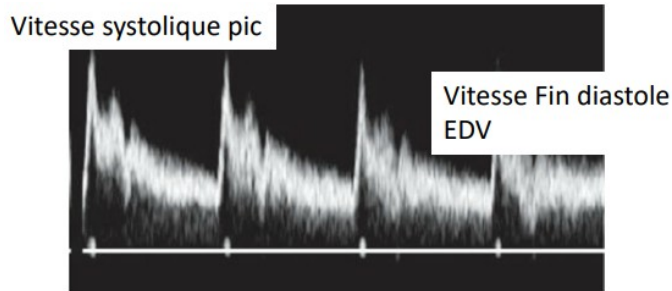
On peut observer un exemple de mesure de vitesse en systole/diastole ou la vitesse augmente en systole et diminue en diastole. Et si l'on étudie des rétrécissements d'artères, des sténoses et que l'on dit "est ce que l'on doit opérer le patient ou non" et que l'on observe une vitesse de 300 cm/sec, on peut alors opérer le patient alors que si l'on se trompe d'angle, que l'on est trop à l'horizontale, la vitesse est alors plus que de 180cm/sec et on peut alors passer à côté de sténoses. L'écho-doppler est très opérateur dépendant, si l'on se trompe, il peut y avoir facilement des erreurs très importantes.

- Etude hémodynamique

Dans le sang les vitesses fluctuent, en effet elles augmentent, puis deviennent nulles, le sang repart en arrière dans les gros vaisseaux puis repart en avant, en arrière. Ce n'est pas un flux continu.

Si l'on augmente dans les vitesses, il y en aura toujours une qui restera positive. On retrouve principalement cela pour les vaisseaux destinés aux organes nobles, les vaisseaux musculaires et l'aorte, on a plus un flux qui est pulsatile, ça avance et ça recule dans le vaisseau.

Le haut est la vitesse systolique "pic" et la partie basse c'est l'EDV, la vitesse de fin de flux.

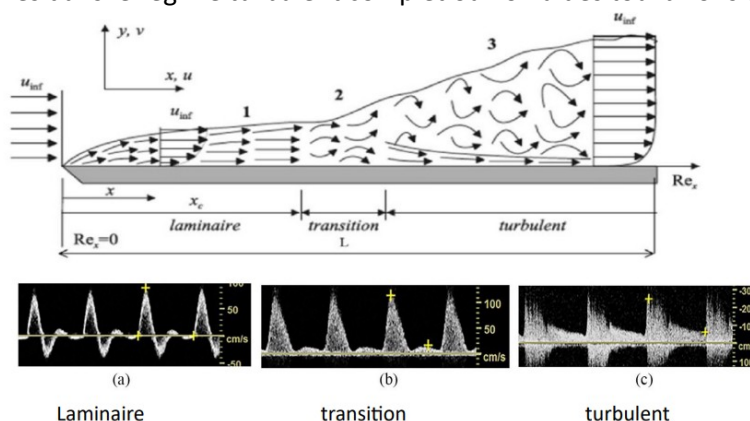


(exemple de doppler en apnée ou hypoxie(=vitesse, résistance vasculaire et turbulence augmenté)

Il y a une notion hémodynamique importante car ce que l'on va étudier ce sont des flux, c'est la particularité de l'écho doppler. Même si l'on peut avoir des flux sur un scanner, on a pas d'information en direct (systole/diastole).

Lorsque l'on passe sur un vaisseau de plus petit calibre, on a le même débit mais la vitesse accélère de fait. L'augmentation des vitesses va avoir des changements d'hémodynamique. Si l'on prend un tuyau simple dans lequel de l'eau circule, l'eau avancera de façon linéaire, avec tant de vitesse. Si l'on augmente la vitesse, il va commencer à avoir des turbulences.

Ce que l'on appelle le régime laminaire, c'est quand chaque molécule va suivre son chemin. On retrouve après un régime de transition on va commencer à avoir des fluctuations, des turbulences et ensuite nous sommes dans le régime turbulent complet où l'on a des tourbillons dans le flux.



En échographie-doppler, chaque point blanc que l'on observe est un échantillonnage de vitesse, on peut alors remarquer que l'on a des échantillonnages sur tout le spectre ce qui veut dire que l'on a des vitesses qui sont quasiment nulles et ici que l'on retrouve des vitesses maximales. Cela veut dire que l'on a des vitesses proches de zéro mais également des vitesses élevées. Et lorsque l'on est dans

une sténose très importante, on a des échantillonnages serrés, parce qu'on a des vitesses en avant mais également des tourbillons qui reviennent en arrière et c'est ce que l'on cherche à observer.

Et sur la fluctuation temporelle, si l'on se met à un endroit turbulent, on a la particularité de voir les vitesses qui ralentissent/accélèrent. Et cela peut aller jusqu'à des flux négatifs.

Cela a des importances en cliniques car ce sont dans ces zones là, que va se mettre de façon préférentiel l'athérome. Si l'on dessine le profil de façon moyenne on aura un profil turbulent, mais localement on aura des variations de vitesse.

Le nombre de Reynolds, rapport des forces inertielles / visqueuses, permet de définir le passage entre le régime du haut et le régime du bas. La transition se fait à 2100, nombre qui n'a pas de valeur et qui dépend de la vitesse. Plus on va aller vite, plus on va avoir des régimes turbulents, cela dépend du diamètre, plus il va être fin plus on aura tendance à avoir des turbulences mais cela dépend également de la viscosité du milieu.

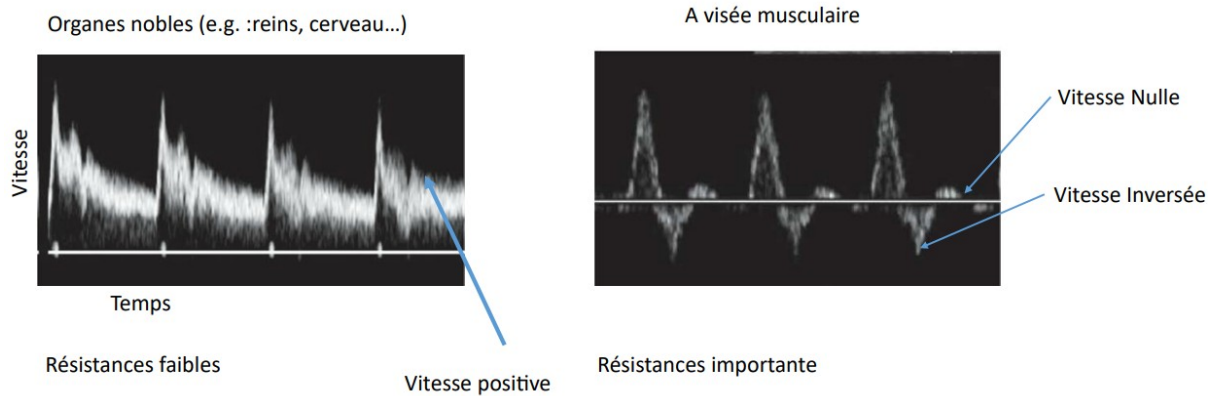
Si on a un patient qui a une anémie ou une polyglobulie, cela va changer de façon très importante la viscosité et donc sur une même géométrie, un même vaisseau, voir sur un même patient, le fait qu'il soit en anémie/polyglobulie va passer d'un régime laminaire à un régime turbulent.

Quand c'est plus visqueux, on a moins de turbulences car moins fluide (cf analogie de l'huile, de l'alcool).

- Application médicales

On utilise les deux modes de l'écho doppler de manière quotidienne. On cherche notre vaisseau et une fois que l'on a trouvé la paroi du vaisseau, on utilise la fonction *couleur* du doppler, l'appareil va alors échantillonner tous les éléments qui bougent et va dire où se trouvent les mouvements. Cela donne une valeur moyenne, qui permet de se faire une idée, par exemple on aura pas de flux s'il y a une thrombose. Après cela on regarde la modalité *échantillonnage dans le temps*, on se met au milieu du vaisseau et on regarde. On va donc pouvoir observer la vitesse qui augmente/diminue dans le temps. Ces flux permettent de faire les mesures sur une imagerie comparée à si on avait juste des couleurs. On obtient avec ce mode, les mesures exactes.

La deuxième chose cruciale à comprendre est que les vaisseaux ont un rôle majeur. En effet, les organes nobles auront un flux qui augmente et une vitesse positive, c'est un flux continu tandis que pour les organes à visée musculaire, la vitesse augmente et diminue (elle devient négative) en fonction du temps. On imagine bien que pour le cerveau, une alimentation discontinue n'est pas possible.

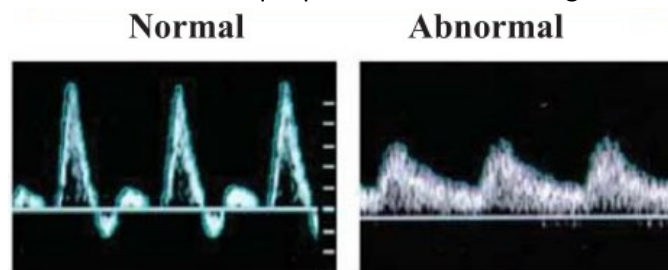


En fonction du type de vaisseau par exemple si il y a des sphincter, il y aura une résistance soit un flux discontinue tandis que si on retrouve des valves, le flux sera continue

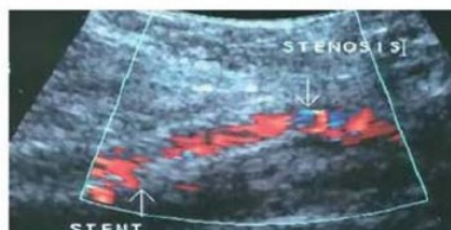
De plus, si on prend un vaisseau en état de repos et un vaisseau lors d’une activité physique (ski, apnée), on passera d’un flux musculaire discontinu au repos à un flux moins résistif lors de l’effort; Les vaisseaux sont très réactifs.

Pour la sténose, bien que cela reste des probabilités, on peut savoir s’il y a la présence d’une sténose ou non en regardant le flux.

Si le patient a mal à la jambe au bout de 50, 100m et a un pas claudicant, il y a de forte probabilité qu’il ait un problème même si on le remarque pas directement en regardant les flux.

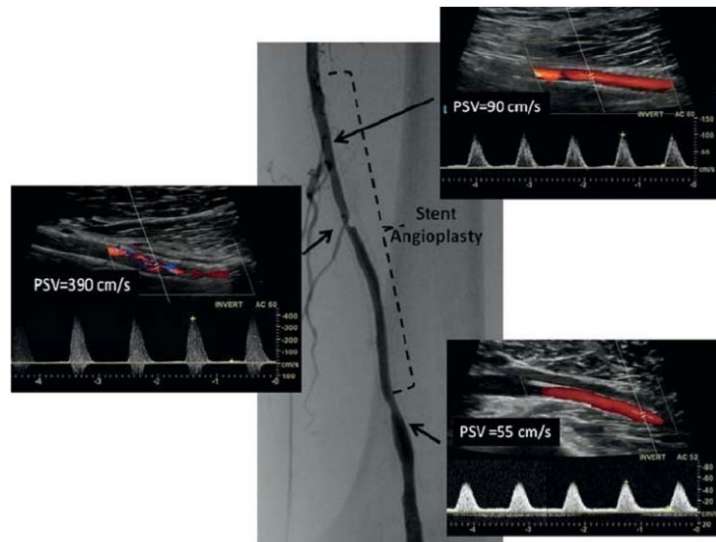


Lors d’une sténose, on va perdre cette composante positive, négative. Lors d’une sténose Si l’on observe en amont, la vitesse augmente petit à petit, alors qu’initialement on a des vitesses qui sont négatives dû a des tourbillons. En aval, le flux sera également changé.



Artériographie faite par un chirurgien vasculaire, on remarque la présence d'un stent et d'une sténose.

Le produit de contraste permet d'observer d'une manière différente. Sur cette image, on observe la vitesse qui change en amont/aval de la sténose.



PSV = pic systolique velocity (vitesse max en systole)

390 cm/s = grosse sténose

55 cm/s : vitesse diminuée du fait de la sténose en amont



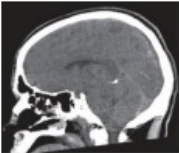
II) Applications

L'écho doppler s'applique pour

- les vaisseaux cérébraux
- les vaisseaux cervicaux
- les vaisseaux de l'abdomen
- les vaisseaux superficiels
- les artères des membres
- les veines des membres

« thorax on voit rien »

A) Échographie vs Scanner & IRM

	Échographie US	IRM	Rayons X
			
Principe physique	Réflexion des ondes US	Relaxation magnétique	Absorption des rayons X par le noyau atomique (Z)
Type d'imagerie	Anatomique et fonctionnelle	Anatomique et fonctionnelle	Anatomique
Résolution spatiale	~ 0.2 mm	~ 1 mm	~ 0.1 mm
Résolution temporelle	~ 1 s	~ 5 à 10 min	~ 1 min
Durée d'un examen	5 à 15 min	20 à 60 min	5 à 15 min
Sensibilité de détection	Dépend de la profondeur	Sensibilité aux tissus mous	Sensibilité faible aux tissus mous
Risques	Echauffement des tissus	Echauffement des tissus Problème lié au port d'implants (ex : pace maker)	Faible exposition aux rayonnements ionisants en radiologie conventionnelle. Exposition plus importante dans le cas du scanner
Avantage	Accessible Non irradiant Rapide Dynamique Résolution spatiale	Non irradiant Imagerie en coupe, nativement 3D Résolution en contraste endogène Multimodal (anatomique, fonctionnelle..), dynamique	Accessible Rapide Peux onéreuse
Inconvénient	Limitée en profondeur Résolution en contraste Zones inexplorables (thorax, os, crâne) Opérateur dépendant	Onéreuse Peu accessible Nécessite l'immobilité du patient	Irradiant Faible résolution en contraste

actuellement le doppler a une meilleure résolution et une durée d'examen moins longue (retenir opérateur dépendant++)

B) Les attentes de l'écho-doppler

- Un « bilan » lésionnel ou non
- Une prise en charge spécifique
- Une attitude thérapeutique qui sera:
 - Médicale
 - Chirurgicale

On traite un patient et non une image+++ De plus le fait d'échanger avec lui permet d'avoir des éléments précieux que cela soit pour la prise en charge ou pour connaître le degré de gravité.

En Clinique

Intérêt de l'imagerie vasculaire par Ultrason => dans l'objectif d'une prise en charge thérapeutique / chirurgicale

Artériel:

- Recherche de sténoses Aorte/MI membres sup
- Bilans d'AVC/AIT
- Sténoses artères rénales
- Recherche de claudication mésentérique
- Suivi post chirurgical : Stent/transplantation (rénal, hépatique)
- Bilan pré chirurgical : Fistules artério-veineuses
- Suivi de fistules artério-veineuses

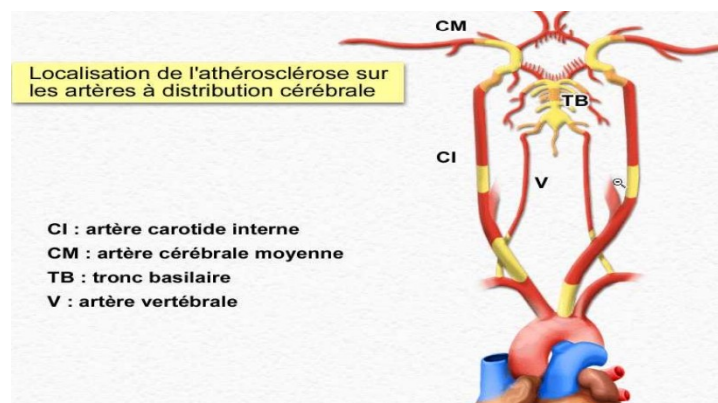
Veineux:

- Recherche de thromboses
- Recherche d'insuffisance veineuse

C) Exploration supra-aortique

Pour l'exploration supra aortique: on étudie principalement la carotide et ses branches (interne, externe), l'artère vertébrale et les subclavières.

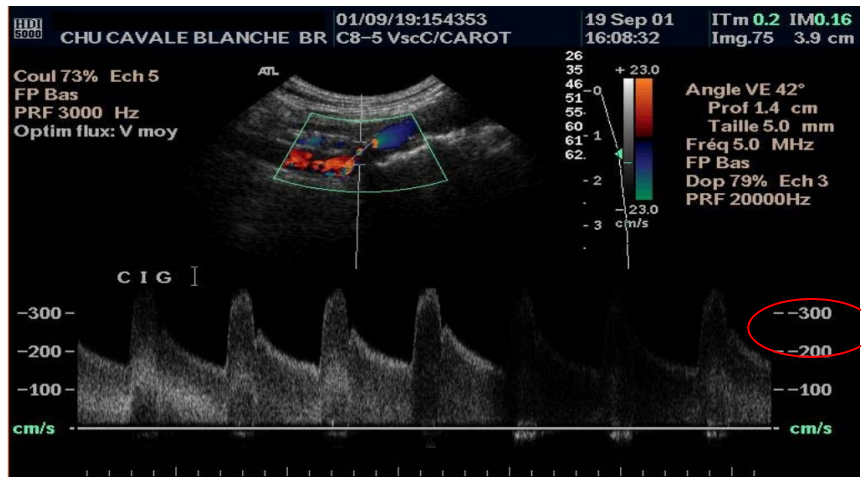
Les vertébrales , le tronc basilaire, on arrive à voir les artères fémorales moyennes antérieures et postérieures en transcârien.



A partir d'un certain âge, les patients qui sont très âgés ont tendance à avoir de l'ostéoporose du coup les ondes ne passent plus et donc on arrive plus à observer. Ce que l'on cherche principalement dans cette région sont des sténoses localisées à certains endroits, le plus souvent c'est à l'origine de la carotide interne. La plupart du temps, l'acte chirurgical consiste à ouvrir, enlever la plaque d'athérome et refermer.

On peut observer sur l'image des plaques d'athéromes qui se sont calcifiés, ce qui fait que l'on ne voit pas à travers.

1- Sur la sténose, on va réaliser des tir doppler, on peut voir que l'on a 3cm/s ce qui est pour la carotide interne très élevé.



La partie en haut ne sert qu'à se repérer, en réalité c'est la partie basse qui fait foi à l'examen.

Par convention les flux sanguins s'approchant de la sonde apparaissent en rouge et ceux qui s'en éloignent apparaissent en bleu.

« on peut choisir de mettre en couleur tout ce qui bouge(veine et artère)ou alors seulement ce qui bouge très rapidement (artère) »

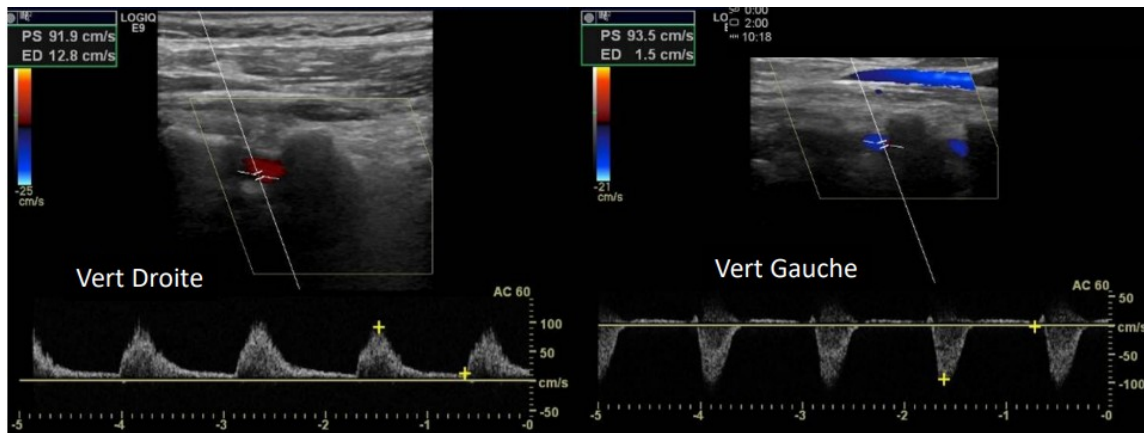
Lorsque le chirurgien doit opérer, il vérifie 2 modalités avant de traiter:

- un angio scanner
- un écho-doppler

Ces deux modalités doivent concorder, en cas de doute on réalise un angio-IRM.

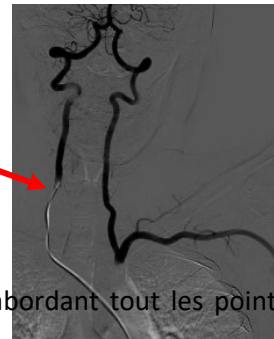
La sténose serrée ACI joue sur les flux ophtalmique, qui sont en temps normal positif, or on observe ici qu'ils sont négatifs.

2- Occlusion de la carotide interne, quelque chose qui bloque car l'on observe pas/peu de flux, on fait donc un tir doppler et on observe que c'est complètement occlu. Sachant que lors d'une occlusion complète, on ne la revascularise pas.



Si l'artère sous clavière gauche est occluse, le sang passera par la vertébrale droite. On observera donc un flux positif à droite et un flux négatif à gauche car on échantillonne du sang qui redescend. Ce sont donc des personnes qui auront des vertiges, car ce sera moins irrigué. (cf image avec produit de contraste)

« on ne revascularise pas une carotide occluse car on risque de créer plus de dégâts surtout si c'est chronique, en aigu ça se discute »



3-dissection (à partir de là il a grandement accéléré en abordant tout les points de manière très succinte)

Dissection occasionnellement, c'est la partie intimal qui se déchire et le sang va passer à travers. Cela peut donc donner un thrombus ou alors le sang circule partiellement dans le faux chenal. On peut voir une anomalie en échographie img en 2D à inclure. De plus si on observe avec le tir doppler couleur, on a pas un tir normal. Le sang rentre et ressort, il n'arrive pas bien à passer. Sur la vidéo on peut voir que l'intima bouge, dû au va et vient du sang lors de la diastole/systole

D) Artérites

On peut étudier des maladies inflammatoires et notamment la maladie de Takayasu. On peut voir des épaississements des artères sur des patients post-radiation pour des traitements.

On peut avoir des occlusions, par exemple l'artère vertébrale gauche, en tir en couleur on voit rien donc il faut faire des tir doppler. On peut également retrouver des sténoses

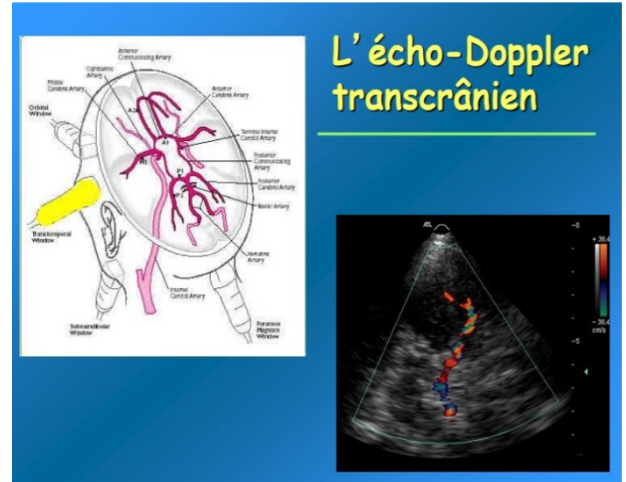
E) Écho Doppler transcrânien

On va mettre la sonde au niveau temporal, c'est une sonde spécifique qui ressemble un peu à une sonde cardiaque. On peut observer l'artère vertébrale moyenne.

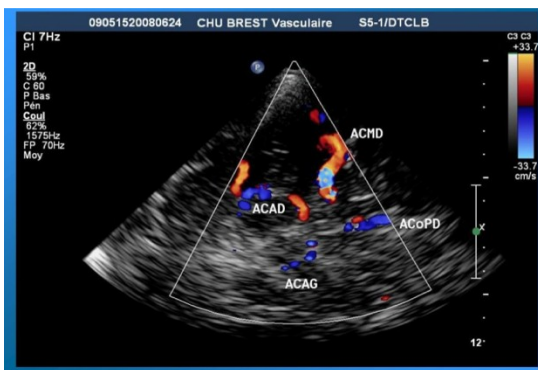
Il n'est pas toujours possible de voir tout en échographie cependant il est quand même possible de réaliser un écho-doppler transcranien en passant au niveau des sutures

Lors d'une sténose, si la sténose est basse, on aura des signes indirects comme un flux qui sera amorti, à l'inverse si la sténose est haute, on aura une augmentation de la vitesse.

Bien que le cerveau soit protégé par une structure osseuse qui ne laisse pas passer les ultrasons, il est quand même possible de réaliser un écho-doppler transcranien en passant au niveau des sutures ce qui permet de faire passer les ultrasons et d'observer la vascularisation cérébrale. Il existe différentes fenêtres, la plus importante étant celle en jaune sur le schéma = la fenêtre temporelle et celle en bas à droite, la fenêtre occipitale.

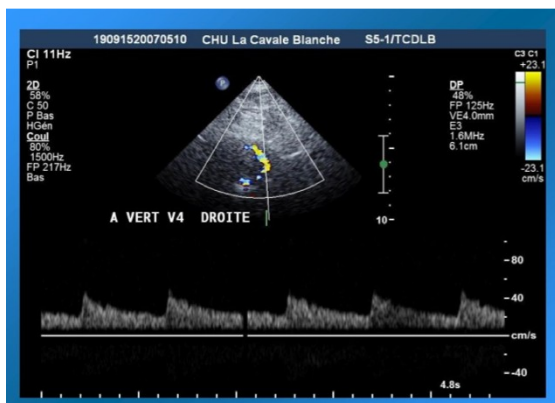


L'écho-Doppler transcranien



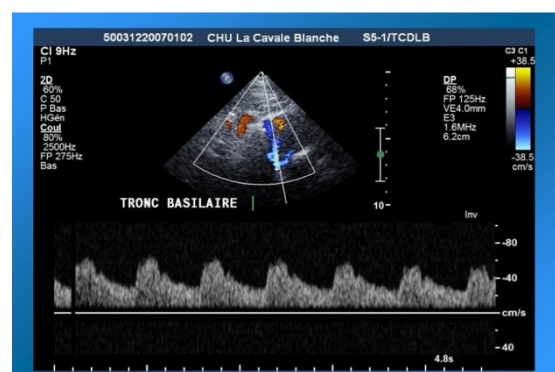
Sur ce cliché, on voit en transcranien par voie temporelle, on est au niveau du polygone de Willis. L'artère cérébrale moyenne droite (ACMD), à gauche les artères cérébrales antérieures (ACAD et ACAG) et en bas à droite l'artère communicante postérieure.

Il est également possible de faire un doppler pulsé permettant d'enregistrer les flux au sein des vaisseaux intracérébraux.



Il en est de même par voie postérieure où l'on peut enregistrer les artères vertébrales dans leur portion V3 et V4 mais aussi le tronc basilaire que ce soit en doppler couleur ou en doppler pulsé.

Ici nous avons un cliché en triplex du tronc basilaire visualisé en bleu par le doppler couleur (car il fuit la



sonde) et enregistré par un tir doppler pulsé permettant de capter un tronc basilaire tout à fait normal sur ce cliché.

*

III) Les membres inférieurs

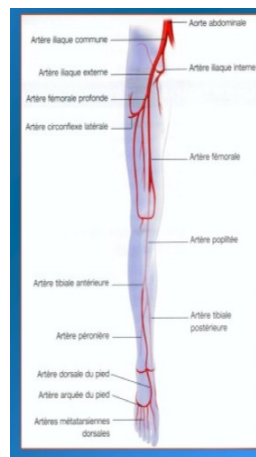
A. Généralités

Pour ce qui est des membres inférieurs, on va rechercher athéromateuses, des anévrysmes +++

On recherche également des thromboses.

Lorsque l'on a un thrombus qui est assez hypoéchogène, c'est un facteur indiquant c'est assez récent.

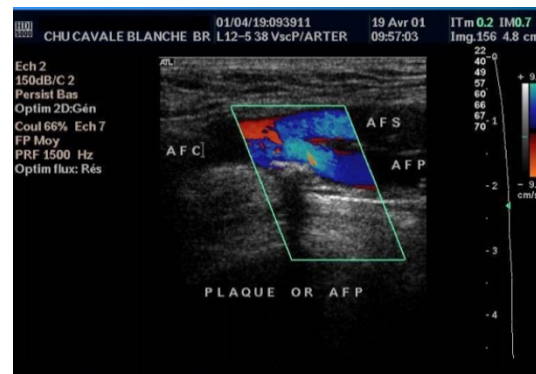
L'exploration par ultrasons des artères des membres inférieurs permet essentiellement l'analyse des plaques athéromateuses dans le cadre d'une artériopathie oblitérante des membres inférieurs et de détecter ou de surveiller des anévrysmes aortiques ou artériels périphériques (fémoral, poplité...) et de suivre les résultats de la chirurgie conventionnelle ou endovasculaire.



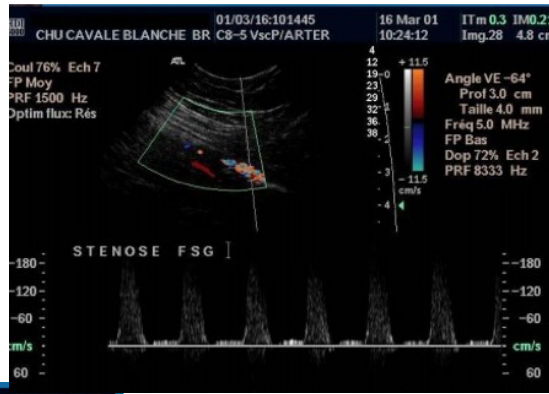
des plaques

B. Images

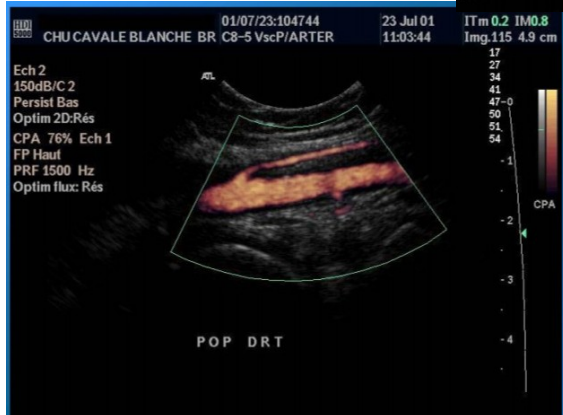
Sur cette image on observe un trépied fémoral en coupe longitudinale avec la tête vers la gauche et les pied vers la droite et on voit à l'origine de l'artère fémorale profonde, une plaque calcifiée d'athérome caractérisée par le cône d'ombre sous-jacent. D'ailleurs dans cette image si la plaque avait été de l'autre coté du vaisseau nous n'aurions pas pu voir le vaisseau aussi bien (à cause du cône d'ombre de la calcification)



Sur l'image de gauche, on trouve plutôt hypoéchogène mise en doppler puissance. Et sur celle de tir doppler pulsé centré sur ce l'aliasing (= mosaïque de couleur doppler couleur). Cela permet une sténose sur l'artère fémorale superficielle(FSG sur le schéma).



une plaque évidence par le droite grâce au qu'on appelle observée sur le d'enregistrer



Cliché normal en doppler énergie en coupe longitudinale avec en bas à gauche le condyle fémoral, en bas à droite le plateau tibiale et donc on voit l'artère poplitée sus et sous articulaire avec le tronc des gastrocnémiennes qui part de cette artère poplitée sus-articulaire.

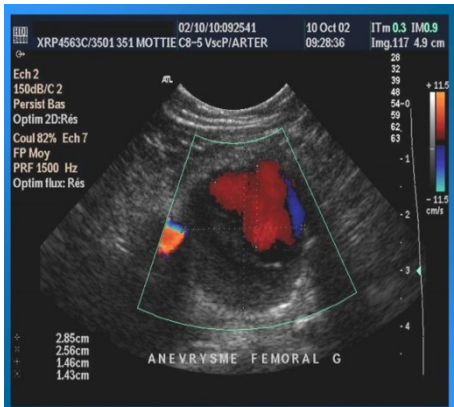
Ici, une coupe longitudinale de l'artère poplitée basse donnant le tronc tibio-fibulaire et l'artère tibiale antérieure.



Sur le cliché de gauche on voit une absence de couleur au doppler au milieu du cliché qui correspond à un thrombus poplité sur embolie d'origine cardiaque. Sur celui de droite, le doppler pulsé montre une démodulation systolo-diastolique du tronc tibio-fibulaire témoin d'une occlusion en amont.

Autre pathologie que l'on peut découvrir lors d'un écho-doppler artériel des membres inférieurs. Sur les images ci- contre on peut voir un anévrisme de l'aorte abdominale sous-rénale avec un thrombus très important (visualisation en doppler couleur du chenal résiduel).





La problématique d'un anévrisme est double, d'une part par la rupture et d'autre part par l'embolie du fait du thrombus étant dans le sac intra-sacculaire de l'anévrisme. Si les anévrismes de l'aorte ont la particularité de se rompre, les anévrismes périphériques se révèlent souvent par des embolies distales avec des ischémies. Sur ce cliché on voit très bien un anévrisme fémoral gauche avec un énorme thrombus.

Sur ces deux clichés : visualisation de 2 anévrismes poplités dont celui de droite est particulièrement important et a été responsable d'une ischémie aiguë de la jambe.

→ Tout poulx poplité trop bien perçu doit être considéré comme un anévrisme poplité jusqu'à preuve du contraire !



IV) Contrôle de la chirurgie

A. Généralités

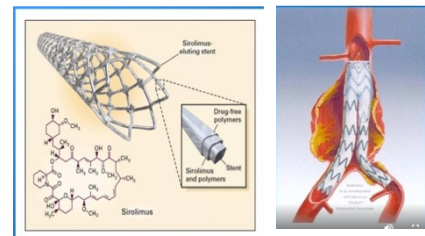
Outre les pathologies athéromateuses et anévrysmales, l'exploration par écho-doppler permet le contrôle de la chirurgie.

- Efficacité : exclusion d'un anévrisme à court et long terme (endoprothèse aortique)
- Permet de détecter les complications précoces post-opératoires : Thrombose du pontage. Hématome. Resténose = nouvelle sténose (suite à une endartériectomie : on ouvre l'artère pour enlever la plaque athéromateuse)
- Permet de détecter les complications tardives : sténose, occlusion, infection.



B. Endoprothèses

Sur l'image de gauche, on voit un stent dit nu et sur l'autre image c'est une endoprothèse aortique mise en place sans ouverture du sac anévrysmale (ici le sac a été retiré pour que l'on puisse voir la prothèse). Le but étant que le sang passe dans l'endoprothèse et de ne plus alimenter l'anévrisme qui va alors se thromboser et rétrécir.



Ici on peut voir une image échographique d'un anévrisme de l'aorte abdominale ayant bénéficié d'une endoprothèse que l'on observe dans le sac anévrysmal avec les points hyperéchogène correspondant à la structure métallique.

C. Pontages

Il y a différents types de pontage soit prothétique, soit veineux ou bien mixte permettant la prise en charge d'une artériopathie.

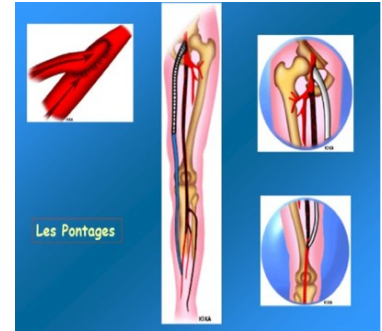
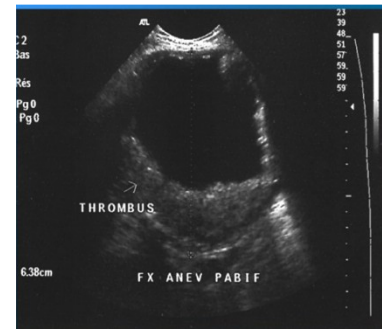


Image mode B caractéristique d'un pontage prothétique en PTFE bien identifié par la double interligne.

Ici cliché d'une complication d'une anastomose d'une prothèse avec création d'un faux anévrisme, c'est-à-dire d'un lâchage de suture entraînant un hématome circulant.



Pour voir si il n'y a pas de sténose par la suite, on fait une recherche en 2D

D. Artères viscérales

Il est également possible d'explorer l'aorte abdominale et ses branches viscérales en particulier l'artère mésentérique supérieure (AMS sur le schéma) + tronc cœliaque et les artères rénales. Les artères rénales sont rétro commandées, pareil pour le rein.

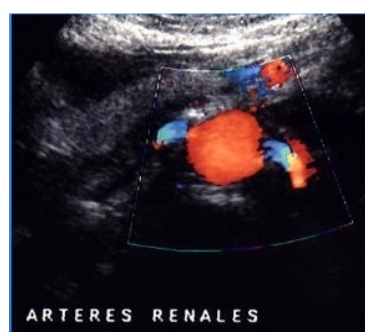
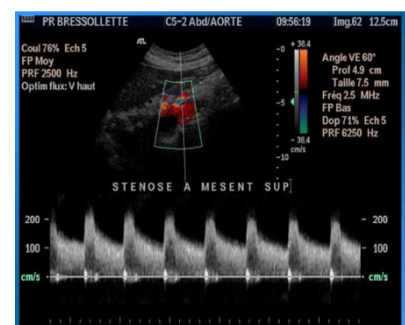
Ici une coupe longitudinale au niveau du creux épigastrique permettant de dégager le tronc cœliaque et l'artère mésentérique supérieure.



Le repérage de ces artères est facilité par le doppler couleur qui permet ensuite l'enregistrement du doppler pulsé afin d'analyser les flux au sein de ces artères.

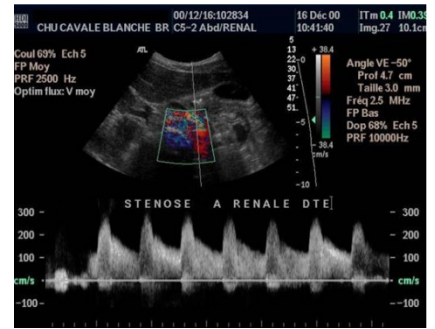


Sur cette image on peut voir une sténose typique de l'artère mésentérique supérieure bien visualisé en doppler couleur grâce à cette mosaïque au niveau de la sténose ainsi qu'un doppler pulsé qui nous permet d'affirmer la sténose responsable d'un angor mésentérique.



Visualisation en doppler couleur des artères rénales droite et gauche et visualisation en bas et à droite (sur l'image de gauche) de l'artère rénale arrivant au niveau du hile et en intra parenchymateux.

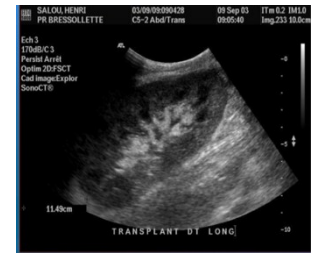
Ici un cliché typique d'une sténose ostiale de l'artère rénale droite responsable d'une hypertension artérielle.



On peut observer sur l'image de l'infarctus rénal qu'il manque une partie comparé à un rein bien irrigué.

E. Greffons rénaux

Contrôle à J1 le lendemain de la transplantation, on vérifie que le rein ne souffre pas et que l'artère est imperméable



De la même façon que les ultrasons permettent d'étudier les reins natifs, il est possible (et important) de surveiller les greffons rénaux en post-opératoire et tout au long de la vie du greffon. Ceci est d'autant plus facile que les greffons rénaux sont positionnés en fosse iliaque et donc relativement accessibles.

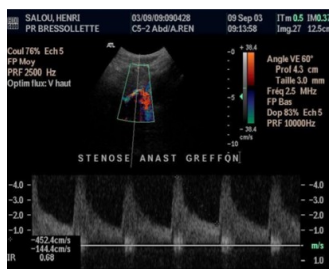


Ici on observe une complication post-opératoire d'un greffon rénal avec l'image hypoéchogène au-dessus du greffon correspondant à une collection lymphatique que l'on appelle lymphocèle.

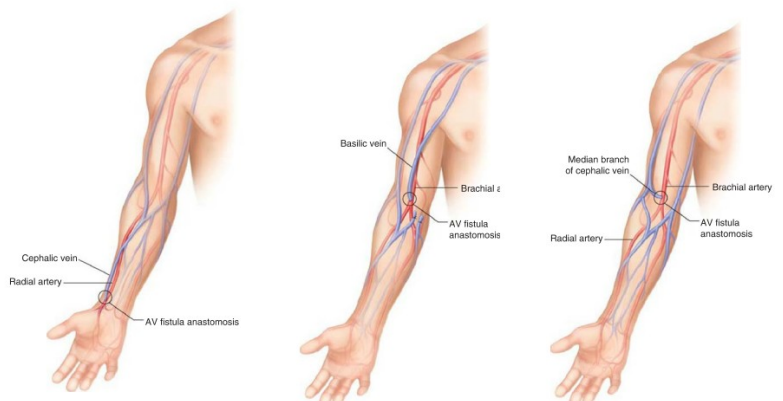
Autre complication post-opératoire d'une transplantation rénale : une zone hypoéchogène montrée par les flèches correspondant à un infarctus rénal (zone non vascularisée en doppler énergie ou puissance qui veut dire qu'on « regarde partout où ça bouge »).



Sur ce cliché on peut voir une complication relativement fréquente des transplantation rénale c'est-à-dire une sténose de l'anastomose du greffon, là encore aidé par le doppler couleur avec la mosaïque et confirmé par l'enregistrement en doppler pulsé.



Une des modalités du doppler, de l'échographie de contraste, et que l'on injecte des microbulles dans le patient puis on observe le retour → permet de bien voir la vascularisation car l'échodoppler réagit de façon très important à ces microbulles



Cela fait partie des examens courants qui sont réalisés dans les services de médecine vasculaire. D'autres sont un peu moins communs, c'est le cas des fistules artério-veineuses, on branche la veine sur l'artère puis on attend qu'elle se développe et en 1 mois la veine s'habitue à ces surpressions et devient beaucoup plus large, on la verra bien sous la peau. Il faut que la fistule se développe sinon on peut pas rentrer les aiguilles de dialyse

Le rôle de l'opérateur avant une chirurgie, est de cartographier le réseau artériel, (taille, vitesse, perméabilité...). On regarde alors si les artères sont suffisamment de gros calibre pour pouvoir alimenter une fistule puis même modalité sur le retour veineux.

Donc il y a la cartographie puis les conseils du chirurgien sur la localisation pour une plus grande chance de succès. Cette recherche/cartographie ne peut pas être faite par d'autres modalités type scanner/IRM.

Il y a également le suivi des fistules :

A 1 mois on regarde le fonctionnement de la fistule, diamètre, soit on confirme la possibilité de dialyse, soit il y a des complications et il faut intervenir.

Examen artériel au lit du patient (doit savoir faire aux ECOS).

Pour cela on utilise un écho Doppler pulsé IPS, petite machine sans écran, positionnement sur l'artère, brassard de pression au niveau de la jambe, on gonfle jusqu'à ce qu'on entende plus de flux, puis on dégonfle, quand on entend un flux, on prend cette valeur, et ce sera la valeur maximale sur toutes les axes.

Index de pression systolique



FIGURE 11-1 Correct transducer position for the measurement of peak Doppler signals. A: Position of the posterior tibial artery. B: Position of the brachial artery.



FIGURE 11-2 Inappropriate brachial artery pressure is applied to the posterior tibial artery. Such pressure may compress the artery.

IPS = Pression Distale MI (max) / Pression Humérale (max)

Droit
Gauche

Collège des Enseignants de Médecine

On prend ensuite la pression au niveau humérale puis on divise la pression du pied par la pression humérale. On peut prendre bras droit, bras gauche en cas de sténose et toujours prendre la valeur la plus haute:

- IPS normal : 0,9 - 1,3
- IPS anormal > 1,3 surtout en cas d'artères très calcifiées incompressibles, et dans ses modalités, IPS plus valide on va donc utiliser un appareil pour l'hallux, donc IPS hallux

Interprétation clinique de la mesure de l'IPS			
IPS	Interprétation clinique		
IPS compris entre 0,90 et 1,30	État hémodynamique normal		
IPS inférieur à un seuil de 0,90	AOMI (sensibilité de 95 % et spécificité proche de 100 %)	0,75 - 0,90	AOMI bien compensée
		0,40 - 0,75	AOMI peu compensée
		< 0,40	Retentissement sévère
IPS supérieur à 1,30	Artères incompressibles (médiocalcose)	- Grand âge - Diabète - Insuffisance rénale	

Classiquement chez les diabétiques et les insuffisants rénaux.

Pareil, si on a des patients avec des plaies au niveau des jambes → modalité hallux

IPS gros orteil



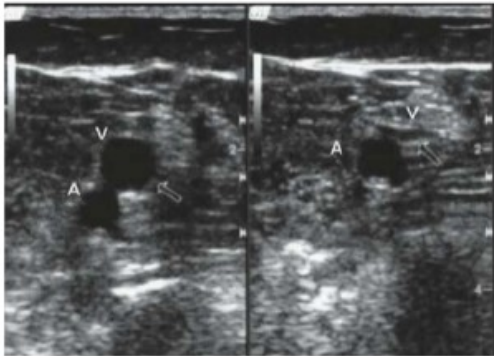
On switch sur les veines maintenant :

L'examen de thrombose veineuse profonde se fait par compression, c'est purement mécanique.

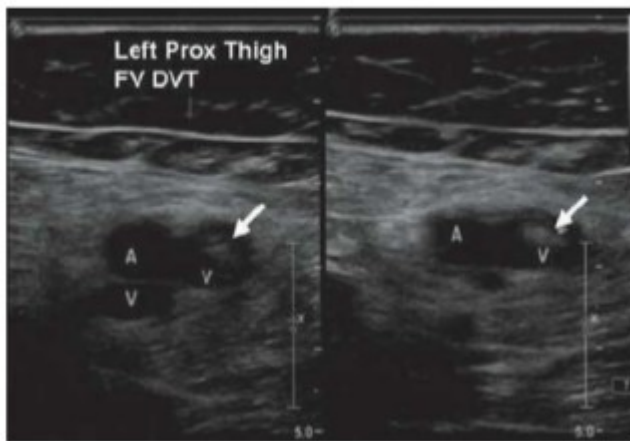
diapo 76 : ici on voit la veine avant compression et après compression, on appuie à la main et la veine s'est complètement collabée, cela veut dire qu'il n'y a pas de caillot

Quand on appuie et qu'on arrive pas à comprimer la veine → matériel endoluminale dans la veine et donc thrombose. C'est un examen simple mais il faut avoir l'habitude car les images ne sont pas faciles à voir.

Compression complète



Compression incomplète => présence de matériel endoluminal



Aspect typique d'une thrombose veineuse profonde, une grosse jambe, même couleur que l'autre, douloureuse, chaude



Phlegmasia cerulea dolens (voir image ci dessous):

Il est rarissime mais gravissime, ce sont des thromboses veineuses tellement importantes que tout le réseau veineux est pris, le sang artériel ne passe plus, c'est une urgence vitale pour le membre concerné avec des pronostics très sombres. « il y a tellement de pression que le sang revient en arrière »

Flux artériels altérés par occlusion veineuse complète



Phlegmasia cerulea dolens

F. La maladie variqueuse

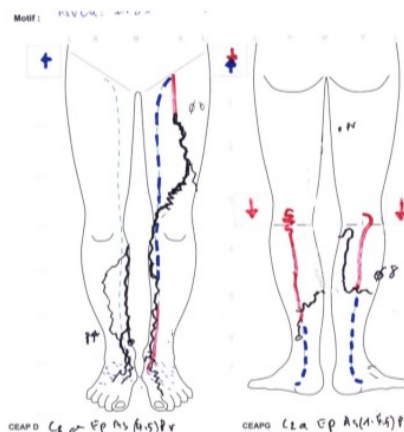
La maladie variqueuse peut donner des ulcères, il existe différents stades de la maladie variqueuse inclure



Afin de tester les veines, on exerce une pression dessus, si peu de sang remonte cela veut dire que la valve marche, à l'inverse si le sang descend sans s'arrêter, cela veut dire que la valve ne marche pas, on a une incontinence veineuse.

A partir de cela on fait des cartographies, on dessine la localisation du problème, les modalités de traitement possibles. Le laser endoveineux est recommandé. Sur les parties rectilignes, on va faire une ponction, on rentre la fibre laser, on la monte jusqu'à la jonction fémorale. On isole la veine et on la brûle à 200 ou 300°C. Cependant si les veines sont trop tortueuses, on ne peut pas passer le laser. On injecte alors de la mousse sclérosante. A noter que la chirurgie est utilisée en 2nd intention, c'est la méthode historique, ça fait plus de 100 ans que ça existe, et nécessite d'être endormi. L'opération consiste à couper et à tirer sur la veine à enlever.

Laser endoveineux +++



G. Dysfonction érectile (de façon plus anecdotique)

Il est possible de faire des analyses spectrales avec des tests pharmacodynamiques on injecte un produit pharmaceutique dans la verge, on attend qu'il agisse et on fait ensuite les études doppler. On observe ici un flux en dessous de 25 cm/s donc il est possible que le patient ait des problèmes d'artères.

A noter que l'Interrogatoire est primordial, par exemple si le patient a des érections le matin pas la peine de faire cet examen car ce n'est pas une dysfonction érectile organique. fuite → absence de pression suffisante dans les corps caverneux.

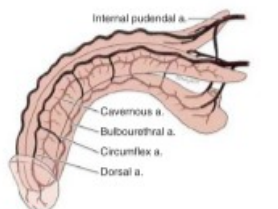


FIGURE 31-1 The arterial vasculature of the penis. (Adapted with permission from Wein AJ, Kawouss LR, Partin AW, et al. Campbell-Walsh Urology, 11th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016.)

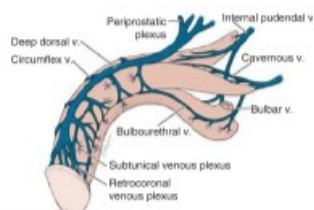
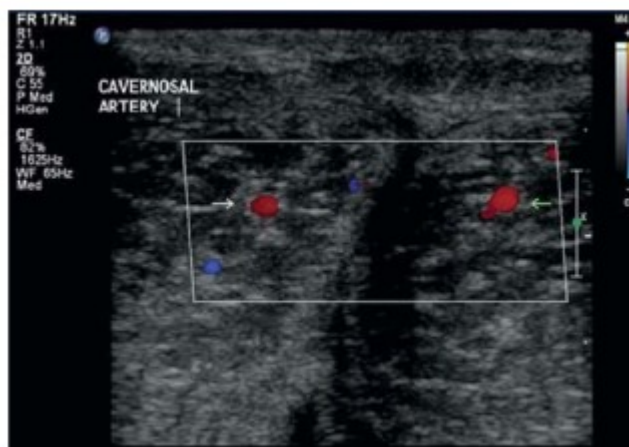


FIGURE 31-2 The venous vasculature of the penis. (Adapted with permission from Wein AJ, Kawouss LR, Partin AW, et al. Campbell-Walsh Urology, 11th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2016.)



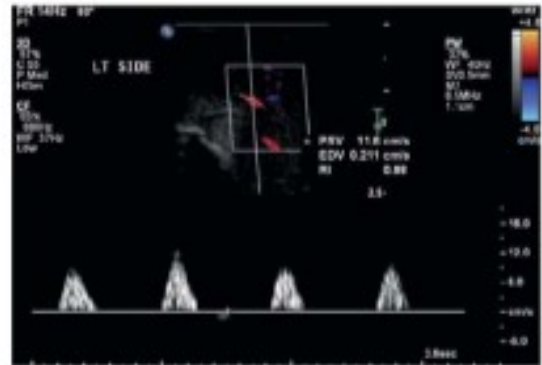
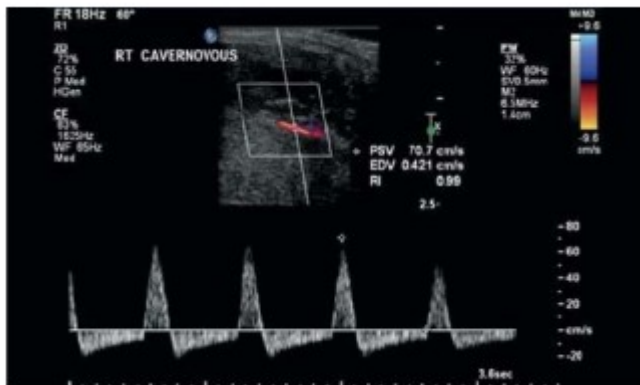


FIGURE 31-6 Peak systolic velocity <25 cm/s, suggesting arterial

Conclusion

- Nombreuses indications Veines / artères
- Opérateur dépendant.
- Machine dépendant.
- Indications ciblées.
- Imagerie intégrée à la clinique.