

Critères TDM de dysfonction ventriculaire droite dans l'embolie pulmonaire aigue

Benoît Ghaye

Cliniques Universitaires St Luc

10 Avenue Hippocrate

1200 Brussels - Belgium

benoit.ghaye@uclouvain.be

Besoin d'une stratification des patients

- Patient à haut risque : USI / thrombolyse
- Patient à risque intermédiaire
- Patient à faible risque : Θ à domicile

*

PE-related early MORTALITY RISK	RISK MARKERS			Potential treatment implications
	CLINICAL (shock or hypotension)	RV dysfunction	Myocardial injury	
HIGH >15%	+	(+) ^a	(+) ^a	Thrombolysis or embolectomy
NON HIGH	-	+	+	Hospital admission
		+	-	
		-	+	
Low <1%	-	-	-	Early discharge or home treatment

TDM : examen de référence pour le diagnostic de EP
signes indirects de dysfonction du VD

Difficulté de comparer les publications

- Technologie TDM: EBCT, rangée unique de détecteurs → bi-tubes
synchronisation à l'ECG ou non
- Définition variable de la dysfonction du VD (TDM et US)
- Technique de mesures variables
- Valeurs seuil variables
- Scores différents

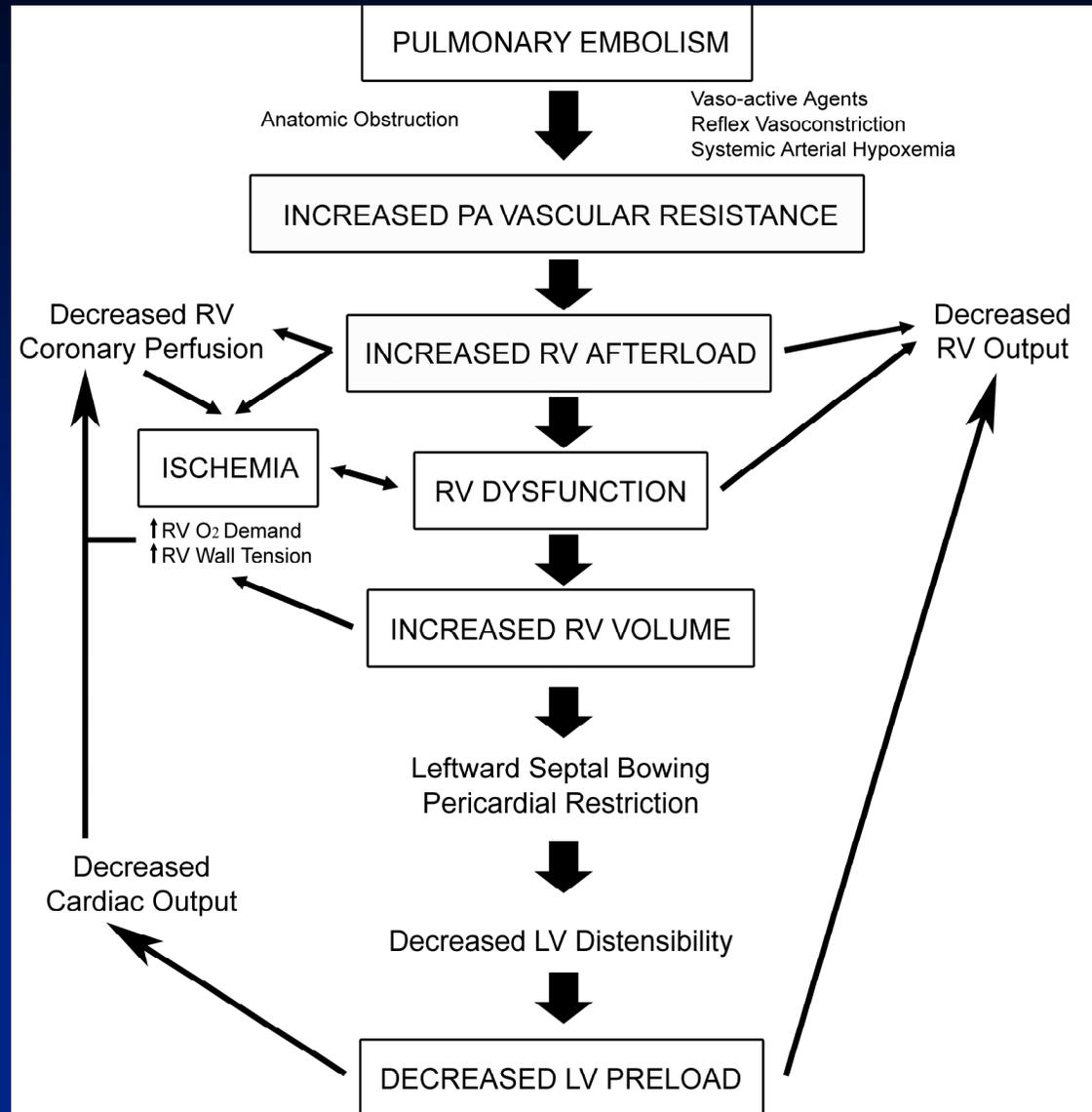
- Mortalité vs escalade thérapeutique vs les deux
- Mortalité: toutes causes vs liée à EP
- Population variable
- Analyse multivariée ou non
- Survie: H, 6 semaines, 60 jours, 3 mois, 6 mois, 12 mois

La TDM peut-elle aider à la stratification des pts ?

Mortalité et/ou des événements adverses

- **Evènements adverses (MAPPET-3)**
 - Réussuscitation cardio-pulmonaire
 - Ventilation mécanique
 - Drogues vasopressives, inotropes
 - Thrombolyse ou embolectomie
 - (Décès pfs inclus dans certaines études)
- **Admission en USI**
- **EP sévère vs non-sévère / hémodynamiquement stable ou non**
 - PAs < 90 mm HG
 - Tachycardie > 100 bpm
 - Hypoxie < 60 mm HG
 - Tachypnée > 25/min
 - Troubles de la conscience, syncope

Physiopathologie de l'EP majeure

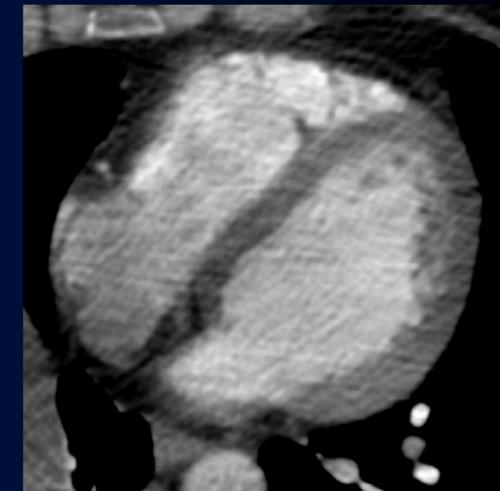
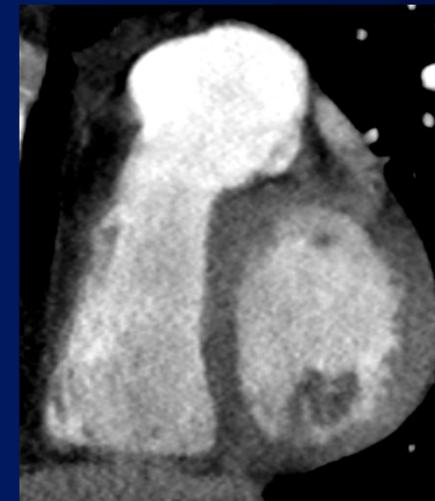
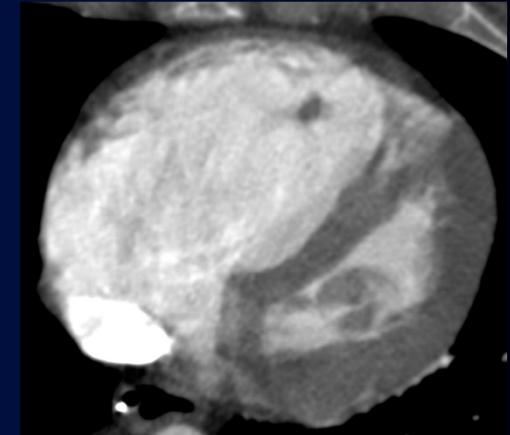
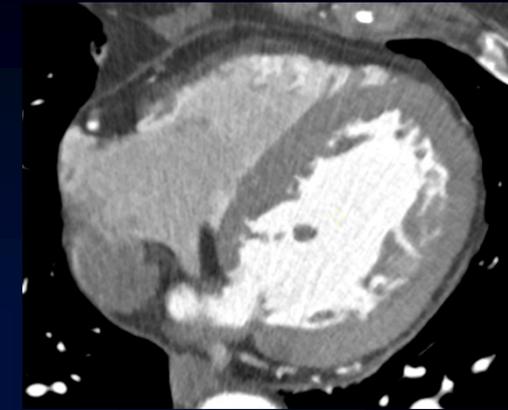
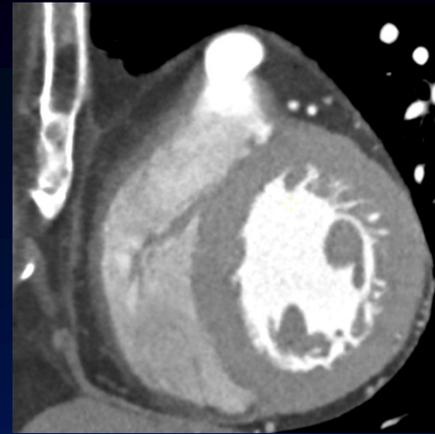


Critères TDM de sévérité de l'EP aigue

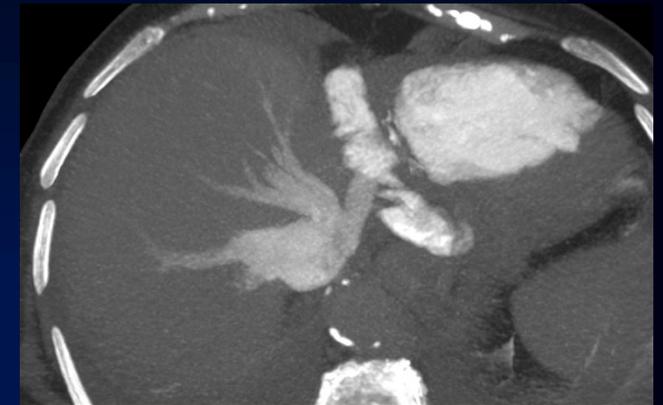
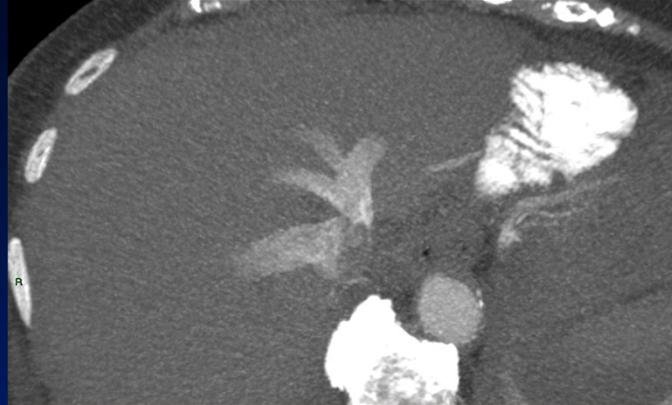
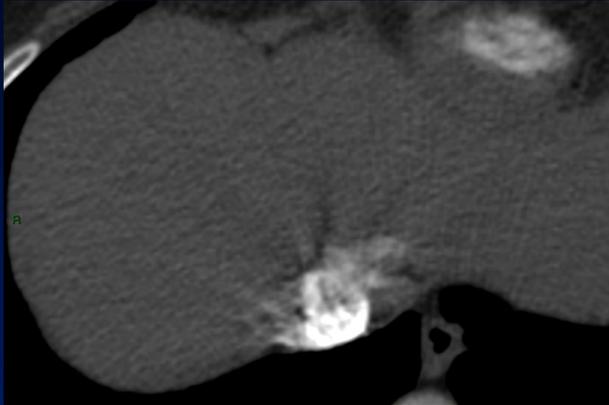
- **Score de l'obstruction artérielle**
- **Score de la charge en caillots intra-artériels pulmonaires**
- **Coeur:** Modifications morphologiques
VD/VG
- **Repercussion en amont:** reflux VCI
Ø VCS
Ø veine azygos
- **Score de l'obstruction / charge en caillots veineux systémiques**

Déviatisation septale

- Mortalité : *Araoz 2007, Seon 2011, Kang 2011b, Furlan 2012*
 - *Araoz 2007: Se 16%, Sp 92%, VPP 9%, VPN 96%*
- Pas mortalité: *Van der Meer 2005, Aviram 2008, Moroni 2011, Ceylan 2011*
- Evènements adverses (ou EPS) : *Oliver 1998, Araoz 2003, Collomb 2003, Ghaye 2006, Nural 2009, Jung 2010, Zhao 2010, Kang 2011a, Park 2012*
- Agrément IO: faible à moyen : *Araoz 2007, Stein 2008, Kang 2010, Moroni 2011*
 - bon : *Ghaye 2006, Kang 2011b, Ceylan 2011*
- Degré dépend du cycle cardiaque
- **Pièges:** hypertrophie septale basale, septum sigmoïde
- **DD:** HTAP chronique, BBG, infarctus septal, tamponnade, péricardite constrictive *Dupont 2011*



Reflux de PdC dans la VCI

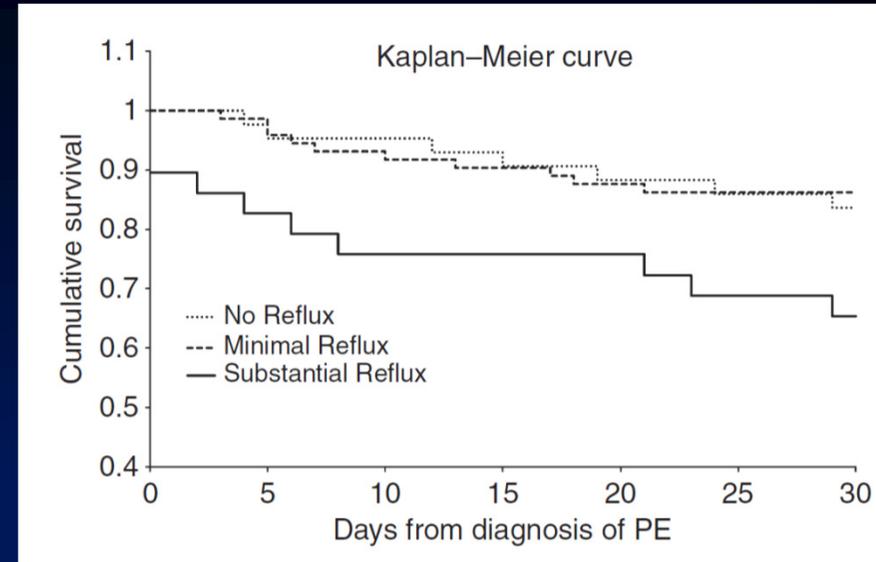


- 6 grades (1-3 non substantiel, 4-6 substantiel)*
- Décès : *Ghaye 2006, Aviram 2008, Furlan 2012*
- Evènements adverses : *Kang 2011a*
- Non discriminant : *Collomb 2003, Zhao 2010, Kang 2011b, Seon 2011, Ceylan 2011*
- Agrément IO: bon *Aviram 2008, Kang 2010, Kang 2011b, Ceylan 2011*
- **Pièges:** lié au débit d'injection, à la phase d'acquisition
- **DD:** insuffisance tricuspидienne, HTAP chronique, péricardite constrictive, cardiomyopathie restrictive, anomalie de conduction, ...

**Groves et al. Clin Radiol 2004;59:715-9*

Reflux de PdC dans la VCI

- 6 grades (1-3 non substantiel, 4-6 substantiel)*
- Décès : *Ghaye 2006, Aviram 2008, Furlan 2012*
- Evènements adverses : *Kang 2011a*
- Non discriminant : *Collomb 2003, Zhao 2010, Kang 2011b, Seon 2011, Ceylan 2011*
- Agrément IO: bon *Aviram 2008, Kang 2010, Kang 2011b, Ceylan 2011*
- Pièges: lié au débit d'injection, à la phase d'acquisition
- DD: insuffisance tricuspidiennne, HTAP chronique, péricardite constrictive, cardiomyopathie restrictive, anomalie de conduction, ...



Aviram et al. J Thromb Haemost 2008;6:1488-93

**Groves et al. Clin Radiol 2004;59:715-9*

Signes très controversés ou peu utilisés

- **Diamètre artère pulmonaire**

+ : *Collomb 2003, Aviram 2008, Staskiewicz 2010, Zhao 2010, Moroni 2011*

- : *Nural 2009, Jung 2010, Ceylan 2011, Seon 2011, Gül 2012, Park 2012*

- **Rapport AP/Ao**

- : *Araoz 2003, van der Meer 2005, Ghaye 2006, Ceylan 2011, Seon 2011, Furlan 2012*

- **Diamètre VCS**

+ : *Collomb 2003, Ghaye 2006, Nural 2009, Staskiewicz 2010, Jung 2010,*

- : *Collomb 2003, Zhao 2010, Ceylan 2011, Seon 2011, Moroni 2011, Gül 2012, Furlan 2012*

- **Diamètre veine azygos**

+ : *Ghaye 2006, Staskiewicz 2010, Zhao 2010, Jung 2010,*

- : *Ceylan 2011, Seon 2011, Furlan 2012*

- **Diamètre sinus coronaire**

+ : *Staskiewicz 2010*

Bleu = mortalité

Vert = évènements adverses

abcd = prédicteur indépendant (MV)

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des événements adverses) ?

- **Impression subjective** *He 2006, Kumamaru 2012*
- **Diamètre**
 - Axial vs 4-chambre
- **Surface**
- **Volume**
- **Synchronisation à l'ECG ?**

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?

Diamètre : Non

- Araoz 2007 (Ax), Findik 2008 (Ax), Aviram 2008 et 2012 (4ch), Oszu 2010 (Ax), Ceylan 2011 (4ch), Gül 2012, Soares 2013 (2ch)
- Stein 2008: PIOPED II study
157 pts stables (pas en choc, ni intubés, ni infarctus du myocarde, ni arrhythmies,...)
76 pts avec VD dilaté
Suivi limité à l'hospitalisation
mortalité globale : 2.5%
mortalité liée à EP : 0.6%
- Jimenez 2013 : ProteCT study
848 pts stables
533 pts (63%) avec VD/VG > 0.9
Suivi limité à 30 J
mortalité globale : 4.5% NS
mortalité liée à EP : 1.3% (1.9 vs 0.3%, $p=0.053$)
idem pour complications et VD/VG > 1.0

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?

- **Diamètre :**

- **Mortalité (21):** *Contractor 2002 (Ax), Araoz 2003 (Ax), Collomb 2003 (Ax), Schoepf 2004 (4ch), van der Meer 2005 (Ax), Lim 2005 (Ax), Ghaye 2006 (Ax), Aviram 2008, Henzler 2010 (Ax et 4ch), Singanayagam 2010 (Ax), Seon 2011 (Ax), Moroni 2011 (Ax, Q<40%), Becattini 2011 (Ax), Kang 2011a (4ch HR 3.68), Kang 2011b, Furlan 2012 (Ax), Kumamaru 2012b (Ax et 4ch), Park 2012 (Ax), Lu 2012 (Ax et 4ch), Cai 2013 (4ch)*
- **Evènements adverses (7):** *Quiroz 2004 (4ch), Zhao 2010 (Ax), Klok 2010 (4ch), Jung 2010 (Ax), van der Bijl 2011 (Ax et 4ch), Apfaltrer 2012a (4ch), Apfaltrer 2013 (Ax et 4ch)*
- **Agrément IO: élevé** *Quiroz 2004 (4ch), Ghaye 2006 (Ax), Stein 2008 (Ax), Kang 2010 (Ax et 4ch), Ceylan 2011 (Ax), Becattini 2011 (Ax), Kang 2011b, Wong 2012 (Ax), Kumamaru 2012b (Ax et 4ch), Jimenez 2013 (Ax)*

moyen *Araoz 2007 (Ax), Moroni 2007 (Ax)*

- **Surface**
- **Volume**
- **Synchronisation à l'ECG ?**

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?

Diamètre : Oui

- Deux études multicentriques prospectives
- Van der Meer 2005
- Becattini 2011
 - Etude multicentrique prospective (I, PL, D, NL) 2008-10
 - 457 pts – 90% H stables
 - Prédiction dysfonction VD US (66%): VD/VG \geq 0.9: Se 92, Sp 56%, AUC 0.86
 - Prédicteur indepdt mortalité ou évènements adverses : HR 3.4, 95% CI 1.25-9.0 pop globale
HR 3.8, 95% CI 1.3-11 pts stables
mortalité: HR 2.8 pop globale
mortalité: HR 2.9 pts stables
 - VPN (< 0.9) pour mortalité ou évènements adverses : 95-98%
mortalité liée à EP: 100%
 - VPP : 5-7 % pour mortalité et 6-11% pour évènements adverses

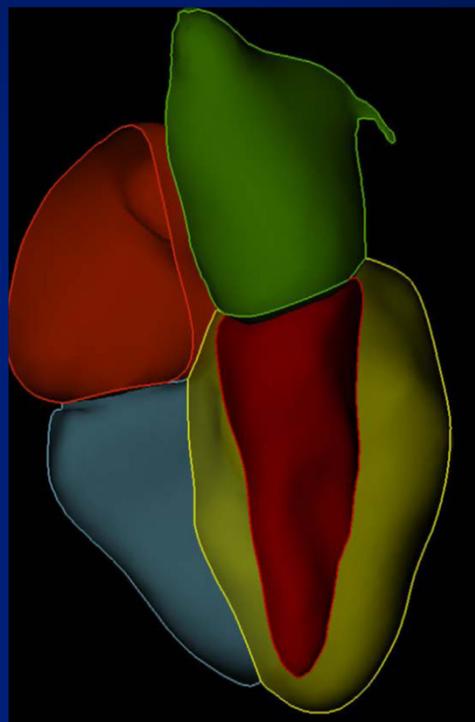
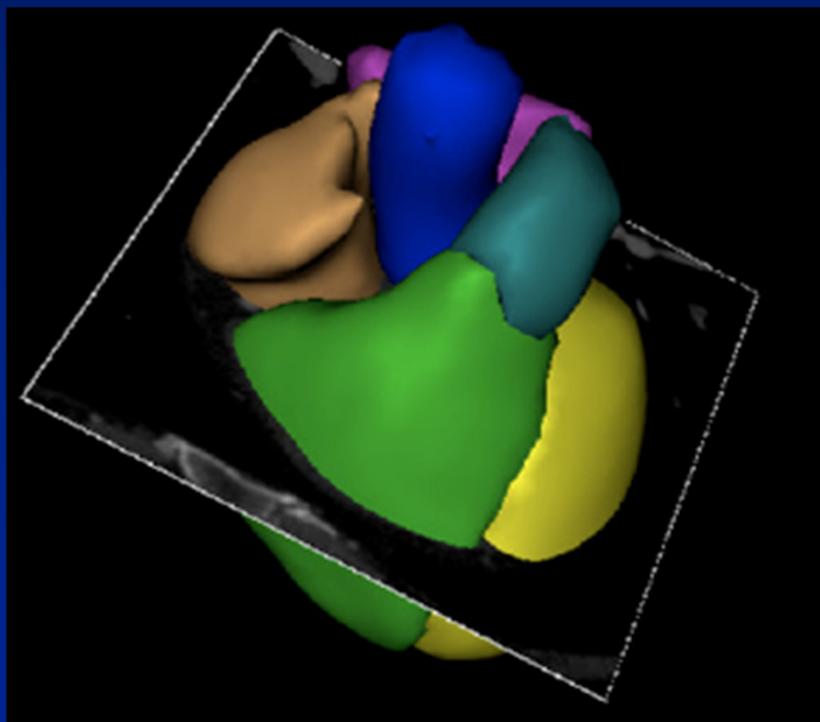
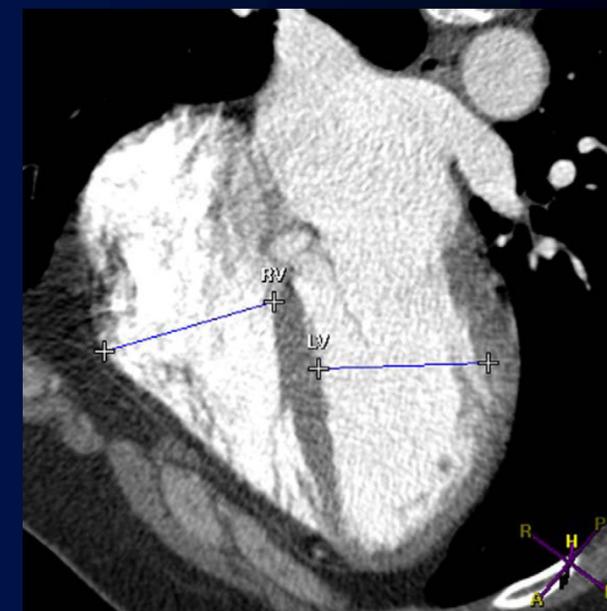
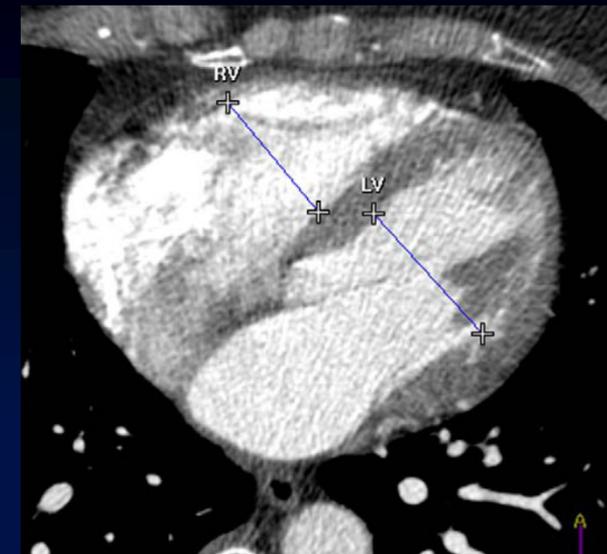
Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des événements adverses) ?

- **Diamètre :**
 - Axial
 - **4-chambre:** *Quiroz 2004, Schoepf 2004, Dogan 2007, Kang 2011a, Apfaltrer 2012a*
- **Surface**
- **Volume**
- **Synchronisation à l'ECG ?**

VD/VG Ax vs 4-ch

Mean RV/LV ratios \pm standard deviation measured on axial and 4-chamber view by 4 readers.

	Axial view	4-Chamber view
Reader 1	1.12 ± 0.41	1.11 ± 0.34
Reader 2	1.1 ± 0.39	1.12 ± 0.37
Reader 3	1.01 ± 0.39	1.03 ± 0.34
Reader 4	1.0 ± 0.40	1.03 ± 0.37



Lu et al. AJR 2012;198:1353-60

Kamel et al. JCAT 2008;32:48-43

Kumamaru JTI 2012;27:331-6

**Wittenberg et al. Eur J Radiol 2012;81:218-22*

Stein et al. J Thromb Thrombolysis 2009;28:342-47

abcd = prédicteur indépendant (MV)

Vert = évènements adverses

Bleu = mortalité

Valeurs seuil

- **> 0.9** : *Quiroz 2004 (4ch)*, *Schoepf 2004 (4ch)*, *Becattini 2011 (Ax)*, *Lu 2012 (Ax et 4ch)*,
- **≥ 1** : *Stein 2009 (Ax et 4ch)*, *Singanayagam 2010 (Ax)*, *Furlan 2012 (Ax)*
- **> 1** : *Contractor 2002 (Ax)*, *Araoz 2003*, *Lim 2005 (Ax)*, *van der Meer 2005 (Ax)*, *Lu 2008 (4ch)*, *Stein 2008 (Ax)*, *Klok 2010 (4ch)*, *Moroni 2011 (Ax)*, *Kang 2011a (Ax et 4ch)*, *van der Bijl 2011 (Ax et 4ch)*, *Kumamaru 2012a (Subjectif, Ax et 4ch)*, *Kumamaru 2012b (Ax et 4ch)*, *Park 2012 (Ax)*, *Cai 2013 (4ch)*
- **> 1.1** : *Nural 2009 (Ax)*, *Kang 2011b (Ax)*, *Seon 2011 (Ax)*
- **> 1.2**: *Zhao 2010 (Ax)*, *Henzler 2012 (Ax)*, *Apfaltrer 2012a (4ch)*, *Apfaltrer 2012b (Ax)*
- **> 1.3** : *Jung 2010 (Ax)*, *Henzler 2012 (4ch)*, *Apfaltrer 2013 (Ax)*, *Apfaltrer 2012b (4ch)*
- **> 1.4**: *Apfaltrer 2012a (Ax)*
- **> 1.5** : *Reid 1998 (Ax)*, *Collomb 2003 (Ax)*, *van der Meer 2005 (Ax)*, *Ghaye 2006 (Ax)*, *Bazeed 2010 (Ax)*
- **> 1.67**: *Apfaltrer 2013 (4ch)*

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des événements adverses) ?

- Diamètre
- Surface
 - VD/VG > 1: Se 88% et Sp 88% pour EP sévère*
 - Prédiction mortalité
 - Surestimation 0.42 +/- 0.32 vs US
 - Plus reproductible que diamètre ~ US**
- Volume
- Synchronisation à l'ECG ?

*Mansecal et al. *Am J Cardiol* 2005;95:1260-3

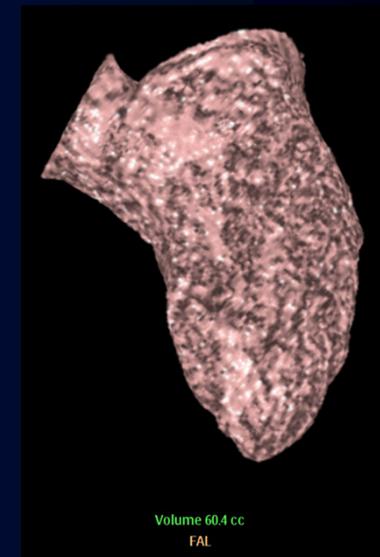
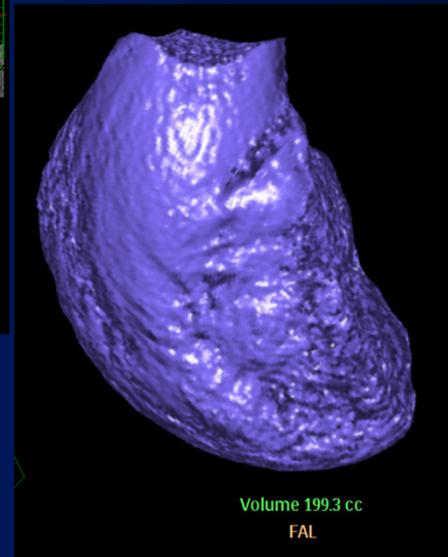
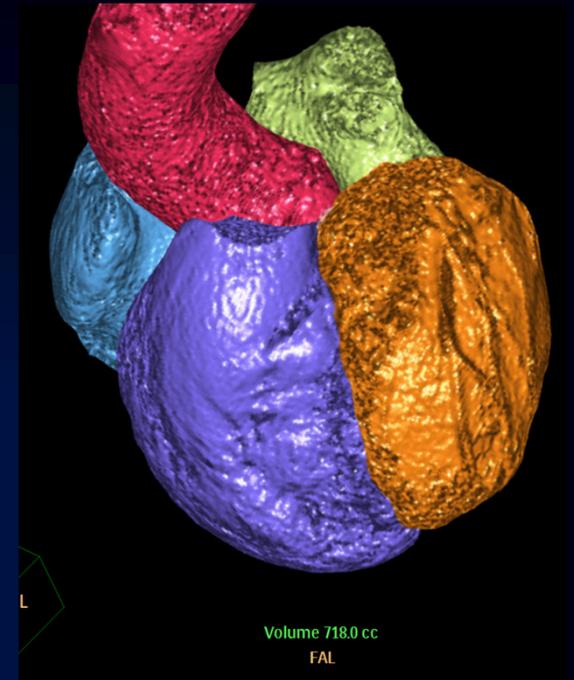
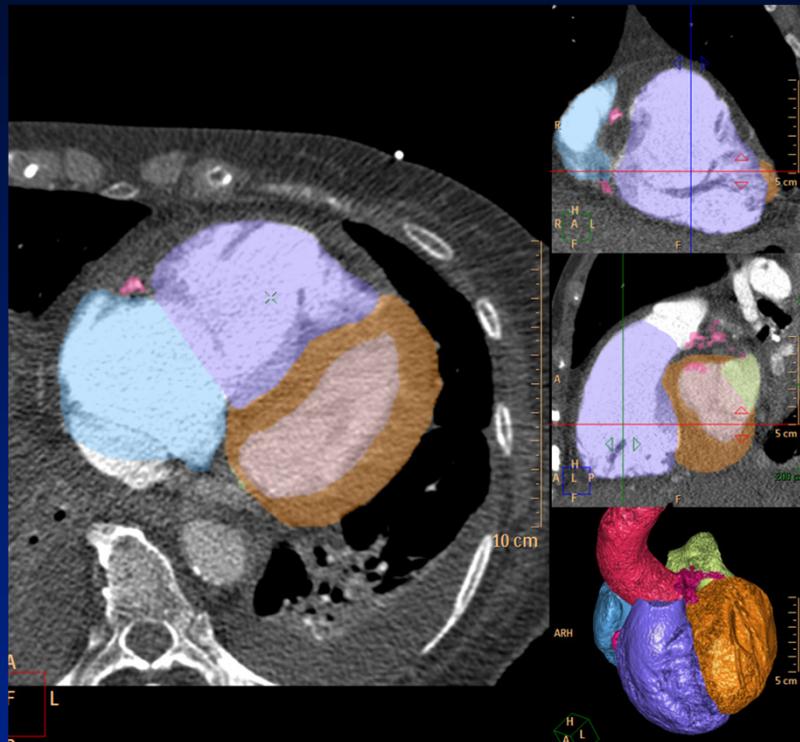
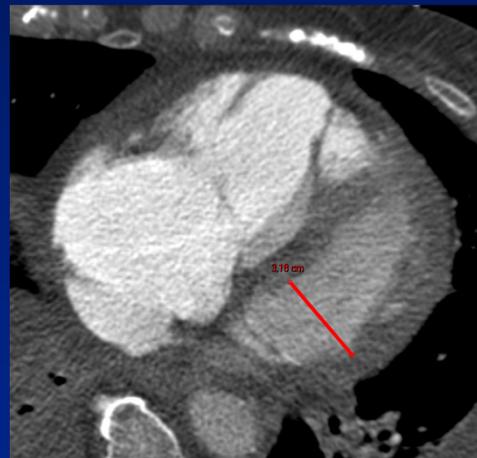
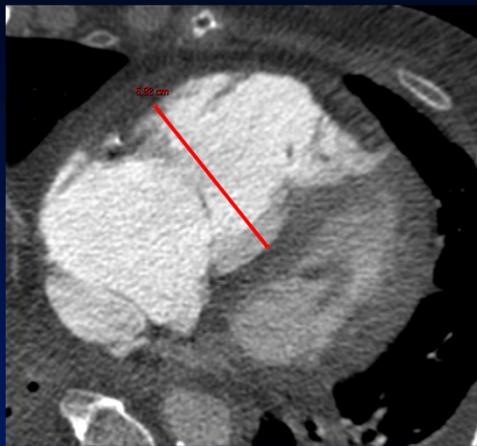
**Mansecal et al. *Eur Radiol* 2011;21:240-5

Wintersperger et al. *ROFO* 1999;10:542-49

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?

- Diamètre
- Surface
- **Volume** :
 - Mortalité: *Apfaltrer 2012a, Henzler 2010, Kang 2011a, Kang 2011b*
 - Evènements adverses : *Aviram 2012*
 - Supérieur à Ax et 4ch : *Apfaltrer 2012a, Henzler 2010 et 2012, Aviram 2012, Kang 2011a*
 - Agrément IO: excellent *Kang 2010, Kang 2011b*
 - Temps: < 1-11 minutes *Kang 2010, Kang 2011a, Aviram 2012,*
- Synchronisation à l'ECG ?

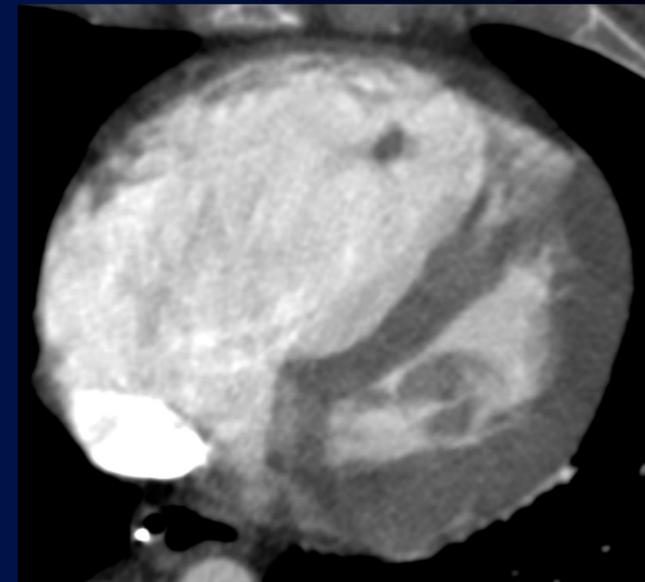
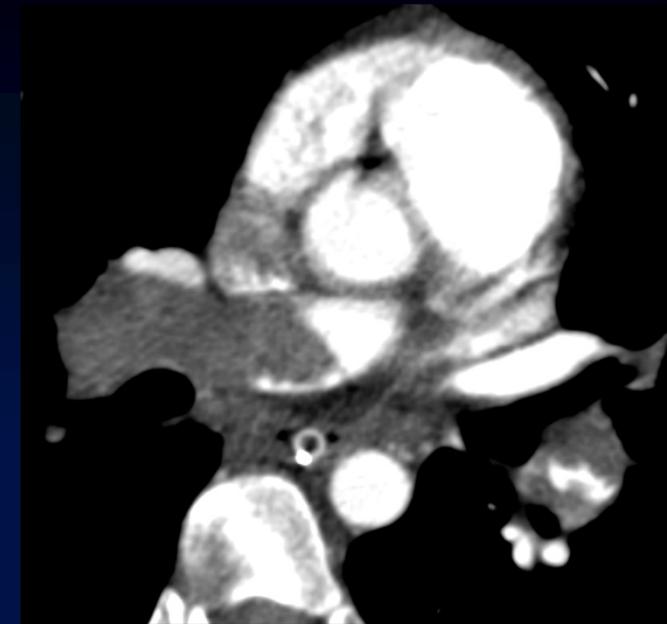
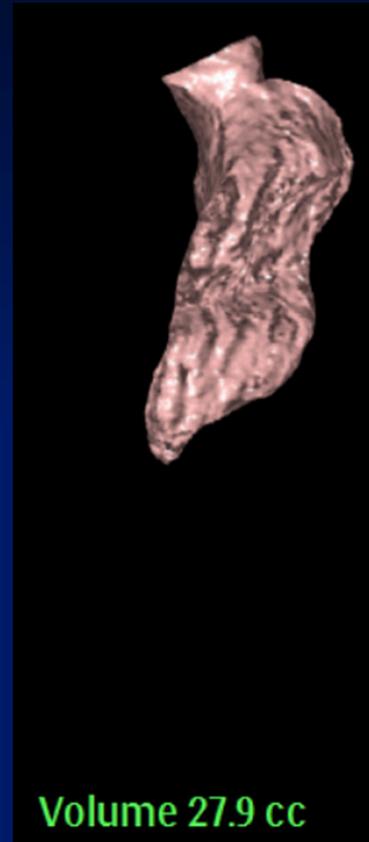
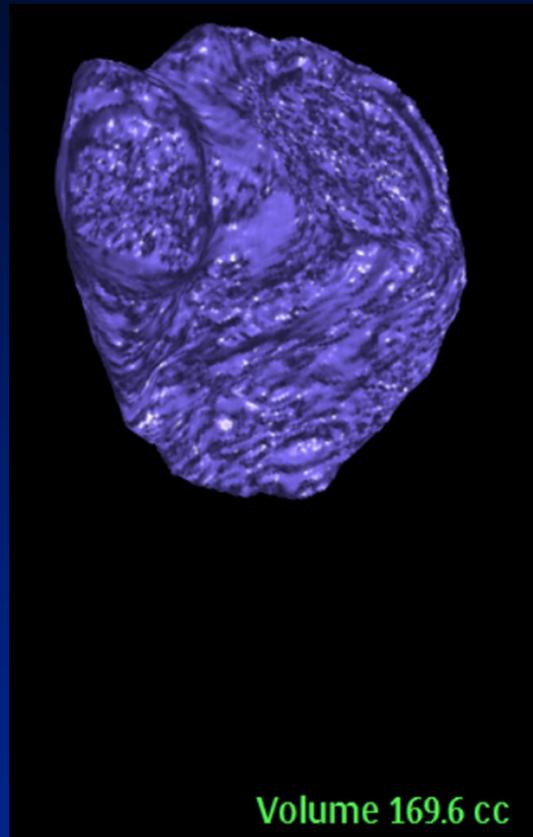
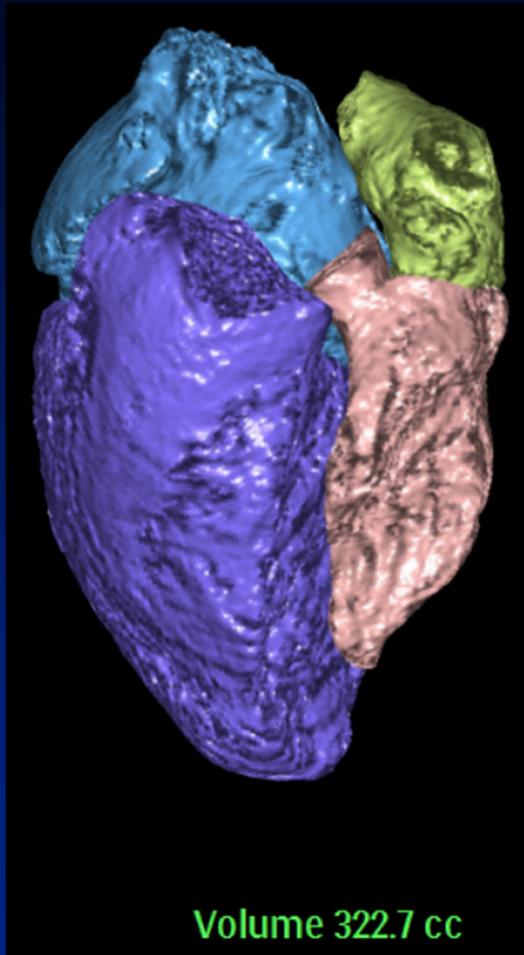
Volumétrie VD/VG



$$VD/VG_d = 59/32 = 1.84$$

$$VD/VG_{vol} = 199/60 = 3.3$$

Volumétrie VD/VG



$$VD/VG_d = 2.4$$

$$VD/VG_{vol} = 170/30 = 5.7$$

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?

- Diamètre

- Surface

- **Volume :**

Mortalité: *Apfaltrer 2012a, Henzler 2010, Kang 2011a, Kang 2011b*

Evènements adverses : *Aviram 2012*

Supérieur à Ax et 4ch : *Apfaltrer 2012a, Henzler 2010 et 2012, Aviram 2012, Kang 2011a*

Agrément IO: excellent *Kang 2010, Kang 2011b*

Temps: < 1-11 minutes *Kang 2010, Kang 2011a, Aviram 2012*

Seuil: 1.28 : AUC = 0.84 *Apfaltrer 2012a*

1.65 : AUC = 0.76 *Apfaltrer 2013*

1.2 : HR 6.49 (VPP/VPN 30/89% pour EA et 11/97% pour M) *Kang 2011a*

1.5 : AUC = 0.71 et HR: 5.4 pour mortalité *Kang 2011b*

1.34 : AUC = 0.9 et OR 67.5 pour dysfonction VD US *Henzler 2012*

1.39 : AUC = 0.92 pour dysfonction VD US *Apfaltrer 2012b*

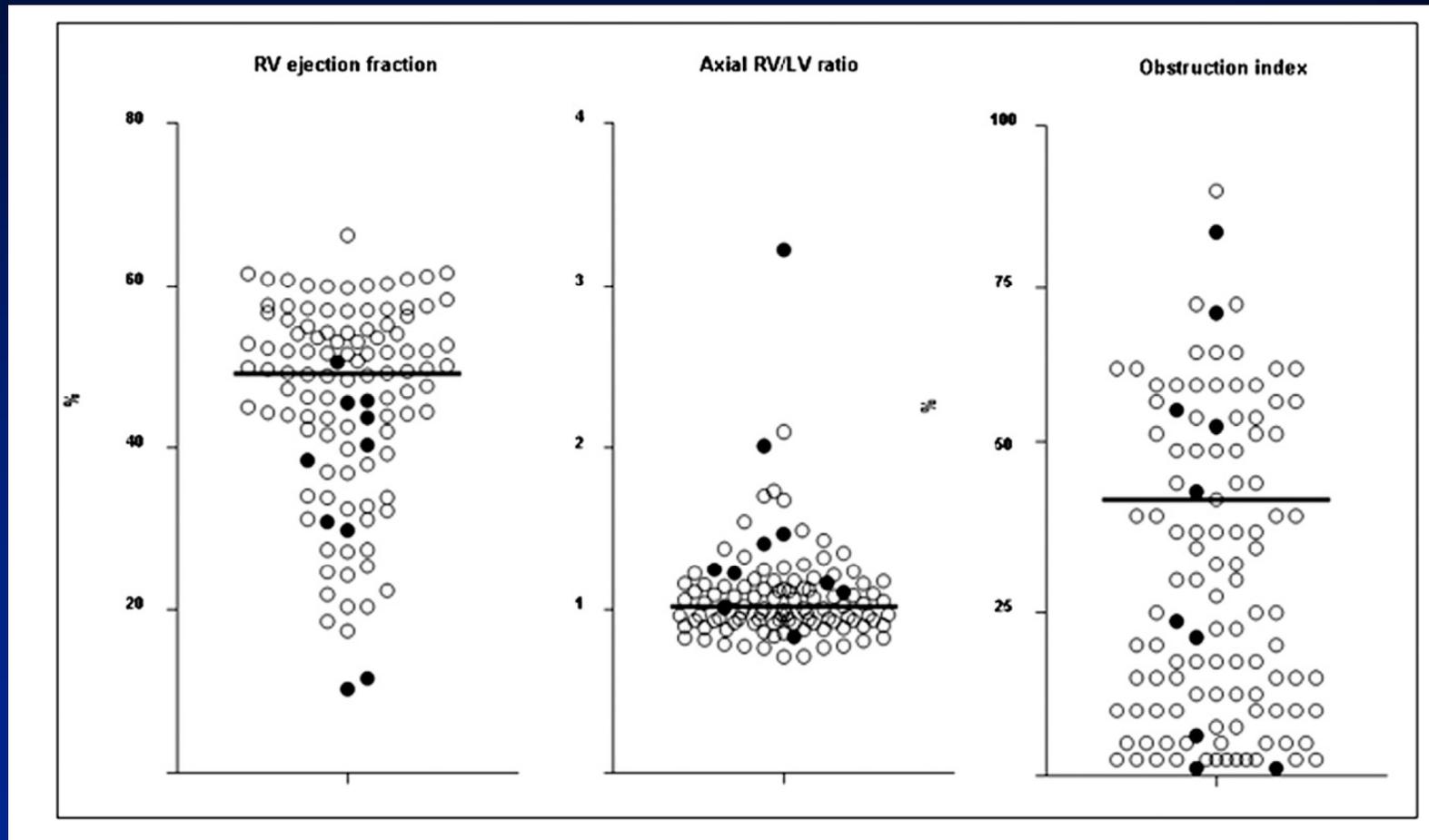
= 0.99 si ajout score de Mastora central

- Synchronisation à l'ECG ?

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?

- Diamètre
- Surface
- Volume
- Synchronisation à l'ECG ?
 - Rétrospectif: + *Dogan 2007, Scheffel 2012*
 - *Lu 2009, van der Bijl 2011*
 - Peu d'intérêt pour EP: AP peu pulsatiles, prévalence faible
 - Désavantages: irradiation, contraste, temps, artéfacts respiratoires ↗
 - Prospectif ?

Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?



Le rapport VD/VG peut-il prédire la mortalité (et/ou des évènements adverses) ?

Table 4—Predictive Value of Different Parameters for Adverse Clinical Outcome in Patients With Acute PE (n = 113)

Parameter	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	AUC
All-cause parameter (n = 10)					
RVEF ≤ 47%	90 (54-99)	60 (50-70)	18 (9-32)	98 (90-100)	0.75 (0.62-0.88)
LVEF < 57%	90 (54-99)	38 (29-48)	12 (6-23)	98 (85-100)	0.64 (0.48-0.79)
EDV RV/LV ratio > 1.2	70 (35-92)	63 (53-72)	16 (7-30)	96 (87-99)	0.67 (0.50-0.84)
ESV RV/LV ratio > 1.4	60 (27-88)	62 (52-71)	13 (6-27)	94 (85-98)	0.61 (0.42-0.79)
Axial RV/LV ratio > 1.0	90 (54-99)	52 (42-62)	16 (8-28)	98 (89-100)	0.72 (0.57-0.86)
Four-chamber RV/LV ratio > 1.0	80 (44-96)	49 (39-59)	13 (6-25)	96 (86-99)	0.65 (0.48-0.81)
Obstruction index > 40%	50 (20-80)	68 (58-77)	13 (5-29)	93 (84-98)	0.59 (0.40-0.78)
PE disease-specific parameter (n = 6)					
RVEF ≤ 47%	100 (52-100)	60 (50-70)	13 (5-26)	100 (93-100)	0.80 (0.69-0.91)
LVEF < 57%	100 (52-100)	38 (27-48)	9 (4-18)	100 (89-100)	0.69 (0.53-0.85)
EDV RV/LV ratio > 1.2	83 (36-99)	63 (53-72)	12 (4-26)	98 (91-100)	0.73 (0.54-0.92)
ESV RV/LV ratio > 1.4	83 (36-99)	62 (52-71)	11 (4-25)	98 (91-100)	0.73 (0.54-0.92)
Axial RV/LV ratio > 1.0	83 (36-99)	52 (42-62)	9 (3-21)	98 (89-100)	0.68 (0.48-0.88)
Four-chamber RV/LV ratio > 1.0	83 (36-99)	49 (39-59)	9 (3-20)	98 (88-100)	0.66 (0.46-0.86)
Obstruction index > 40%	33 (6-76)	68 (58-77)	6 (1-21)	95 (86-98)	0.67 (0.45-0.90)

Data are presented as median (95% CI). AUC = area under the curve; EDV = end-diastolic volume; ESV = end-systolic volume; NPV = negative predictive value; PPV = positive predictive value. See Table 1 and 2 legends for expansion of other abbreviations.

Synchronisation à l'ECG

- 60 patients (21 EP)

- 2 lecteurs

- Mesures

- Variabilité inter

- Variabilité intra

- Sensibilité (>0.9)

- Spécificité

- AUC

- Dose

ECG

Non-ECG

p



100%

100%

75%

25%

0.96

0.67

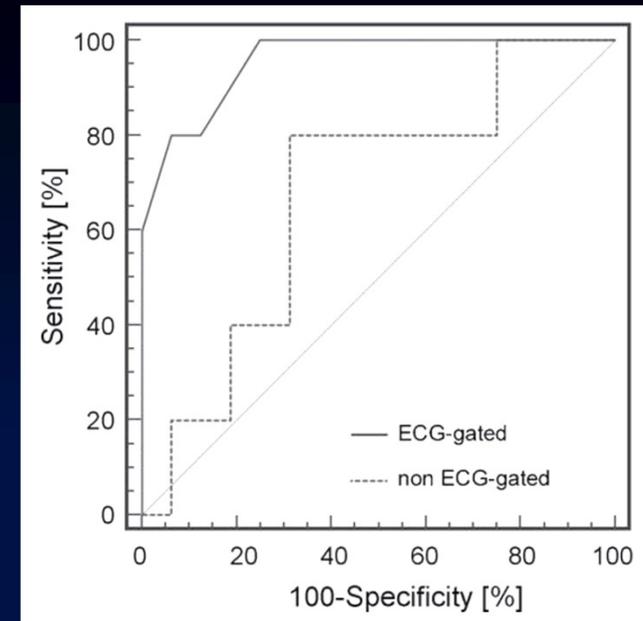
.02 - .003

1 lecteur

.048

16.9 mSv

(5-7 mSv)



Synchronisation à l'ECG

- 7 cochons avec EP induites
- Score de Miller modifié : 44 à 100% (moyenne 75%)
- TDM 64-RD et IRM 1.5T (avant et après EP) (1 à 4h)
- Paramètres VD: RVO, RSVS, RVESV, RVEDV
- 2 décès (obstruction > 80%)
- RVO et RSVS vs obstruction: $r = 0.96$ et 0.97
RVEDV et RVESV: $r = 0.18$ et 0.38

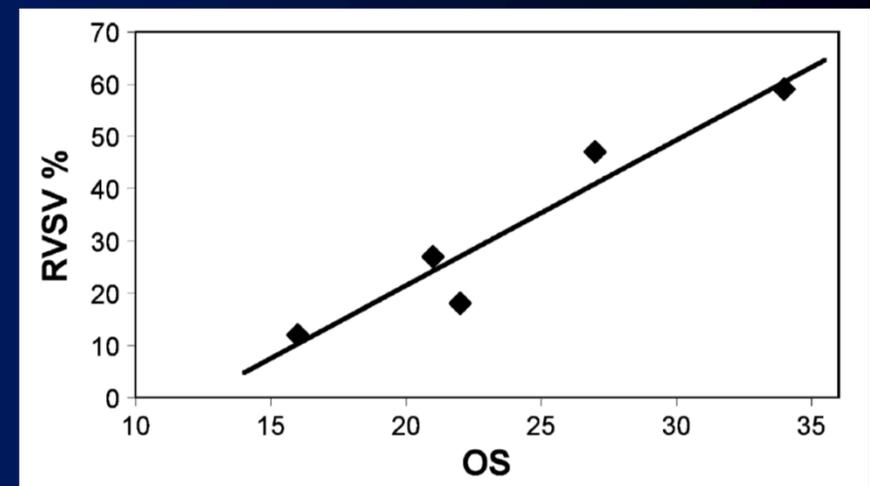
Mesures fonctionnelles plus pertinentes ?

Peut expliquer la variabilité des résultats ?

Influence du temps entre EP et TDM ?

Elargissement du VD est plus lente ?

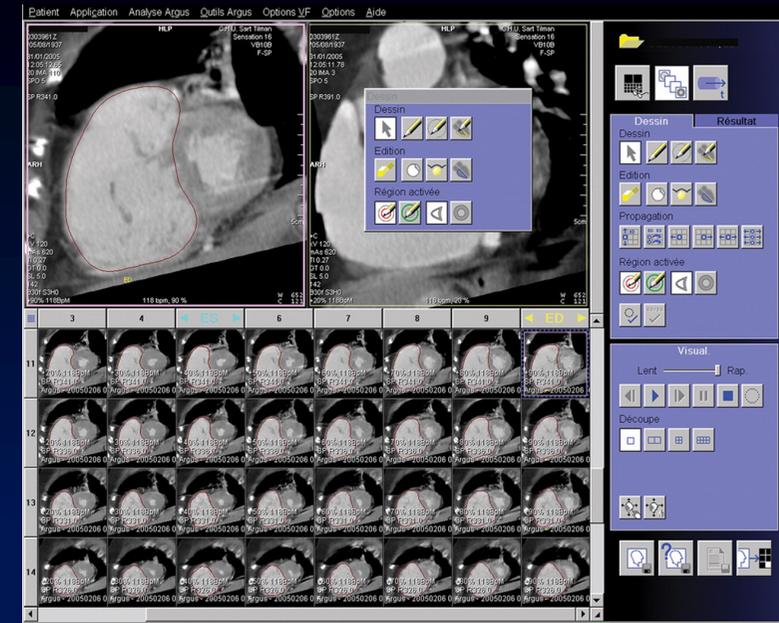
Influence de pathologie CP pré-existantes ?



Synchronisation à l'ECG

Fonction cardiaque

- MDCT validé ~ US, IRM , scintigraphie
- Surestimation discrète ESV et EDV ~ IRM
- Plus faible résolution temporelle
- FE VD : normale = 60%
patho < 40%
- TAPSE : plus simple que FE
- **Signe de McConnell** : hypokinésie paroi libre
moyenne VD: peu spécifique
- **Distensibilité APD** : hypertension pulmonaire



Patient ID: 0303961Z Examination Date: 31/01/2005
 Patient Height: 160.00 cm. Patient Weight: 61.00 kg. Heart Rate: 118 Beats/min

Right Ventricle - Absolute				
Cardiac Function			Normal Range (F)	Units
			(CT)	
Ejection Fraction	EF	17.2	47.00 ... 80.00	%
End Diastolic Volume	EDV	218.0	58.00 ... 154.00	ml
End Systolic Volume	ESV	180.5	12.00 ... 68.00	ml
Stroke Volume	SV	37.5	35.00 ... 98.00	ml
Cardiac Output	CO	4.43	2.65 ... 5.98	l/min
Myocardial Mass (at ED)		----	----	g
Myocardial Mass (Avg)		----	----	g
Filling and Ejection Data				
Peak Ejection Rate		698.8	n.a.	ml/sec
Peak Ejection Time		0.0	n.a.	msec
Peak Filling Rate		1562.6	n.a.	ml/sec
Peak Filling Time from ES		20.0	n.a.	msec

Dupont et al. AJR 2011;196:77-86
Ghaye et al. RadioGraphics 2006;26:23-39
Delhaye et al. Eur Radiol Suppl 2008;18:212

VD/VG

MDCT ~ échocoeur

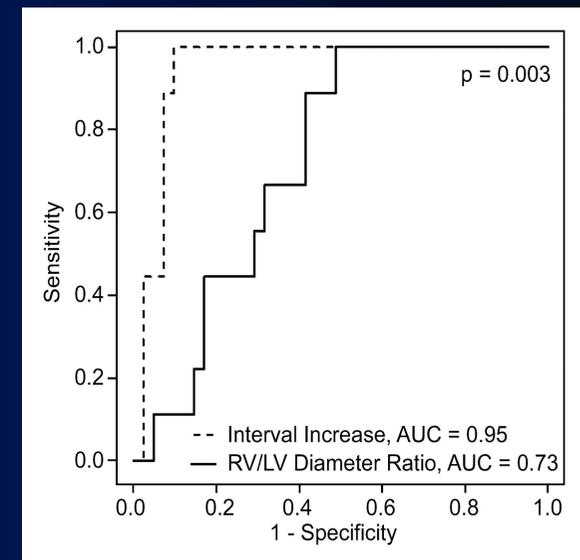
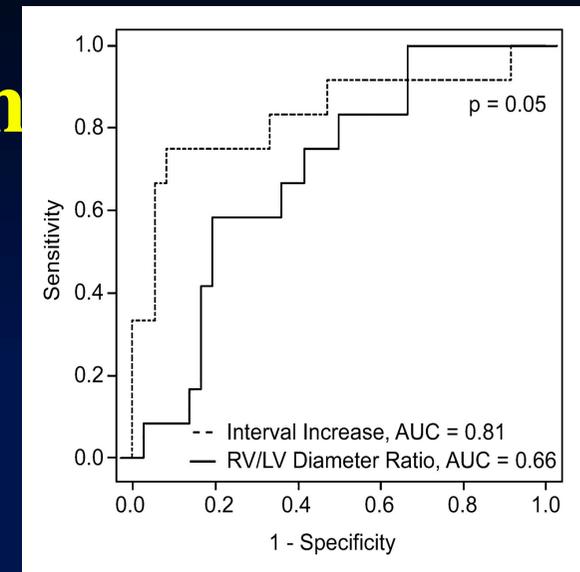
- **Mesures:** corrélation moyenne : *Mansecal 2011*
- **Dysfonction VD:** bonne corrélation :
 - Contractor 2002* : Se 78, Sp 100, VPP 100%
 - Lim 2005* : Se 92, Sp 100, VPP 100, VPN 67%
 - Mansecal 2005*: $VD/VG_s > 1$: Se 88, Sp 88%
 - Seon 2011* : $VD/VG \geq 1.12$: Se 89.8, Sp 77.4%, AUC 0.86
 - Henzler 2012* : $VD/VG_{ax,4ch,vol}$: Se 82-88, Sp 83-85%, AUC 0.84-93
 - Becattini 2011* : $VD/VG \geq 0.9$: Se 92, Sp 56%, AUC 0.86
- *Park 2012*: RV/LV + Bombement septal + EP proximale vs Hypokinésie à US cardiaque: PPV: 55% et NPV: 94-96% d'évènements adverses (56 pts)

Comment améliorer la prédiction

- Comparaison avec imagerie précédente *Lu 2008*
- Ratio AD/AG
- Caillot “en sablier” ou “en selle”
- Caillot endocardiaque (3.5 à 18%)
- Foramen ovale perméable
- Score de perfusion
- Sévérité de la thrombophlébite sous-jacente

- Echocardiographie
- Facteurs cliniques
- Biomarqueurs

15% ↗ = HR 7.2

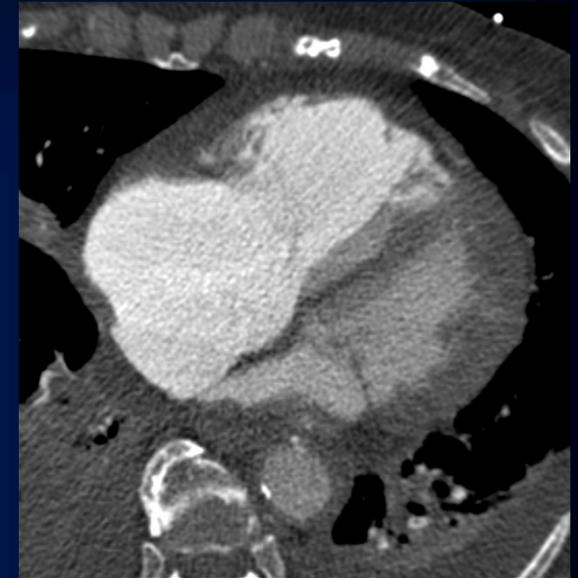


18% ↗ = HR 19

Comment améliorer la prédiction du VD/VG ?

- Comparaison avec imagerie précédente *Lu 2008*
- **Ratio AD/AG** *Aviram 2011 et 2012*
- Caillot “en sablier” ou “en selle” *Yusuf 2010*
- Caillot endocardiaque (3.5 à 18%)
- Foramen ovale perméable
- Score de perfusion
- Sévérité de la thrombophlébite sous-jacente

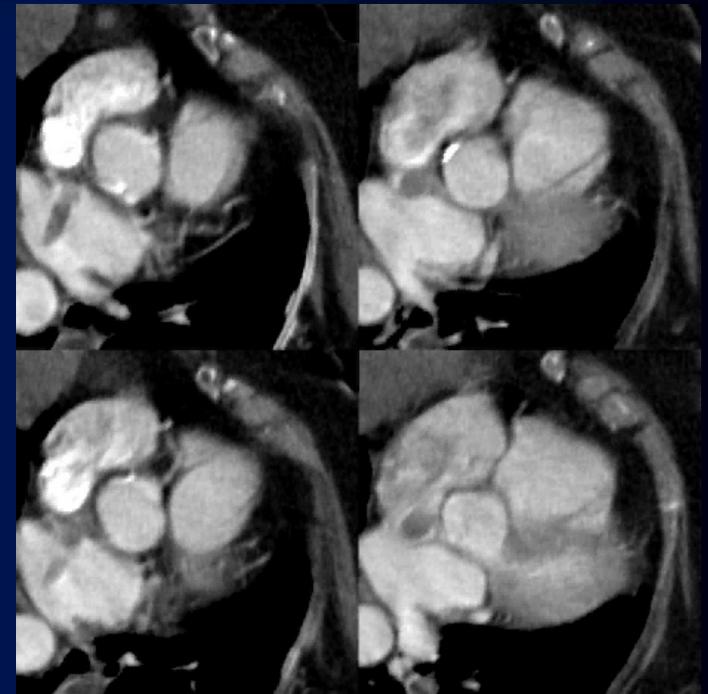
- Echocardiographie
- Facteurs cliniques
- Biomarqueurs



Comment améliorer la prédiction du VD/VG ?

- Comparaison avec imagerie précédente *Lu 2008*
- Ratio AD/AG *Aviram 2011 et 2012*
- Caillot “en sablier” ou “en selle” *Yusuf 2010*
- **Caillot endocardiaque** (3.5 à 18%) *Mansecal 2011*
- Foramen ovale perméable (14 → 33%) *Konstantinides 1998*
- Score de perfusion
- Sévérité de la thrombophlébite sous-jacente

- Echocardiographie
- Facteurs cliniques
- Biomarqueurs

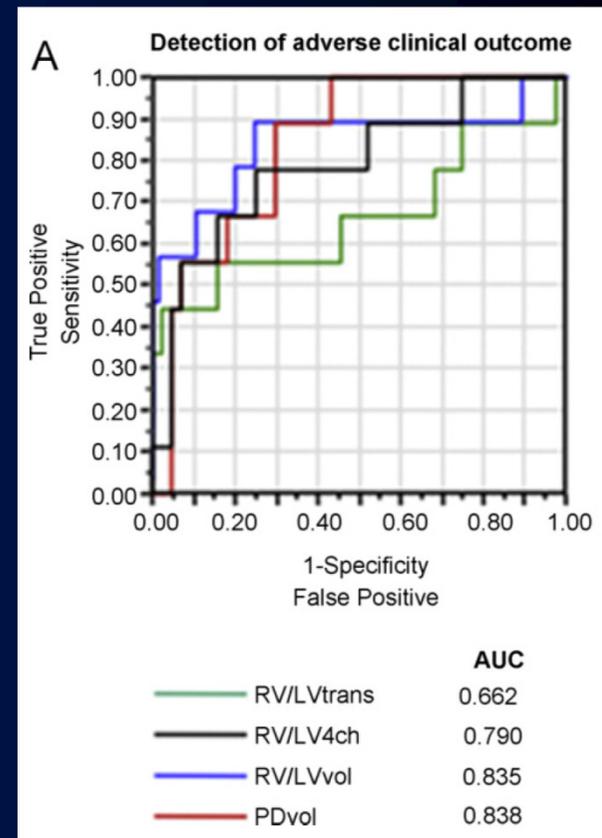
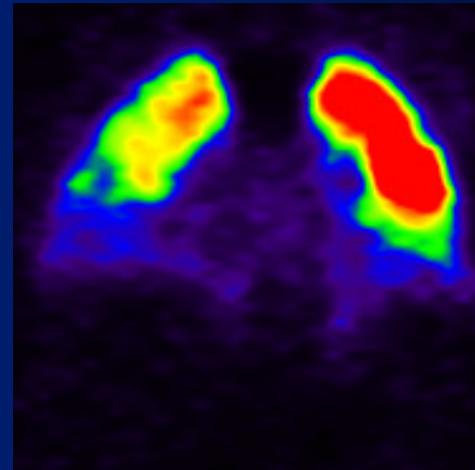
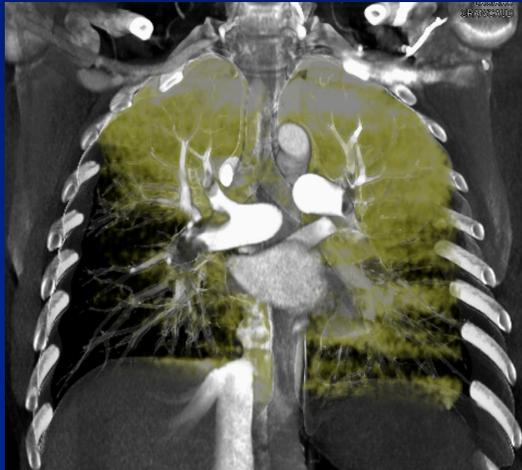


Comment améliorer la prédiction du VD/VG ?

- Comparaison avec imagerie précédente *Lu 2008*
 - Ratio AD/AG *Aviram 2011 et 2012*
 - Caillot “en sablier” ou “en selle” *Yusuf 2010*
 - Caillot endocardiaque (3.5 à 18%) *Mansecal 2011*
 - Foramen ovale perméable (14 → 33%) *Konstantinides 1998*
 - **Score de perfusion** *Zhang 2009, Chae 2010, Apfaltrer 2012, Zhou 2012, Thieme 2012*
 - Sévérité de la thrombophlébite sous-jacente
-
- Echocardiographie
 - Facteurs cliniques
 - Biomarqueurs

Score de “perfusion”

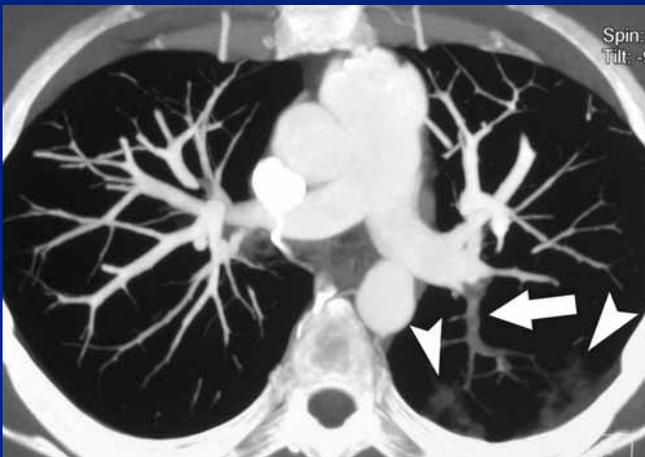
- S plus élevé chez pts avec effets adverses
- Correlation avec score de Mastora : 0.45-0.65
Qanadli: 0.33-0.87
- Correlation avec VD/VG: 0.22 à 0.69
- Correlation avec EF: $r = -0.63$ (Q : $r = -0.33$)
- SP vol: seuil 0.25
Se 89, Sp 71, VPP 38, VPN 97, Ex 74%

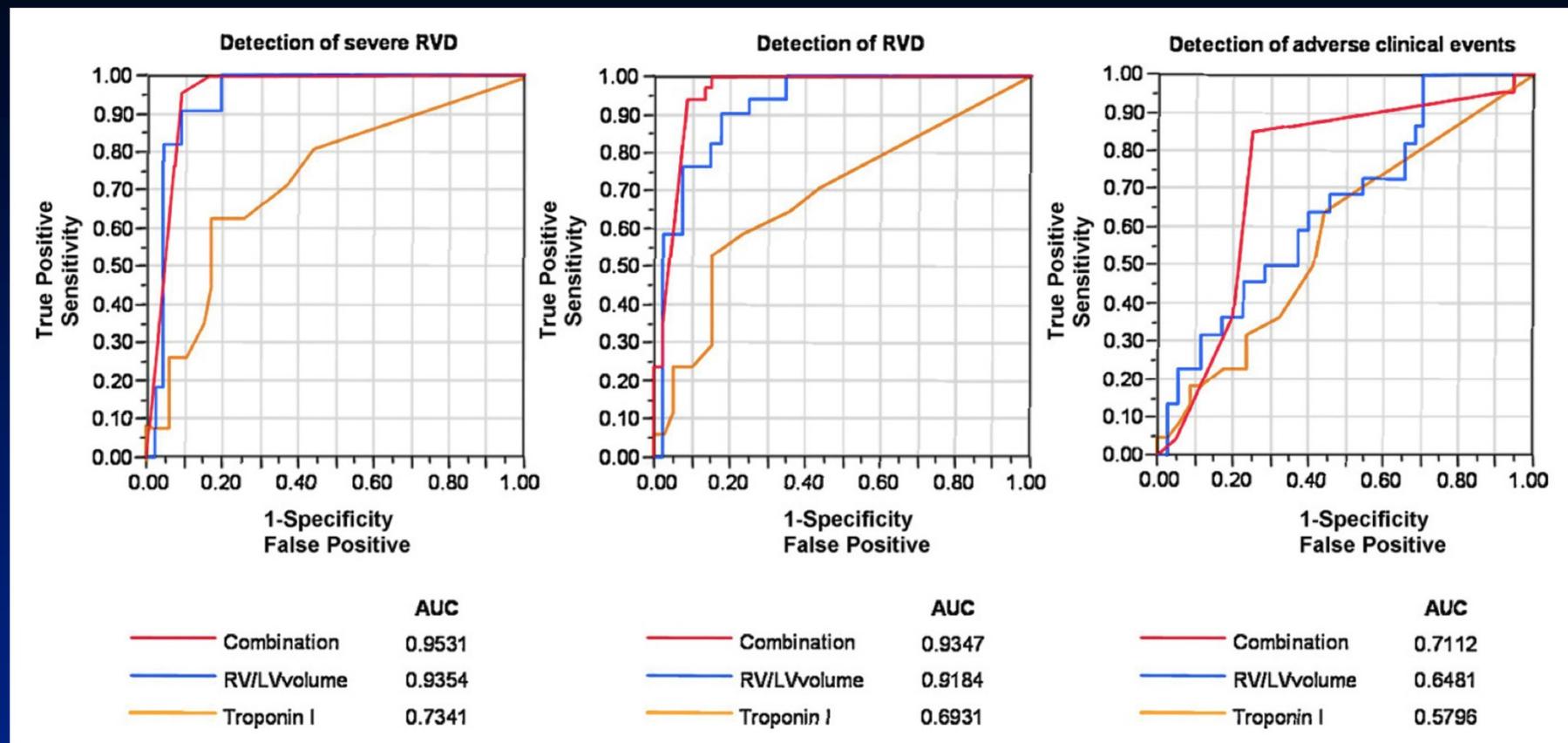


Chae AJR 2010;194:604-10 / Apfaltrer Eur J Radiol 2012a; 81:3592-97
Thieme Eur Radiol 2012;22:269-78 / Zhou BJR 2012;85:972-9

Comment améliorer la prédiction du VD/VG ?

- Comparaison avec imagerie précédente *Lu 2008*
- Ratio AD/AG *Aviram 2011 et 2012*
- Caillot “en sablier” ou “en selle” *Yusuf 2010*
- Caillot endocardiaque (3.5 à 18%) *Mansecal 2011*
- Foramen ovale perméable (14 → 33%) *Konstantinides 1998*
- Score de perfusion *Zhang 2009, Chae 2010, Apfaltrer 2012, Zhou 2012, Thic*
- **Sévérité de la thrombophlébite sous-jacente** *Ghaye 2009*



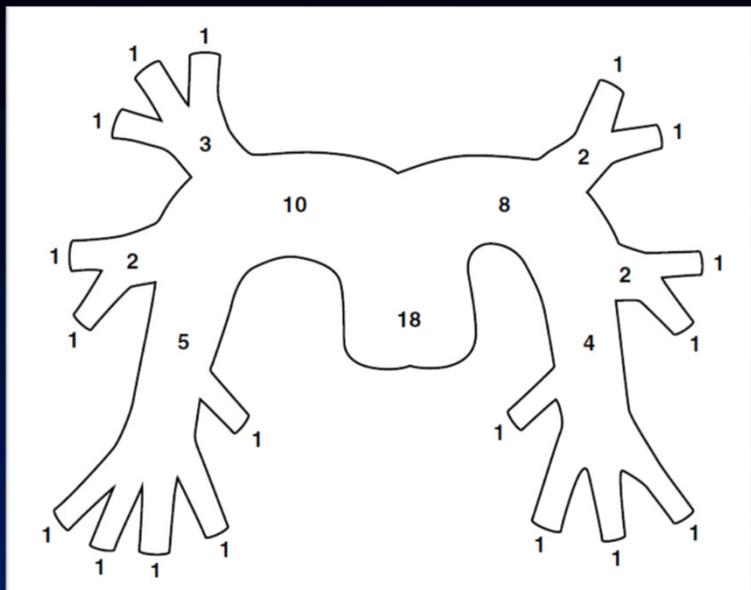


- Echocardiographie
- Facteurs cliniques
- Biomarqueurs : cTnT / NT-pro-BNP *Kang 2011b, Henzler 2012, Meyer 2012, Apfaltrer 2013*
 - MV : HR VD/VG vol : 5.4, TnT : 5.2, les 2: 10.1 (95 CI 2.3-44.5)

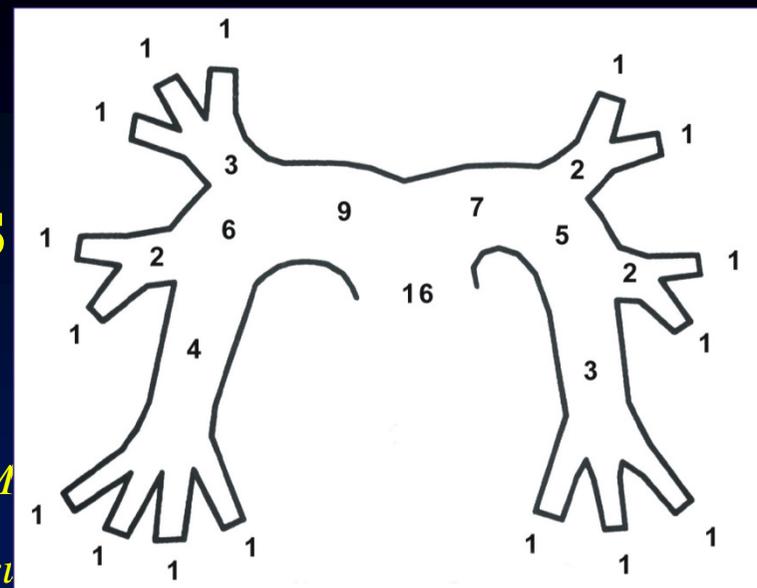
Y a t-il un intérêt à évaluer la charge en caillots dans les artères pulmonaires ?

- Localisation des caillots
- Score d'obstruction
- Score de volume de caillot

Classification des artères



- Score de Miller modifié ou de Bankier
- Score d'Araoz
- Score de Qanadli
- Score de Mastora



Br M

Circu

JTI 1997;12:150

JTI 2003;18:207

Am J Roentgenol 2001;176:1415

Eur Radiol 2003;13:29

Dix artères segmentaires par poumon

Pondération (0 = absence d'EP, 1 = occlusion partielle, 2 = occlusion complète)

Score maximum : 40

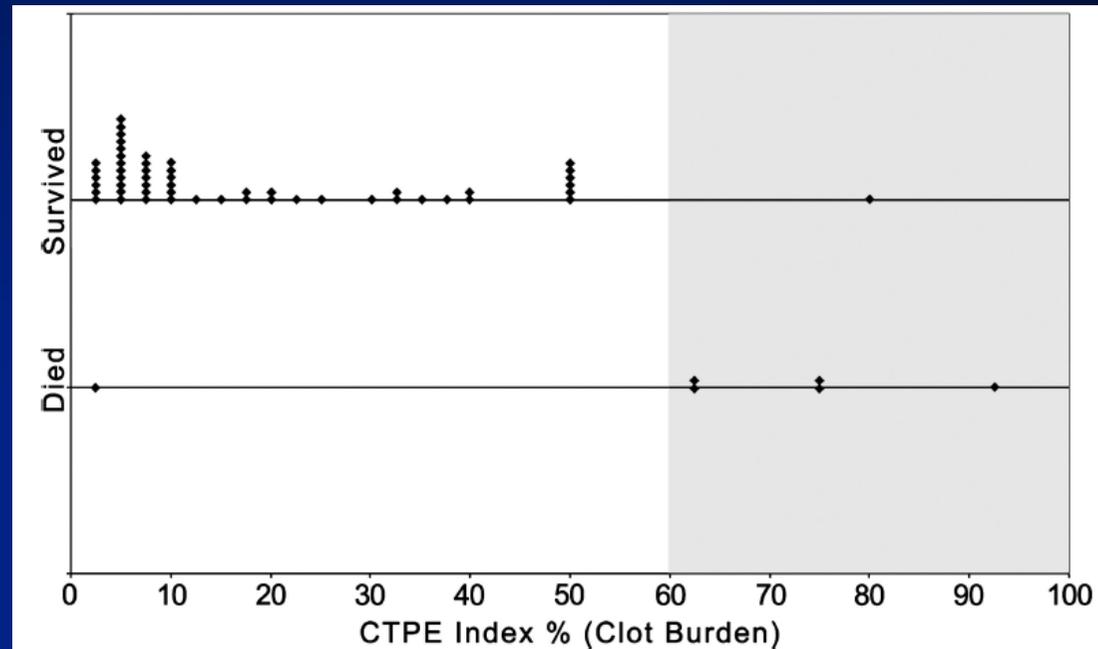
Corrélation entre les scores d'obstruction et les paramètres cardio-vasculaires

Measurement	Miller et al (30)		Walsh et al (31)		Qanadli et al (17)		Mastora et al (18)	
	Correlation Coefficient	P Value						
PA diameter	0.077	.505	0.012	.920	0.068	.553	-0.028	.807
Aorta diameter	0.183	.112	0.156	.174	0.173	.131	0.144	.214
PA/aorta ratio	-0.113	.330	-0.149	.196	-0.114	.322	-0.193	.094
RV short axis	0.339	.003	0.300	.008	0.420	<.001	0.360	.001
LV short axis	-0.386	.001	-0.401	<.001	-0.411	<.001	-0.509	<.001
RV/LV ratio	0.416	<.001	0.393	<.001	0.494	<.001	0.515	<.001
Superior vena cava diameter	0.114	.324	0.049	.686	0.154	.181	0.147	.206
Azygos vein diameter	0.187	.105	0.159	.176	0.232	.043	0.242	.037

Y a t-il un intérêt à calculer des scores de la charge en caillots dans les artères pulmonaires ?

- **S : Mortalité (4):** *Wu 2004* (Q: 60%), *van der Meer 2005* (Q: 40%, OR 11.2), *Engelke 2006* (M: 21.3%, OR 6.7), *Bazeed 2010* (Q: 50%)

Evènements adverses (7): *Collomb 2003* (Q), *Araoz 2003* (A), *Nural 2009* (Q: 48%), *Zhao 2010* (Q: 31%), *Apfaltrer 2012a* (M: 33%), *Aviram 2012* (Q), *Apfaltrer 2013* (M: 34%, Q: 27%)



Wu et al. Radiology 2004;230:831-35

Y a t-il un intérêt à calculer des scores de la charge en caillots dans les artères pulmonaires ?

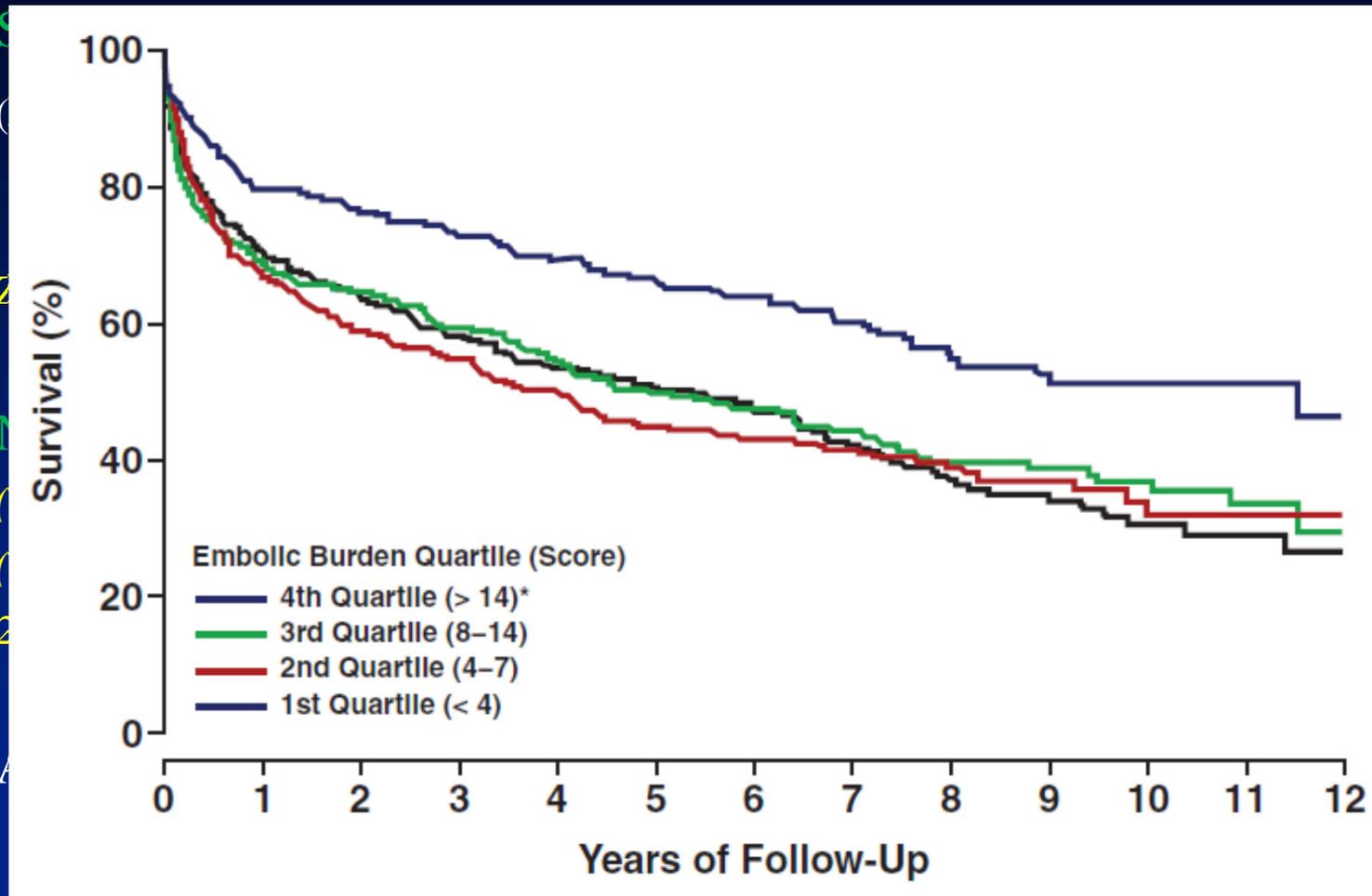
- **S** : **Mortalité** (4): *Wu 2004* (Q: 60%), *van der Meer 2005* (Q: 40%, OR 11.2), *Engelke 2006* (M: 21.3%, OR 6.7), *Bazeed 2010* (Q: 50%)
Evènements adverses (7): *Collomb 2003* (Q), *Araoz 2003* (A), *Nural 2009* (Q: 48%), *Zhao 2010* (Q: 31%), *Apfaltrer 2012a* (M: 33%), *Aviram 2012* (Q), *Apfaltrer 2013* (M: 34%, Q: 27%)
- **NS** (17): *He 2006* (A), *Engelke 2006* (B et Q), *Ghaye 2006* (M et Q), *Araoz 2007* (A), *Pech 2007* (Q), *Subramaniam 2008* (Q), *Findik 2008* (Q), *Aviram 2008 et 2011* (Q), *Ceylan 2011* (Q), *Seon 2011* (Q), *Gül 2012* (Q), *Furlan 2012* (M et Q), *Apfaltrer 2012a* (Q), *Apfaltrer 2012b* (M et Q), *Vedovati 2012* (Q), *Soares 2013* (Q)



Y a t-il un intérêt à calculer des scores de la charge en caillots dans les artères pulmonaires ?

- **S** : **Mortalité** (4): *Wu 2004* (Q: 60%), *van der Meer 2005* (Q: 40%, OR 11.2), *Engelke 2006* (M: 21.3%, OR 6.7), *Bazeed 2010* (Q: 50%)
Evènements adverses (7): *Collomb 2003* (Q), *Araoz 2003* (A), *Nural 2009* (Q: 48%), *Zhao 2010* (Q: 31%), *Apfaltrer 2012a* (M: 33%), *Aviram 2012* (Q), *Apfaltrer 2013* (M: 34%, Q: 27%)
- **NS** (17): *He 2006* (A), *Engelke 2006* (B et Q), *Ghaye 2006* (M et Q), *Araoz 2007* (A), *Pech 2007* (Q), *Subramaniam 2008* (Q), *Findik 2008* (Q), *Aviram 2008 et 2011* (Q), *Ceylan 2011* (Q), *Seon 2011* (Q), *Gül 2012* (Q), *Furlan 2012* (M et Q), *Apfaltrer 2012a* (Q), *Apfaltrer 2012b* (M et Q), *Vedovati 2012* (Q), *Soares 2013* (Q)
- Agrément IO: très bon *Ghaye 2006, Engelke 2006, Pech 2007, Araoz 2007, Subramaniam 2008, Chae 2010, Moroni 2011*
bon *Vedovati 2012*
-

Y a t-il un intérêt à calculer des scores de la charge en caillots dans les artères pulmonaires ?



Engelke 2006

*2009 (Q: 48%),
M: 34%, Q: 27%)*

(A), Pech 2007

1 (Q), Seon 2011

et Q), Vedovati

Subramaniam 2008,

Morris et al. AJR 2012;198:1346-52

- Relation inverse pour certains auteurs: *Moroni 2011 (Q), Subramaniam 2008 (Q), Morris 2012 (A), Araoz 2007 (A, un des deux lecteurs)*

Y a t-il un intérêt à calculer des scores de la charge en caillots dans les artères pulmonaires ?

- **Pour :**

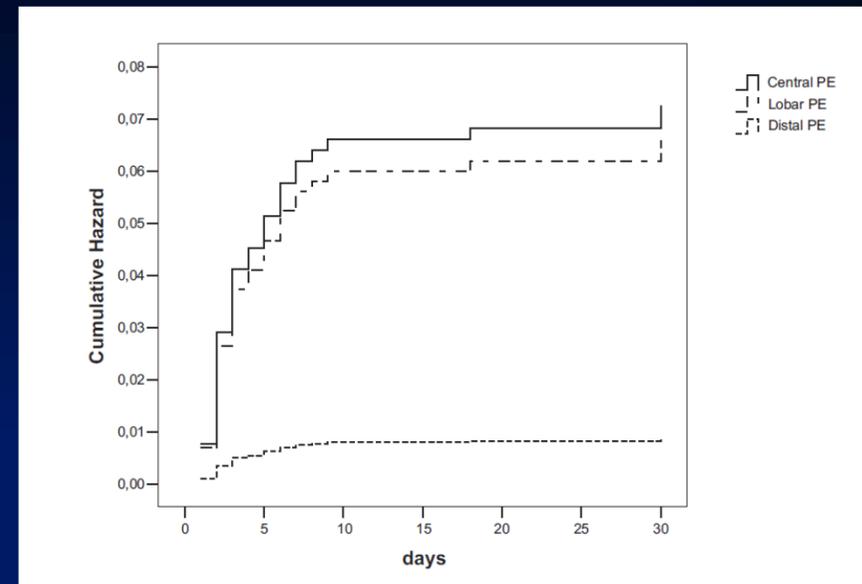
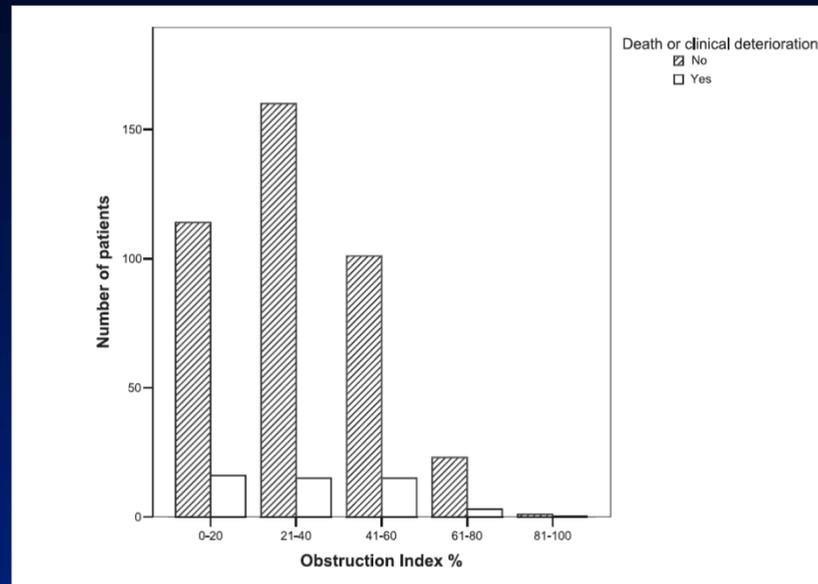
- Indicateur de la sévérité de l'épisode EP actuel
- Monitoring de l'efficacité et de la durée du traitement*

- **Contre :**

- Caillots « périphériques » non pris en compte
- Pathologie cardio-pleuro-pulmonaire pré-existante
- Séquelles d'épisodes EP précédents
- Vasoconstriction réflexe
- Agents vasoactifs (sérotonine)
- Hypoxémie artérielle systémique
- Foramen ovale perméable

**Hull et al. Am J Med 2005;118:456-464*

Localisation du caillot le plus proximal

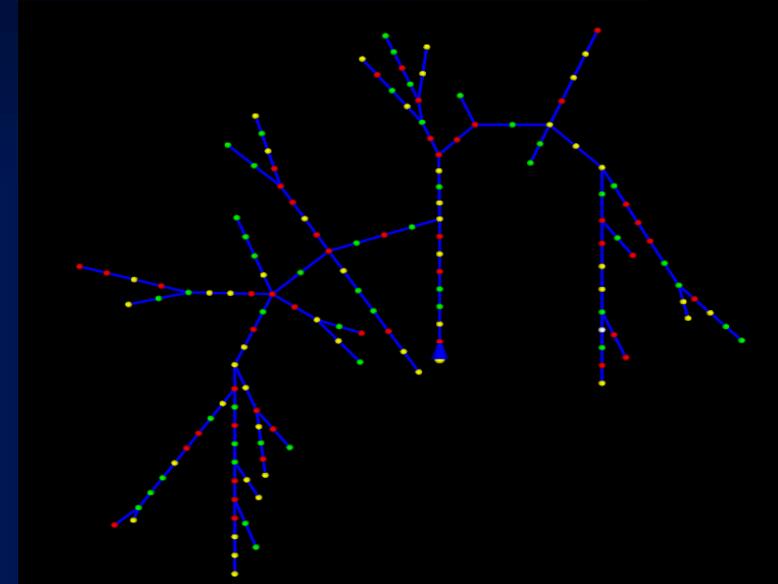


- Etude multicentrique prospective (I, PL, D, NL) 2008-10*
- 579 pts EP + / 89 % stables hémodynamiquement
- Mortalité ou détérioration clinique à 30 j (60 pts- 10.4%/17 – 2.9% EP)
- Score de Qanadli: NS (scores semblables)
- Pts stables: EP centrale : M or EA ↑ HR, 8.3; 95% CI 1-67; $p = .047$
EP S ou SS : M or EA ↓ HR 0.12; 95% CI 1.1-5.2; $p = .029$

*Vedovati et al. Chest 2012;142:1417-24
Ghanima et al. J Intern Med 2007;261:74-81

Y a t-il un intérêt à évaluer la charge en caillots dans les artères pulmonaires ?

- Localisation des caillots
- Score d'obstruction
- Score de volume de caillot :
 - méthode manuelle ou semi-automatique
 - excellente reproductibilité inter et intra-observateur
 - corrélation excellente avec score d'obstruction* ($\rho = 0.86-0.88$)
 - pas de valeur ajoutée pour prédiction de la mortalité (NS)
 - score plus faible pour dilatation du coeur D similaire chez pts avec pathologie cardiaque associée



Nakada et al. Jpn J Radiol 2010;28:34-42
Furlan et al. AJR 2011;196:516-23
**Furlan et al. Radiology 2012;265:283-93*

Conclusions

- Besoin d'études multicentriques
- Résultats controversés
- Méta-analyses: valeur prédictive du CT quant au pronostic est peu claire*
- Très bonne VPN mais faible VPP
- VD/VG: seuils variables
- VD/VG > 1 sur coupes axiales
- Rôle de la volumétrie ou synchronisation à l'ECG ?

**Sanchez et al. EHJ 2008;29:1569-77
Coutance et al. Crit Care 2011;15:R103*