

Bases de l'Interprétation des images et signaux en Ultrasonographie Vasculaire

2/2

Michel Dautat, Antonia Pérez-Martin
Iris Schuster-Beck, Gudrun Böge,
Isabelle Aïchoun, Jérémy Laurent
Jean-Pierre Laroche

Montpellier – Nîmes – Mars 2015

18:15 78

Interprétation en Ultrasonographie Vasculaire

Etape n° 5

Stenose ?

Profils d'écoulement sanguin

79

Profil d'écoulement

Accélération systolique

Fin de systole et diastole

Profil plat

Profil parabolique

Éjection Systolique
Phase Ascendante (accélération) :
Profil Plat

Deuxième partie du pic systolique et diastole :
Profil Parabolique

18:15 80

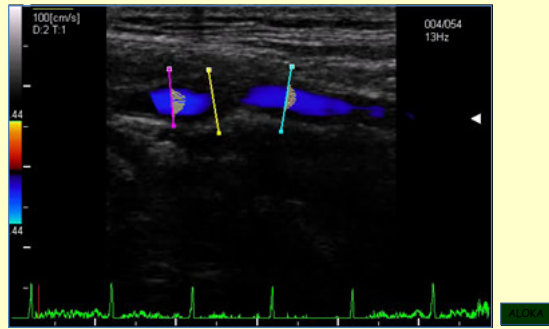
Modalités d'écoulement

Vitesse, Débit, Diamètre au cours du cycle cardiaque (artère carotide commune normale)

18:15

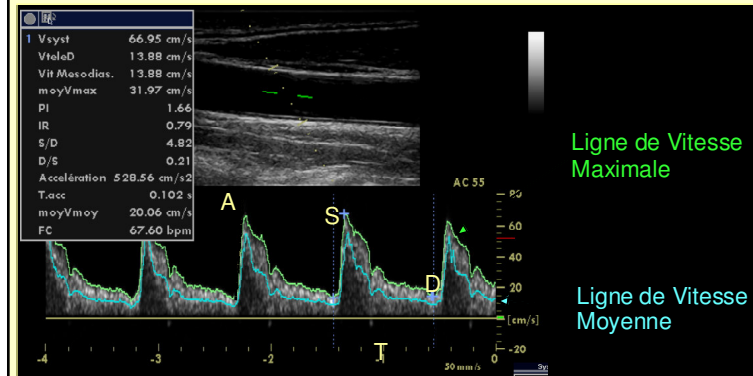
Velocity peak: (cm/s) : 35.8 45.6 Mean: 45.3
Flow (ml/min) : 317.9 478.2 Mean: 476.9
Diameter (mm) : 5.2 5.8 Mean: 5.7

Profils d'écoulement sanguin



Vecteurs de vitesse circulatoire sanguine au cours du cycle cardiaque dans la carotide commune et interne

Analyse Spectrale en temps réel



Mesures quantitatives : vitesses systolique, télé-diastolique, moyenne, indice de résistance et de pulsativité, débit, accélération...

83

Théorème de Bernouilli

L'énergie totale, somme de la pression P , de la force gravitationnelle, et de l'énergie cinétique, reste constante. Dans une sténose, l'accélération circulaire entraîne une augmentation de l'énergie cinétique. La pression diminue donc.

$$E_m = P + \rho \cdot g \cdot h + \frac{\rho V^2}{2}$$

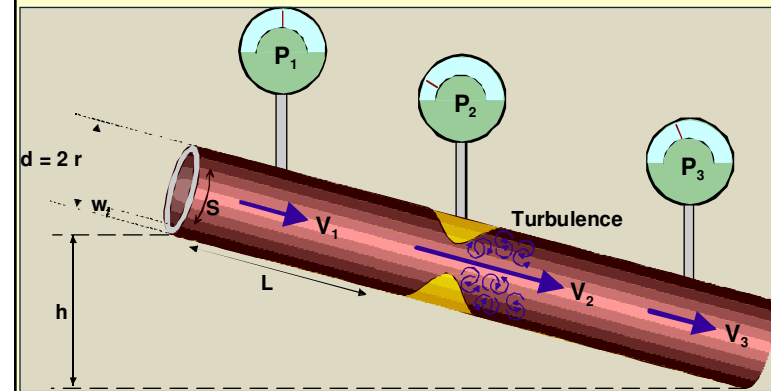
Énergie totale Pression Force gravitationnelle Énergie cinétique

ρ : densité du sang; g : accélération de la pesanteur = 9,81 m.s⁻²; h : différence d'altitude (négligeable sur un court segment artériel); V : vitesse d'écoulement sanguin

18:15

84

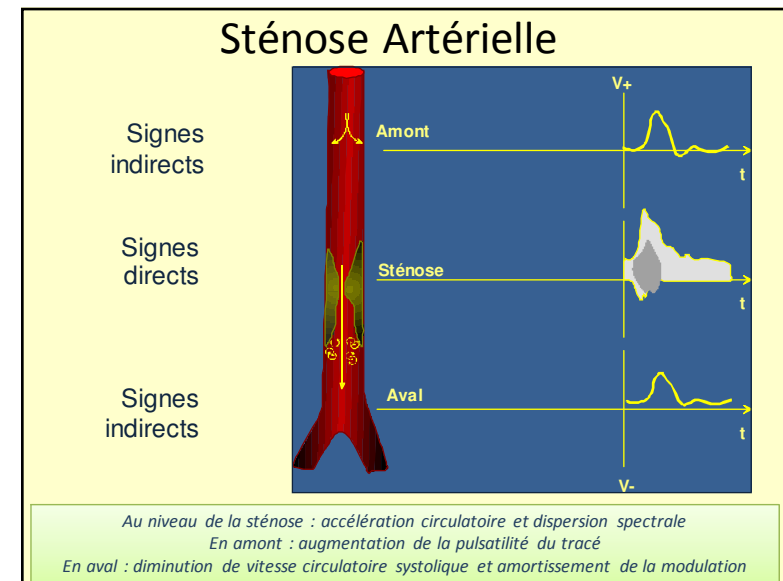
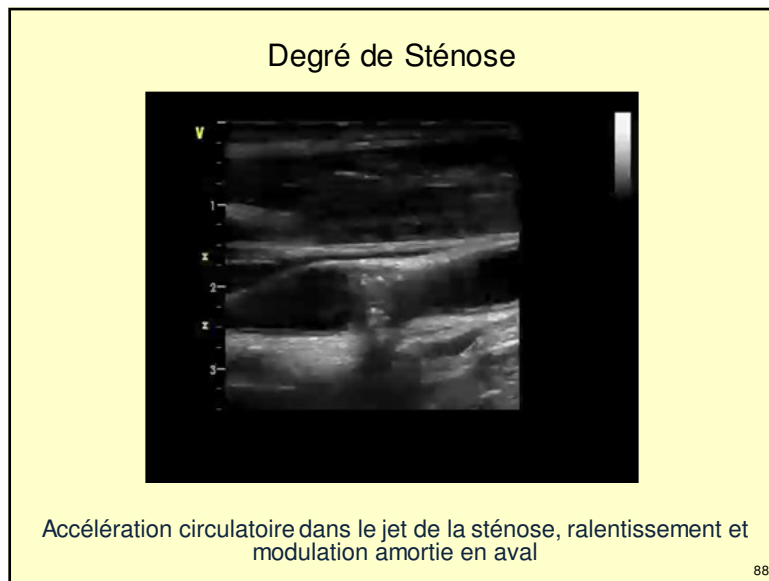
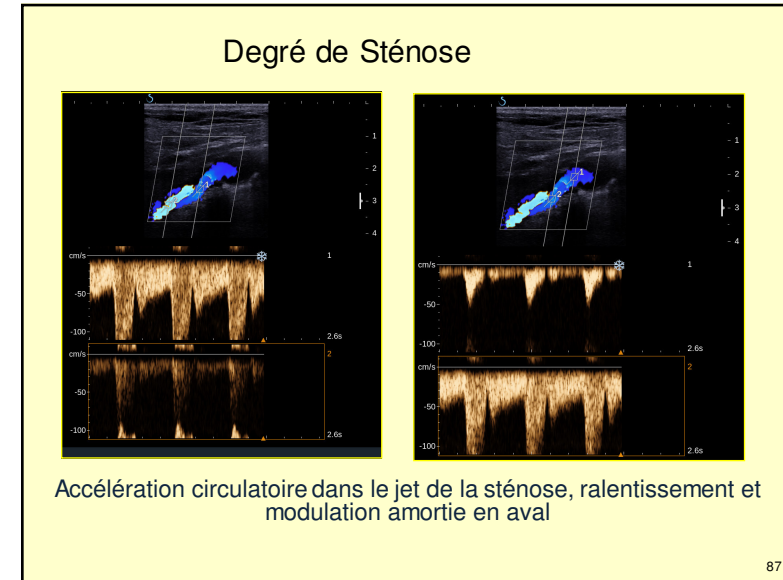
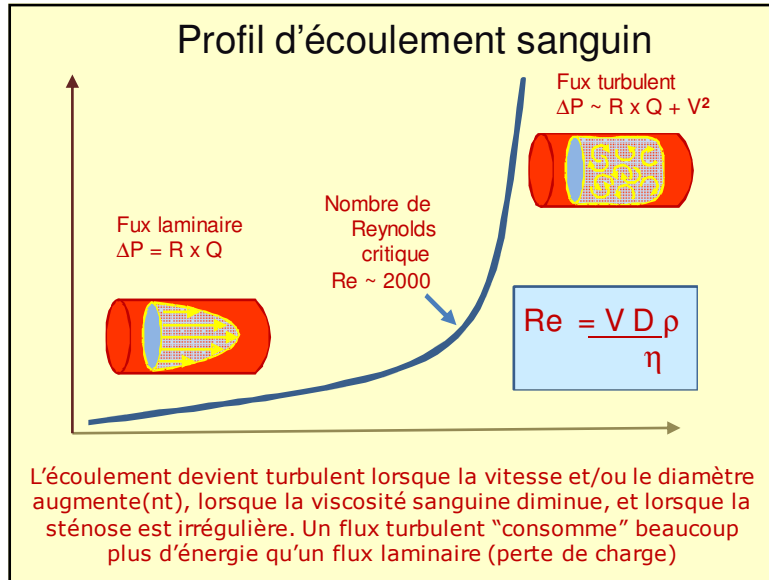
Relation Vitesse-Pression



La vitesse circulatoire augmente et la pression diminue quand le diamètre diminue

18:15

85



Interprétation en Ultrasonographie Vasculaire

Etape n° 6

Consequences Hémodynamiques

18:15 90

Circulatory Resistance (or impedance)

Carotide interne et carotide externe naissent toutes deux de la carotide commune, mais présentent un tracé Doppler très dissemblable

18:15 External Carotid Artery 91

Résistance Circulaire d'Aval

Artère Carotide Interne

Le tracé de vitesses circulatoires de l'artère carotide interne montre une modification marquée lors de l'hyperventilation, avec réduction de vitesse, notamment en fin de diastole. En apnée, les vitesses augmentent à nouveau, principalement en diastole

Repos Hyperpnée Apnée 92


Résistance circulatoire

Le tracé Doppler de l'artère radiale montre, lorsque le sujet serre le poing, une diminution marquée des vitesses circulatoires. Lorsqu'il relâche son effort, l'hyperémie réactionnelle provoque une augmentation importante des vitesses circulatoires, notamment en diastole.

Artère Radiale

Repos Poing serré Hyperémie Métabolique 93

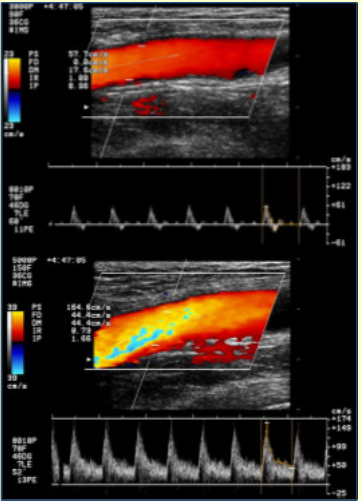
Résistance Circulatoire d'aval



Repos

Exercice

Lors d'un effort musculaire, la vitesse circulatoire dans les artères alimentant le territoire musculaire impliqué, augmente considérablement, notamment en diastole



Artère Fémorale Commune

18:15

Résistance Circulatoire

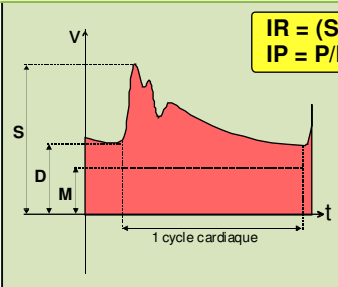
Résistance

La modulation du tracé Doppler traduit donc l'impédance circulatoire dans le territoire d'aval

18:15 Effet de la Résistance d'Aval sur le Tracé de Vitesse Circulatoire 95

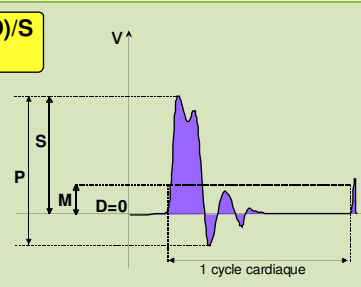
Résistance circulatoire

L'indice de résistance et l'indice de pulsativité sont des grandeurs sans dimensions (rapports) reflétant l'impédance circulatoire d'aval. Ils augmentent donc en amont d'un territoire en vasoconstriction ou en amont d'une sténose, et diminuent, par exemple, en cas de vasorelaxation dans le lit d'aval



IR = (S-D)/S

IR = Indice de Résistance
(T Planiol, L Pourcelot)

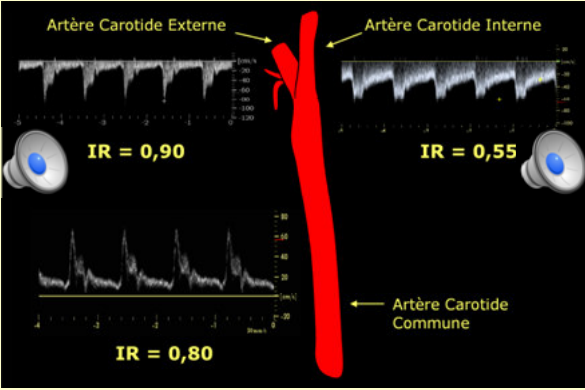


IP = P/M

Indice de Pulsativité
(R Gosling)

18:15 96

Résistance Circulatoire (ou impédance)



Artère Carotide Externe

Artère Carotide Interne

Artère Carotide Commune

IR = 0,90

IR = 0,55

IR = 0,80

Différences de modulation des tracés Doppler en fonction du niveau de résistance circulatoire d'aval

18:15 97

Résistance Circulatoire

ICA
Shunt
ECA

Pontage aorto-carotidien chez une patiente porteuse d'une occlusion de la carotide commune (Maladie de Takayasu)

18:15 98

Indice de Résistance

Augmentation de l'indice de résistance de l'artère rénale droite sur néphro-angiosclérose

18:15

Interprétation en Ultrasonographie Vasculaire

Synthèse sémiologique

Sténoses et Occlusions

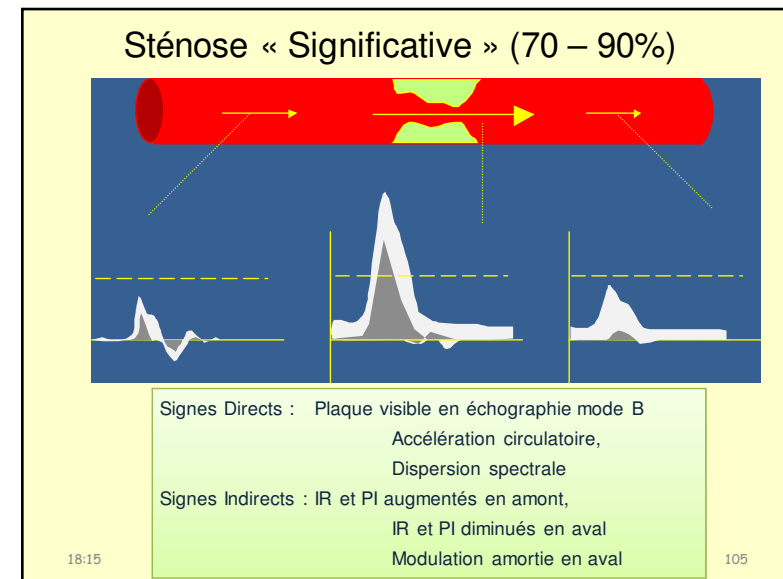
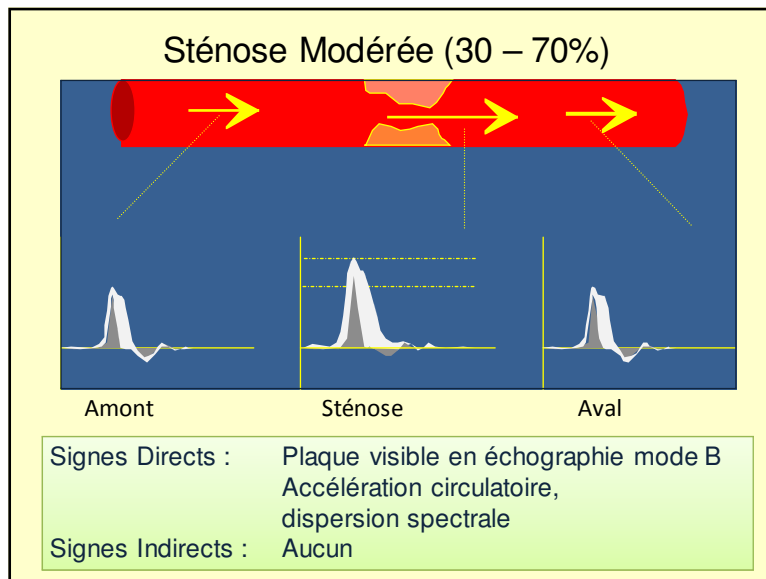
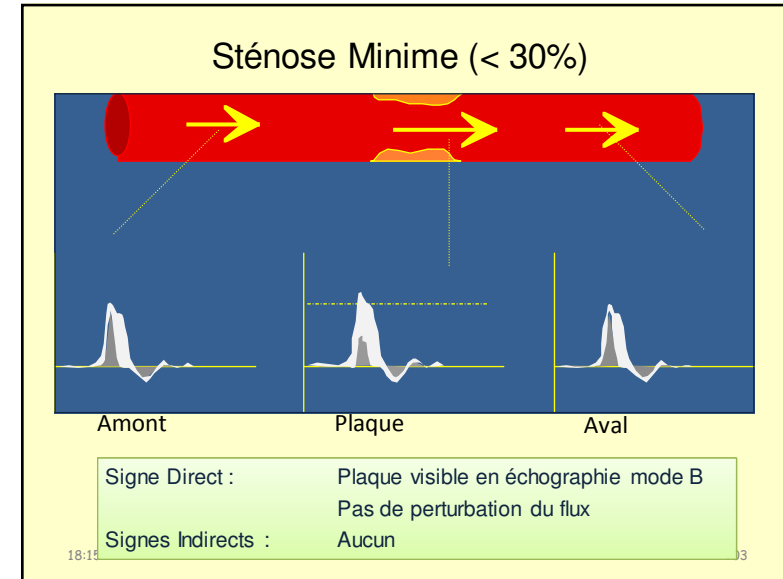
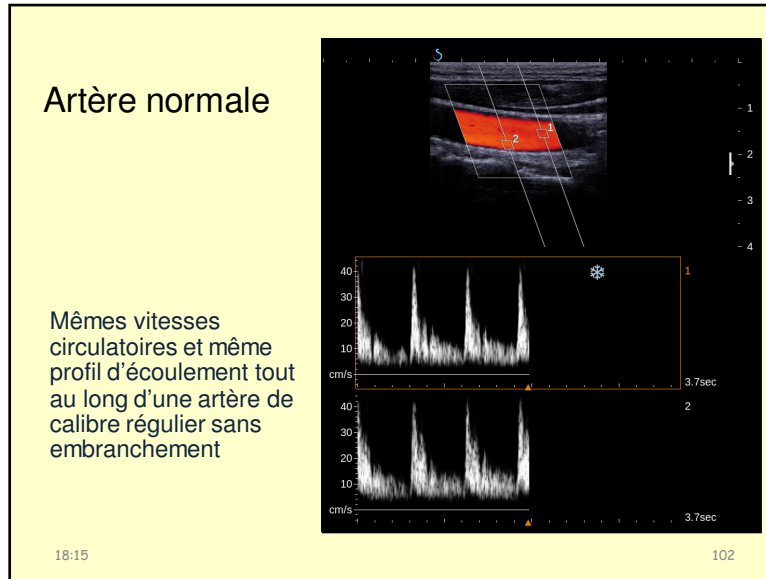
18:15 100

Artère Normale

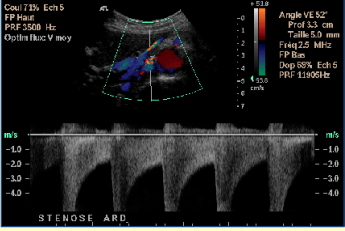
Amont Ep = 100 % Aval

| | |
|--------------------|-------|
| Signes Directs : | Aucun |
| Signes Indirects : | Aucun |

18:15 101

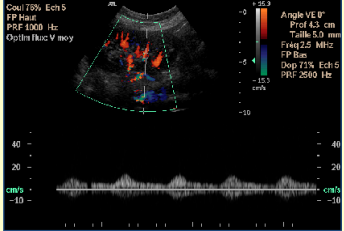


Sténose significative



Ostium de l'artère rénale

Accélération circulatoire et dispersion spectrale

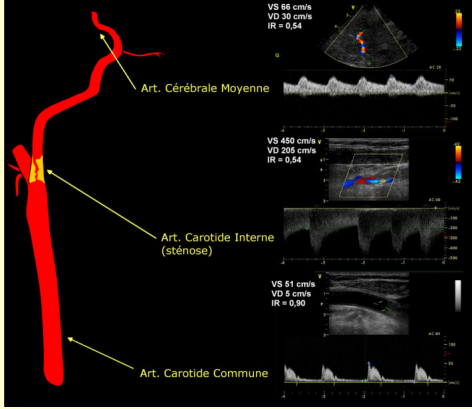


Artère interlobaire

Ralentissement circulatoire et tracé de modulation amortie

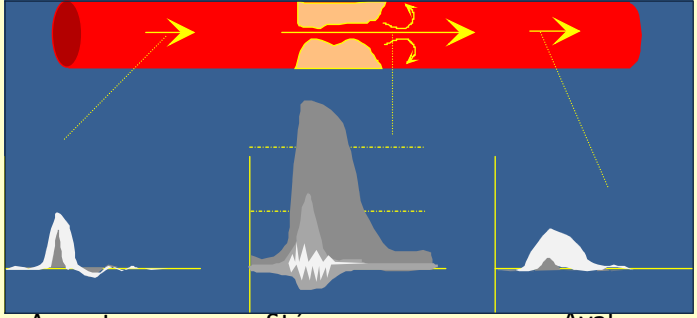
Récidive de sténose de l'artère rénale gauche après angioplastie

Sténose significative



Sténose >70% de la carotide interne avec augmentation de l'indice de résistance sur la carotide commune et tracé amorti sur la cérébrale moyenne

Sténose sévère (> 90%)



Amont

Sténose

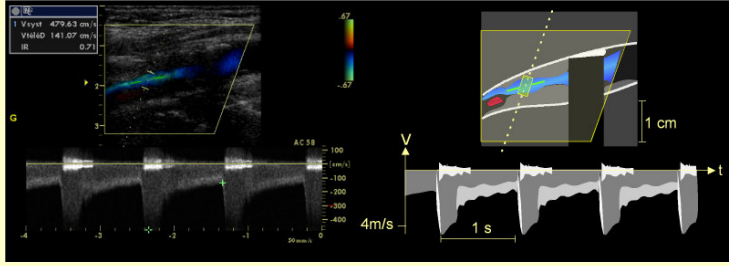
Aval

Signes Directs : Plaque visible en échographie mode B,
 Accélération circulatoire, Turbulence

Signes Indirects : IR et PI augmentés en amont
 IR et PI diminués en aval
 Modulation amortie

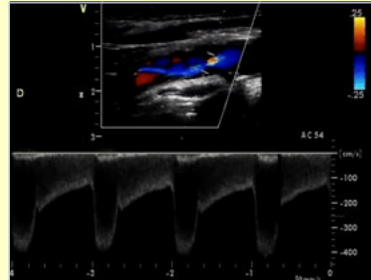
Sténose serrée

L'écoulement turbulent se traduit, sur le tracé Doppler, par de basses fréquences Doppler à forte énergie (donc forte brillance) s'inscrivant à proximité en dessus et en dessous de la ligne de base, particulièrement en début de systole, et donnant, dans le signal sonore, un bruit rude caractéristique, en « coup de rape ».



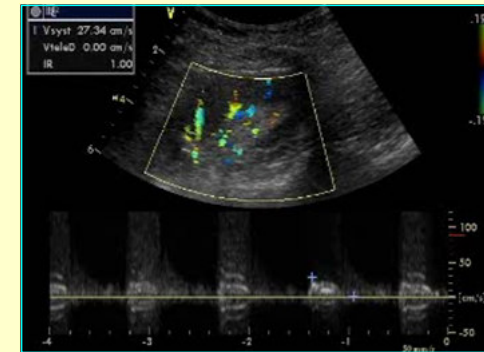
Sténose serrée de l'artère carotide interne avec turbulence systolique

Sténose serrée



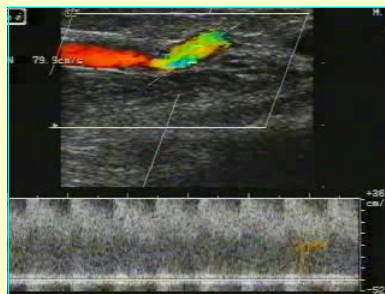
Sténose de l'artère carotide interne

Sténose très serrée



Sténose très serrée de l'artère rénale au hile

Sténose serrée

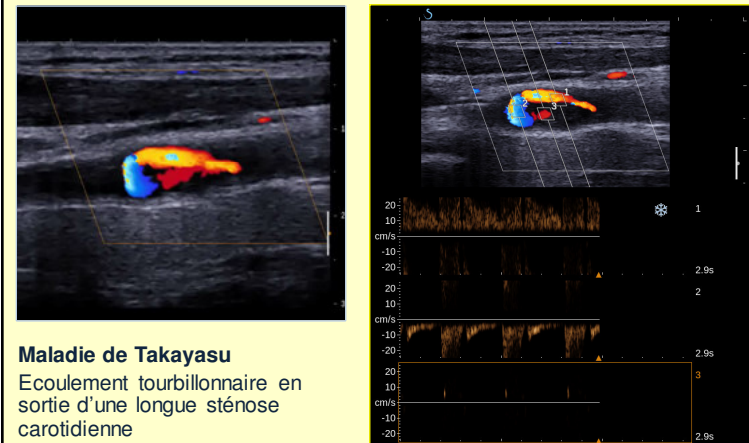


Sténose hyper-serrée sur FAV

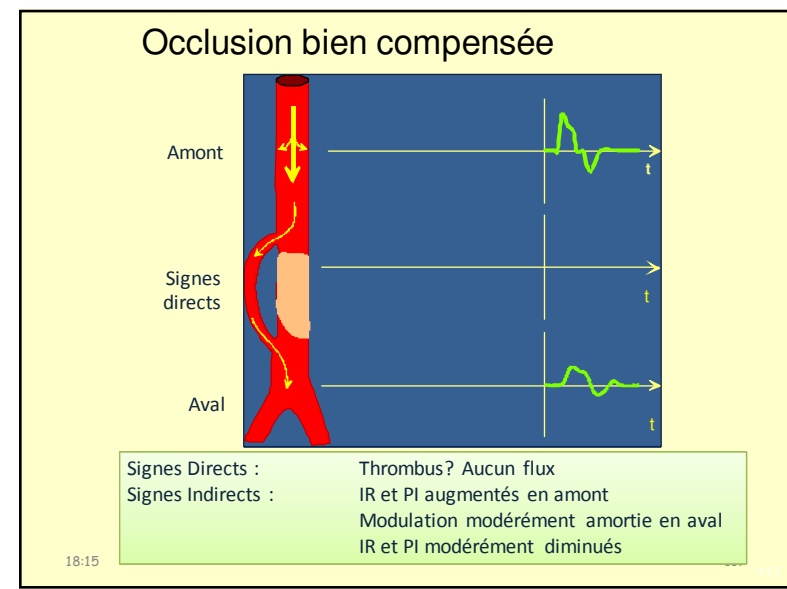
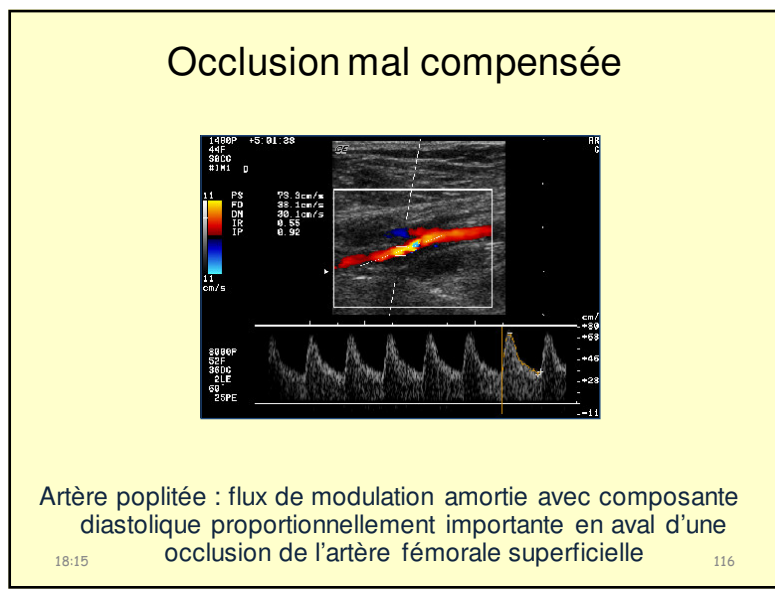
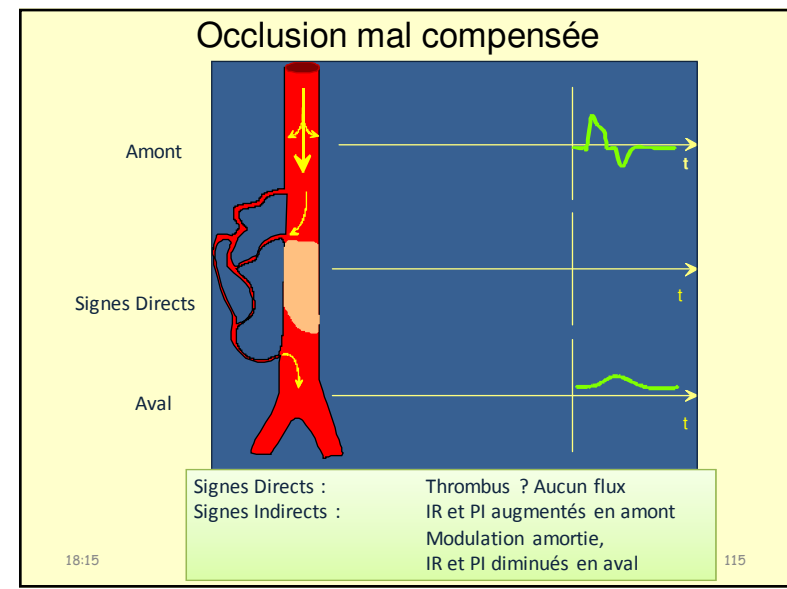
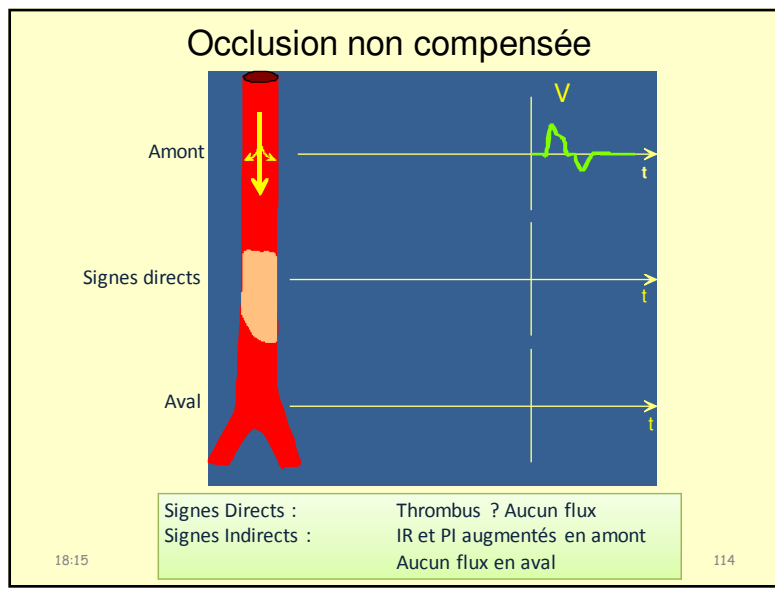
18:15

112/104
112

Sténose serrée



Maladie de Takayasu
Ecoulement tourbillonnaire en
sortie d'une longue sténose
carotidienne



Occlusion

Thrombose récente de la carotide interne

18:15 118

Sténose : signes directs et indirects

Vitesse et Débit

Spencer M, Reid JM. Quantitation of carotid stenosis with continuous wave Doppler ultrasound. Stroke 1979; 10:326-330

18:15 119/104

Interprétation des Signaux Doppler

Réseau Veineux Systémique

La Paroi veineuse

Déformabilité
Volume
Pesanteur

Force Gravitationnelle majorée
Pression veineuse forte
Section circulaire
+
Distension (élasticité minime)

121

Les Valvules Veineuses

Valvules veineuses en coupe longitudinale et transversale, avec stase sanguine échogène

18:15 122

Retour Veineux

Relations Pression - Diamètre

18:15

Fonction Ventriculaire et Posture

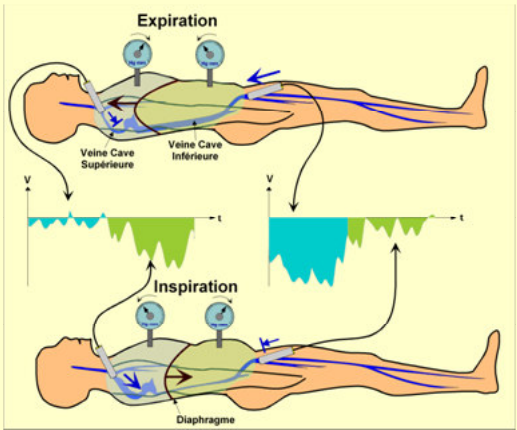
18:15 124

La Fonction Veineuse

Effets de l'orthostatisme et de la marche

18:15 125

La circulation veineuse

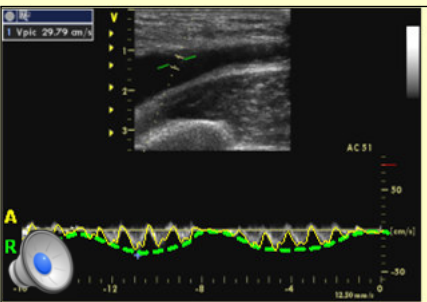


Facteurs adjutants du retour veineux

Pompe abdomino-diaphragmatique : opposition de phase cave sup^{re} / cave inf.

126

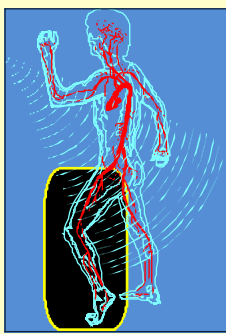
Séméiologie Doppler



Modulation Atriale + Respiratoire

18:15 127

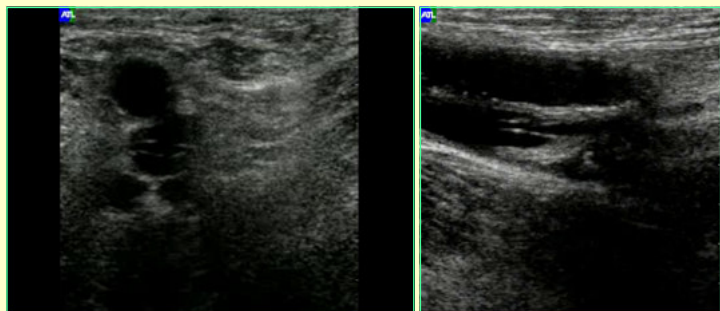
Diagnostic de Thrombose Veineuse



- **Dépistage**
- Caractérisation
- Etiologie
- Topographie
- Age
- Diagnostic différentiel

18:15 128

Veine Normale : aspect échographique



Valvule de la veine fémorale

18:15 129

Diagnostic positif de thrombose veineuse

Sans Compression Avec Compression

Test de Compression

18:15 130

Diagnostic positif de thrombose veineuse

Sans Compression Avec Compression

Thrombose partielle de la veine fémorale commune

18:15 131

Diagnostic positif de thrombose veineuse

Test de Compression

Veine fémorale commune normale Thrombose partielle de la veine fémorale

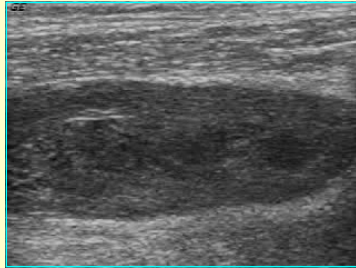
18:15 132

Caractérisation du Thrombus

Thrombus flottant de la veine frémorale

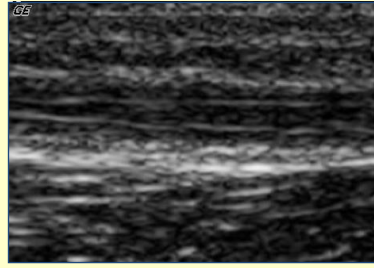
18:15 133

Etiologie



Thrombus d'organisation lamellaire concentrique dans la veine jugulaire interne chez un patient porteur d'un cancer métastasé

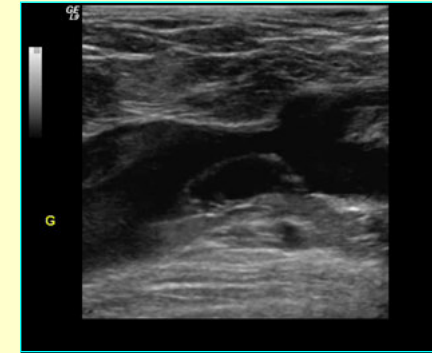
18:15



Thrombose sur manchon fibrineux de la veine céphalique après cathétérisme

134

Topographie (longueur et extension du thrombus)



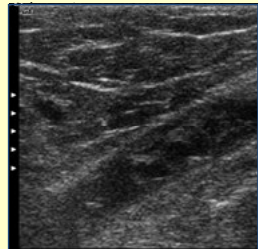
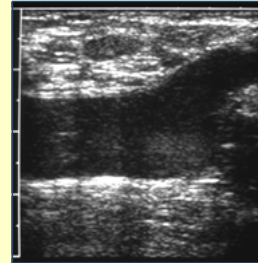
Thrombus partiel hypoéchoïque de la veine fémorale commune en regard de la crosse de la veine grande saphène

18:15

135

Age du thrombus

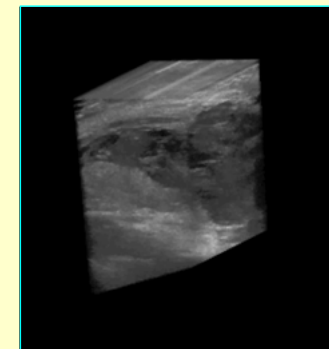
- Thrombus récent
 - hypo ou iso-échogène,
 - homogène,
 - déformable ('gelée'),
 - large (vein dilatée)
- Thrombus non récent
 - hétérogène,
 - solide (incompressible),
 - veine de diamètre normal ou réduit
- Thrombus ancien :
 - hétérogène,
 - fragmenté



18:15

Diagnostic Différentiel

- Stase sanguine échogène
- Kyste articulaire poplité
- Contusion ou déchirure musculaire
- Entorse
- Hématome
- Anévrisme
- Abscès, kyste
- Tumeur bénigne ou maligne
- Lumbago, sciatique
- Lymphangite
- Lymphœdème
- Erysipèle
- Insuffisance cardiaque droite
- Maladie veineuse post-thrombotique
- Corps étranger veineux (cathéter...)



18:15 Prandoni P, Bernardi E, Tormene D et al. *Semin Vasc Med* 2001;1:55-60

137

Diagnostic Différentiel

Echogénicité du sang circulant
Thrombose partielle

Stase sanguine échogène dans la veine fémorale
Thrombose partielle de la veine fémorale

18:15
138

Diagnostic différentiel

Stase sanguine échogène dans la veine fémorale (grossesse normale)
Cathéter de perfusion dans une veine superficielle

18:15
139

Diagnostic Différentiel

Déchirure musculaire
Kyste poplité

Hématome

140

Bases de l'Interprétation des images et signaux en Ultrasonographie Vasculaire

**Michel Dauzat, Antonia Pérez-Martin
 Iris Schuster-Beck, Gudrun Böge,
 Isabelle Aïchoun, Jérémy Laurent
 Jean-Pierre Laroche**

Montpellier – Nîmes – Mars 2015