

EMBOLIE PULMONAIRE

DIU Echocardiographie Paris 01/2010

S. Duperret, hôpital Croix-Rousse
serge.duperret@chu-lyon.fr

L'EP est le modèle de COEUR PULMONAIRE AIGU

AUGMENTATION BRUTALE

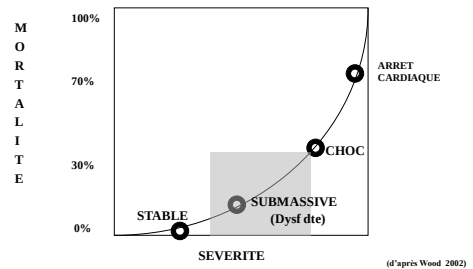
de la **POST-CHARGE** du VD



ADAPTATION de la **PRE-CHARGE**
= **DILATATION** (préserver le VES)

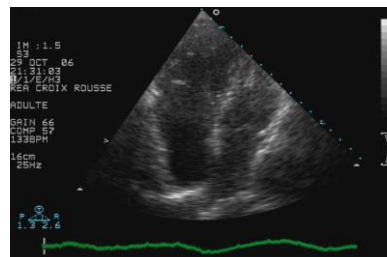


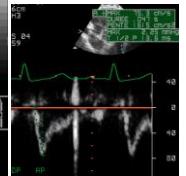
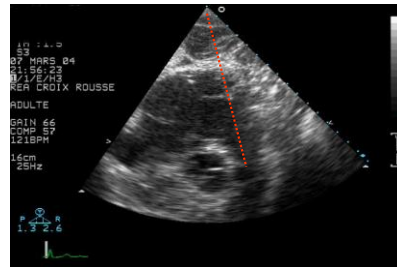
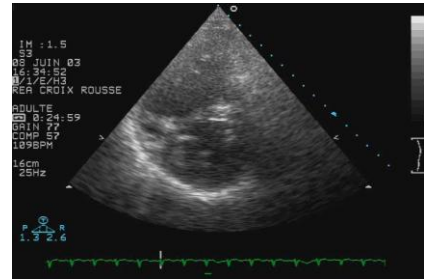
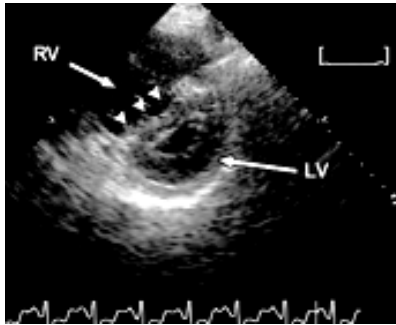
PRONOSTIC des EP



CPA : signes échographiques

- **DILATATION DU VD et de l'AP**
incidences : apicale 4 cavités (SVD/SVG>0.6)
sous-costale
parasternale grand axe (VD) et petit axe (AP)
- **HYPOKINESIE VD**
- **HTAP (?)**
- **ANOMALIE du SIV** (aplatissement - allongement de la systole)
- **SURCHARGE VEINEUSE CAVE INF**
augmentation du diamètre
perte de la modulation respiratoire (VS)
peut manquer





Les dimensions du VD

- **En ETT :**
 - Largeur < 2,7cm
 - Surfaces
 - 4 cavités 8.8 (5 à 13) cm²/m² en D.
 - 3.8 (1.1 à 6) cm²/m² en S.
 - Petit axe 11.4 (7 à 16) cm²/m² en D
 - 8.6 (5 à 13) cm²/m² en S
 - (Jardin F)
 - Epaisseur : 3-6 mm (≠CPC)
- **En ETO :**
 - En transgastrique
 - (Ochiai Y, Ann th surg 1999;67:146-53)
 - ou en incidence « 4 cavités »

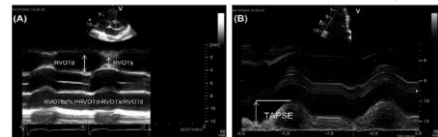
Echocardiography in the assessment of right heart function
P Lindqvist, A Calcutteta and M Henein
European Journal of Echocardiography 2008;9, 225-234

Table 1 Normal values for M-mode echocardiography measurements of the right ventricle

	Mean ± SD	N	Age (years)	Male/Female	Reference
RVEDD, mm	24.3 ± 6.7	36	61 ± 10	21/15	Lindqvist et al. ¹⁶
RVOTD, mm	3.3 ± 1.0	36	61 ± 10	21/15	Lindqvist et al. ¹⁶
RVOTD, %	45 ± 14	36	61 ± 10	21/15	Lindqvist et al. ¹⁶
TAPSE, mm	25.5 ± 4.7	36	61 ± 10	21/15	Lindqvist et al. ¹⁶

EDD, end-diastolic diameter; OTD, outflow tract thickness; % fractional shortening; TAPSE, tricuspid annular plane systolic excursion.

Chen 2005;128:755-63



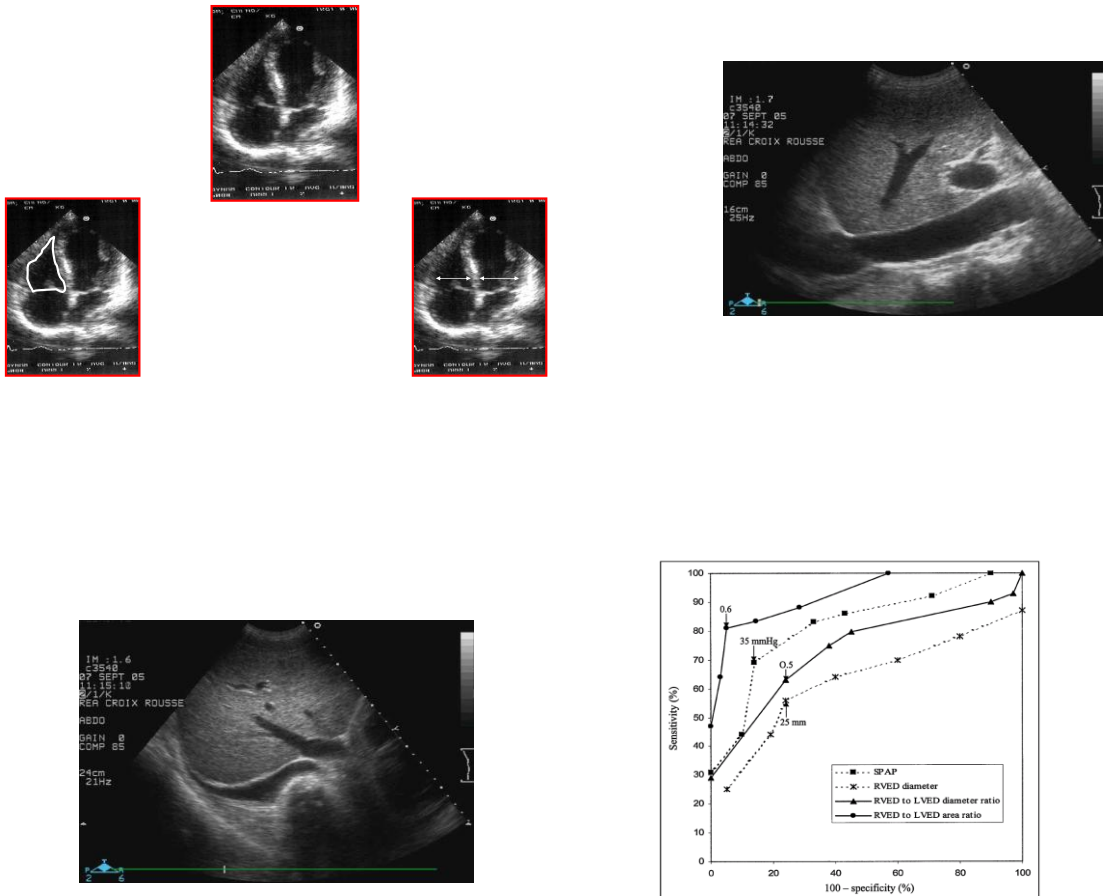


FIGURE 2. ROC curves for the RVED-to-LVED area ratio, RVED-to-LVED diameter ratio, RVED diameter, and SPAP. Arrows indicate cut-off values that yield the highest discriminating power.

Meunier et al.
(Am J Cardiol 92:116 2003)

Prognostic Value of Echocardiographic Right/Left Ventricular End-Diastolic Diameter Ratio in Patients With Acute Pulmonary Embolism (1,416 Patients)
B. Frémeant et al. CHEST 2008; 133:358-362

- 1992-2005 / 1084 ETT / 950 patients (réalisable dans 87,6% / rétrospectif / mortalité 3,3 %
- BP < 90 mm Hg (2% , Φ 31,6%) et thrombolyse pour 200 patients (21%).
- ETT < 24 h et ratio EDVDD/EDVGD. Incidences parasternale ou sous costale
- Taux de mortalité : 1.9% pour RV/LV ratio < 0.9, vs 6.6% pour RV/LV ratio $\geq$ 0.9 (p=0.0008)

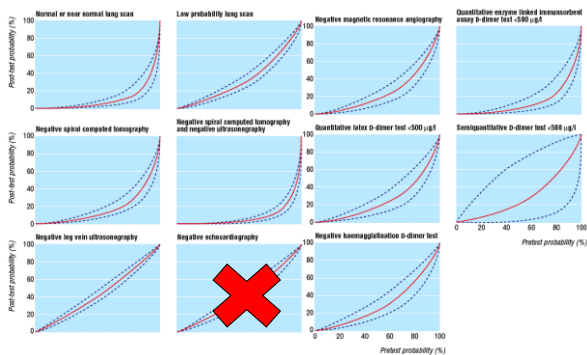
Table 3—Multivariate Analysis for Risk Factors of In-hospital Mortality in the Study Population

Variables	OR	95% CI	p Value
RV/LV ratio $\geq$ 0.9	2.66	1.68–5.99	0.01*
History of left-heart failure	8.99	3.06–26.33	< 0.0001*
Systolic arterial pressure < 90 mm Hg	10.73	3.50–32.81	< 0.0001*
Thrombolysis	1.33	0.58–3.05	0.49

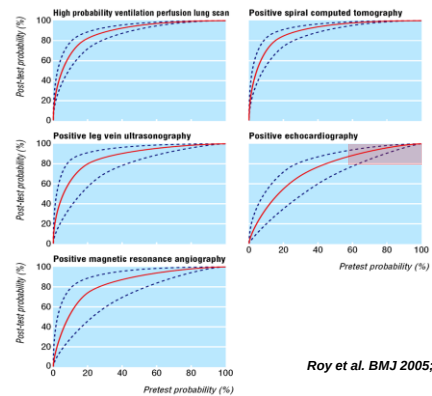
PEUT-ON ETABLIR LE DIAGNOSTIC d'EP AVEC L'ECHOGRAPHIE ?

L'échocardiographie permet d'affirmer l'EP, en l'absence d'antécédent CR

- CPA + phlébite ou contexte clinique
- CPA + CHOC
- TIC
- ETO (?)



Roy et al. BMJ 2005;331:259



Roy et al. BMJ 2005;331:259

INTERET DES EXAMENS NON INVASIFS COMBINES (Grifoni Am J Cardiol 1998 15:1230)

- 117 patients suspects d'EP

Score de probabilité clinique

Echocardiographie

Echo doppler veineux

scinti et angiographies

Dg pour 70 patients

Dg pour 63 patients

On peut améliorer la performance des ultra-sons :

→ En les réservant aux cas de forte probabilité clinique

→ En couplant écho veineuse - ETT

INTERET DES EXAMENS NON INVASIFS COMBINES (Grifoni Am J Cardiol 1998 15:1230)

- **Pour les moyens « combinés »** (clinique +échocardiio +
écho veineuse)

Se 89% Spe 74%

- **Echocardiio seule**

Se 51% Spe 87%

ETT et DIAGNOSTIC DIFFERENTIEL

- Péricardite et Tamponnade
- IDM
- DAA
- Défaillance cardiaque globale

LIMITES : HTAP chronique et Insuffisance cardiaque

Signe du « 60/60 » TAC ≤ 60 ms et PAP ≤ 60 mmHg

Torbicki A et al. Eur Respir J 1999;13:616-621.

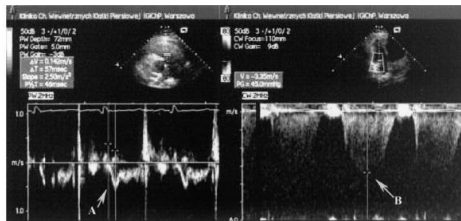


TABLE 3 Prospectively Assessed Diagnostic Value of Echocardiographic Signs Suggesting the Presence of Acute Pulmonary Embolism

	RV Pressure Overload Criteria	60/60 Sign	McConnell Sign	60/60 or McConnell
Specificity (%)	45	94	100	94
Sensitivity (%)	81	25	19	36
Positive predictive value (%)	75	90	100	92
Negative predictive value (%)	54	38	37	42

TABLE 4 Diagnostic Value of Echocardiographic Signs Suggesting the Presence of Acute Pulmonary Embolism in Subgroups With and Without Known Previous Cardiorespiratory Diseases

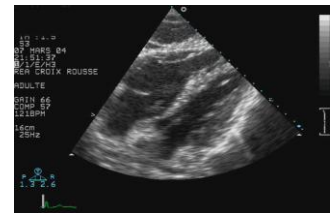
	Patients Without Known Previous Cardiorespiratory Diseases			Patients With Known Previous Cardiorespiratory Diseases		
	RV Pressure Overload Criteria	60/60 Sign	(n = 48) McConnell Sign	RV Pressure Overload Criteria	60/60 Sign	(n = 54) McConnell Sign
Specificity (%)	78	100	100	21	89	100
Sensitivity (%)	81	25	19	80	25	20
Positive predictive value (%)	90	100	100	65	82	100
Negative predictive value (%)	64	37	35	36	40	40

Kurzyna et al, Am J Cardiol 2002;90:507-511
60 EP/100 suspicions

Signe de Mc Connell

McConnell MV et al. Am J Cardiol 1996;78:469-473.

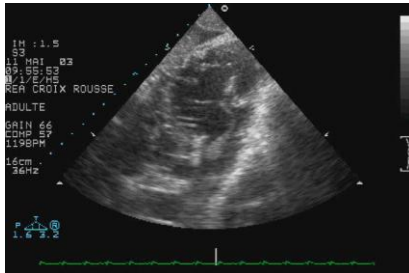
- Normo ou hyper
kinésie de la partie
apicale de la paroi
libre du VD
- Hypo ou akinésie du
reste de la paroi libre
du VD



PREVALENCE et PRONOSTIC DES TIC

(Torbicki A et al.ICOPER JACC 41:2245-2003)

- 4%
- Plus souvent hypotendus
- Plus souvent porteur d'une dysfonction droite (64% vs 40%)
- Défaillance gauche plus fréquente (26% vs 13%)
- Mortalité à J14 et M3 plus élevée (21% vs 11% et 29% vs 16%)
mais uniquement pour le groupe traité par héparine seule



EP et FOP

(Konstantinides S, Circulation 1998;97:1946-51)

- 139 p. porteurs d'une EP
- 35% de FOP dont 33% décèdent (vs 14% $p=0.015$) et 13% font un AVC (vs 2.2% $p=0.02$)
- La présence d'un FOP en cas d'EP est un facteur isolé de mortalité (OR=11,4)





TIC enclavé dans la fosse ovale (apicale 4 cavités)

INTERET DE L'ETO dans L'EP

(Vieillard-Baron, *Int Care Med* 1998;24:429-33)

• 54 patients consécutifs suspects d'EP ont une ETT

• Si présence d'un CPA (n=30) : ETO (réalisée 19 fois)

• VPP de l'ETO = 91% mais la VPN = 54%

• Comparaison CT-scan (et ou angio)

- Se 84% Spé = 84% pour les embolies proximales

- La vraie sensibilité de l'ETO est de 58%

INTERET DE L'ETO DANS L'EP

- Chez le patient intransportable, intubé en général, si l'ETT + écho veineuse ne permettent pas de poser le diagnostic
- Idem en cas d'allergie à l'I₂ + scinti inenvisageable
 ➤ L'ETO est alors une alternative à l'imagerie classique pour mettre en évidence un thrombus
- Au bloc opératoire en cas de choc ou d'instabilité hémodynamique inexpliquée

La dysfonction droite est-elle un signe d'EP grave?

Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism

The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC)
 A Torbicki et al. *European Heart Journal* 2008;29:2276-2315

Author	n	Patient characteristics	Echocardiographic criteria	Early mortality RVD(+) vs. RVD(-)
Goldhaber et al. ¹²⁵	101	Normotensive	RV hypokinesis and dilatation	4.3 vs. 0%
Ribeiro et al. ¹⁴¹	126	Normotensive and hypotensive	RVD	12.8 vs. 0%
Kasper et al. ¹⁴²	317	Normotensive and hypotensive	RV > 30 mm or TI > 2.8 m/s	13 vs. 0.9%
Grifoni et al. ¹⁴⁰	162	BP > 100 mmHg	At least one of the following: RV > 30 mm or RV/LV > 1 Paradox septal systolic motion AcT < 90 ms or TPG > 30 mmHg	4.6 vs. 0%
Kucher et al. ¹⁷⁶	1035	BP > 90 mmHg	RVD	16.3 vs. 9.4% ^a

Facteurs de risque de mortalité

Goldhaber et al. *ICOPER Lancet* 1999 353 :1386

Variable	Hazard ratio (95% CI)
Age > 70 years	1.6 (1.1-2.3)
Cancer	2.3 (1.5-3.5)
Clinical congestive heart failure	2.4 (1.5-3.7)
Chronic Obstructive pulmonary disease	1.8 (1.2-2.7)
Systolic blood pressure < 90 mm Hg	2.9 (1.7-5.0)
Respiratory rate < 20/min	2.0 (1.2-3.2)
Right-ventricular hypokinesis	2.0 (1.3-2.9)

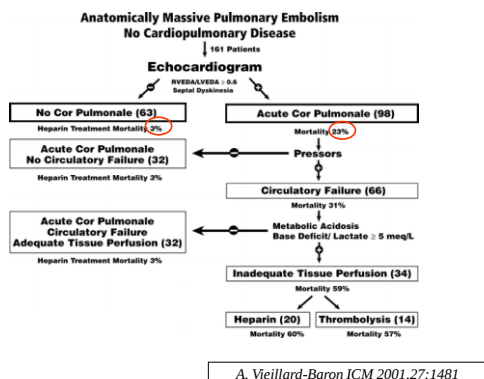


TABLE 1. In-Hospital Mortality According to the Degree of Hemodynamic Compromise in 1001 Patients With Acute PE³

	n	Mortality, %	95% CI
RV dysfunction, no arterial hypotension	407	8.1	5.8–11.2
Arterial hypotension*	316	15.2	11.6–20.0
Cardiogenic shock†	102	24.5	17.2–33.7
Cardiopulmonary resuscitation	176	64.8	57.5–71.4

RV indicates right ventricular.

*Systolic arterial pressure <90 mm Hg or drop in systolic pressure of at least 40 mm Hg for >15 minutes but no need for catecholamines except for dobutamine ≤ 5 mg·kg⁻¹·min⁻¹.

†Arterial hypotension plus clinical signs of tissue hypoperfusion and hypoxia, including an altered level of consciousness, a urine output of <30 mL/h, or cold and clammy extremities.

Kasper W, Konstantinides S et al

Management strategies and determinants of outcome in acute major pulmonary embolism: results of a multicenter registry. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30:1165–1171.

In Management of Massive Pulmonary Embolism

Nils Kucher, MD; Samuel Z. Goldhaber, MD *Circulation*. 2005;112:e28–e32

Comment stratifier les patients porteurs d'une EP sans hypotension?

Stratification selon la clinique

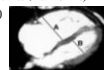
Score de gravité clinique d'Aujesky ou PESI (Pulmonary embolism severity index)

Facteur de risque de mortalité	Points
Âge	1 par année
Sexe masculin	+10
Comorbidités	
Cancer	+30
Insuffisance cardiaque	+10
Insuffisance respiratoire chronique	+10
Données de l'examen clinique	
Fréquence cardiaque > 110/min	+20
Pression artérielle systolique < 100 mm Hg	+30
Fréquence respiratoire > 30/min	+20
Température < 36 °C	+20
Déconscience, obnubilation ou coma	+60
SaO ₂ < 90 % avec ou sans oxygène	+20
Le score définit la classe de gravité :	Mortalité
classe I pour un score < 65,	2,5 %
classe II pour un score compris entre 66 et 85,	7 %
classe III pour une valeur comprise entre 86 et 105,	11 %
classe IV pour une valeur entre 106 et 125	24 %
classe V pour un score > 125.	

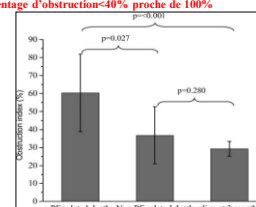
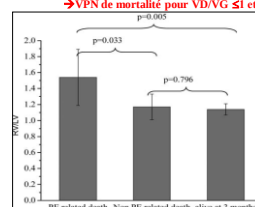
Right Ventricular Dysfunction and Pulmonary Obstruction Index at Helical CT: Prediction of Clinical Outcome during 3-month Follow-up in Patients with Acute Pulmonary Embolism

RW. van der Meer et al. *Radiology* 2005; 235:798–803

- Pourcentage d'obstruction TDM (selon Qanadli SD et al AJR 2001;176:1415–1420)
- Rapport de diamètres maximaux VD/VG (seuil >1)

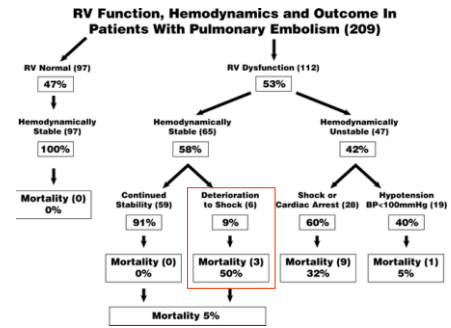


→ VPN de mortalité pour VD/VG ≤ 1 et pourcentage d'obstruction < 40% proche de 100%



Stratification selon le pourcentage d'obstruction vasculaire en TDM

Stratification selon l'échocardiographie



Grifoni S et al, *Circulation* 2000;101:2817

Prognostic importance of quantitative echocardiographic evaluation in patients suspected of first non-massive pulmonary embolism

J. Kjaergaard et al. *European Journal of Echocardiography* 2009 10:89-95

• 283 p suspects d'EP ont ETT et scinti

• FEVG et TAC sont des facteurs **indépendants de mortalité**
(hazard ratio (HR) = 0.84 per 10 ms $P < 0.0001$)

DEFINITIONS

European society of Cardiology *European Heart Journal* 2000 ; 21:1301-36

MASSIVE

- Choc et/ou
- PAS < 90 mm Hg ou
- PAS ≥ 40 mm Hg pendant 15 mn sans autre cause (arythmie, hypovolémie, sepsis)

NON MASSIVE

(Deux sous-groupes)

- Sans dysfonction VD
- Avec dysfonction VD à l'échocardiographie

➔ EP sub-massive



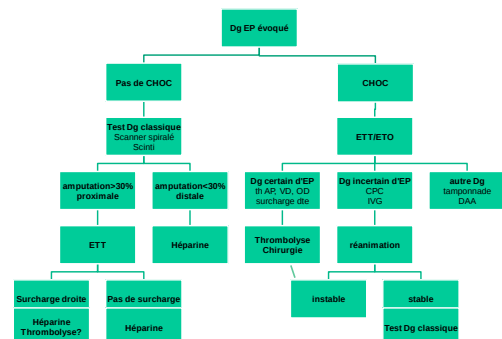
European Heart Journal (2008) 29, 2276–2315
doi:10.1093/eurheartj/ehn310

ESC GUIDELINES

Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism

The Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC)

Authors/Task Force Members: Adam Torbicki, Chairperson (Poland)*, Arnaud Perrier (Switzerland), Stavros Konstantinides (Germany), Giancarlo Agnelli (Italy), Nazzareno Galiè (Italy), Piotr Pruszczyk (Poland), Frank Bengel (USA), Adrian J.B. Brady (UK), Daniel Ferreira (Portugal), Uwe Janssens (Germany), Walter Klepetko (Austria), Eckhard Mayer (Germany), Martine Remy-Jardin (France), and Jean-Pierre Bassand (France)



(Wood, *Chest* 2002 ; 121)

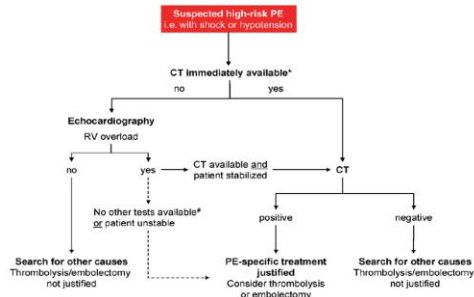


TABLE 2 In-Hospital Mortality in Patients With Acute Pulmonary Embolism With and Without Elevated Cardiac Troponin I Levels

	Cardiac Troponin I Levels		p Value
	Increased (n = 24)	Normal (n = 123)	
In-hospital mortality	8 (33%)	9 (7%)	<0.001

147 EP vs 594 sans EP
Yalamanchili Am J Cardiol 2003;263

Stratification par les marqueurs biologiques

Table 3 Accuracy of troponin I and echocardiography for the prediction of adverse clinical outcomes

	Troponin I	Echocardiography	Troponin I+echocardiography
Test positive, n (%)	28 (31)	46 (50)	24 (26)*
Specificity, % (95% CI)	86 (76-92)	61 (50-72)	91 (83-96)
Positive predictive value, % (95% CI)	64 (46-79)	41 (28-56)	75 (55-88)
Sensitivity, % (95% CI)	86 (65-95)	90 (71-97)	86 (77-99)
Negative predictive value, % (95% CI)	95 (87-98)	96 (85-99)	96 (88-98)

*Test positive: echocardiography positive (moderate to severe right ventricular dysfunction) and troponin I positive ($\geq 0.6 \mu\text{g/L}$). Test negative: echocardiography and troponin I negative (n=41), echocardiography positive and troponin I negative (n=22), or echocardiography negative and troponin I positive (n=4).

91 p avec EP

ETT dans les 4h après admission

Cut-off troponine = $0.6 \mu\text{g/L}$

Nils Kucher European Heart Journal (2003) 24, 1651

Low Pro-Brain Natriuretic Peptide Levels Predict Benign Clinical Outcome in Acute Pulmonary Embolism
Kucher et al. Circulation 2003;107:1576

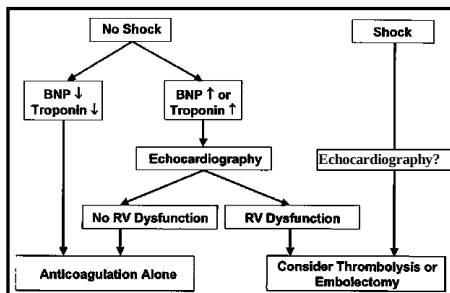
- 73 patients porteurs d'EP
- Dosage dans les 4 h suivant l'admission
- Critères d'aggravation : réanimation cv, ventilation mécanique, thrombolyse, revascularisation
- Evolution favorable pour 53 patients
- BNP < 500pg/ml VPN de 97%

Prognostic value of right ventricular dysfunction in patients with haemodynamically stable pulmonary embolism: a systematic review

O. Sanchez et al. European Heart Journal 2008;29:1569-1577

Etudes de 1985 à 2007 (12 / 722)

	DD (echo, TDM)	BNP	ProBNP	Tropo I
RR décès	2,4	9,5	5,7	8,3



KUCHER, GOLDBABER Circulation 2003 108:2191



European Heart Journal (2008) 29, 1276–1285
doi:10.1093/eurheartj/ehn110

ESC GUIDELINES

Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism

Table 4 Principal markers useful for risk stratification in acute pulmonary embolism

Clinical markers	Shock Hypotension ^a
Markers of RV dysfunction	RV dilatation, hypokinesis or pressure overload on echocardiography RV dilatation on spiral computed tomography BNP or NT-proBNP elevation Elevated right heart pressure at RHC
Markers of myocardial injury	Cardiac troponin T or I positive ^b

BNP = brain natriuretic peptide; NT-proBNP = N-terminal pro-BNP; RHC = right heart catheterisation; RV = right ventricle.

^aDefined as a systolic blood pressure <90 mmHg or a pressure drop of >40 mmHg for >15 min if not caused by new-onset arrhythmia, hypovolaemia or sepsis.

^bHeart-type fatty acid binding protein (H-FABP) is an emerging marker in this category, but still requires confirmation.



European Heart Journal (2008) 29, 1276–1285
doi:10.1093/eurheartj/ehn110

ESC GUIDELINES

Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism

Table 5 Risk stratification according to expected pulmonary embolism-related early mortality rate

PE-related early MORTALITY RISK	CLINICAL (shock or hypotension)	RISK MARKERS RV dysfunction	Myocardial injury	Potential treatment implications
HIGH >15%	+	(+) ^a	(+) ^a	Thrombolysis or embolectomy
Inter-mediate 3–15%	—	+	—	Hospital admission
NON-HIGH Low <1%	—	—	—	Early discharge or home treatment

CONCLUSIONS

• LE DIAGNOSTIC EST SUSPECTE:

- La place de l'ETT ne se discute plus en cas d'instabilité hémodynamique :
→ Dg positif, Dg différentiel et traitement
- Certaines équipes ont placé en première place l'emploi des ultra-sons combiné à la probabilité clinique (*tri dans les services d'urgences?*)
- Une sélection en fonction de la probabilité clinique est indispensable (*réserver les examens US aux cas de forte probabilité*)

• LE DIAGNOSTIC EST ETABLI :

- La question actuelle est l'intérêt de l'ETT dans la stratification des malades
- En perspective avec les autres facteurs de surmortalité attendue:
.. La présence d'une co-morbidité
.. Le dosage de la troponine et du pro-BNP
.. Le degré d'amputation TDM



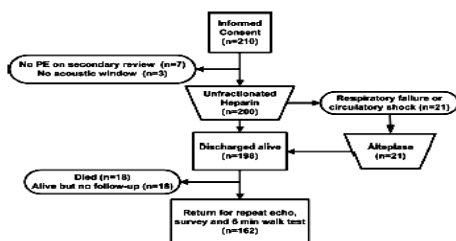
CHEST 2009;136:1202-10

Original Research
PULMONARY HYPERTENSION

Prospective Evaluation of Right Ventricular Function and Functional Status 6 Months After Acute Submassive Pulmonary Embolism

Frequency of Persistent or Subsequent Elevation in Estimated Pulmonary Artery Pressure

Jeffrey A. Elmer, MD, Michael T. Storer, MD, Michael R. Marshall, MD, Jonathan Hernandez-Navas, MD, and Geoffrey A. Rose, MD



CHEST 2009;136:1202-10

Original Research
PULMONARY HYPERTENSION

Prospective Evaluation of Right Ventricular Function and Functional Status 6 Months After Acute Submassive Pulmonary Embolism

Frequency of Persistent or Subsequent Elevation in Estimated Pulmonary Artery Pressure

Jeffrey A. Elmer, MD, Michael T. Storer, MD, Michael R. Marshall, MD, Jonathan Hernandez-Navas, MD, and Geoffrey A. Rose, MD

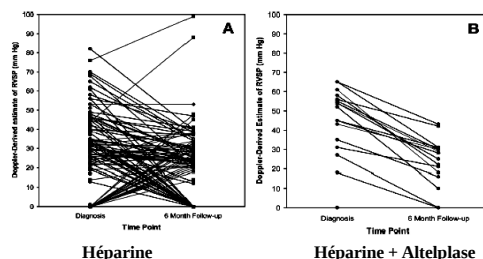


Table 2—Baseline and 6-Month Follow-up Echocardiographic Characteristics by Treatment Group				
Echocardiographic Findings	Heparin-Only Group		Heparin-Plus-Alteplase Group	
	At Diagnosis (n = 170)	6 Mo Later ^a (n = 144)	At Diagnosis (n = 21)	6 Mo Later ^a (n = 18)
Right ventricle				
Size				
Normal	109 (60)	108 (75)	5 (24)	14 (78)
Dilated	70 (39)	39 (28)	16 (76)	4 (22)
Systolic function				
Normal	143 (80)	134 (93)	9 (43)	17 (94)
Mildly depressed	6 (3)	5 (3)	0 (0)	0 (0)
Moderately depressed	19 (10)	2 (1)	6 (29)	1 (5)
Severely depressed	14 (8)	3 (2)	6 (29)	0 (0)
Tricuspid regurgitation				
None	12 (8)	9 (6)	2 (10)	3 (17)
Mild	136 (77)	124 (86)	9 (43)	13 (83)
Moderate	23 (14)	11 (8)	8 (38)	0 (0)
Severe	5 (3)	0 (0)	2 (10)	0 (0)
RVSP, mm Hg	30 [16–40]	24 [11–30]	45 [18–90]	30 [16–38]
Right atrium				
Normal	129 (72)	119 (83)	10 (48)	13 (83)
Dilated	50 (28)	25 (17)	11 (52)	3 (17)
Left ventricle				
Size				
Normal	106 (60)	141 (98)	21 (100)	17 (94)
Dilated	15 (7)	3 (2)	0 (0)	1 (5)
Systolic function				
Normal	153 (84)	138 (96)	16 (76)	13 (83)
Hypertensive	8 (4)	1 (1)	2 (10)	0 (0)
Mildly depressed	8 (4)	2 (1)	1 (5)	2 (11)
Moderately depressed	3 (2)	3 (2)	2 (10)	1 (5)
Severely depressed	7 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Left ventricle ejection fraction, %	54 (14)	59 (7)	55 (9)	58 (9)
Other findings				
PNS flattened or paradoxical	14 (8)	2 (1)	1 (5)	1 (5)
Pericardial effusion	10 (6)	4 (3)	2 (10)	0 (0)
RV-to-LV ventricular diameter	0.83 [0.45]	0.79 [0.14]	1.12 [0.34]	0.76 [0.21]

Table 3—Patient Outcomes by Treatment Group		
Outcomes	Heparin-Only Group	Heparin-Plus-Alteplase Group
Alive	159 (89)	19 (95)
Recurrent PE	2 (1)	1 (5)
Returned for follow-up	144 (91*)	18 (95*)
6MWD, m	334 (120)	364 (116)
NYHA score†	144	18
1	64 (44)	11 (61)
2	55 (38)	4 (22)
3	14 (10)	2 (11)
4	8 (6)	1 (6)
6MWD < 330 m or NYHA score > 2	60 (42)	5 (28)
6MWD < 330 m and NYHA score > 2	13 (9)	2 (11)

	Héparine	Héparine +alteplase
Nb de p. avec hypokinésie (%)	20 ↘ 7%	57 ↘ 6%