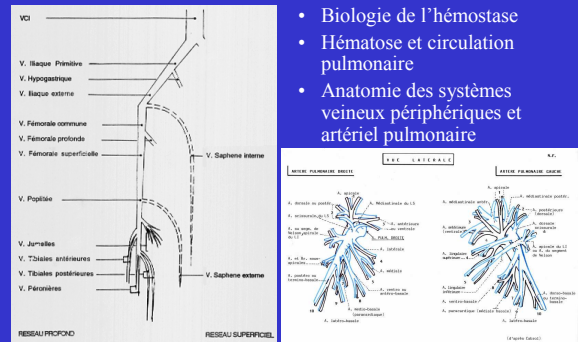


MALADIE VEINEUSE THROMBO-EMBOLIQUE

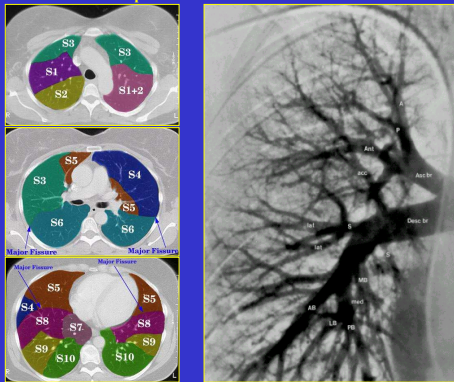
Pr Michel NONENT

Service de Radiologie et Imagerie Médicale
Hôpital de la Cavale Blanche, CHU Brest
michel.nonent@chu-brest.fr

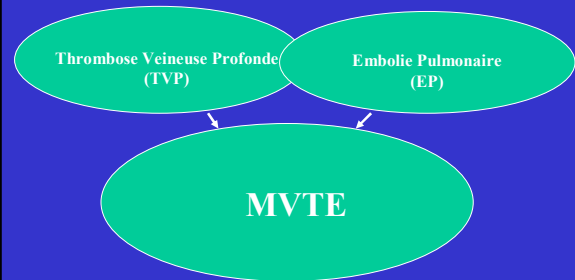
Pré-requis (connaissances antérieures)



ElectricLungAnatomy_Lung Segmental Anatomy
Brad H. Thompson et al



Maladie Veineuse Thrombo-Embolique (MVTE)



FACTEURS DE RISQUE DE MVTE

- ACQUIS
 - Age
 - Pathologies neurologiques paralysantes
 - Pathologies cardio-respiratoires
 - Pathologies néoplasiques
 - Immobilisation
 - Chirurgie (orthopédique++)
 - Obstétrique
 - Médicaments

FACTEURS DE RISQUE DE MVTE

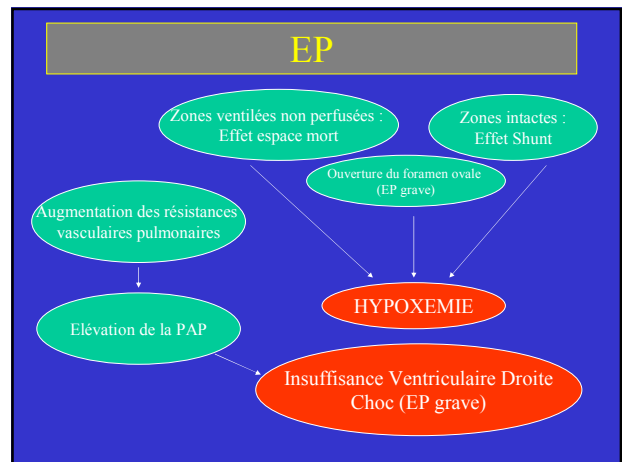
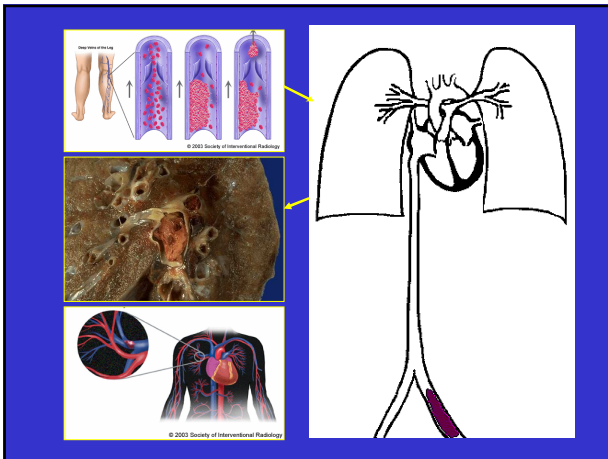
- CONSTITUTIONNELS
 - Doivent être évoqués devant des thromboses idiopathiques avant 40 ans, dans un contexte familial de MVTE ou en cas de thromboses répétées
 - Résistance à la protéine C activée (mutation du facteur V Leiden)
 - Mutation du facteur II
 - Déficits héréditaires en protéines anticoagulantes : Protéine C, Protéine S et Antithrombine III
 - Hyperhomocystéinémie

MVTE

- INCIDENCE ANNUELLE
 - MVTE : 2,5 pour 1000 habitants (1 % après 75 ans)
 - EP : 0,8 pour 1000 habitants
- PREVALENCE EP (hospitalisés) : 12 à 15 %
- **10 000 DECES PAR AN EN France**
- EP TRAITEE : 2 à 8 % de décès
- SANS TRAITEMENT : récurrence et 30 % de décès
- COMPLICATIONS LIEES AU TRT ANTICOAGULANT (pour une durée de 3 mois)
 - MORTALITE : 0,1 à 0,4 %
 - MORBIDITE (hémorragies graves) : 0,6 à 1,2 %

EP SYMPTOMATIQUES

- 10 à 25 % des patients décèdent dans l'année du fait
 - Des formes massives d'emblée
 - Des récurrences liées au retard diagnostique (et donc thérapeutique)
 - De l'évolution vers un Cœur Pulmonaire Chronique (CPC) Post-Embolique
 - Et surtout de la pathologie associée responsable de la majorité des décès



PRESENTATIONS CLINIQUES DE LA MVTE

- L'EMBOLIE PULMONAIRE
 - Diagnostic évoqué dans 90 % des cas sur des symptômes cliniques
 - Douleur thoracique, dyspnée +/- hémoptysie (60 %)
 - Dyspnée isolée d'installation rapide ou progressive ou majoration d'une dyspnée chez un patient ayant une pathologie cardiaque ou pulmonaire (25 %)
 - Etat de choc (15 %)

PROBABILITE CLINIQUE D'EP

SCORE DE GENEVE

• Atcd TVP ou EP	+2
• Rythme cardiaque > 100/min	+1
• Chirurgie récente	+3
• Age	+1 à +2
• PaCO2	+1 à +2
• PaO2	+1 à +4
• Atélectasie	+1
• Surélévation de coupole	+1
• Probabilité clinique	
– Faible	0-4
– Intermédiaire	4-8
– Forte	>9

SCORE DE WELLS

• Atcd TVP ou EP	+1,5
• Rythme cardiaque > 100/min	+1,5
• Chirurgie récente ou immobilisation	+1,5
• Signe de TVP	+3
• Diagnostic autre moins probable que l'EP	+3
• Hémoptysie	+1
• Cancer	+1
• Probabilité clinique	
– Faible	0-1
– Intermédiaire	2-6
– Forte	>7

PRESENTATIONS CLINIQUES DE LA MVTE

- LA THROMBOSE VEINEUSE PROFONDE
 - Diagnostic évoqué devant des signes cliniques ou une suspicion d'EP ou dans le cadre d'un dépistage systématique
 - Signes cliniques peu fiables (sensibilité et spécificité proches de 50 %)
 - Douleur unilatérale spontanée ou provoquée (60 %)
 - Oedème
 - Elévation de la température cutanée
 - Dilatation veineuse superficielle non variqueuse (rare)
 - Une forme grave : la phlegmatia coerulea dolens

PROBABILITE CLINIQUE DE TVP

SCORE DE WELLS

- | | |
|--|------------|
| • Cancer évolutif | 1 |
| • Paralysie, parésie ou immobilisation plâtrée récente | 1 |
| • Alitement récent > 3 jours ou chirurgie majeure < 4 semaines | 1 |
| • Tension douloureuse localisée du MI | 1 |
| • Augmentation du volume globale du MI | 1 |
| • Augmentation de volume > 3 cm / côté asymptomatique | 1 |
| • Edème prenant le godet | 1 |
| • Circulation veineuse collatérale | 1 |
| • Probabilité d'un autre dg > à celui de TVP | -2 |
| • Probabilité clinique | |
| – Faible | 0 ou moins |
| – Intermédiaire | 1 ou 2 |
| – Forte | 3 ou plus |

MVTE

- DANS TOUS LES CAS UNE URGENCE DIAGNOSTIQUE
- MAIS SPECIALEMENT DANS 5 SITUATIONS :
 - TVP avec ischémie du membre (phlegmatia coerulea)
 - Embolie pulmonaire grave
 - Grossesse
 - Thrombopénie induite par l'héparine
 - Contre-indication aux anticoagulants

METHODES DIAGNOSTIQUES

- ECG
- GAZ DU SANG
- D-DIMERES
- RADIOGRAPHIE PULMONAIRE
- SCINTIGRAPHIE PULMONAIRE
- ANGIOGRAPHIE PULMONAIRE
- SCANNER HELICOIDAL (ANGIOSCANNER)
- ECHO-DOPPLER VEINEUX
- ECHOGRAPHIE CARDIAQUE
- *ANGIO-IRM / IRM ventilation-perfusion*

EP

TVP et EP

D-DIMERES

- RAPIDE (Elisa)
- ACCESSIBLE EN URGENCE
- SI NEGATIFS (<500 ng/ml) : EP et TVP PROXIMALE EXCLUES (VALEUR PREDICTIVE NEGATIVE 95 à 100 %)
- SI POSITIFS : PAS DE SPECIFICITE

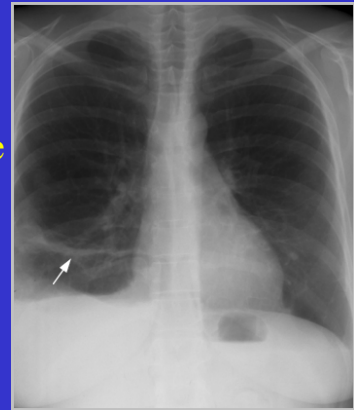
RADIOGRAPHIE PULMONAIRE

- Normale dans 10 à 20 % des cas
- Signes radiologiques les plus fréquents
 - Epanchement pleural unilatéral
 - Atélectasie en bande
 - Surélévation de la coupole diaphragmatique du côté pathologique
 - Hyperclarté segmentaire ou lobaire par hypovascularisation (signe de Westermark)
 - Opacité parenchymateuse (infarctus)

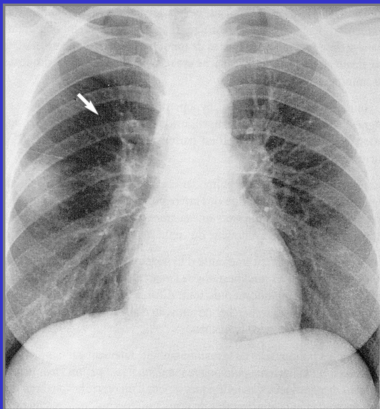
RADIOGRAPHIE PULMONAIRE

- Embolie pulmonaire grave : triade de **Westermark** (atteinte d'un gros tronc)
 - Hyperclarté segmentaire ou lobaire par hypovascularisation (signe de Westermark)
 - Augmentation de taille d'un hile pulmonaire
 - Surélévation de la coupole diaphragmatique du côté pathologique

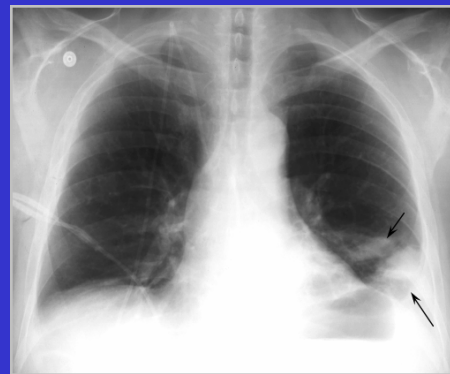
Atélectasie en bande



Signe de Westermark

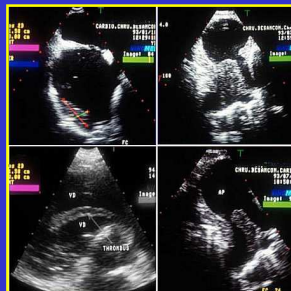


Infarctus pulmonaire



ECHOGRAPHIE CARDIAQUE

- Fondamentale dans l'EP grave
- Non invasive (ETT)
- Disponible au lit du malade
- Met en évidence un CPA (obstruction vasculaire > 40 %)
- Permet une estimation de la PAP



Si état de choc avec signes droits, permet d'établir les 2 principaux diagnostics différentiels : L'INFARCTUS DU VD et LA TAMPONNADE PERICARDIQUE +++

ECHO-DOPPLER

- NON INVASIF
- DIAGNOSTIC DES TVP (et dg différentiel : rupture de kyste poplité ; hématome)
- EXAMEN DE PREMIERE INTENTION
- SI SUSPICION D'EP et TVP PROXIMALE CONFIRMEE : PAS D'AUTRE EXAMEN NECESSAIRE
- PAS DE VERITABLE CONSENSUS POUR LE DIAGNOSTIC (et le TRT) DES TVP DISTALES

2 ECOLES

EXAMEN « COURT »

EXAMEN « LONG »

VARIANTES...

... = PIEGES

COMPRESSIBILITE

+++

NORMAL

THROMBOSE

COMPRESSION

THROMBUS HYPOECHOGENE +/- « flottant »

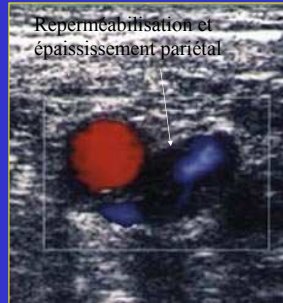
« FLOTTANT »

ADHERENT

THROMBOSES DISTALES

Veines fibulaires Veines tibiales postérieures

Séquelles de phlébite



Thrombose aiguë sur séquelles



ECHO-DOPPLER :

Les points importants à retenir

- 25 % des patients se présentant avec une suspicion de TVP en sont réellement atteints
 - TVP proximales : 80 % (séries hospitalières)
 - TVP distales : 20 %
- L'ED est positif chez environ 15 % des patients suspects d'EP
- Dans une population d'EP prouvée, l'ED retrouve une thrombose dans 50 % des cas

ECHO-DOPPLER :

Les points importants à retenir

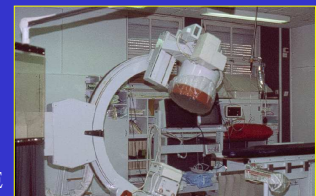
- Excellentes performances pour les TVP proximales (sensibilité 97%, spécificité 98%)
- Performances classiquement moins bonnes pour les TVP distales mais **quasi équivalentes dans des équipes entraînées**
- Les TVP distales responsables d'EP sont celles qui ont une extension proximale
- En l'absence de traitement, 4 à 20 % des TVP distales s'étendent au niveau poplité dans les 10 jours
- La découverte d'une TVP distale **renforce la probabilité du diagnostic d'EP** mais ne permet pas de l'affirmer (une EP directe à partir d'une TVP distale est rare)

SCINTIGRAPHIE LE « MISMATCH »



ANGIOGRAPHIE PULMONAIRE

- « GOLD STANDARD »
- INVASIVE
- MORTALITE : 0,2 %
- DE MOINS EN MOINS PRATIQUEE



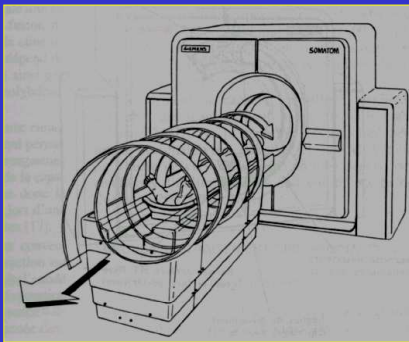
ANGIOGRAPHIE PULMONAIRE



ANGIOGRAPHIE PULMONAIRE : LIMITES

- COMPLICATIONS
- ECHECS : 1 %
- FAIBLE QUALITE : 1,5 à 5 %
- ANGIOGRAPHIE NORMALE : risque thromboembolique évalué à 1,9 % dont 0,3 % d'épisode mortel
- VARIATIONS INTEROBSERVATEURS :
 - CONCORDANCE : lobaires = 98 %, segmentaires = 90 %, sous-segmentaires = 66 %
- DIAGNOSTIC INITIAL REVU DANS 12 % DES CAS (Van Beek 1996)

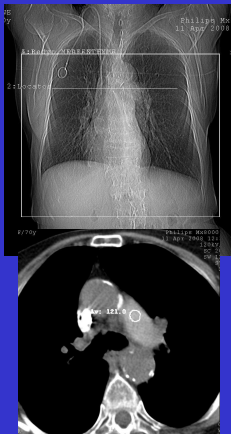
ANGIOSCANNER « SPIRALE »



SCANNERS MULTIDECTEURS ou MULTICOUPE

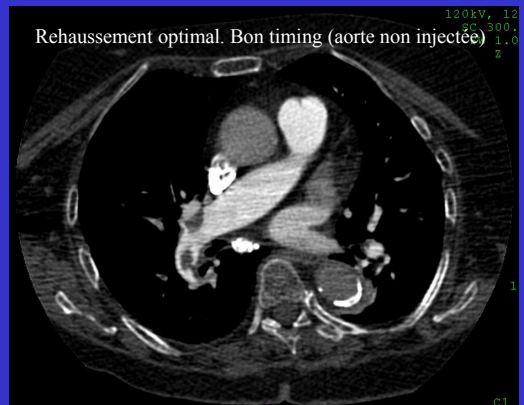
- PROGRES TRES IMPORTANT
- 4, 8, 16, 40, 64, 128, 256 COUPES PAR ROTATION
- ACQUISITION TRES RAPIDE (Apnée ++)
- OPTIMISATION DE L'INJECTION
- COUPES SUB-MILLIMETRIQUES ++ (sous-segmentaires visibles)
- *Rappels : précautions si I Rénale, grossesse certains TRT (biguanides) et « allergie » à un PDC iodé*

Technique



- Détection de l'arrivée du PDC dans le tronc de l'AP
- Déclenchement à la vue ou à un seuil de densité (80 UH)
- Durée d'injection = durée d'acquisition + 5
- Ex : si durée acq = 10 sec, durée d'injection = 15 sec et donc Vol de PDC = 60 ml à 4 ml/sec
- Reconstructions millimétriques

Rehaussement optimal. Bon timing (aorte non injectée)



ANATOMIE VASCULAIRE

- REGLE MAJEURE : PROXIMITE DES ARTERES ET DES BRONCHES HOMOLOGUES
- VEINES INTERSEGMENTAIRES ET INDEPENDANTES
- « SUIVRE » LE VAISSEAU SUR LES COUPES SUCCESSIVES

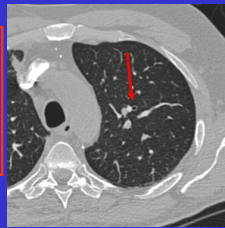
TOPOGRAPHIE DES ARTERES/BRONCHES

- **LSD et CULMEN (G)** : INTERNES ET/OU SUPERIEURES
- **LM ET LINGULA** : EXTERNES STRICTES OU SUPERO-EXTERNES
- **LI**
 - SUPERO-EXTERNES POUR LE SEGMENT APICAL
 - ANTERO-EXTERNES (A8 et A9) OU POSTERO-EXTERNE (A10) ET RADIAIRES PERIPHERIQUES POUR LA PYRAMIDE BASALE

• LOBE SUP DT



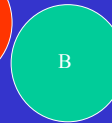
• CULMEN



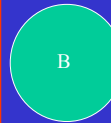
RAPPORT ARTERES-BRONCHES

RAPPORT ARTERES-BRONCHES

• LOBE MOYEN

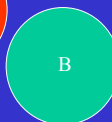


• LINGULA

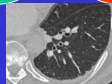


RAPPORT ARTERES-BRONCHES

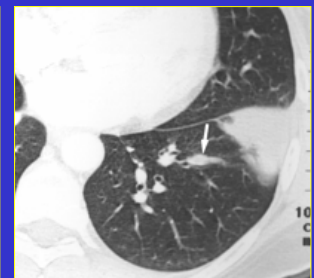
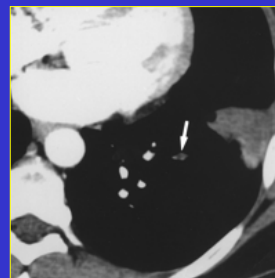
• LOBE INF DT

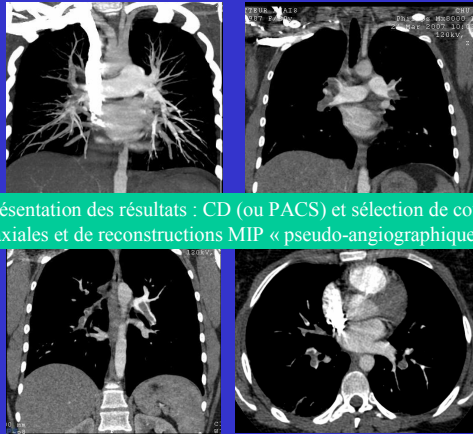


• LOBE INF G



FENÊTRES DE LECTURE



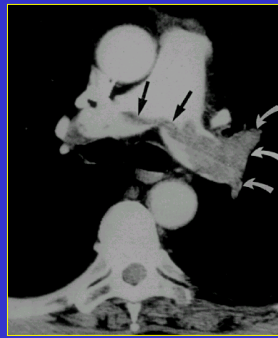
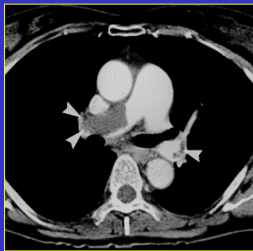


Présentation des résultats : CD (ou PACS) et sélection de coupes axiales et de reconstructions MIP « pseudo-angiographiques »

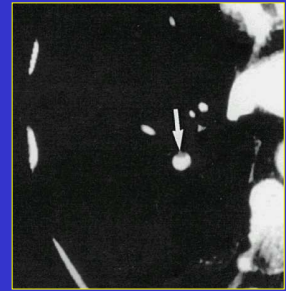
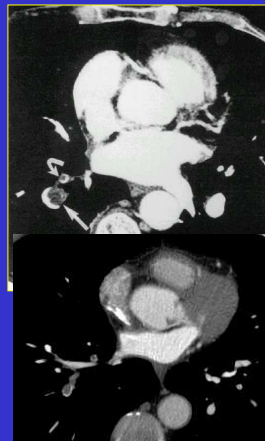
ANGIOSCANNER : CRITERES DE DIAGNOSTIC

- FILLING DEFECT
- OCCLUSION
- INFARCTUS PULMONAIRE
- DIFFICULTES : confusion avec bronches, veines (anatomie++), lymphonœuds, artères horizontales, collections pleurales, artères sous-segmentaires

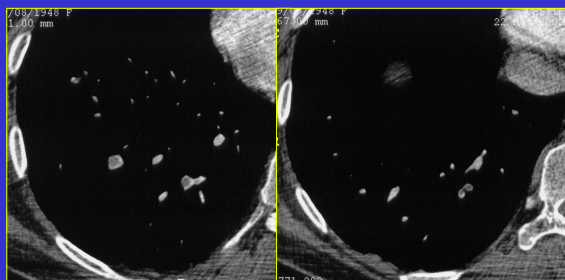
EP PROXIMALE



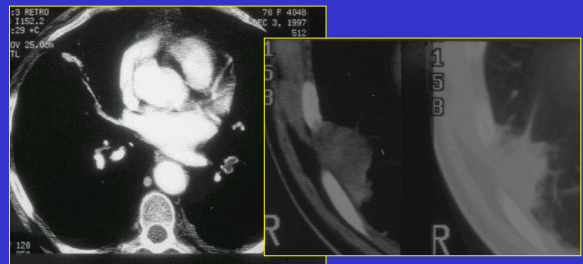
EMBOLIE PULMONAIRE SEGMENTAIRE



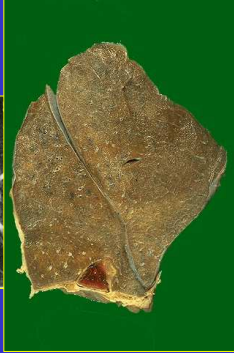
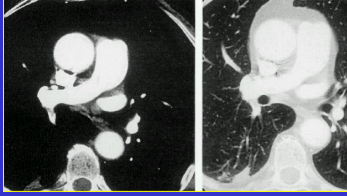
EP SOUS-SEGMENTAIRE (multicoupes, épaisseur de coupe fine)



SIGNES DIRECTS ET INDIRECTS

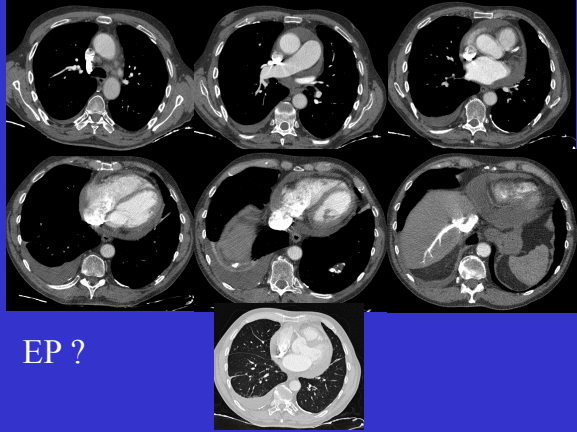
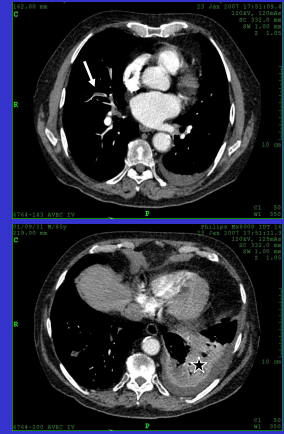


EP avec infarctus pulmonaire

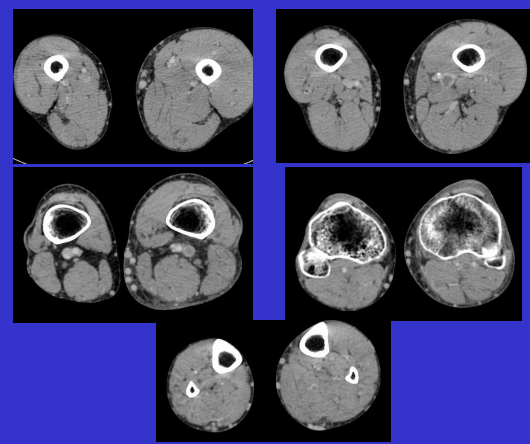
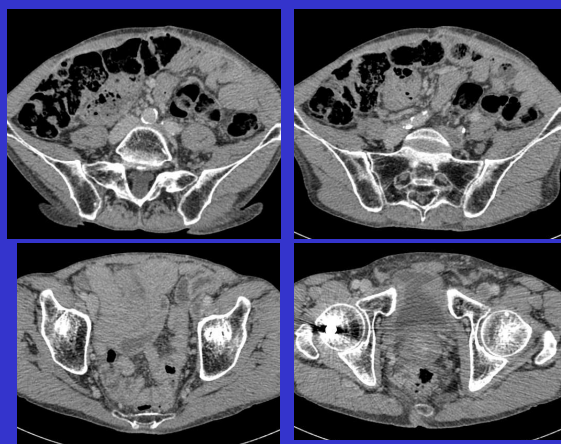
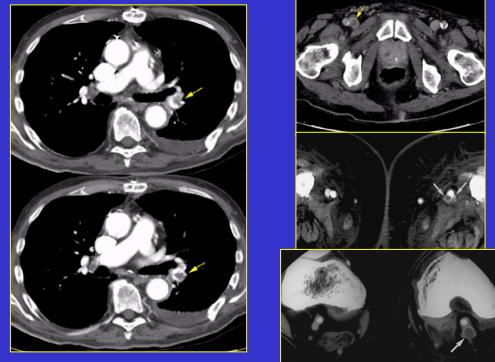


Diagnostiques alternatifs

- Images lacunaires endoluminales (flèche) : embolie pulmonaire
- Condensation alvéolaire (*) associée à un épanchement pleural : pleuropneumopathie



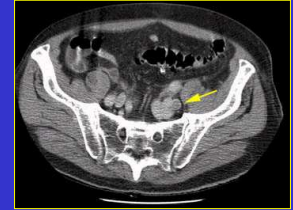
EP et TVP (phléboscaner)



Angioscanner veineux

Tous ces éléments peuvent être fournis par l'échographie-Doppler sans irradiation supplémentaire

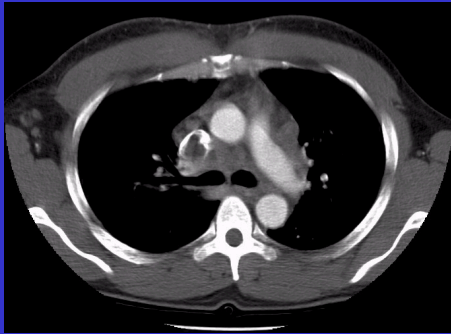
- Pronostic de l'EP (une thrombose associée à l'EP est un facteur de mauvais pronostic)
- Prévention de la maladie post-thrombotique (plus de 50% à 10 ans). Indication de contention élastique.



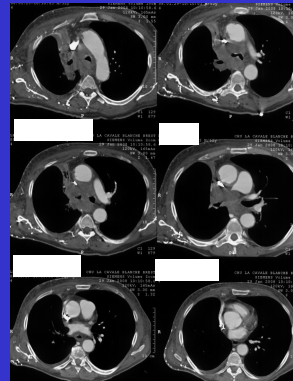
INTERETS DU PHLEBOSCANNER

- Diagnostic d'une thrombose ilio-cave si ED non conclusif
- Diagnostic d'une thrombose pelvienne (iliaque interne)

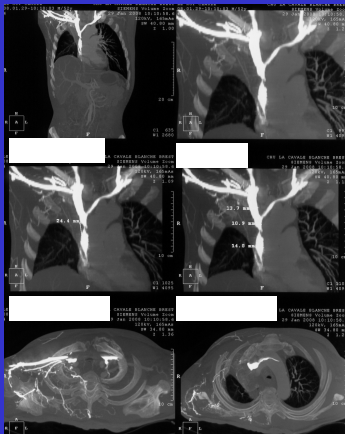
EP et thrombose VCS



SYNDROME CAVE SUPERIEUR



- H, 52 ans
- Dyspnée, œdème cervico-thoracique
- Circulation veineuse collatérale thoracique

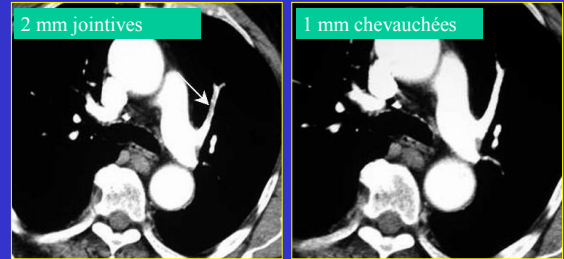


ANGIOSCANNER : PROBLEMES

- EXAMENS « NON LISIBLES »
- PROPORTION D'EP SOUS-SEGMENTAIRES (6 %)
- SUIVI CLINIQUE DES PATIENTS « SCANNER NEGATIF »
 - ESSEP : nécessité de poursuivre les investigations si probabilité clinique forte

LES PIEGES

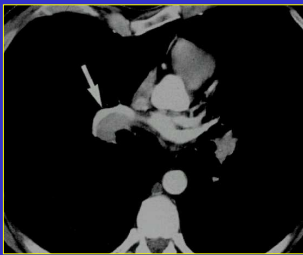
PIEGES LIES A LA TECHNIQUE



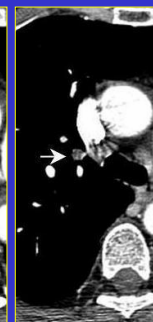
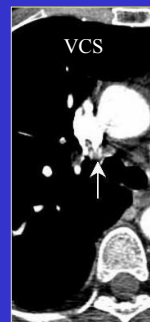
DEFAUTS D'OPACIFICATION

VEINE PULMONAIRE SUP DTE

FORAMEN OVALE PERMEABLE



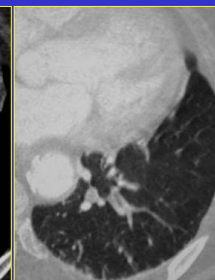
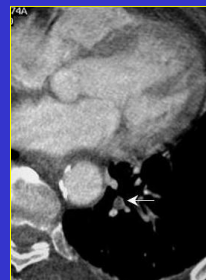
ARTEFACTS



FENÊTRE NON ADAPTEE



IMPACTION MUCOÏDE



LYMPHONOEUDS



ANGIOSCANNER :

Les points importants à retenir (étude ESSEP)

- L'association angioscanner/écho-Doppler ne permet pas de conclure chez 9 % des patients
- La sensibilité du couple angioscanner/écho-Doppler est d'environ 97 %
- La spécificité de l'angioscanner seul est excellente
- Si angioscanner/ED négatifs et probabilité clinique non forte : pas de TRT anticoagulant (risque d'événement TE à 3 mois de 0,8 %)

ANGIOSCANNER :

Les points importants à retenir

- Si angioscanner/ED négatifs et probabilité clinique forte : poursuivre les investigations (risque d'événement TE à 3 mois d'environ 6 %)
- L'angioscanner permet un **diagnostic alternatif** chez 11 à 57 % des patients
- L'angioscanner multicoupe permet une meilleure détection des embolies sous-segmentaires et un meilleur agrément inter-lecteurs

Tableau 1 Résultats des études prospectives utilisant l'échographie de compression des membres inférieurs en association avec un scanner monobarrette et/ou un scanner multibarrette

	Etude ESSEP Musset et coll. ¹	Etude CT-EP2 Perrier et coll. ³	Etude CT-EP3 Perrier et coll. ⁴
Nombre de patients	1041	965	756
Prévalence de l'EP	35%	23%	26%
Type de scanner	Monobarrette	Mono et multibarrette	Multibarrette
Scanners non conclusifs	9,1%	1%	2%
Patients avec une TVP des MI et un scanner normal	9%	6%	0,9%
Risque TEV à 3 mois % (IC 95%)	1,8 (0,8-3,3)	1,0 (0,5-2,1)	1,5 (0,8-3,0)

Diagnosis of pulmonary embolism by multidetector CT alone or combined with venous ultrasonography of the leg: a randomised non-inferiority trial [Lancet 2008;371:1343-52](#)

Marc Righini*, Galyoke Le Gal*, Drahomir Aujesky, Pierre-Marie Roy, Olivier Sanchez, Frank Verschuren, Olivier Ritschmann, Michel Nonent, Jacques Cornuz, Frédéric Thys, Cédric Petit Le Manach, Marie-Pierre Rivard, Pierre-Alexandre Pollett, Guy Meyer, Dominique Mottier, Thomas Perneger, Henri Bounameaux, Arnaud Perrier

- 1819 patients
- Groupe D-Dimères/angioscanner (n=903)
- Groupe D-Dimères/ED/angioscanner (n=916)
- Prévalence de l'EP = 20.6% dans les 2 groupes
- Risque thrombo-embolique à 3 mois : 0.3% dans les 2 groupes
- Ccl : la stratégie D-Dimères/angioscanner est aussi efficace que la stratégie D-Dimères/ED/angioscanner pour exclure le diagnostic d'EP

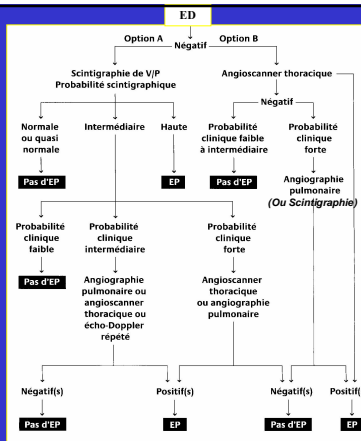
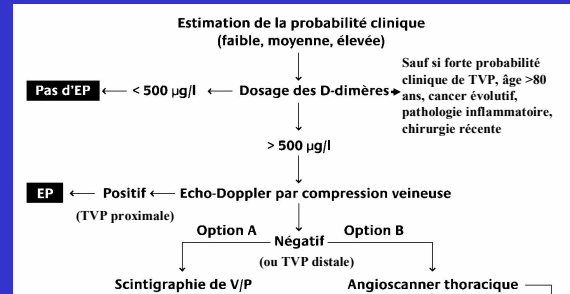
SYNTHESE

DIAGNOSTIC DE LA MVTE STRATEGIES ACTUELLES

SUSPICION DE TVP

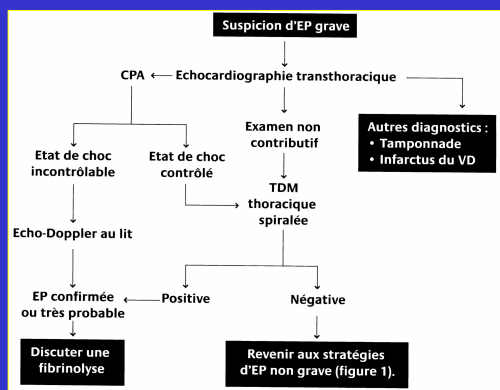
- Forte probabilité clinique : Echo-Doppler « complet »
- Probabilité clinique intermédiaire ou faible et suspicion de TVP proximale : D-Dimères (sauf âge > 80 ans, cancer évolutif, maladie inflammatoire, chirurgie récente) et Echo-Doppler si DD positifs
- Probabilité clinique intermédiaire ou faible et suspicion de TVP distale : Echo-Doppler « complet »

SUSPICION D'EMBOLIE PULMONAIRE



Stratégie alternative

- D-Dimères (si probabilité clinique faible ou modérée)
- Angioscanner si D-Dimères non négatifs ou d'emblée si probabilité clinique forte
- Echo-Doppler uniquement si angioscanner positif ou bien si angioscanner non conclusif



SITUATIONS PARTICULIERES et TECHNIQUES EN EVALUATION

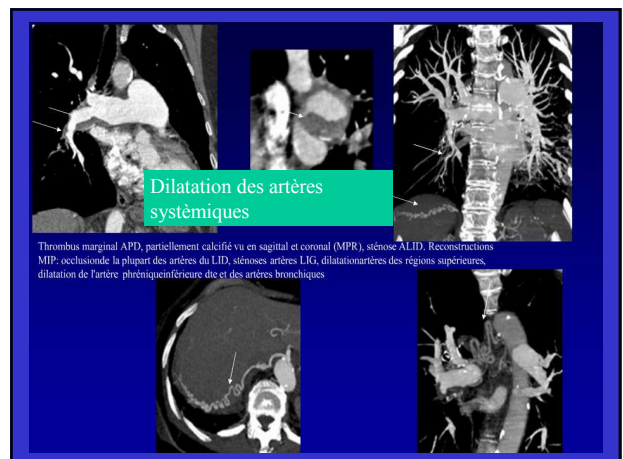
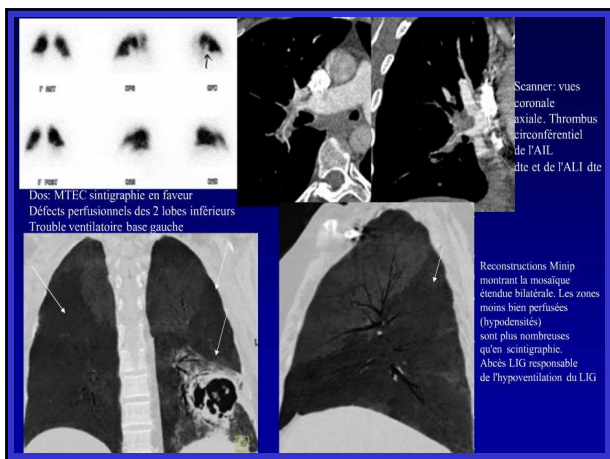
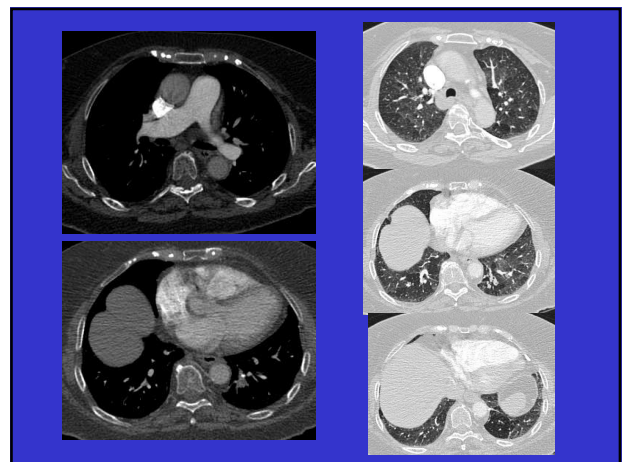
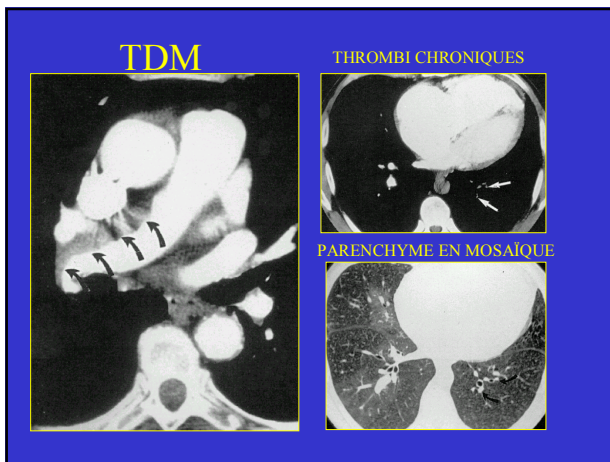
- TROIS SITUATIONS PARTICULIERES
 - LE CŒUR PULMONAIRE CHRONIQUE POSTEMBOLIQUE
 - MVTE ET GROSSESSE
 - PRÉVENTION DE L'EMBOLIE PULMONAIRE
- TECHNIQUES EN EVALUATION (ARM/IRM)

CŒUR PULMONAIRE CHRONIQUE POSTEMBOLIQUE (CPCPE)

- HTAP post-embolique : absence de résorption et organisation fibreuse des caillots (0,1 à 0,4 %)
- Clinique : dyspnée, IC droite, syncope à l'effort, angor d'effort, hémoptysies, douleurs thoraciques
- HTAP (PAP moyenne)
 - Légère : 25-35 mm Hg
 - Modérée : 35-45 mm Hg
 - Sévère : > 45 mm Hg
- Endartériectomie voire transplantation

CPCPE. Bilan pré-thérapeutique

- Echographie cardiaque
 - HTAP
 - Distension VD
 - Compression VG
- Scintigraphie pulmonaire
 - Defects de perfusion bilatéraux (dg différentiel avec HTAP primitive)
- Tomodensitométrie
 - Thrombus marginé
 - Dilatation tronc AP > 29 mm
 - Sténoses et occlusions des branches segmentaires
 - Mosaïque
 - Développement des artères bronchiques
- Cathétérisme droit
- Angiographie pulmonaire
 - « pouching defects »
 - Sténoses et occlusions
 - Encoches pariétales
 - Defects de perfusion



MVTE et GROSSESSE

- Problème diagnostique
 - Crainte d'une exposition fœtale à des radiations, en particulier en début de gestation
 - Légère augmentation du risque ultérieur de cancer chez l'enfant pour des irradiations < 5 rads
 - D-dimères en général inutiles mais un taux < 500 ng/ml garde sa valeur prédictive négative
 - Scintigraphie de perfusion considérée moins irradiante
- Problème thérapeutique

RECOMMANDATIONS

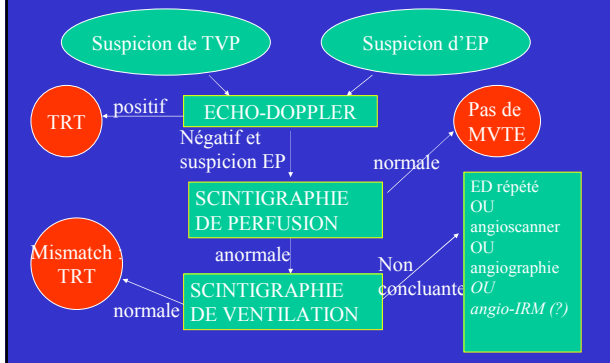
- Si l'indication de l'examen d'imagerie est indiscutable et si l'injection de PDC est indispensable, il est possible de réaliser l'angioscanner chez une femme enceinte à n'importe quel moment du terme de la grossesse
- L'angioscanner est à préférer par rapport à la scintigraphie pulmonaire en raison d'une irradiation in utero moindre
- L'équipe pédiatrique doit être prévenue de l'injection de PDC iodé réalisée après 12 semaines d'aménorrhée (date de captation d'iode par la thyroïde fœtale) afin de procéder à une surveillance de la fonction thyroïdienne du nouveau-né

Winner-Muram, Radiology 2002

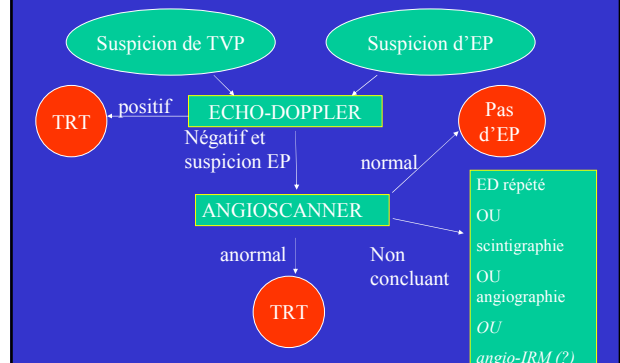
- La combinaison d'une RP (0,01 mSv), d'une scintigraphie V/Q (0,370 mSv), d'un angioscanner (0,131 mSv) et d'une angiographie pulmonaire par voie brachiale (0,500 mSv) exposerait le fœtus à une irradiation d'environ 1 mSv
- Cette dose est inférieure à celle reçue par le fœtus par irradiation naturelle pendant les 9 mois de grossesse (1,15-2,55 mSv)
- Une interruption de grossesse n'est envisagée que pour une exposition d'au moins 100 mSv

MVTE et GROSSESSE : 2 STRATEGIES POSSIBLES

MVTE et GROSSESSE

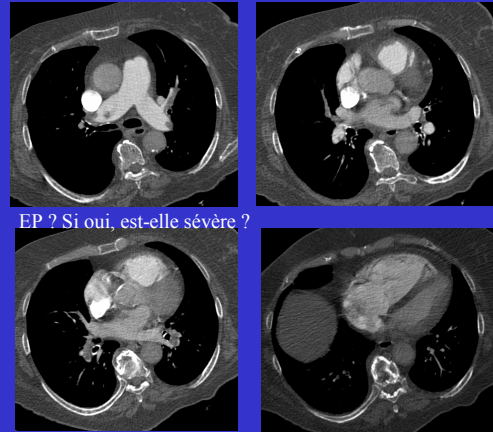
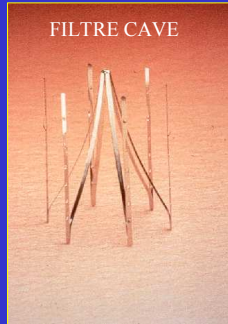


MVTE et GROSSESSE



L'IMAGERIE DANS LA PREVENTION DE L'EP

- Interruption partielle de la veine cave inférieure (IPVCI)
- Réduit le risque d'EP à la phase aiguë mais TVP récidivantes 2 fois plus fréquentes à long terme
- INDICATIONS
 - TVP proximale et/ou EP et CI aux anticoagulants
 - Récidive EP sous TRT anticoagulant
- *Nouveau concept : filtre cave extractible (CI temporaire au TRT anticoagulant)*



EP ? Si oui, est-elle sévère ?

La stratification du risque de l'embolie pulmonaire : à faire systématiquement!

Mise à jour



Steve Provencher, MD, FRCPC et Alexandre Lafleur, résident
Présenté dans le cadre de la conférence : *Journée d'actualité en sciences vasculaires*, Société des sciences vasculaires du Québec, en collaboration avec l'Université Laval, novembre 2007

Tableau 1 Les outils de stratification du risque d'embolie pulmonaire	
Outils de stratification	Résultats associés à une augmentation du risque
Anamnèse	<ul style="list-style-type: none"> • Lipothymie ou syncope • Comorbidités et âge du patient
Examen physique	<ul style="list-style-type: none"> • TA* systolique < 90 mmHg ou chute > 40 mmHg • Tachycardie • Distension jugulaire, reflux hépato-jugulaire • Augmentation de la composante pulmonaire du B2 • Souffle d'insuffisance tricuspéenne
Saturométrie	Saturation < 90 %
ECG 12 dérivations	<ul style="list-style-type: none"> • Tachycardie sinuale > 100/min • Blocus de branche droit de novo • SI QIII TIII • Inversion T en V2-V3, sous-décalage ST • Aspect Qr en V1 (pseudo-infarctus) ou dérivations droites (V4R) • Sus-décalage ST isolé en V1
NT-proBNP [†]	Élevé (> 500 pg/mL [†])
Troponines T ou I	Positives (> 0,04 µg/mL [†])
Echocardiographie	<ul style="list-style-type: none"> • Dilatation ventriculaire droite • Hypokinésie ventriculaire droite • Diminution de la variabilité respiratoire de la VCI[‡] dilatée • Mouvement paradoxal du septum interventriculaire • Insuffisance tricuspéenne • Thrombus visible (rare, environ 4 %)
Angiotomodensitométrie thoracique	Dilatation ventriculaire droite

* NT-pro-BNP = fragment N-terminal du Brain Natriuretic Peptide; TA = tension artérielle; VCI = veine cave inférieure
† Peut varier selon le laboratoire

Dysfonction ventriculaire droite

- Majorité des patients : hémodynamique stable ; mortalité < 2%
- Dysfonction ventriculaire droite détectable dans près de la moitié des cas, augmentant le risque de mortalité à 5-12%
- **Il faut donc la rechercher systématiquement**
- Elévation du NT-pro BNP ou des troponines
- Confirmation par l'échocardiographie

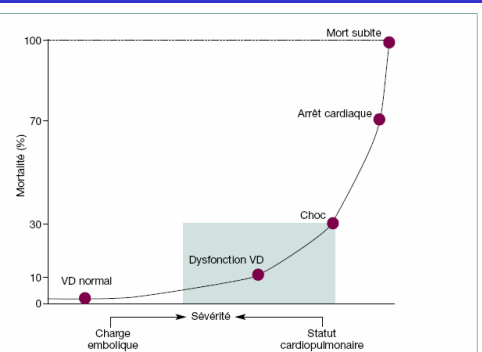


Figure 1. Impact de la dysfonction ventriculaire droite (VD) et de l'instabilité hémodynamique sur la mortalité attribuable à l'embolie pulmonaire

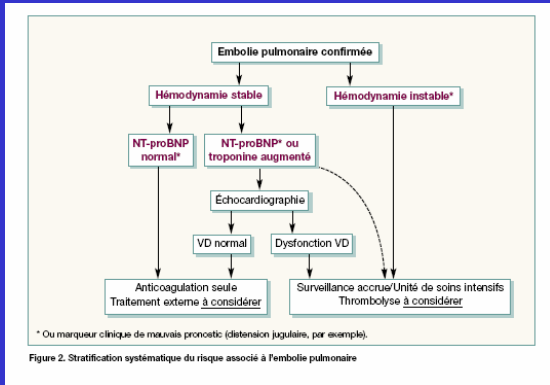


Figure 2. Stratification systématique du risque associé à l'embolie pulmonaire

EDUCATION EXHIBIT 23

RadioGraphics

Can CT Pulmonary Angiography Allow Assessment of Severity and Prognosis in Patients Presenting with Pulmonary Embolism? What the Radiologist Needs to Know¹

SUPPLEMENTAL MATERIAL

Benoit Ghaye, MD • Alexandre Ghayst, MD • Pierre-Julien Brayer, MD
Vincent D'Orto, MD, PhD • Robert F. Donckinger, MD

Rapport VD/VG

- Un rapport VD/VG > 1 est corrélé à la dysfonction ventriculaire droite et est associé à un risque d'admission en USI multiplié par 3,6
- Un rapport VD/VG > 1,5 indique une EP sévère
- Le rapport VD/VG est corrélé au risque de décès

Ghaye & al, Radiographics 2006

Mesure du rapport VD/VG

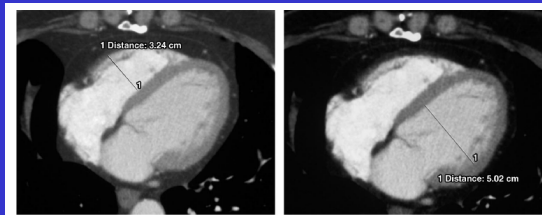


Figure 2. Measurement of the short axes of the RV and LV on axial CT pulmonary angiograms. (a) The short axis of the RV is measured at the level of the tricuspid valve from inner wall to inner wall at the widest point, which is typically in the basal third of the ventricle. (b) The short axis of the LV is measured at the level of the mitral valve from inner wall to inner wall at the widest point, which also is typically in the basal third of the ventricle. Note that the short axes of the RV and LV may be located at different axial CT levels.

La mesure des diamètres sur une coupe reconstruite 4 cavités est plus proche des mesures échocardiographiques

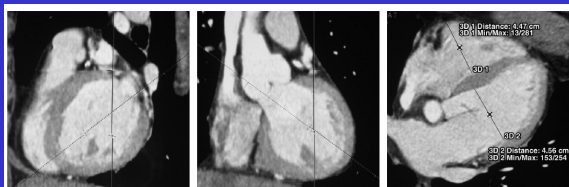


Figure 3. Measurement of the short axes of the RV and LV on a reformatted four-chamber CT image obtained in a 54-year-old patient with nonsevere PE. Dashed lines on sagittal (a) and coronal (b) CT images of the heart are rotated to obtain the four-chamber image (c). The short axes of the RV and LV are 44.7 mm and 45.6 mm, respectively, resulting in a normal RV/LV diameter ratio of less than 1.

Ghaye & al, Radiographics 2006

Ghaye & al, Radiographics 2006

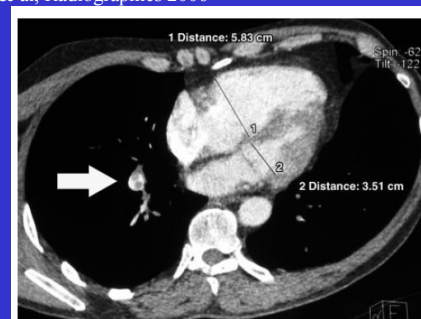


Figure 4. Moderate acute dilatation of the RV in a 55-year-old man with massive PE. Four-chamber CT image shows measurements for the short axes of the RV and LV, resulting in an RV/LV diameter ratio of 1.7. Note the PE in the right lower lobe PA (arrow).

Diamètres de la VCS et de la veine azygos

- Les diamètres de la VCS et de la veine azygos sont corrélés à la sévérité de l'EP et à la mortalité
- Moins faciles à apprécier que le rapport VD/VG

Bombement du septum interventriculaire

- Corrélié à la sévérité, à l'admission en USI
- Pas de corrélation claire à l'évolution
- Non spécifique de l'EP

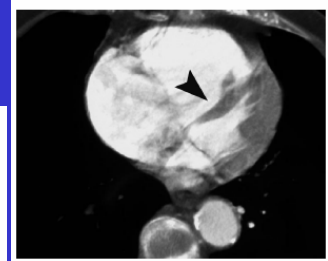


Figure 6. Acute dilatation of the RV with leftward septal bowing in a 68-year-old woman who presented with severe dyspnea and severe hypotension. CT pulmonary angiography showed massive PE, and the PA clot load score calculated according to Qanadli et al (47) was 57%. She underwent a Trendelenburg intervention but died during the first 24 hours after admission. Axial CT pulmonary angiogram obtained at the level of the heart shows signs of cor pulmonale. Note the severe dilatation of the RV and the compression of the LV: The short-axis diameters of the RV and LV were 59.4 mm and 24 mm, respectively, and the RV/LV diameter ratio was 2.5. Also note the leftward bowing of the interventricular septum (arrowhead).

Ghaye & al, Radiographics 2006

Scores de la charge embolique

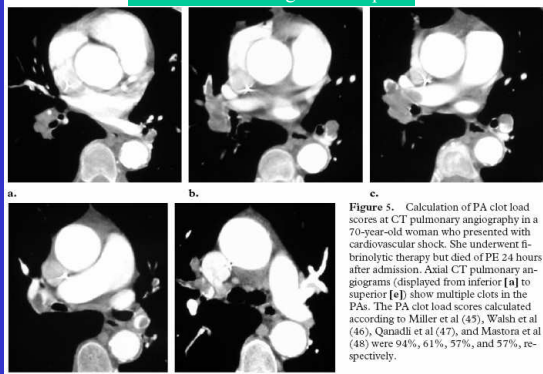


Figure 5. Calculation of PA clot load scores at CT pulmonary angiography in a 70-year-old woman who presented with cardiovascular shock. She underwent fibrinolytic therapy but died of PE 24 hours after admission. Axial CT pulmonary angiograms (displayed from inferior [a] to superior [e]) show multiple clots in the PAs. The PA clot load scores calculated according to Miller et al (45), Walsh et al (46), Qanadli et al (47), and Mastora et al (48) were 94%, 61%, 57%, and 57%, respectively.

Score de charge embolique

- Faible corrélation avec la dysfonction VD et la mortalité
- Les résistances vasculaires pulmonaires ne sont pas liées uniquement à la charge embolique
- Les scores ne prennent pas en compte les caillots périphériques
- Ils ne prennent pas en compte les épisodes précédents d'EP, l'emphysème ou les pathologies pulmonaires restrictives qui peuvent augmenter la PAP

Diamètre AP

- Un diamètre > 30 mm indique une pression > 20 mm Hg
- La corrélation avec la sévérité ou la mortalité n'est pas avérée

Reflux dans la VCI

- Signe indirect d'insuffisance valvulaire tricuspéenne, fréquemment observé dans l'insuffisance cardiaque droite

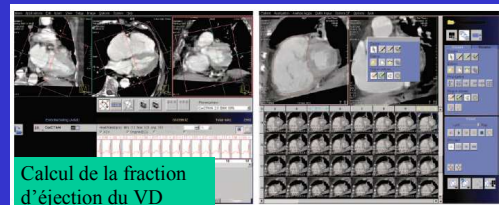


Figure 9. Calculation of the RV ejection fraction with CT in a 67-year-old woman with massive PE (same patient as in Fig 7). (a) After ECG-gated CT pulmonary angiography, the box for short-axis reformating is applied inside the CT raw data volume (images at top of computer screen). Reformatted short-axis CT sections are usually 5–8 mm thick. Multiple series of reformatted images are obtained every 5%–10% of the R-R cycle. (b) Computer screen shows series of short-axis images of the heart, which were generated every 10% of the R-R cycle. Manual contouring was then performed along the inner wall of the RV for each series by using dedicated software (Argus; Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany). (c) List of the results provided by the software shows that the end-systolic and end-diastolic volumes are dramatically enlarged, whereas the ejection fraction is reduced to 17%.

Cardiac Function		Right Ventricles - Absolute		Units
	EF (%)		Normal Range (%)	
Ejection Fraction	17.2	47.00	35.00	%
End Diastolic Volume	218.0	58.00	124.00	ml
End Systolic Volume	100.0	17.00	35.00	ml
Stroke Volume	118.0	35.00	35.00	ml
Stroke Index	4.43	2.10	3.10	ml/m ²
Myocardial Mass (g)	—	—	—	g
Filling and Ejection Data				
Peak Ejection Rate	099.8	n/a	n/a	ml/sec
Peak Contrast Flow	0.0	n/a	n/a	ml/sec
Peak Filling Rate	1562.0	n/a	n/a	ml/sec
Peak Filling Time from EB	20.0	n/a	n/a	ml/sec

FOP

Mortalité de 33 % dans les EP sévères avec FOP versus 14 % en l'absence de FOP

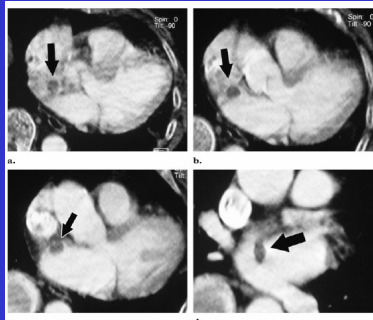


Figure 10. Saddle clot passing through a patent foramen ovale in a 70-year-old woman who presented with PA hypertension secondary to massive acute PE. Axial CT pulmonary angiograms show a saddle clot (arrow) passing from the right atrium (a) through a patent foramen ovale (b) into the left atrium (c, d).

LES TECHNIQUES EN EVALUATION ET LES VOIES DE RECHERCHE

Perspectives en TDM : étude fonctionnelle de la perfusion pulmonaire couplée à l'étude morphologique parenchymateuse et vasculaire

- Schoepf et co dans le cadre de l'EP aiguë ont étudié le flux artériel pulmonaire dans le temps sur une hauteur de parenchyme de 7,6 cm
- Courbes de rehaussement dans le temps et images paramétriques qui différaient entre segments occlus et segments non occlus au prix d'une seconde injection et d'une irradiation supplémentaire

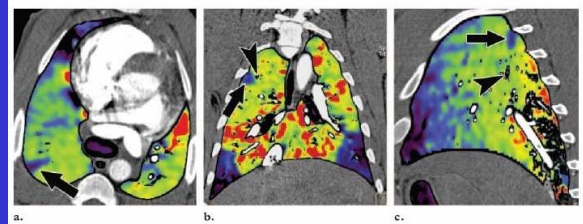
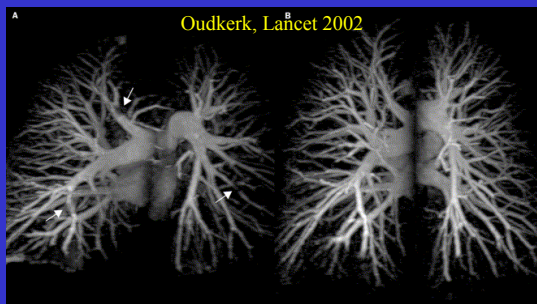


Figure 8. Perfusion of the lung parenchyma assessed with subtraction color-coded CT after experimental clot embolization in the PAs of a pig. Axial (a), coronal (b), and sagittal (c) CT images show multiple subsegmental perfusion defects, which are displayed in blue (arrow). The triangular perfusion defects are suggestive of emboli in small peripheral PAs. On the coronal and sagittal images, note the additional occluding subsegmental emboli (arrowhead in b and c) with resulting small peripheral perfusion defects (arrow). (Courtesy of Joachim Wildberger, MD, University Hospital of Aachen, Germany.)

ANGIOGRAPHIE PAR RESONANCE MAGNETIQUE (ARM)



Avant traitement

Après traitement

Oudkerk, Lancet 2002

ARM AVEC GADOLINIUM

Oudkerk, Lancet 2002

Etude prospective, 141 patients
Comparaison avec l'angiographie pulmonaire

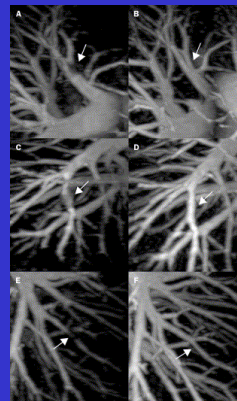
Prévalence EP : 30 %

Sensibilité :

-EP centrale et lobaire : 100 %

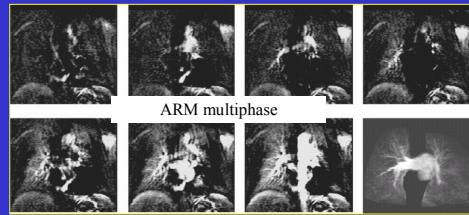
-EP segmentaire : 84 %

-EP sous-segmentaire isolée : 40 %



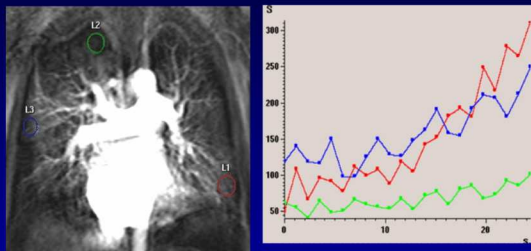
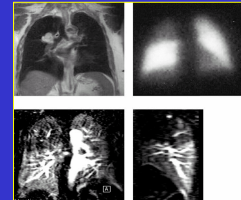
IRM de PERFUSION

- Technique du « spin tagging » : utilise les propriétés de magnétisation du sang circulant dans les poumons pour fournir des images de perfusion pulmonaire sans injection de produit de contraste.
- Seconde technique : acquisition rapide des parenchymes pulmonaires après bolus IV de gadolinium.
- Ces techniques ont démontré la présence de défauts emboliques de perfusion pulmonaire chez l'animal et chez l'homme.



ETUDE DE LA PERFUSION

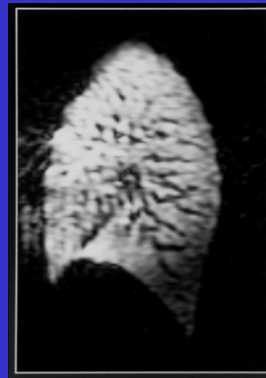
Van Beek 2003, JMRI



Haut: MTEC. IRM perfusion. Le segment apical du LSD présente une courbe de rehaussement pratiquement plate comparé aux deux autres territoires. Les hyposignaux correspondent à la mosaïque en scanner. La résolution anatomique doit cependant être améliorée sans dégrader le signal pour autant.

IRM de ventilation

- IRM de ventilation à l'hélium hyperpolarisé. Vue sagittale (normale) montrant l'hypersignal du gaz dans les espaces aériens pulmonaires. Les vaisseaux pulmonaires sont les structures présentant un vide de signal.



ARM

- INDICATIONS POTENTIELLES RESTANT A VALIDER
(niveau de preuve insuffisant)
 - Suspicion d'EP chez l'**insuffisant rénal (problème : FSN)**
 - Suspicion d'EP chez **la femme enceinte (problèmes : non recommandé au 1^{er} trimestre et pas de gadolinium)**
 - (Suspicion d'EP chez un patient aux antécédents allergiques graves à un produit de contraste iodé)
- AVENIR : ARM couplée à IRM de perfusion ?

Merci

Références et Conseils de lectures

- Traité d'imagerie médicale. Sous la direction d'Henri Nahum. Chapitre 18, Tome 1 (Ph Cluzel et co). Editions Flammarion Médecine-Sciences 2004
- Thromboses. Sous la direction de Christophe Leroyer et co. Plusieurs chapitres consacrés à la MVTE. Editions Margaux Orange 2004
- La pneumologie fondée sur les preuves. Coordination : Etienne Lemarié. Partie VI. Chapitre 17 (C Le Gall et co). Editions Margaux Orange 2002
- Le VALMI, Livre de poche de Médecine Vasculaire. Editions 2M2 2004
- Journal de Radiologie 2004 ; 85 : 886-898. Quand et comment réaliser une imagerie des veines des membres ? N Grenier et co