

Syndromes coronariens aigus et leurs complications : l'IRM

DIU d'imagerie cardiaque et vasculaire
Angers

Dr N. Varroud-Vial
Département médico-chirurgical de Cardiologie



SCA et IRM

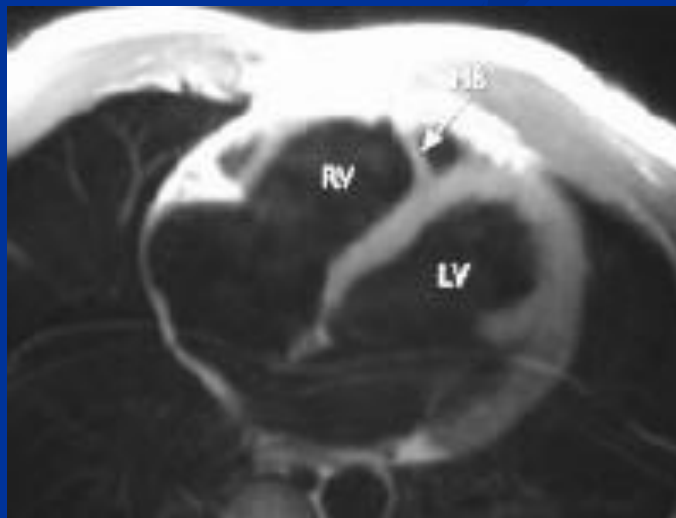
- Phase aiguë ?
 - dans les 24 premières heures ?
 - dans les 7 premiers jours ?
- Réalisable ?
 - stabilité clinique, ESV ou ACFA, apnées
 - stent récent : pas de CI à l'IRM (Porto I, Am J Cardiol 2005)
 - surveillance +++
- Utile ?

SCA et IRM

- Fonction systolique globale / segmentaire
- Diagnostic positif
- Diagnostic différentiel
- Stratification du risque :
 - taille de l'infarctus
 - zone péri-lésionnelle
 - zone à risque
 - obstruction micro-vasculaire / no reflow
 - pronostic
 - infarctus VD
 - complications

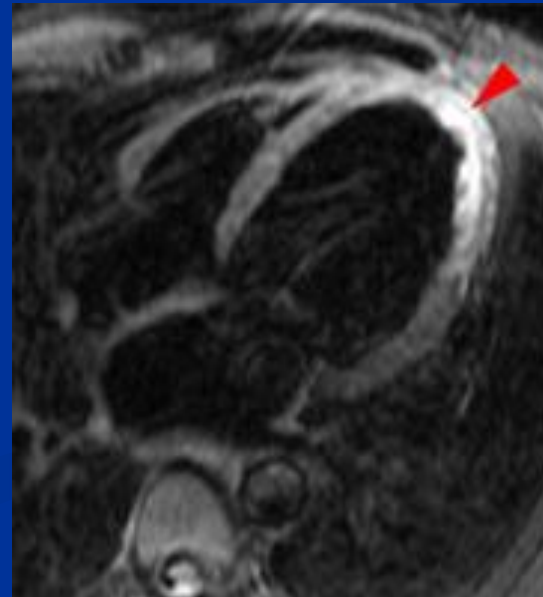
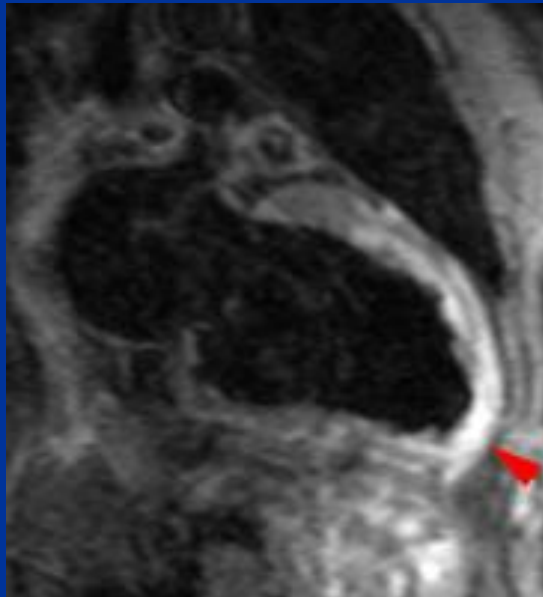
Technique

- Séquences morphologiques en écho de spin :
 - sang intra-cavitaire : hypo-signal « sang noir »
 - myocarde : iso-signal
- pondération T1 :
 - graisse : hyper-signal
 - visualisation de la composante hémorragique des IDM



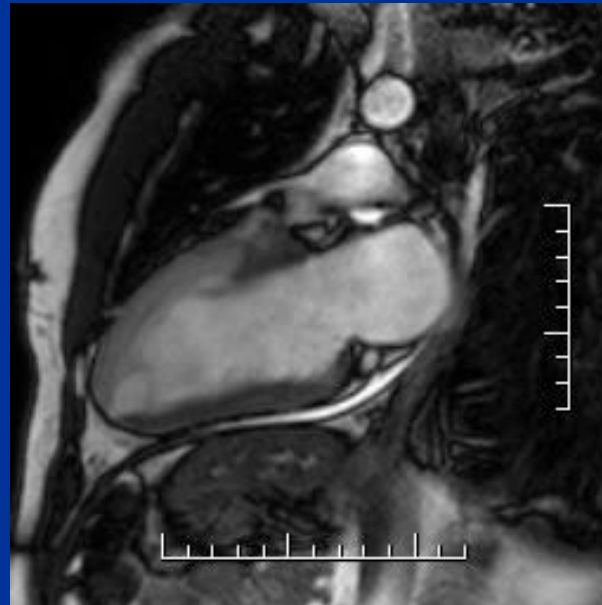
Technique

- Séquences morphologiques en écho de spin :
 - sang intra-cavitaire : hypo-signal « sang noir »
 - myocarde : iso-signal
- pondération T2 :
- composante œdémateuse de l'IDM ou inflammation



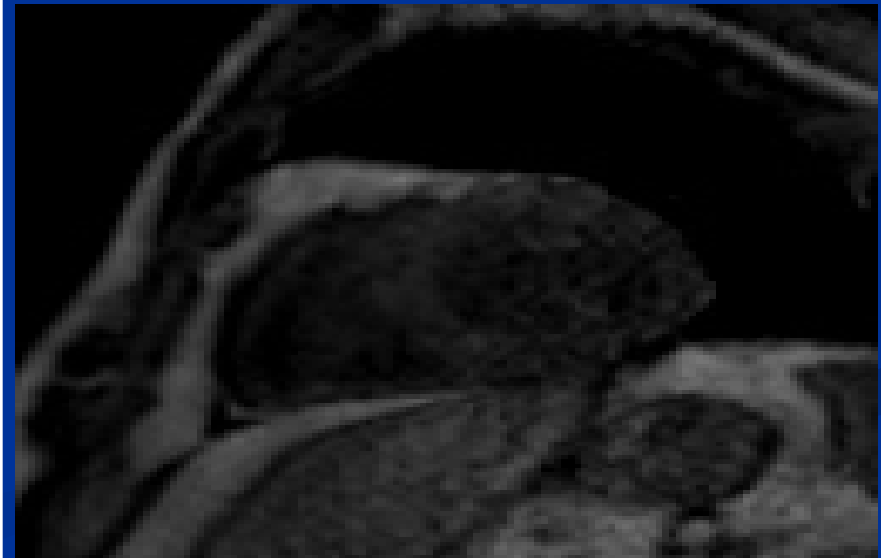
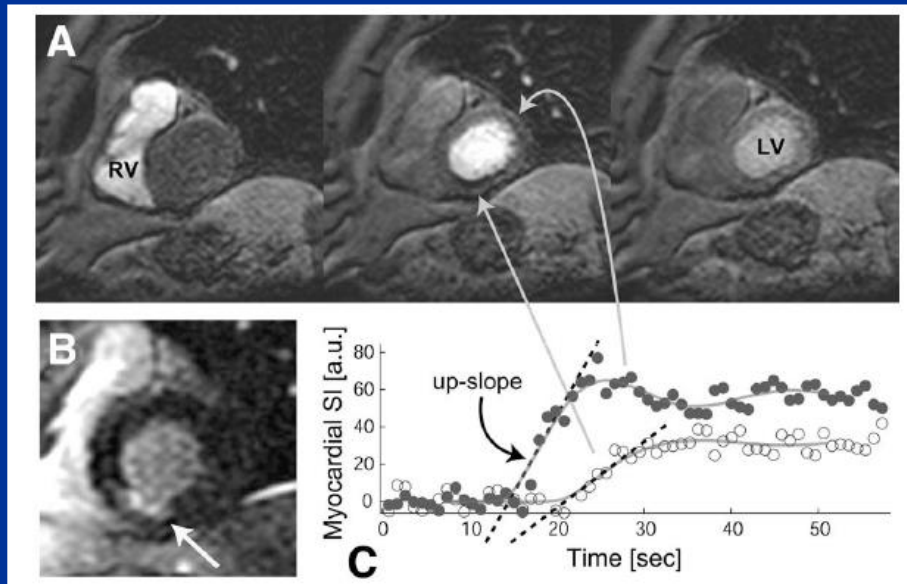
Technique

- IRM en écho de gradient :
 - séquences ciné SSFP : True FISP, FIESTA, Balanced FFE ...
 - sang intra-cavitaire : hyper-signal « sang blanc »
 - acquisition en apnée
 - synchronisation à l'ECG
 - 12 à 30 phases



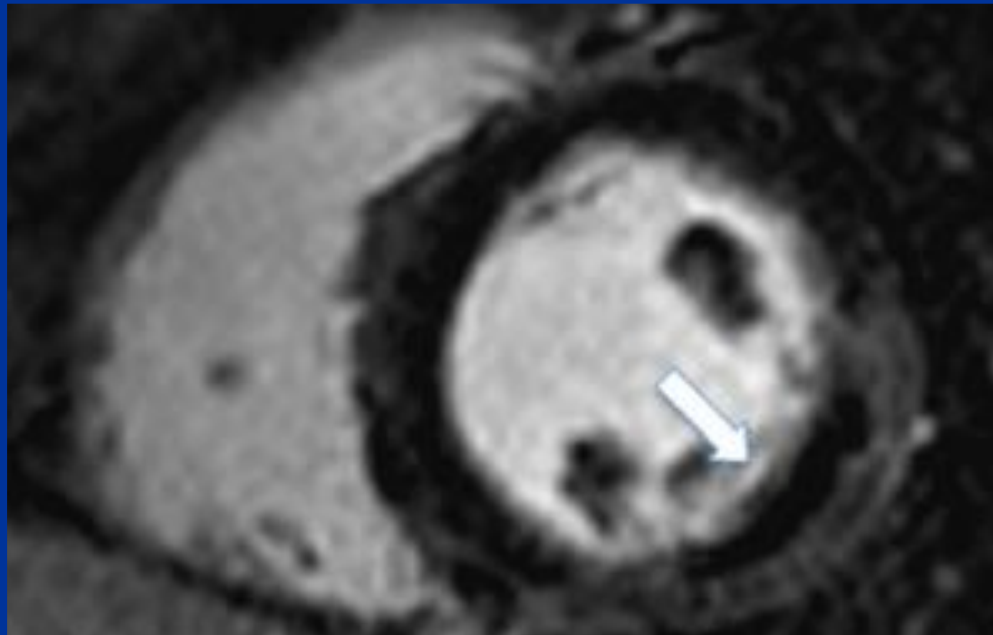
Technique

- IRM ultra-rapide : « perfusion myocardique » :
 - écho de gradient ultra-rapide, type Turbo-Flash
 - pondérée en T1
 - hypo perfusion = hypo-signal



Technique

- IRM : temps tardif après Gadolinium (pondéré en T1) :
 - « précoce » : 2 min après injection de Gadolinium
 - visualisation de l'obstruction micro vasculaire intra-myocardique (hypo-signal)



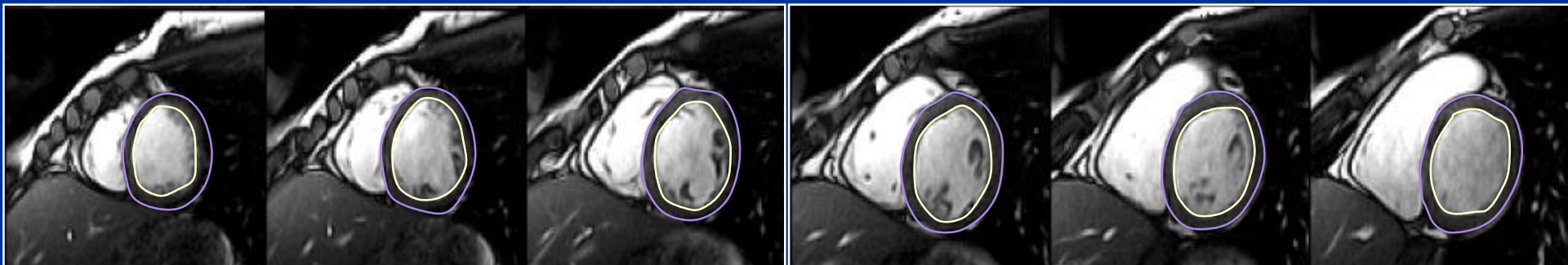
Technique

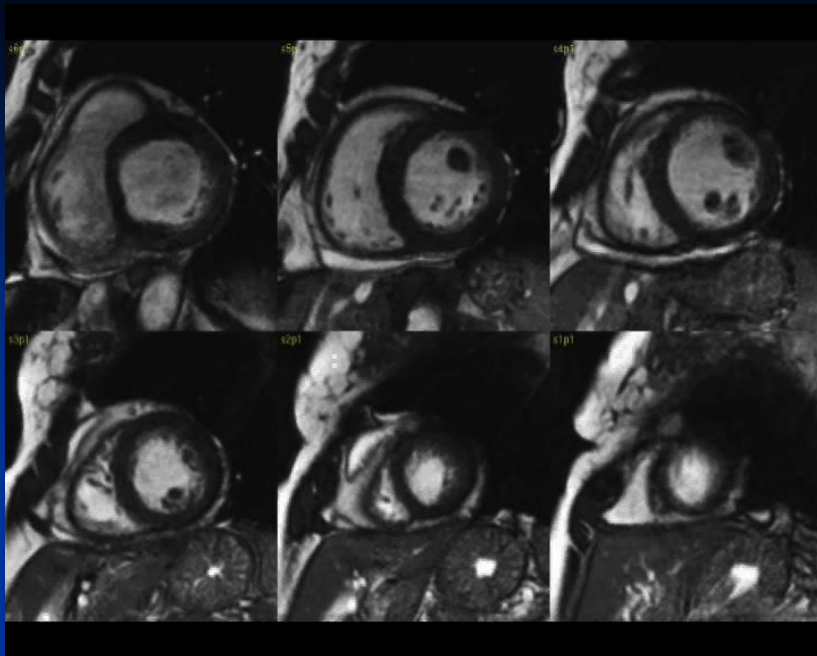
- IRM : temps tardif après Gadolinium (pondéré en T1) :
 - tardif : 10 min après injection de Gadolinium
 - bilan lésionnel :
 - « bright is dead » après Gado. (espace intercellulaire ++)
 - évaluation de la viabilité
 - / épaisseur myocardique résiduelle
 - / rapport hyper signal sur épaisseur myocardique



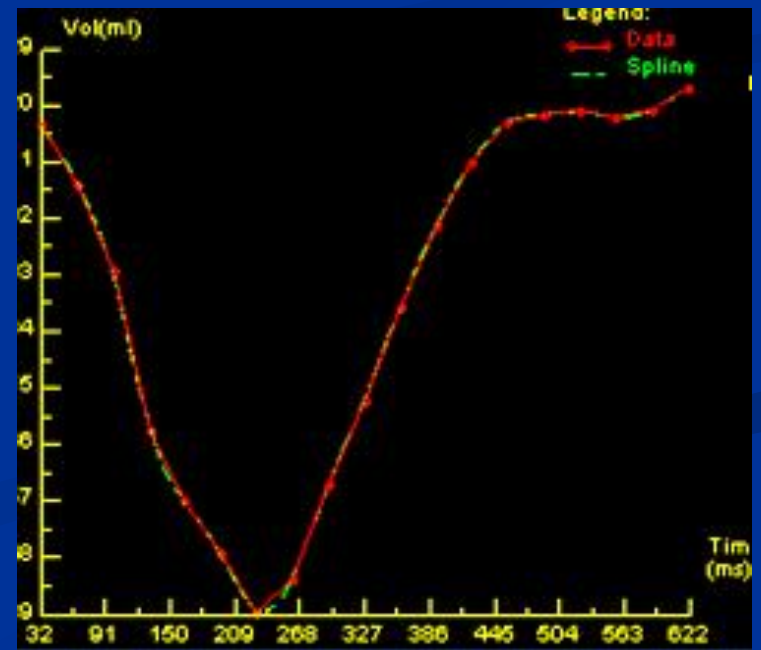
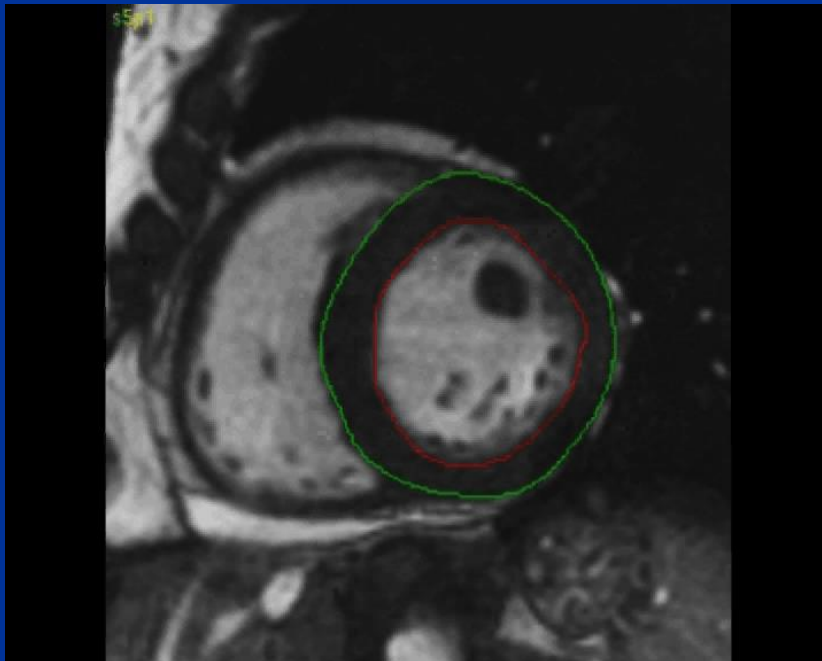
Fonction globale 3D

- Séquence :
 - coupes jointives (épaisseur 8 mm)
 - incidence petit-axe
 - de la base à l'apex (8 à 12 coupes)
- Détection des phases TD et TS
- Détection des contours endocardique et épïcardique
- Exclusion de la coupe la plus basale en systole
- Exclusion des muscles papillaires de la cavité
- Quantification manuelle, semi-automatique ou automatique



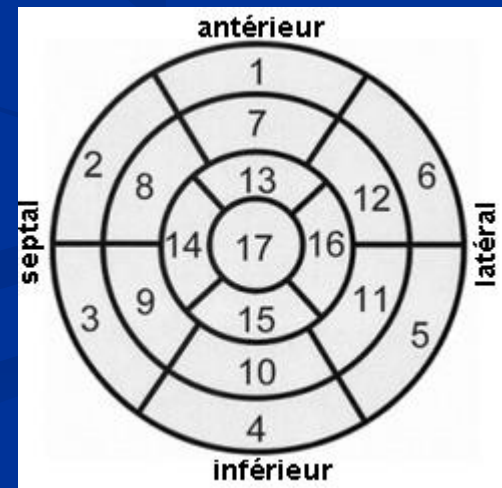


FC	62 /min	
VTD	123 ml	
VTS	39 ml	
VES	84 ml	
VTD indexé	68 ml/m ²	
VTS indexé	22 ml/m ²	
FEVG	68 %	
Débit	5,2 L/min	
Phase	TD	TS
	1	10



Cinétique segmentaire

- Evaluation visuelle
- Incidence petit-axe
- Incidence long axe ou 4 cavités pour l'apex
- Description systématisée des anomalies :
 - territoires : antérieur, septal, inférieur, latéral, apex
 - segments : basal, médian, apical
 - qualificatif : normo, hypo, a ou dyskinétique



Detecting Acute Coronary Syndrome in the Emergency Department With Cardiac Magnetic Resonance Imaging

Raymond Y. Kwong, Adam E. Schussheim, Suresh Rekhraj, Anthony H. Aletras, Nancy Geller, Janice Davis, Timothy F. Christian, Robert S. Balaban and Andrew E. Arai

- 161 patients, DT \geq 30 min compatible avec un syndrome coronarien aigu dans les 12h avant l'admission (SCA ST+ exclus)
- Objectif : identifier les patients présentant un SCA
→ SCA ST- (troponine +) et angor instable (sténose $>$ 70% ou test ischémique +)
- 85% des IRM réalisés avant le résultat de la 2^e troponine
- 100% des IRM réalisés dans les 12h, avant la coronarographie et les tests de provocation.
- 25 SCA (16%) : 10 SCA ST-, 15 angor instable

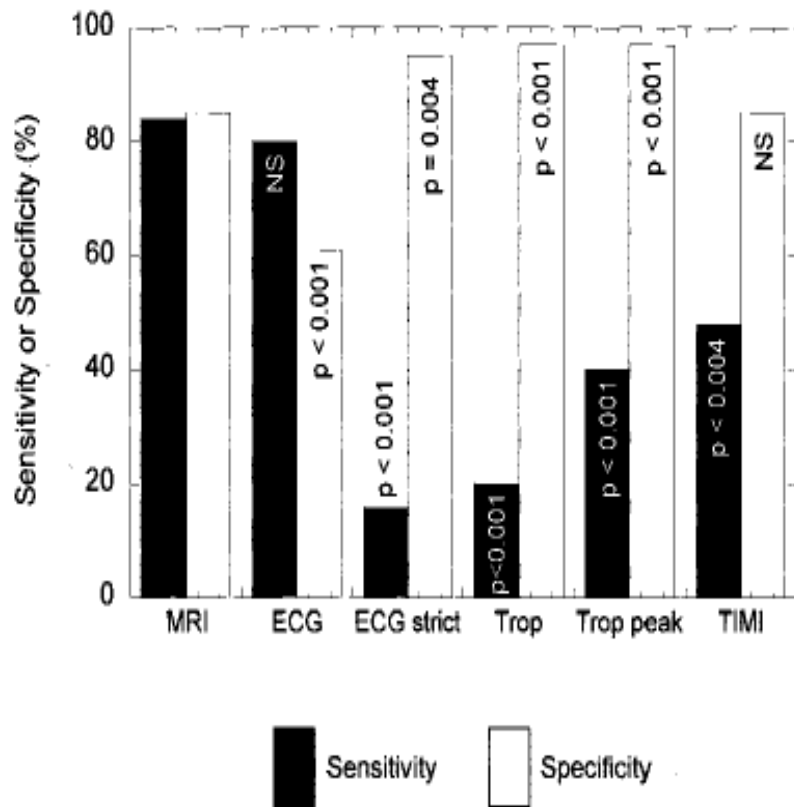


Figure 2. Sensitivity and specificity of various parameters for ACS. Probability values summarize the z-test, which was

IRM : analyse qualitative :

- Se = 84% ; Sp = 85% pour la détection des pts présentant un SCA
- Se = 100% pour la détection des SCA ST-

TABLE 2. Receiver-Operator Characteristic Curve Analysis of Quantitative MRI Parameters to Predict ACS

	Threshold	Sensitivity, %	Specificity, %	Accuracy, %
Regional wall motion abnormality				
Absolute thickening (mm)	3	83	83	82
S/D thickness ratio	1.4	74	82	76
Change in thickness (%)	30	70	61	66
Systolic thickness (mm)	12	78	74	77
Diastolic thickness (mm)	7	61	80	67
Left ventricular ejection fraction (%)	55	62	94	78
Delayed hyperenhancement				
Contrast ratio	3	73	91	79
Contrast difference index	5	73	86	60

IRM : analyse quantitative :

- épaissement (seuil : 3mm) détecte 83% des SCA, 100% des SCA ST-

TABLE 3. Logistic Regression Models for ACS

Variable	DF	Coefficient			Odds Ratio
		Estimate	Wald χ^2	P	
Model a for Probability of ACS Without MRI (25 events)*					
Intercept	1	-4.1026	30.18	0.0001	
TICRF	1	0.3718	4.57	0.0325	1.5
AbECG	1	1.7606	9.70	0.0018	5.8
AbTn	1	2.2689	7.67	0.0056	9.7
Model b for Probability of ACS With MRI (25 events)†					
Intercept	1	-3.8704	22.27	0.0001	
TICRF	1	-0.0196	0.0093	0.92	1.0
AbECG	1	0.9136	1.99	0.16	2.5
AbTn	1	2.0402	4.14	0.042	7.7
AbMRI	1	3.0754	19.12	0.0001	21.7

TICRF indicates total cardiac risk factors; AbECG, abnormal ECG; AbTn, abnormal initial troponin; AbMRI, abnormal MRI (see Methods for defining criteria for each variable); and DF, degrees of freedom.

*-2 Log Likelihood=28.00 with 3 DF ($P=0.0001$).

†-2 Log Likelihood=53.36 with 4 DF ($p=0.0001$).

Analyse multivariée : IRM

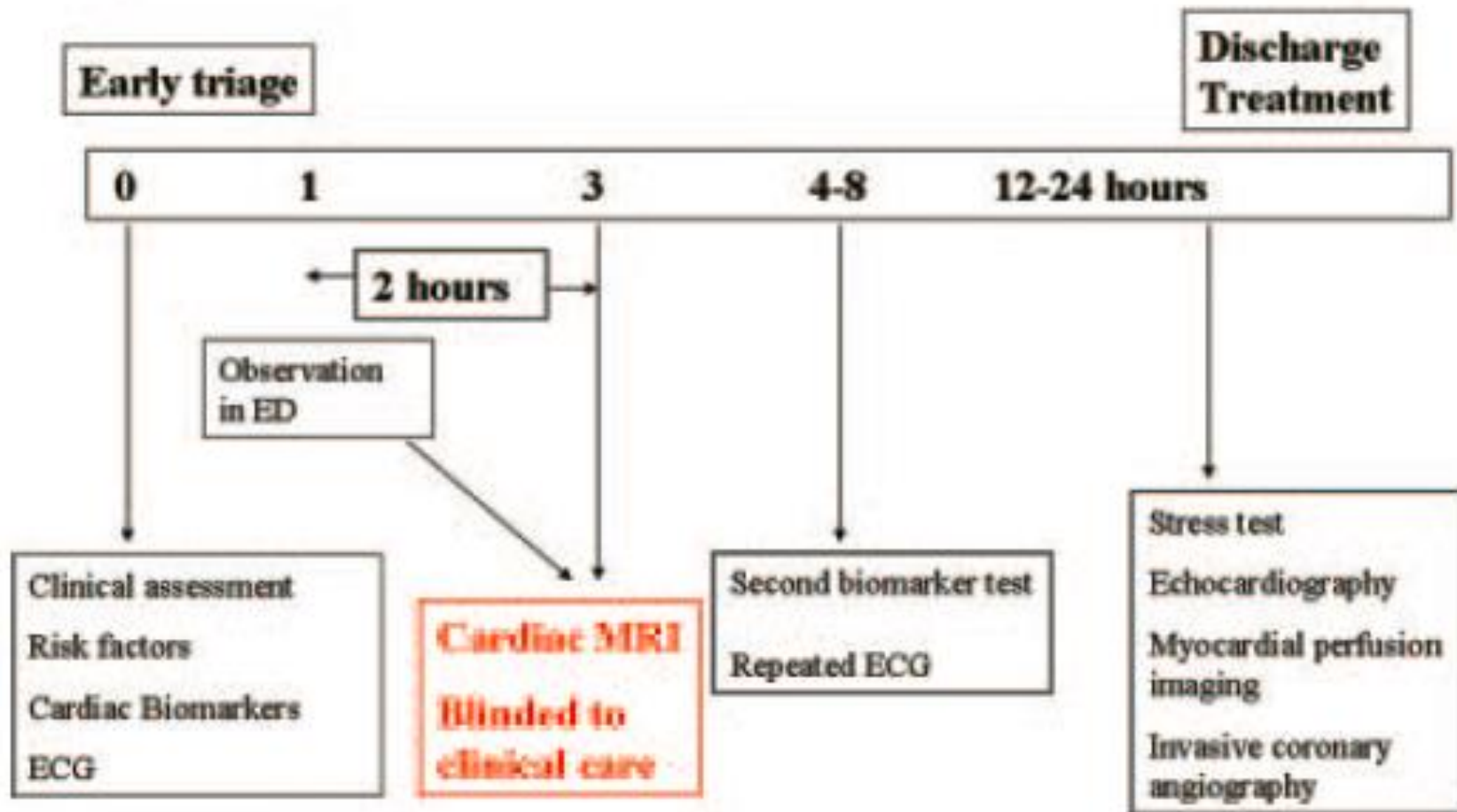
- meilleur facteur prédictif de SCA
- valeur diagnostique indépendante sur les paramètres cliniques

Cardiac Magnetic Resonance With T2-Weighted Imaging Improves Detection of Patients With Acute Coronary Syndrome in the Emergency Department

Ricardo C. Cury, MD; Khalid Shash, MD; John T. Nagurney, MD, MPH; Guido Rosito, MD, PhD; Michael D. Shapiro, DO; Cesar H. Nomura, MD; Suhny Abbara, MD; Fabian Bamberg, MD; Maros Ferencik, MD, PhD; Ehud J. Schmidt, PhD; David F. Brown, MD; Udo Hoffmann, MD, MPH; Thomas J. Brady, MD

- 62 patients, DT dans les 12h avant l'admission, troponine -, ECG normal
- Objectif : tester un protocole d'IRM avec des séquences T2 pour la détection des patients présentant un SCA
- 13 SCA (21%) : 3 SCA ST-, 10 angor instable (dont 1 évoluant vers SCA ST+ le lendemain)
- 14 coronarographies (13 SCA +1) : 12 présentent des sténoses significatives

PATIENT RECRUITMENT FLOW



STUDY DESIGN - Prospective observational cohort study

Table 2. Comparison of Diagnostic Accuracy of Individual MRI Parameters to Detect Patients With ACS

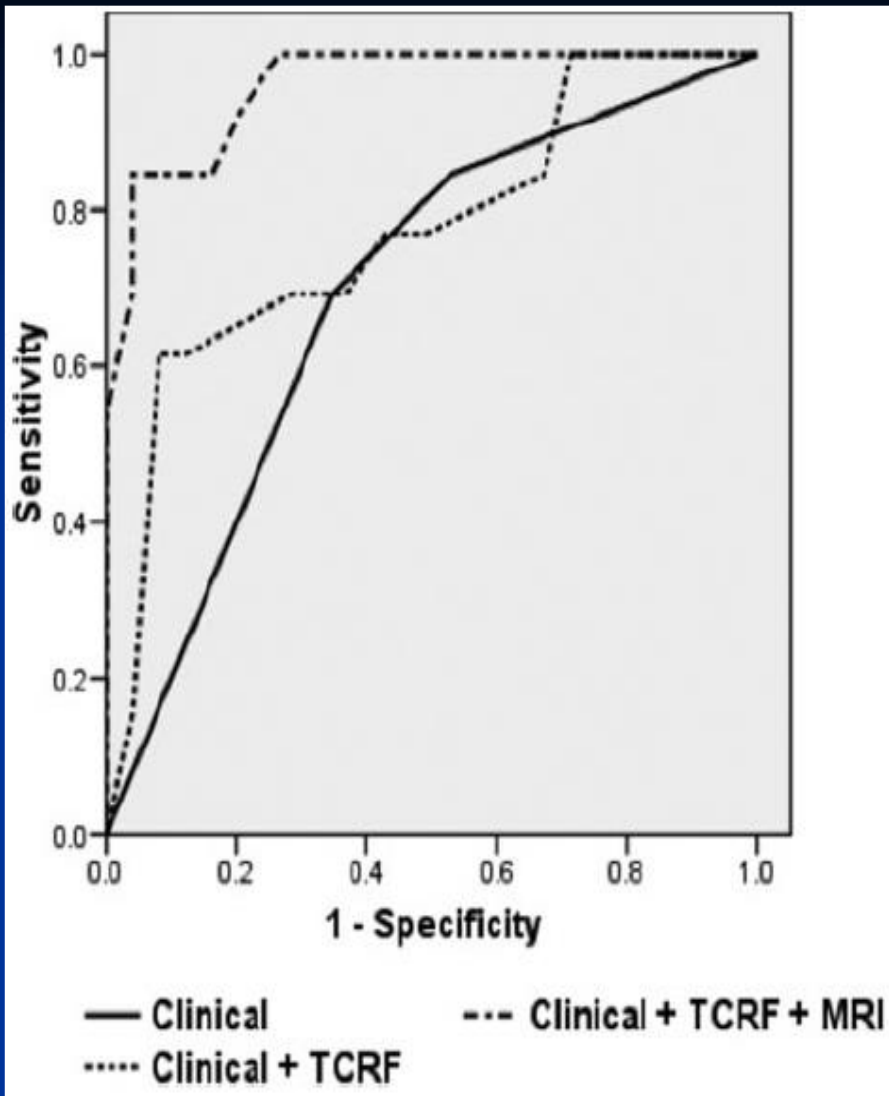
	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Cine MRI–RWM	0.85 (11/13)	0.86 (42/49)	0.56 (9/16)	0.91 (42/46)
Perfusion	0.77 (10/13)	0.92 (45/49)	0.71 (4/14)	0.94 (45/48)
DE-MRI	0.62 (8/13)	0.84 (41/49)	0.5 (8/16)	0.89 (41/46)
T2W	0.69 (9/13)	1.0 (49/49)	1.0 (9/9)	0.92 (49/53)
Cine MRI–LVWT	1.0 (13/13)	0.1 (5/49)	0.25 (13/57)	1.0 (5/5)

LV Wall Thickness
Regional Wall Motion

Principalement lié à la
détection correcte des patients ayant
un ATCD d'IDM et pas de SCA
(œdème -, amincissement de la paroi)

Table 3. Comparison of Diagnostic Accuracy Between Standard CMR Protocol (Cine+Perfusion+DE-MRI) and a New CMR Protocol (T2W, Cine, LVWT, Perfusion, and DE-MRI) for Detection of Patients With ACS

	Cine+Perfusion+ DE-MRI	Cine+Perfusion+DE-MRI+ T2W+LVWT
Sensitivity	85% (11/13)	85% (11/13)
Specificity	84% (41/49)	96% (47/49)
PPV	58% (11/19)	85% (11/13)
NPV	95% (41/43)	96% (47/49)
Accuracy	84% (52/62)	93% (58/62)



Probabilité des différentes stratégies de diagnostic pour la détection des patients présentant un SCA

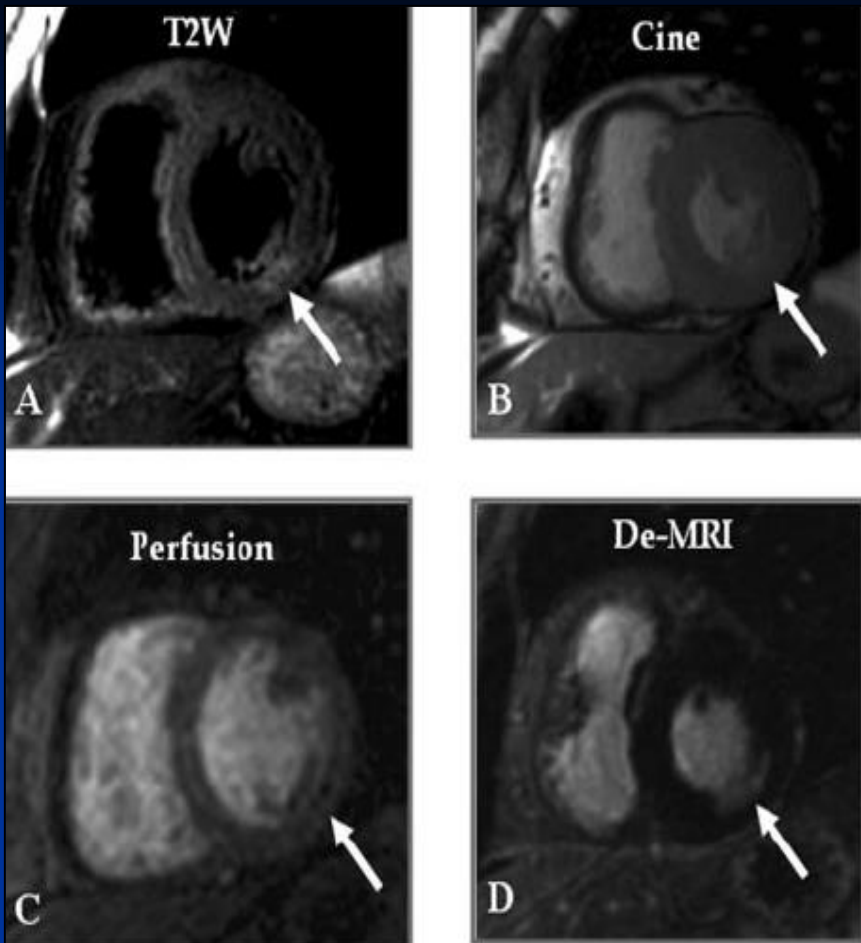
C-statistic

clinique : 0.695

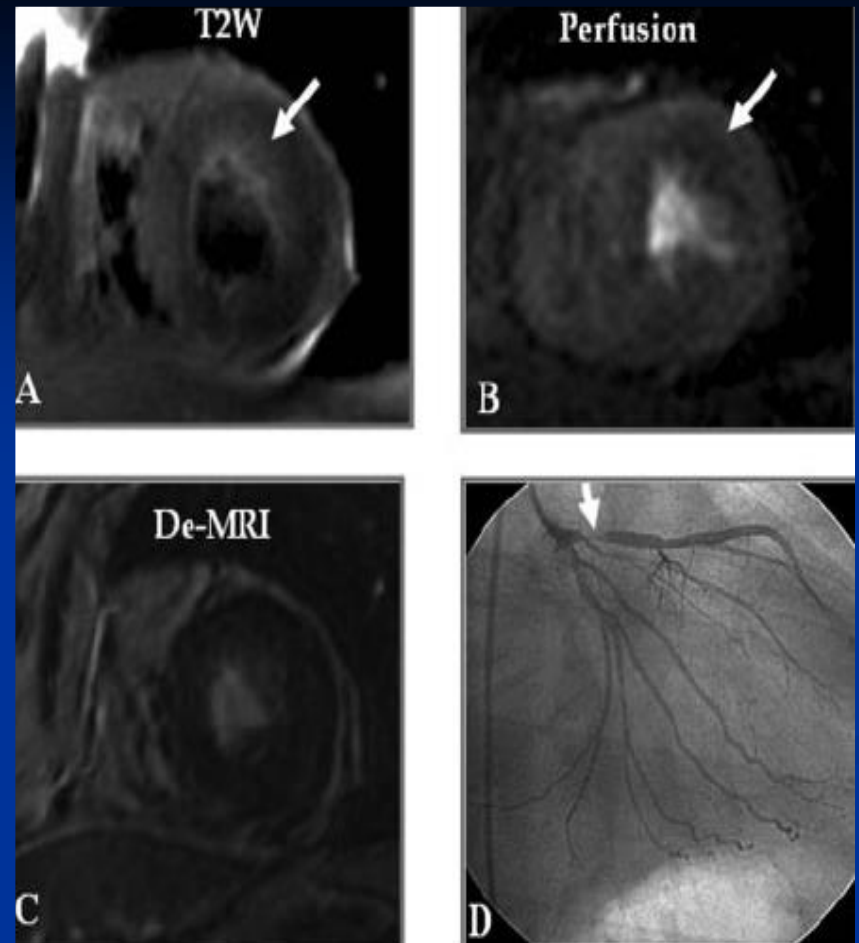
clinique + FDRCV : 0.771 ($p = 0.03$)

clinique + FDRCV + IRM : 0.958 ($p < 0.0001$)

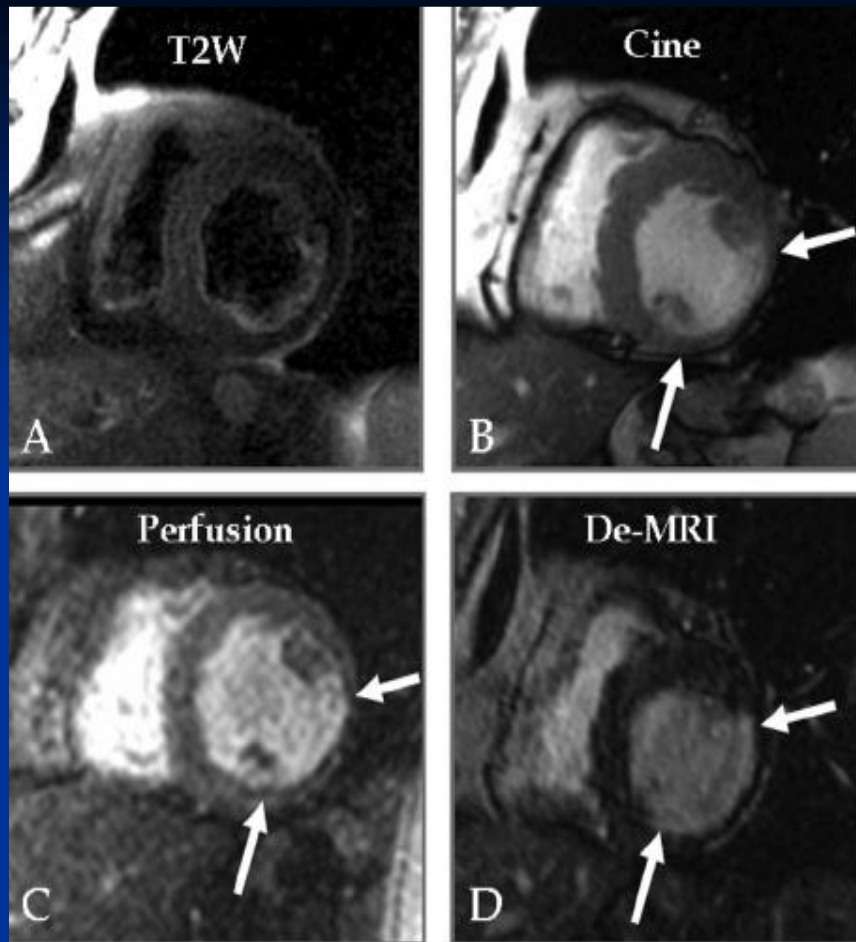
Analyse multivariée : IRM (T2) : facteur prédictif indép. de SCA.



- Œdème / hypokinésie / hypoperfusion / RT+ sous endo.
- Troponine H7 +
- Tri-tronculaire, sténose 95% RVP



- Œdème / hypoperfusion / RT- / scinti. : ischémie antérieure
- Troponine -
- Sténose 90% IVA p



- ATCD IDM, stent Cx
- SCA exclu
- Pas d'œdème / amincissement / hypoperfusion / RT+ sous endo.

Assessment of Non-ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndromes With Cardiac Magnetic Resonance Imaging

Sven Plein, MD,* John P. Greenwood, PHD,* John P. Ridgway, PHD,† Gillian Cranny, MSc,‡
Stephen G. Ball, PHD,§ Mohan U. Sivananthan, MD*

- 68 patients SCA ST- (DT, troponine +, modification ECG)
- Indication à une coronarographie
- IRM < 72h / admission et au moins 24h avant la coro.
- Objectifs :
 - déterminer la capacité de détection de sténoses coronaires significatives par l'IRM dans une population de SCA ST-
 - déterminer si l'analyse de plusieurs paramètres augmente les capacités diagnostiques de l'IRM

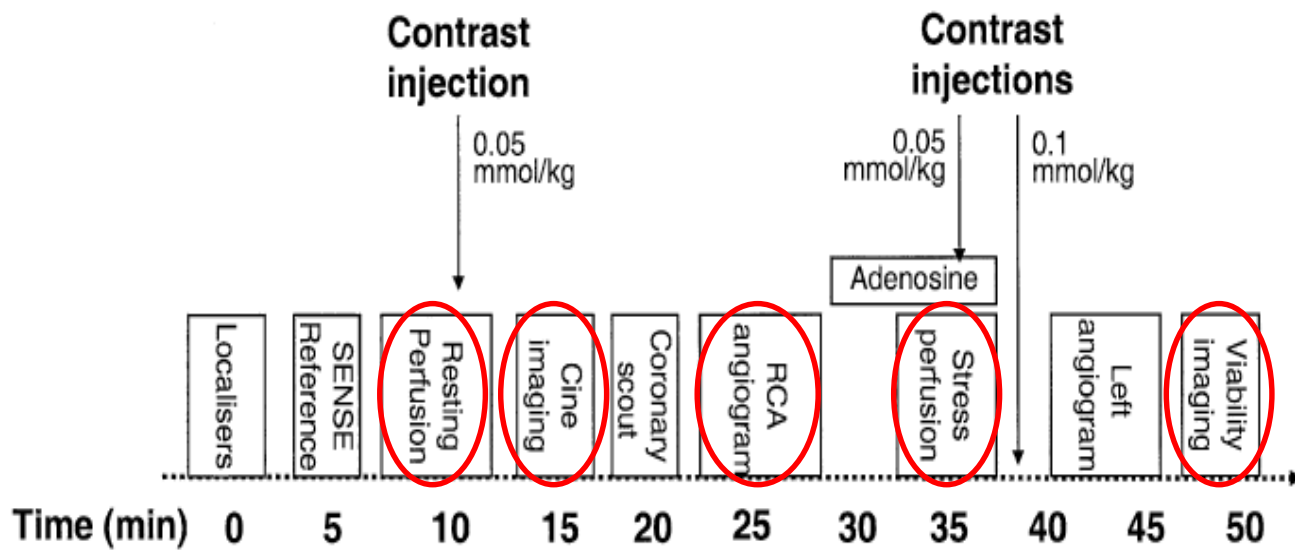


Table 2. Comprehensive CMR Analysis and Analysis of Individual CMR Components for the Detection of the Presence of Significant CAD*

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	Overall Accuracy (%)
Comprehensive analysis	96 (92–100)	83 (62–100)	96 (91–100)	83 (62–100)	94 (88–100)
Individual component analysis					
Perfusion	88 (79–96)	83 (62–100)	96 (91–100)	59 (35–82)	87 (79–95)
Coronaries	84 (74–94)	75 (51–100)	94 (87–100)	50 (27–73)	82 (73–92)
Wall motion	68 (56–80)	75 (51–100)	93 (85–100)	50 (27–73)	69 (58–80)
Late contrast enhancement	57 (44–70)	83 (62–100)	94 (86–100)	42 (25–58)	62 (50–73)

Table 2. Comprehensive CMR Analysis and Analysis of Individual CMR Components for the Detection of the Presence of Significant CAD*

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	Overall Accuracy (%)
Comprehensive analysis	96 (92–100)	83 (62–100)	96 (91–100)	83 (62–100)	94 (88–100)
Individual component analysis					
Perfusion	88 (79–96)	83 (62–100)	96 (91–100)	59 (35–82)	87 (79–95)
Coronaries	84 (74–94)	75 (51–100)	94 (87–100)	50 (27–73)	82 (73–92)
Wall motion	68 (56–80)	75 (51–100)	93 (85–100)	50 (27–73)	69 (58–80)
Late contrast enhancement	57 (44–70)	83 (62–100)	94 (86–100)	42 (25–58)	62 (50–73)

=> « Comprehensive analysis » significativement meilleure que l'analyse individuelle

Table 3. Combinations of Separate Analyses of CMR Components in the Detection of the Presence of CAD Requiring Revascularization (as Confirmed by X-Ray Angiography)*

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Overall Accuracy (%)
Combinations of two CMR components			
Perfusion/coronaries	98 (95–100)	67 (40–94)	93 (86–99)
Perfusion/wall motion	93 (87–100)	75 (51–100)	90 (82–97)
Perfusion/late contrast enhancement	95 (89–100)	75 (51–100)	91 (85–98)
Coronaries/wall motion	93 (87–100)	67 (40–93)	88 (81–96)
Coronaries/late contrast enhancement	91 (84–99)	67 (40–93)	87 (79–95)
Wall motion/late contrast enhancement	77† (66–88)	75† (51–100)	77† (66–87)
Combinations of three CMR components			
Perfusion/wall motion/late contrast enhancement	95 (89–100)	75 (51–100)	91 (85–98)
Coronaries/wall motion/late contrast enhancement	95 (89–100)	67 (40–94)	90 (82–97)

Table 3. Combinations of Separate Analyses of CMR Components in the Detection of the Presence of CAD Requiring Revascularization (as Confirmed by X-Ray Angiography)*

	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Overall Accuracy (%)
Combinations of two CMR components			
Perfusion/coronaries	98 (95–100)	67 (40–94)	93 (86–99)
Perfusion/wall motion	93 (87–100)	75 (51–100)	90 (82–97)
Perfusion/late contrast enhancement	95 (89–100)	75 (51–100)	91 (85–98)
Coronaries/wall motion	93 (87–100)	67 (40–93)	88 (81–96)
Coronaries/late contrast enhancement	91 (84–99)	67 (40–93)	87 (79–95)
Wall motion/late contrast enhancement	77† (66–88)	75† (51–100)	77† (66–87)
Combinations of three CMR components			
Perfusion/wall motion/late contrast enhancement	95 (89–100)	75 (51–100)	91 (85–98)
Coronaries/wall motion/late contrast enhancement	95 (89–100)	67 (40–94)	90 (82–97)

Se : « Comprehensive analysis » > WMA/LGE ; NS pour les autres

Sp : « Comprehensive analysis » NS pour toutes les associations

Conclusion de l'étude

- 1- IRM est faisable et sure en cas de SCA ST-
- 2- IRM est capable de détecter au sein d'une population à haut risque les patients présentant une sténose significative
- 3- La combinaison de plusieurs critères IRM, majore les capacités diagnostiques de celui-ci

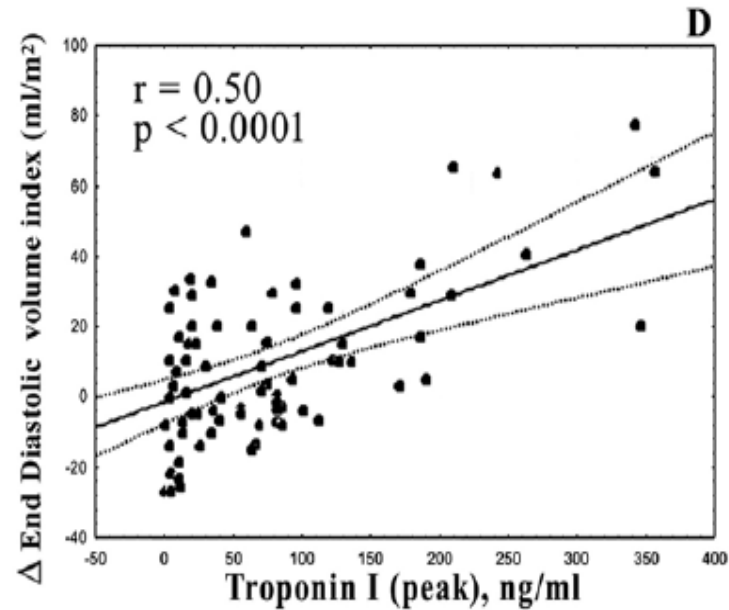
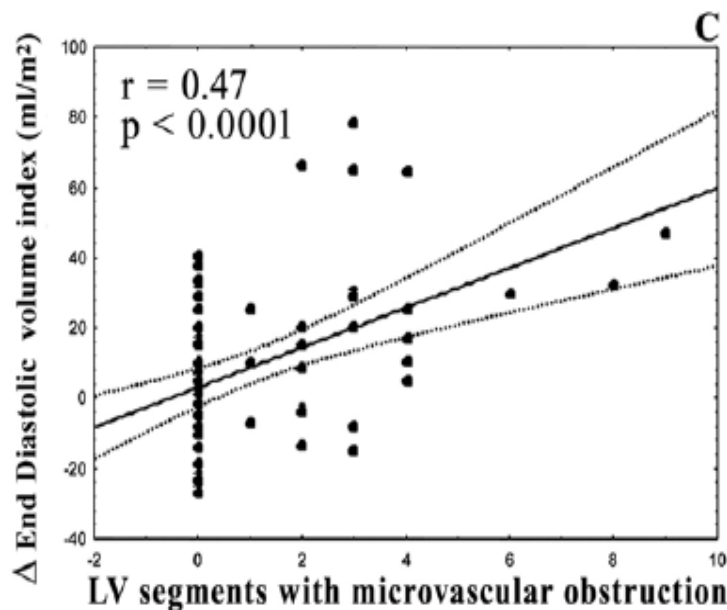
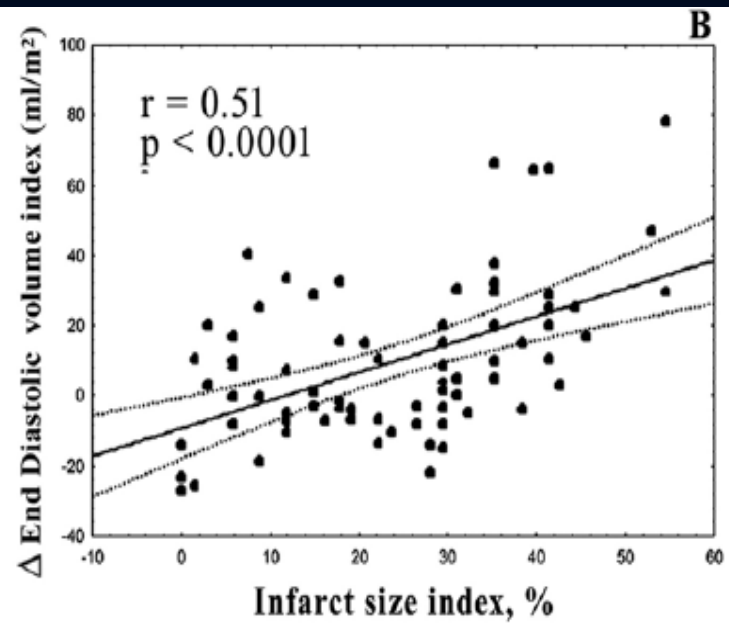
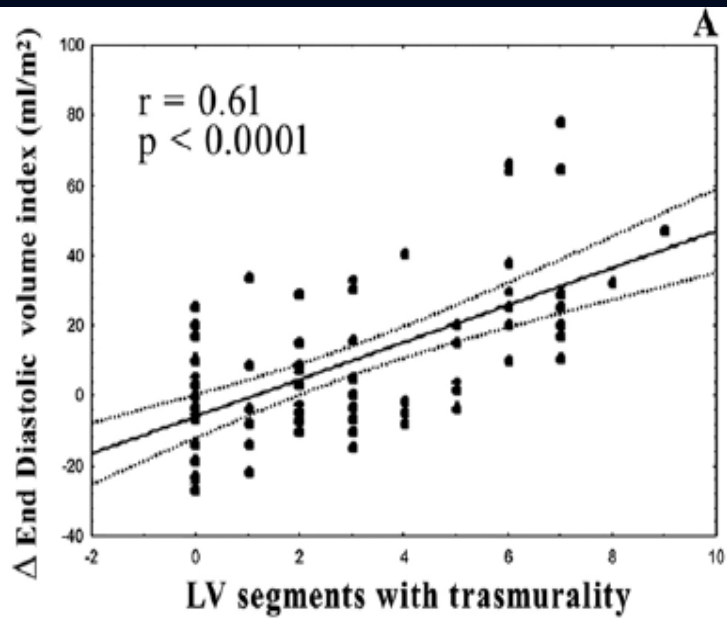
Stratification du risque

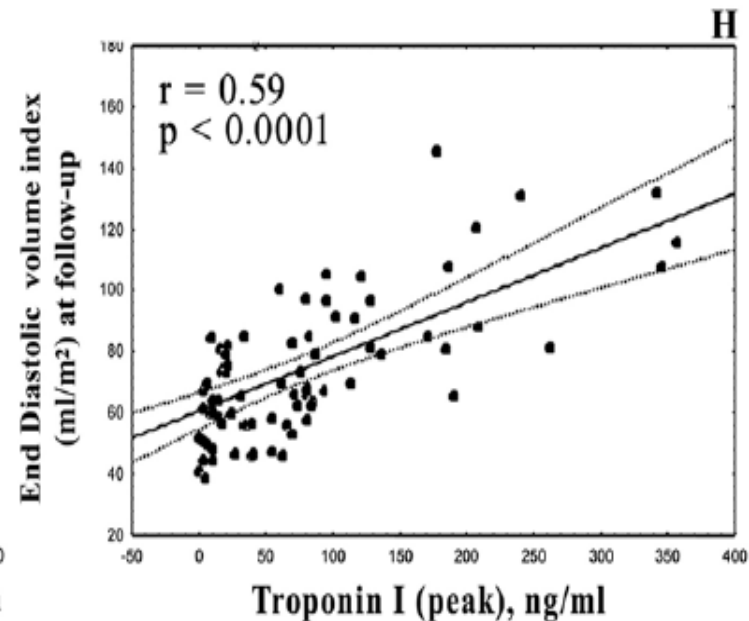
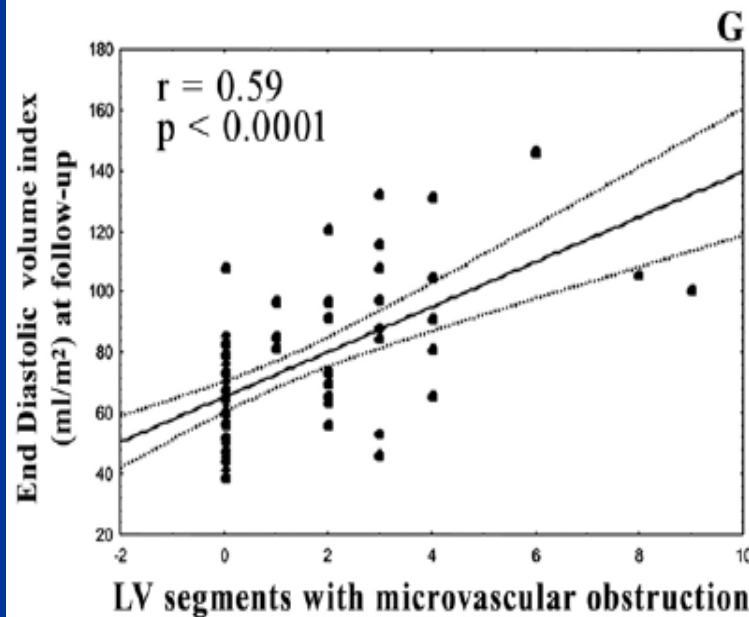
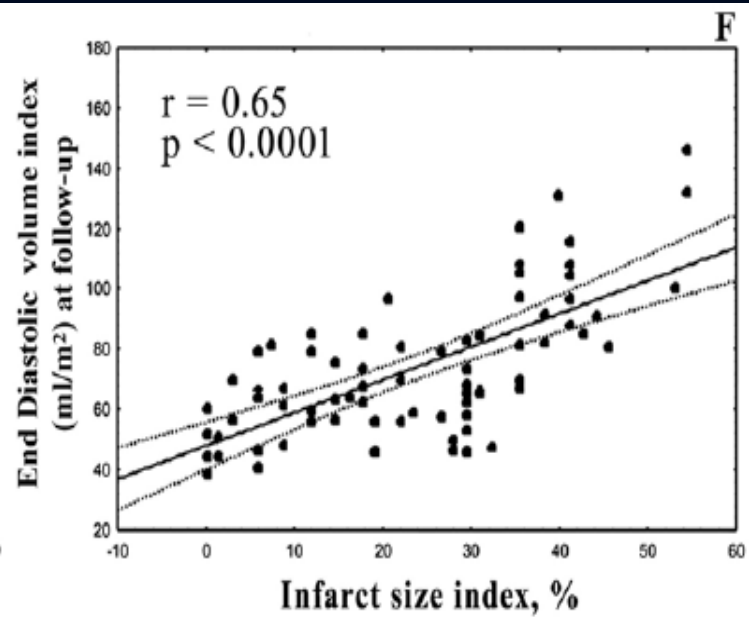
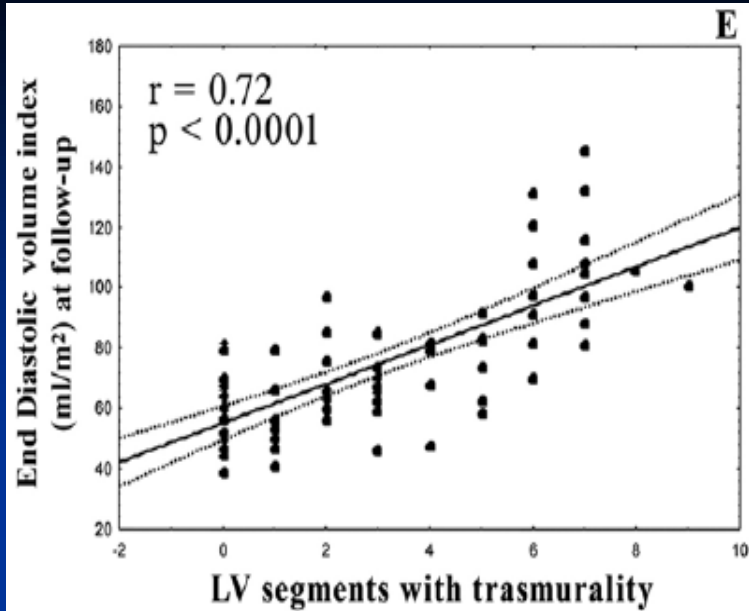
- Taille de l'infarctus
- Zone péri-lésionnelle
- Zone à risque
- Obstruction micro-vasculaire / No reflow
- Pronostic
- Infarctus VD
- Complications

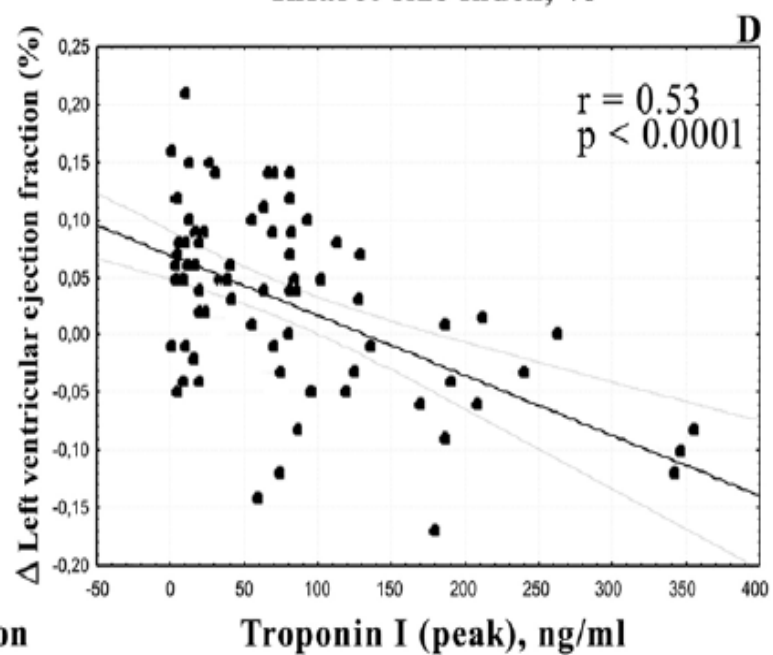
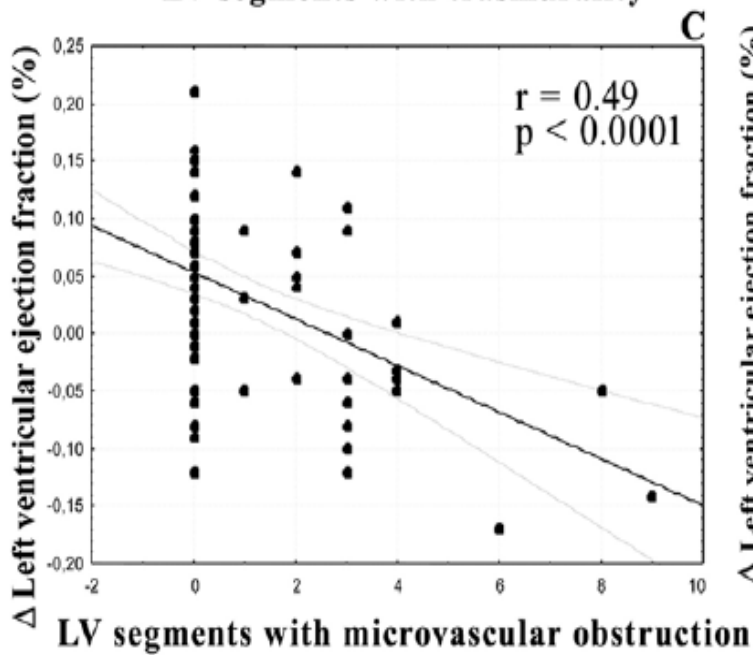
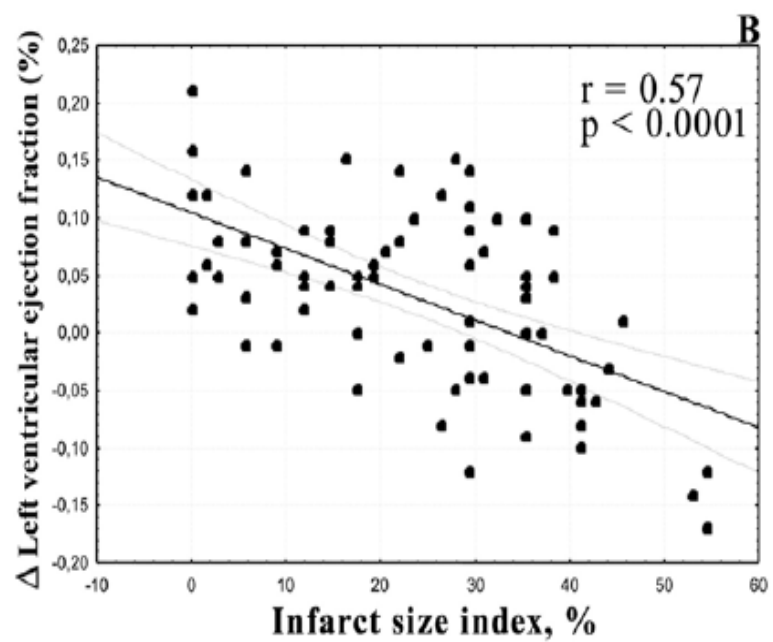
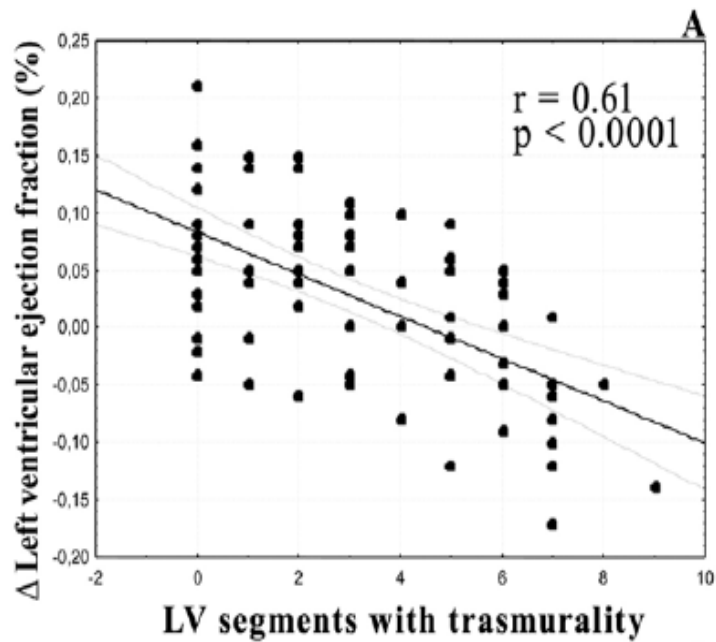
Taille de l'infarctus

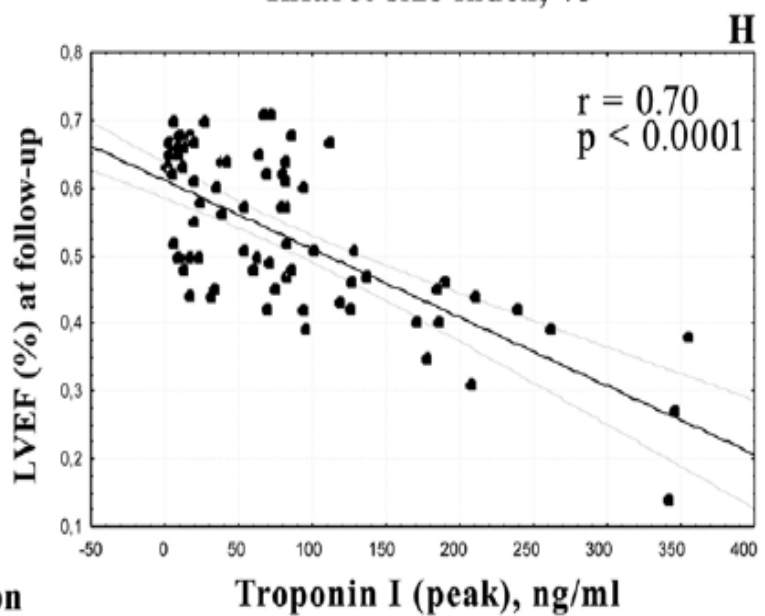
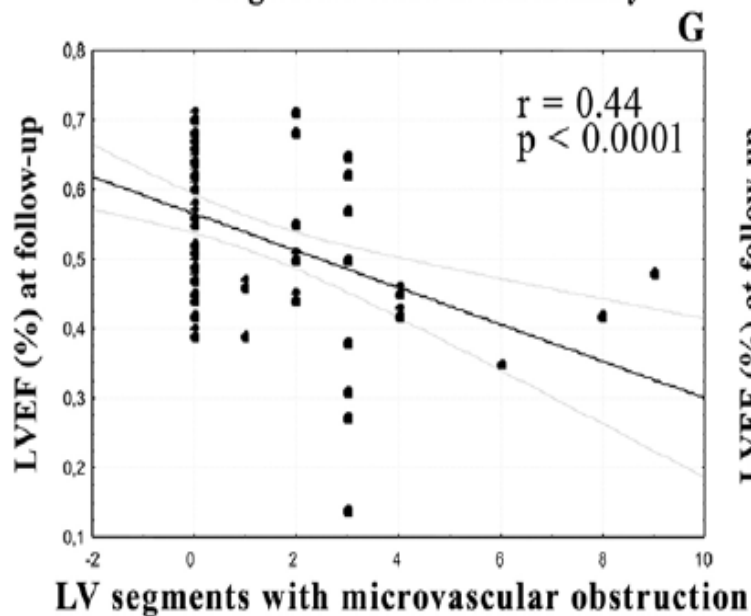
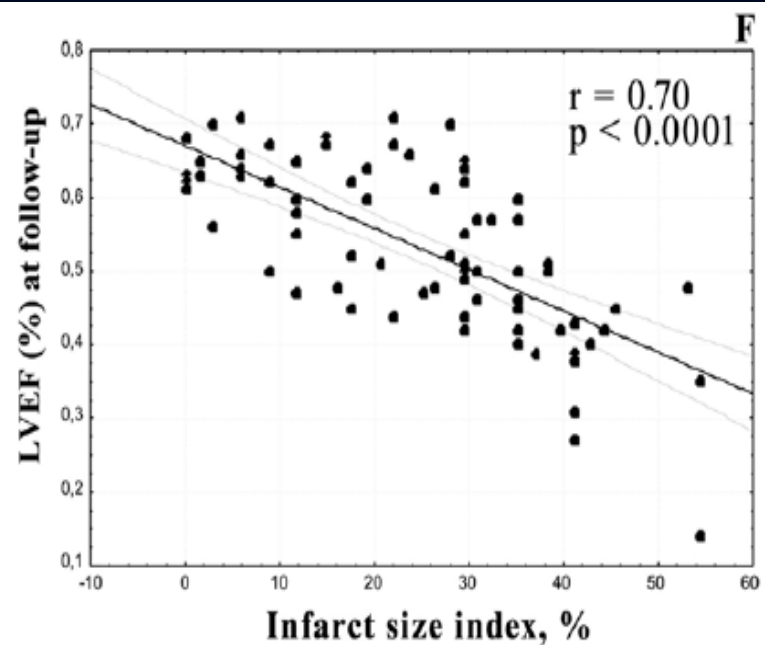
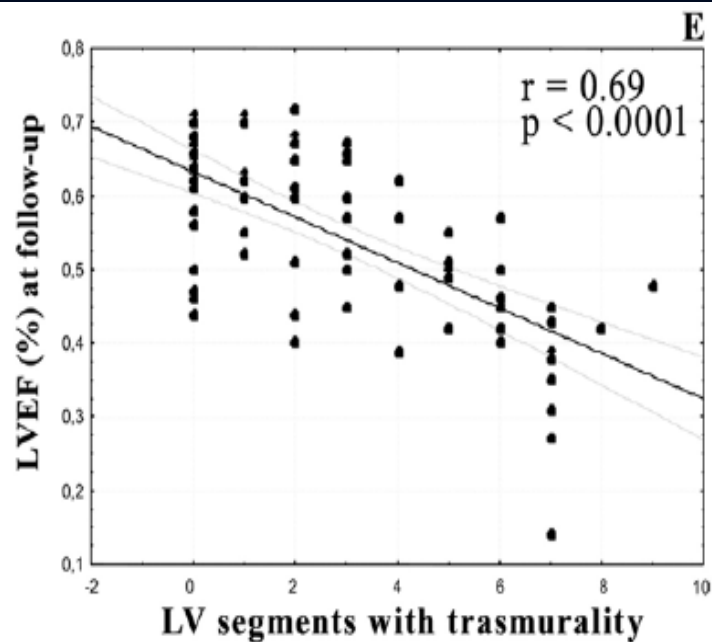
Influence of Transmurality, Infarct Size, and Severe Microvascular Obstruction on Left Ventricular Remodeling and Function After Primary Coronary Angioplasty

- Objectif : évaluer la valeur prédictive de l'atteinte myocardique (rehaussement tardif) sur le remodelage et sur la fonction VG dans une population d'IDM à la phase aigue
- 76 patients, 1^{er} IDM, succès d'angioplastie dans les 12h
- Remodelage : FEVG et VTD VG (ml/m²) à 6 mois par ETT









6 mois

Table 2

Multiple linear regression analysis according to different models of correlations between changes or absolute value at follow-up of end-diastolic volume index with transmural necrosis, severe microvascular obstruction, and infarct size

	Δ End-Diastolic Volume Index				End-Diastolic Volume Index at Follow-up			
	B \pm SE	β	p Value	R ²	B \pm SE	β	p Value	R ²
Model 3								
Troponin I (peak)	0.07 \pm 0.03	0.24	0.03	0.44	0.08 \pm 0.027	0.26	0.006	0.64
LV segments with severe microvascular obstruction	1.79 \pm 1.45	0.15	0.22		2.42 \pm 1.24	0.19	0.055	
Infarct size index	-0.16 \pm 0.26	-0.10	0.54		0.14 \pm 0.22	0.40	0.58	
LV segments with transmural necrosis	4.00 \pm 1.39	0.46	0.005		3.47 \pm 1.19	0.08	0.004	

Table 3

Multiple linear regression analysis according to different models of correlations between changes or absolute value at follow-up of left ventricular ejection fraction with transmural necrosis, severe microvascular obstruction, and infarct size index

	Δ LV Ejection Fraction				LV Ejection Fraction at Follow-up			
	B \pm SE	β	p Value	R ²	B \pm SE	β	p Value	R ²
Model 3								
Troponin I (peak)	0.0001 \pm 0.0001	-0.25	0.037	0.44	-0.001 \pm 0.0001	-0.39	<0.001	0.63
LV segments with severe microvascular obstruction	-0.006 \pm 0.005	-0.14	0.25		0.004 \pm 0.006	-0.06	0.52	
Infarct size index	0.0001 \pm 0.001	-0.06	0.71		-0.002 \pm 0.001	-0.22	0.18	
LV segments with transmural necrosis	-0.01 \pm 0.005	-0.35	0.034		-0.01 \pm 0.006	-0.01	0.01	

Analyse multivariée : seule la nécrose transmurale et le pic de troponine restent des facteurs prédictifs indépendants du remodelage et de la fonction VG

Zone péri- lésionnelle

Characterization of the Peri-Infarct Zone by Contrast-Enhanced Cardiac Magnetic Resonance Imaging Is a Powerful Predictor of Post-Myocardial Infarction Mortality

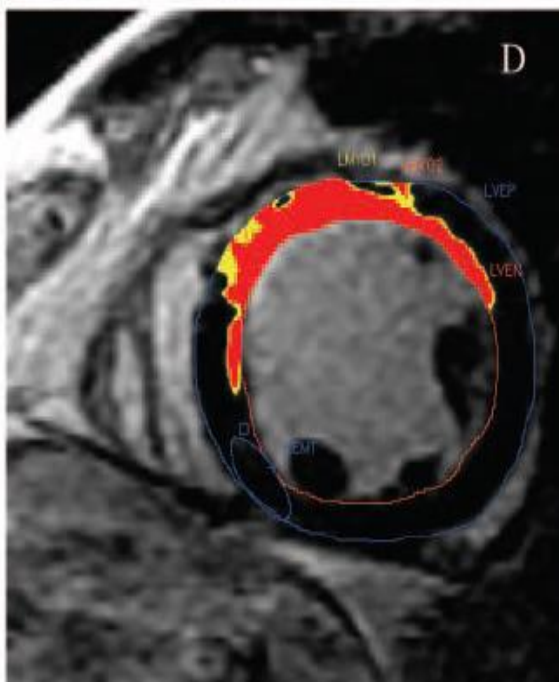
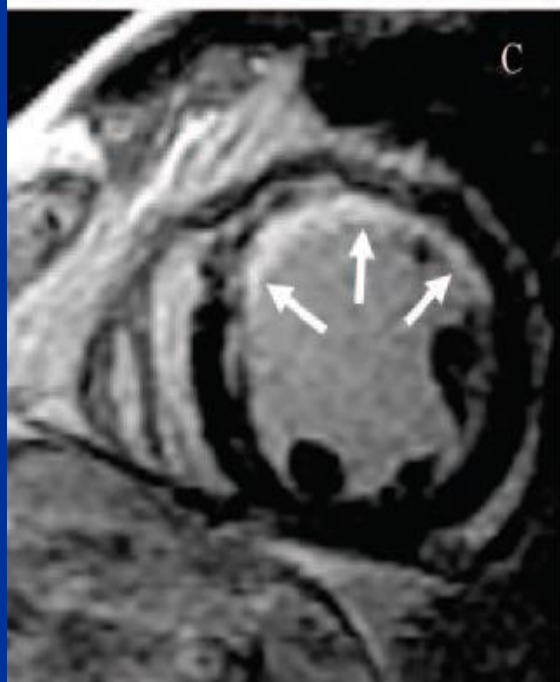
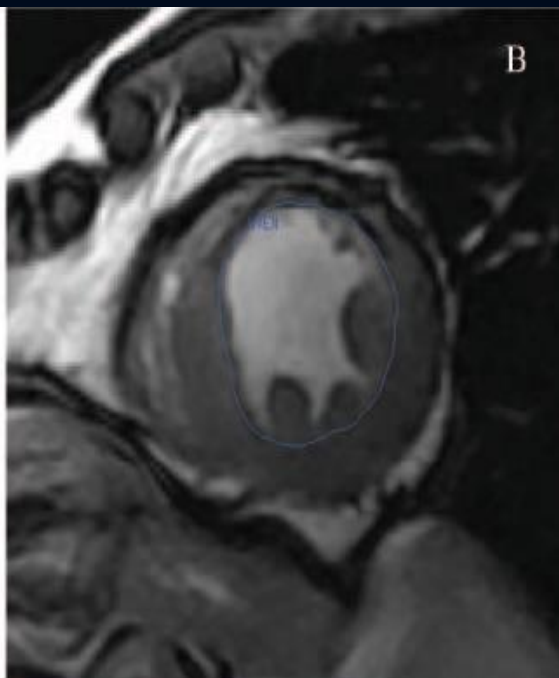
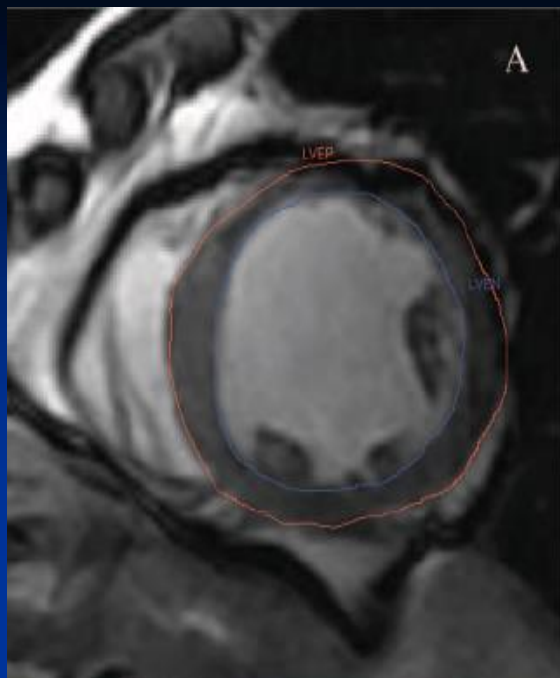
Andrew T. Yan, Adolphe J. Shayne, Kenneth A. Brown, Sandeep N. Gupta, Carmen

- 144 patients présentant une cardiopathie ischémique et un rehaussement tardif à l'IRM compatible avec une séquelle d'IDM
- Détermination de la zone péri-lésionnelle par un algorithme semi-automatique
- Suivi 2,4 ans
- 29 décès (20%)

$$\%MDE_{total} = (MDE_{total} / LV \text{ mass}) \times 100\%$$

$$\%MDE_{periphery} = (MDE_{periphery} / MDE_{total}) \times 100\%$$

$$\%MDE_{core} = (MDE_{core} / MDE_{total}) \times 100\%$$



Zone péri- lésionnelle

Characterization of the Peri-Infarct Zone by Contrast-Enhanced Cardiac Magnetic Resonance Imaging Is a Powerful Predictor of Post-Myocardial Infarction Mortality

Andrew T. Yan, Adolphe J. Shayne, Kenneth A. Brown, Sandeep N. Gupta, Carmen

- Pas de corrélation taille de la zone péri-lésionnelle avec :
 - FEVG
 - VTD VG (ml/m²)
 - VTS VG (ml/m²)

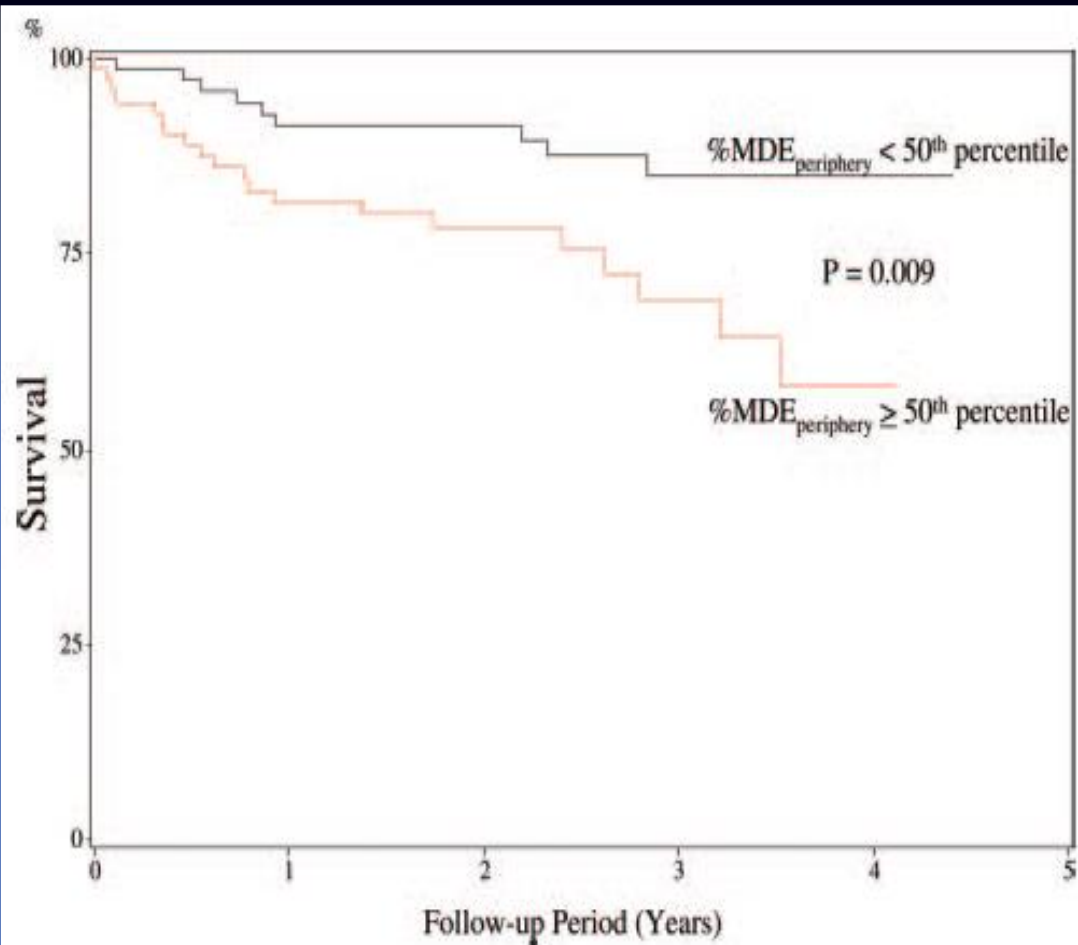


Figure 2. Kaplan-Meier survival curves for all-cause mortality, stratified by median %MDE_{Periphery}.

Absence de corrélation :

- mortalité / taille de l'IDM
- mortalité / extension transmurale

TABLE 2. Univariable and Multivariable Associations With All-Cause Mortality

Variable	Univariable Analysis		Multivariable Analysis 1		Multivariable Analysis 2	
	Unadjusted HR (95% CI)	P	Adjusted HR (95% CI)	P	Adjusted HR (95% CI)	P
Age*	1.37 (0.96-1.97)	0.09	...	...	1.45 (0.98-2.14)	0.06
Diabetes	2.21 (1.05-4.66)	0.04	...	...	...	...
Previous percutaneous coronary intervention	0.37 (0.16-0.88)	0.02	...	...	...	...
Previous coronary bypass surgery	2.39 (1.08-5.30)	0.03	...	...	...	...
QRS duration >120 ms	2.29 (0.98-5.38)	0.06	...	...	...	...
Left bundle-branch block	3.21 (1.22-8.44)	0.02	...	...	...	...
Corrected QT >440 ms	2.37 (1.14-4.93)	0.02	...	...	...	...
LV end-diastolic volume index†	1.13 (1.04-1.22)	0.004	...	...	...	...
LV end-systolic volume index†	1.13 (1.05-1.23)	0.002	1.16 (1.07-1.26)	<0.001	...	...
LVEF‡	1.36 (1.08-1.72)	0.01	...	...	1.52 (1.19-1.94)	<0.001
%MDE _{periphery} §	1.31 (1.06-1.63)	0.01	1.45 (1.15-1.84)	0.002	1.42 (1.11-1.81)	0.005
MDE _{periphery} , g	1.06 (1.00-1.11)	0.035	...	...	...	...

Zone péri-lésionnelle :

Facteur prédictif de mortalité toutes causes (HR=1.45 P=0.002) et de mortalité cardio-vasculaire (HR = 1.51 P=0.009)

Persiste après ajustement avec l'âge et la FEVG : mortalité toutes causes (HR=1.42 P=0.005), mortalité cardio-vasculaire (HR=1.49 P<0.01)

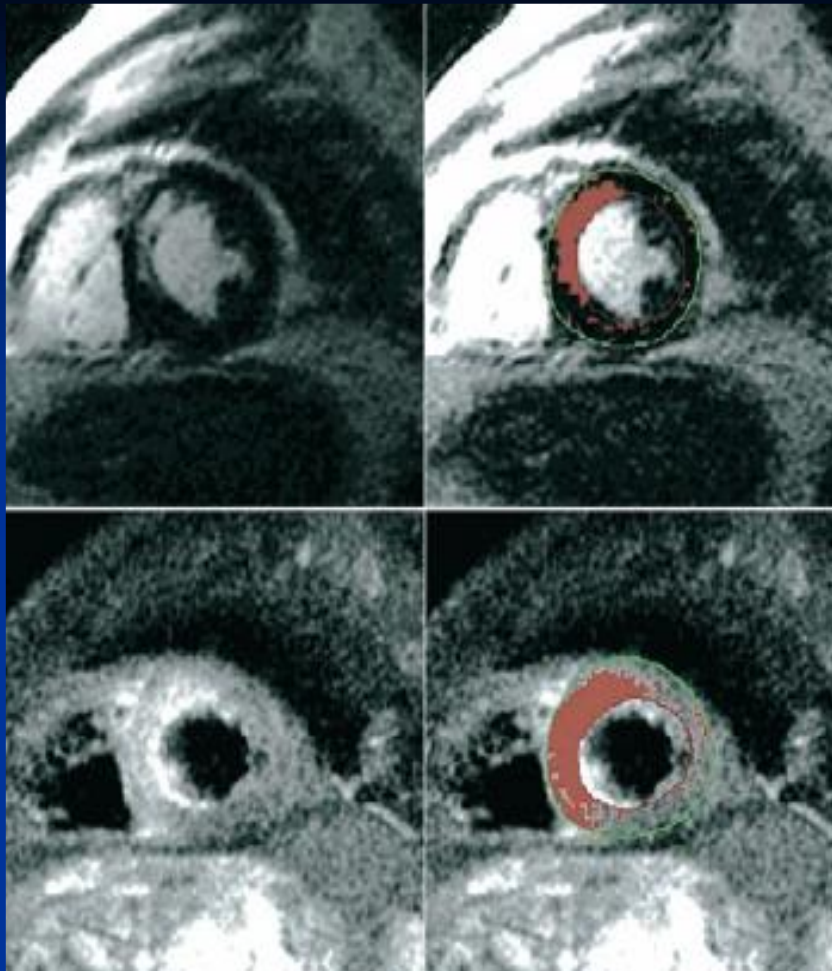
Zone à risque

The Salvaged Area at Risk in Reperfused Acute Myocardial Infarction as Visualized by Cardiovascular Magnetic Resonance

- Objectif : caractériser les modifications tissulaires dans le territoire d'un IDM reperfusé
 - 92 patients , 1^{er} SCA ST+ vs 18 sujets sains
 - 91 coronarographies (1 échec de reperfusion)

 - Hypersignal T2 dans la zone de l'IDM : 100% des patients
 - Localisation RT concordante avec HS T2 : 100% des patients
 - Œdème dépasse de la zone de nécrose

 - 2 sujets sains présentent un HS T2 (non retrouvé par analyse quantitative)
- => Sp HS T2 pour IDM = 89% (analyse visuelle) ; 100% (analyse quantitative)



La différence entre l'étendue de l'HS T2 et celle du rehaussement tardif correspond au myocarde « récupérable » : inversement corrélé au délai entre le début des symptômes et la reperfusion

(Spearman, $p < 0.0001$)

- => IRM permet de visualiser les lésions réversibles et irréversibles avec une bonne sensibilité
- => Permet de quantifier la zone récupérable après revascularisation

No reflow

- Hyposignal lors de la séquence de perfusion alors que l'artère coronaire est perméable (30% des IDM transmuraux)
- Aspect en cocarde sur les séquences à 2 min après injection de Gadolinium
- Lié à l'obstruction micro vasculaire

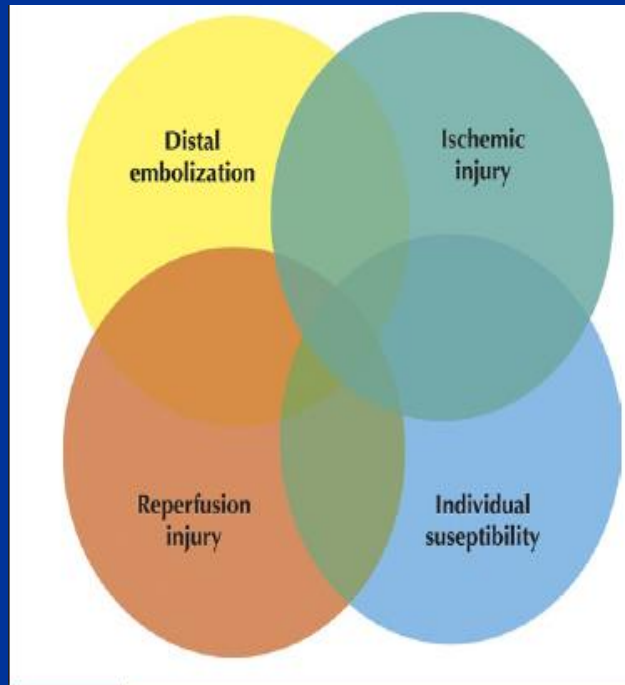
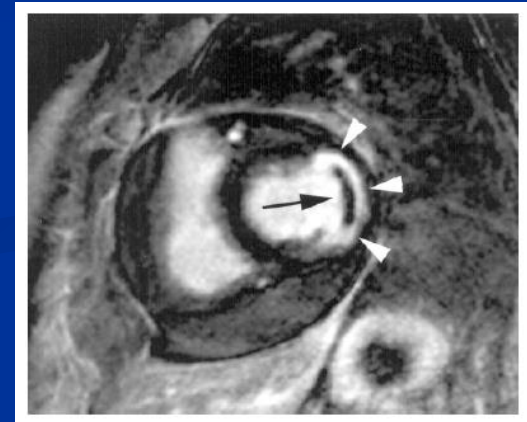
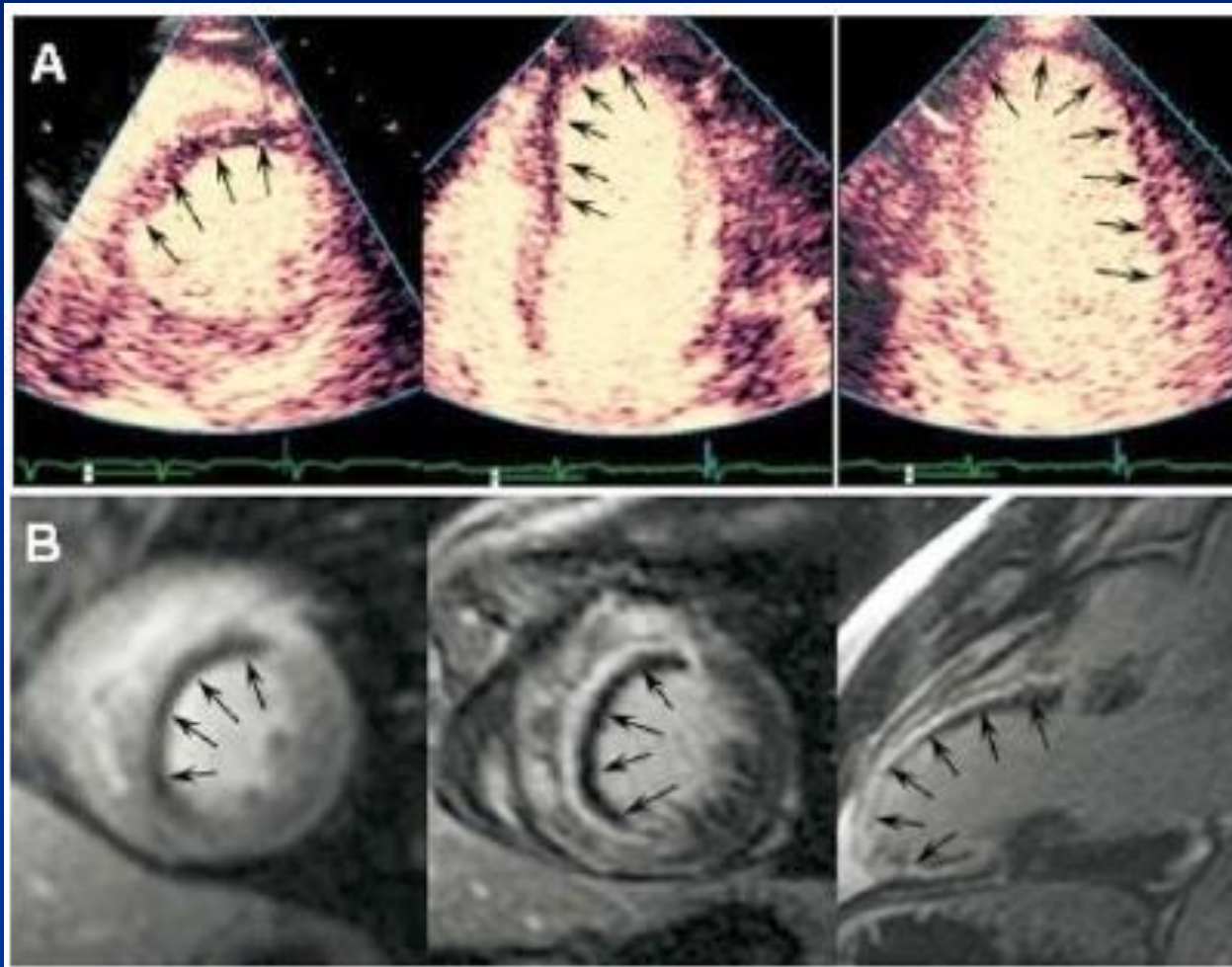


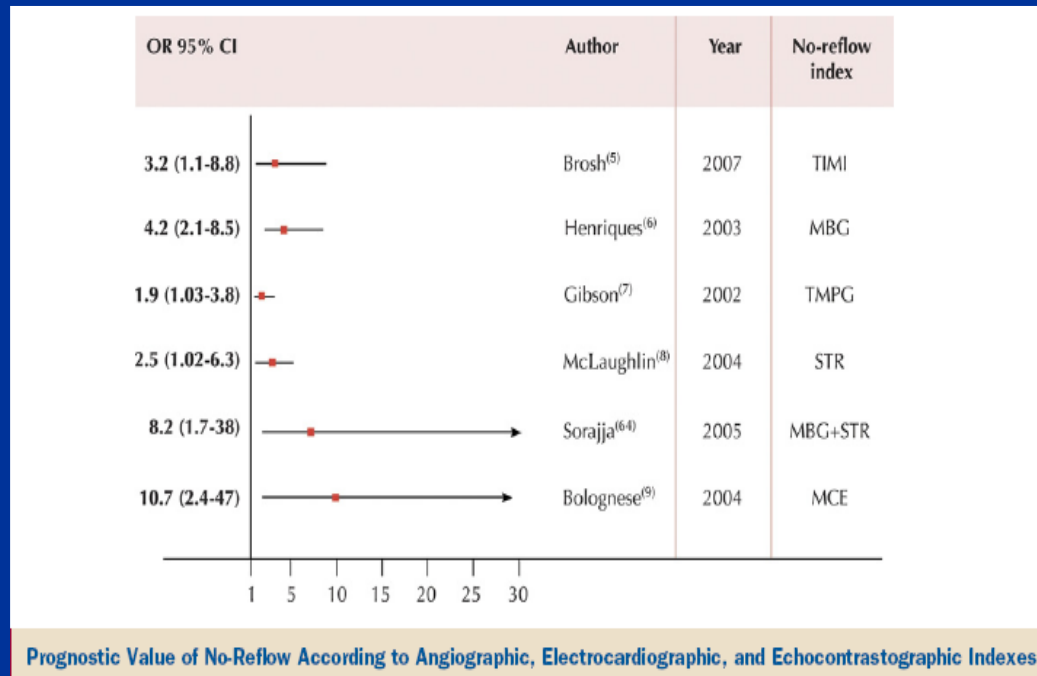
Figure 3 Mechanisms Responsible for No-Reflow

No reflow



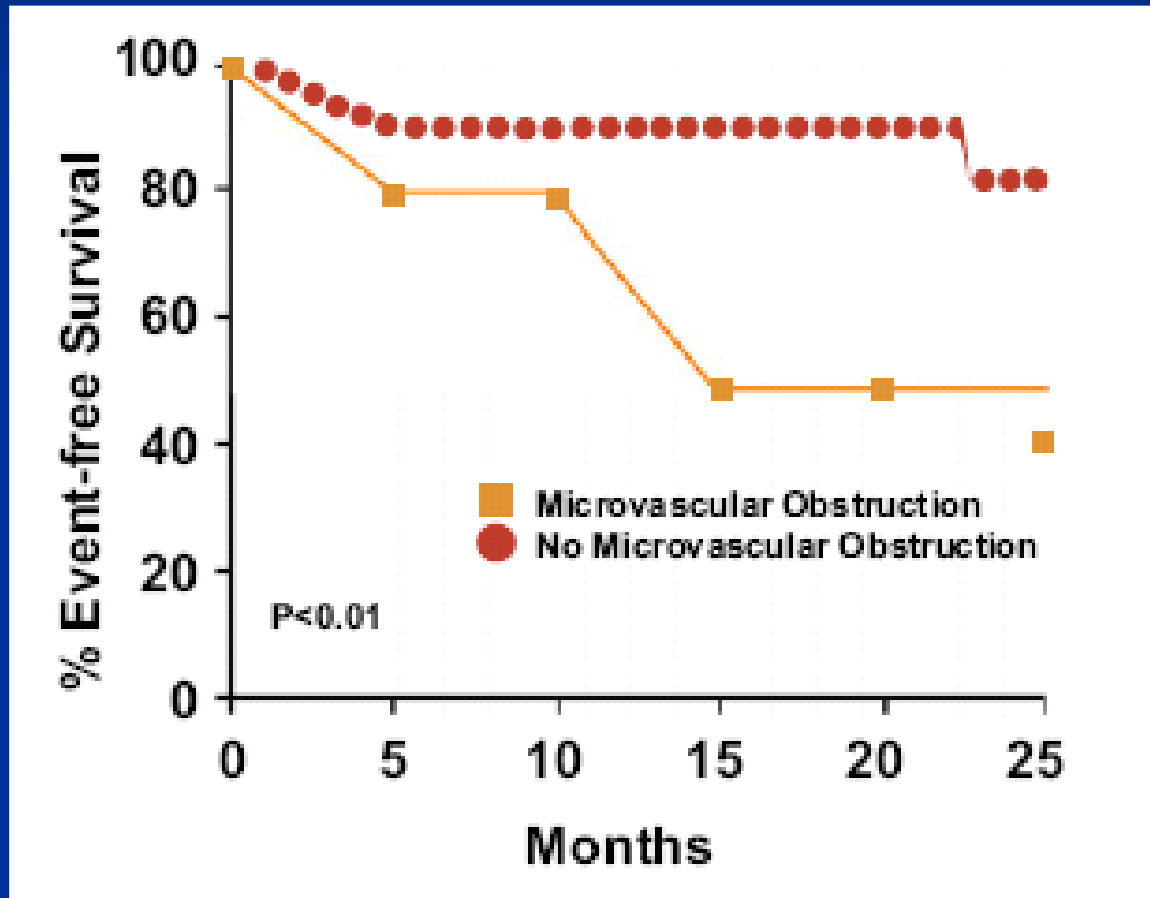
No reflow

- Mauvais pronostic
- Prévalence plus élevée de :
 - complications précoces (arythmies, épanchement péricardique, insuffisance cardiaque ...)
 - remodelage VG
 - hospitalisation pour insuffisance cardiaque
 - mortalité :



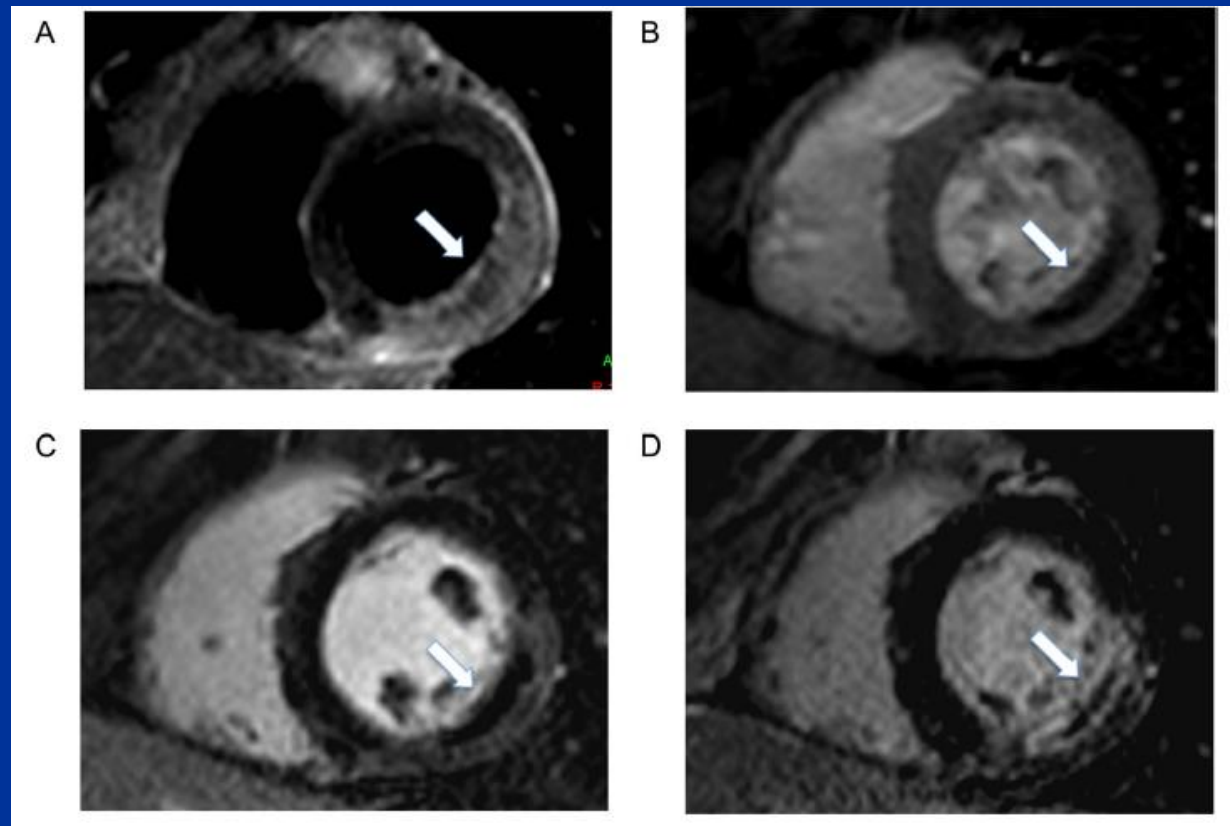
No reflow

- Pronostic / importance du no reflow en IRM



No reflow

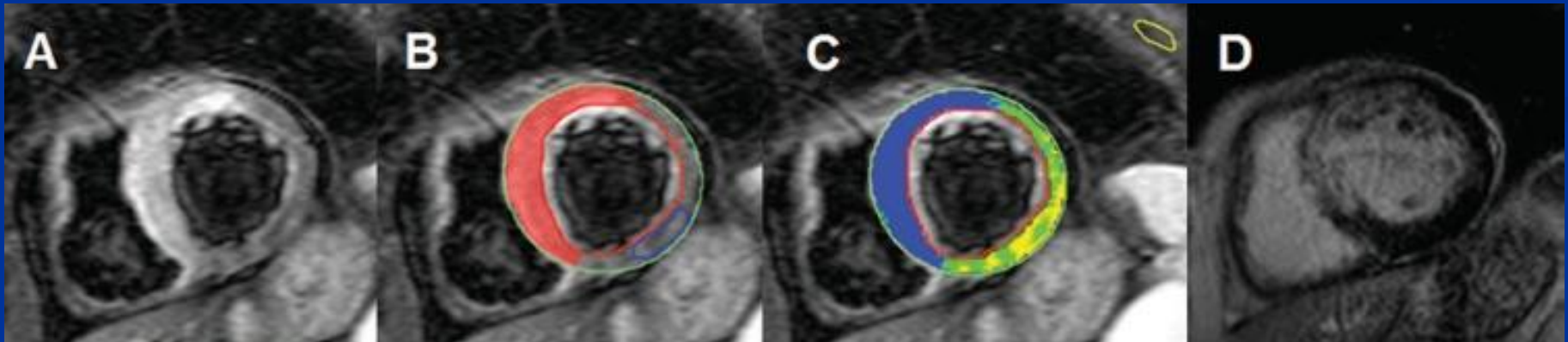
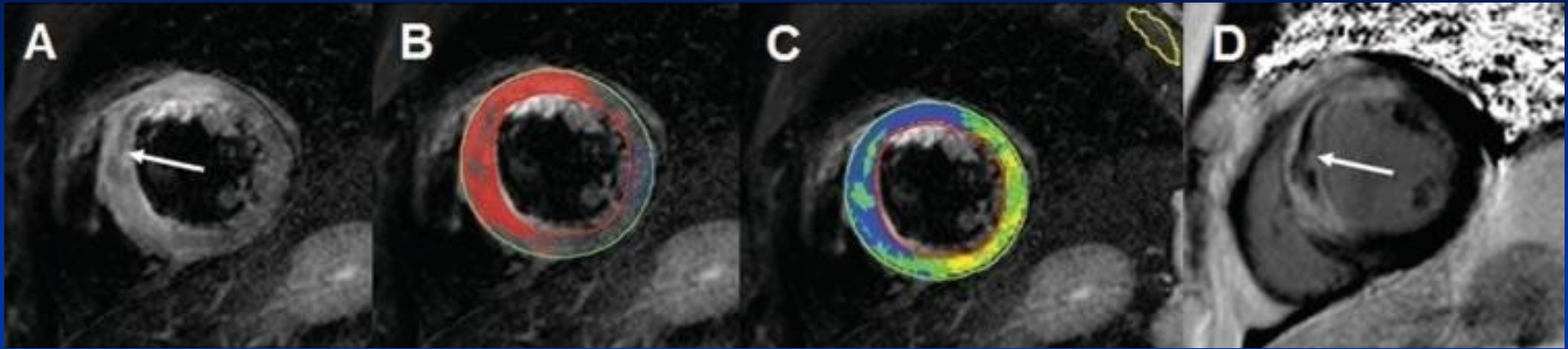
- IRM 24h ap. ATL marginale/IDM aigu
- A : séquence T2 : œdème myocardique > zone de rehaussement tardif
- B : séquence de perfusion : hypoperfusion (malgré artère ouverte)
- C : séquence temps tardif à 2 min : hypodensité d'obstruction microvasculaire



Pronostic

Prognostic Value and Determinants of a Hypointense Infarct Core in T2-Weighted Cardiac Magnetic Resonance in Acute Reperfused ST-Elevation–Myocardial Infarction

- 346 patients, SCA ST+, angioplastie primaire < 12h
- IRM à J3 (T2 + RT)
- Critère primaire : décès, récurrence d'IDM, IVG à 6 mois
- 2 groupes selon la présence ou non d'un noyau en hypo signal au sein de la zone en hyper signal sur les séquences T2



Hyper signal T2 dans la zone de l'IDM : 100%
Noyau en hypo signal dans l'hyper signal T2 : 35%
RT+ dans la même zone que hyper signal T2

Table 2. CMR Results

Variable	Hypointense Core Present (n=122)	Hypointense Core Absent (n=224)	P Value
Area at risk/edema, %LV	38.9 (31.3–47.4)	32.2 (25.5–39.3)	<0.001
Infarct size, %LV	27.1 (17.5–34.9)	13.0 (5.7–20.8)	<0.001
Late MO present, n (%)	122 (100)	108 (48)	<0.001
Late MO, %LV	2.1 (1.0–3.9)	0.1 (0.0–0.8)	<0.001
Myocardial salvage, %LV	11.5 (6.8–11.5)	15.8 (8.8–27.0)	<0.001
Myocardial salvage index	28.5 (18.9–45.1)	58.1 (31.4–79.7)	<0.001
LV ejection fraction (%)	46.8 (39.0–53.7)	57.0 (48.2–63.6)	<0.001
LV end-diastolic volume, mL	151.1 (128.9–171.0)	129.4 (118.5–152.0)	<0.001
LV end-systolic volume, mL	77.4 (60.6–101.0)	55.0 (42.2–72.7)	<0.001

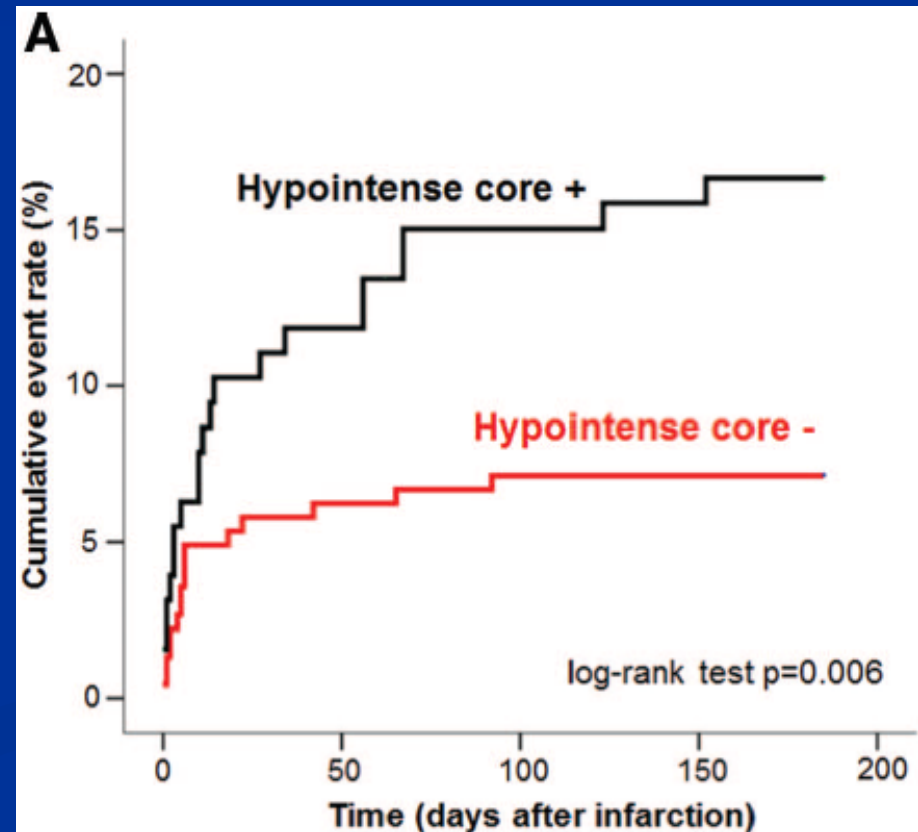


Table 4. c-Statistics: Additive Prognostic Value of the Presence of Hypointense Infarct Cores

Variable	c-Statistic	P
Preimaging model (age, infarct location, time to reperfusion)	0.67	...
Preimaging model (age, infarct location, time to reperfusion) +LV function	0.74	0.004
Preimaging model (age, infarct location, time to reperfusion) +LV function +Infarct size	0.76	0.103
Preimaging model (age, infarct location, time to reperfusion) +LV function +Infarct size +Presence of hypointense infarct cores	0.80	0.046

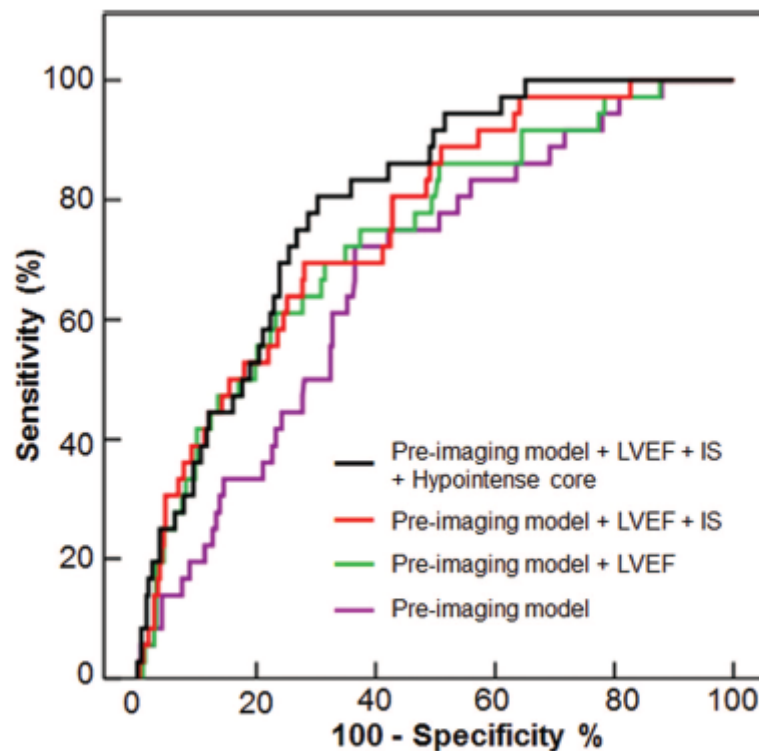


Figure 6. Receiver operator characteristic curves demonstrating the ability of 4 models to predict MACE at 6 months.

Diagnostic différentiel

- 60 patients (âge moyen 44 ans ; 72% d'hommes)
- DT, troponine +, absence de sténose coronaire
- IRM (ciné, T2, rehaussement tardif) dans les 3 mois
- Cause à l'élévation de troponine retrouvée dans 65% des cas

Primary ECG abnormality (%)	
Normal	5 (8.3)
T-wave changes	12 (20.0)
ST-elevation	24 (40.0)
ST-depression	9 (15.0)
SVT/VT	7 (11.7)
LBBB	2 (3.3)
Pathological Q-waves	1 (1.7)
Patients thrombolysed (%)	19 (31.7)

Table 2 Cardiovascular magnetic resonance findings

CMR findings	n (%)
Myocarditis	30 (50.0)
Acute	19 (31.7)
Non-acute	11 (18.3)
Myocardial infarction	7 (11.6)
Takotsubo cardiomyopathy	1 (1.7)
Dilated cardiomyopathy	1 (1.7)
Normal CMR findings	21 (35)

Abbreviations as in Table 1.

Diagnostic différentiel (2)

- 6100 SCA (ST+ et ST-)
- 59 (1%) coronarographies normales mais ballonnisation apicale
- => IRM
 - 13 (22%) : nécrose myocardique
 - 8 (13.6%) : myocardite
 - 38 (64.4%) : pas de rehaussement tardif => Tako Tsubo?

	ABS (n = 38)	Non-ABS (n = 21)	P-value
Age, years	73 (10.1)	65 (11.7)	0.01^a
Female sex, n (%)	36 (94.7)	17 (81.0)	0.10
Stressful event, n (%)	23 (60.5)	1 (4.8)	<0.001
Elevated troponin, n (%)	30 (78.9)	14 (66.7)	0.25
ECG changes, n (%)	33 (86.8)	16 (76.2)	0.20
Hypertension, n (%)	34 (89.5)	17 (81.0)	0.41
Diabetes, n (%)	9 (23.7)	5 (23.8)	0.99
Smoking, n (%)	5 (13.2)	7 (33.3)	0.07

Diagnostic différentiel (2)

- IRM à 3 mois chez les 38 patients « Tako Tsubo » :
=> récupération complète (FEVG, VTD, VTS)

Table 2 Magnetic resonance imaging results for patients with apical ballooning syndrome according to magnetic resonance imaging criteria at baseline and follow-up

	Baseline	Follow-up	P-value
No delayed enhancement, n (%)	38 (100)	32 (100)	
LVEF, %	48.5 ± 10.3	67.3 ± 6.0	<0.001
LV EDV, mL	130.7 ± 26.0	108.7 ± 23.9	<0.001
LV ESV, mL	67.7 ± 21.1	36.1 ± 11.2	<0.001
Oedema, n (%)	10 (26.3)	0	<0.001
RV involvement, n (%)	16 (42.1)	0	<0.001
Thrombi, n (%)	2 (5.3)	0	<0.001
Pleural effusion, n (%)	11 (28.9)	0	<0.001
Pericardial effusion, n (%)	10 (26.3)	0	<0.001

Diagnostic différentiel (3)

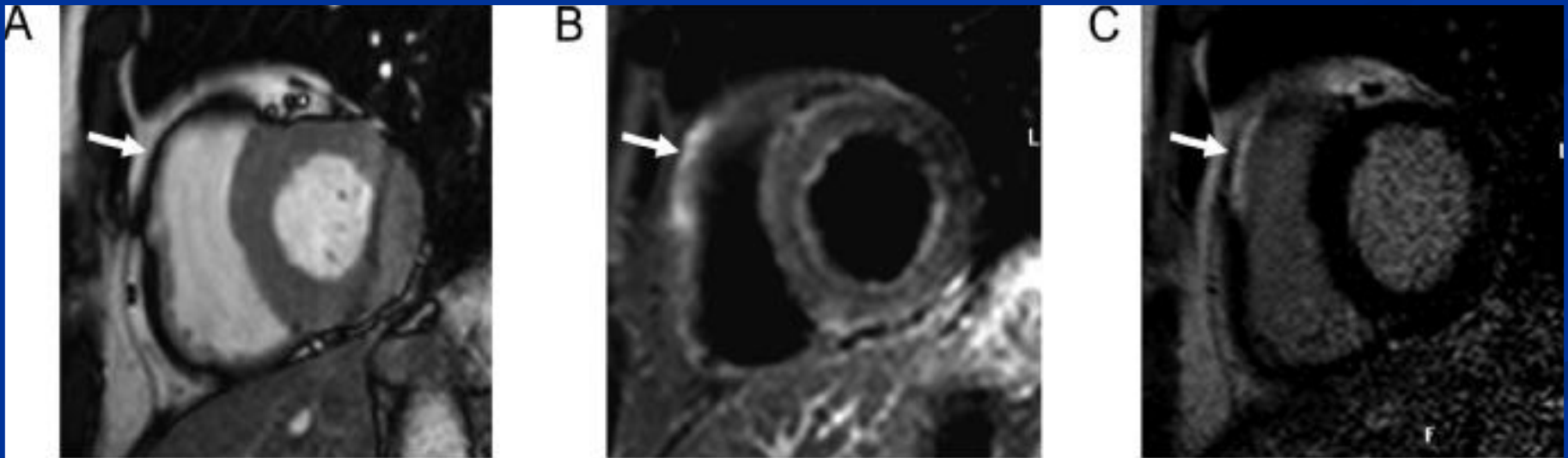
Apport de l'IRM cardiaque dans le diagnostic étiologique des syndromes douloureux thoraciques à réseau coronaire angiographiquement normal

Récapitulatif des anomalies spécifiques aux trois pathologies présentées, en fonction des différentes séquences

Séquences	Myocardite	Takotsubo	Ischémie
Ciné	Troubles cinétiques segmentaires (inconstants)	Dyskinésie et ballonnement apical	Troubles cinétiques segmentaires (constants et concordants avec le rehaussement)
T2, sang noir	Hypersignal dans les cinq premiers jours (œdème) ± épanchement péricardique	–	–
Perfusion de premier passage (écho de gradient, T1 pondérée)	Homogène	Homogène	Defect perfusionnel (<i>no-reflow</i>)
Séquence de viabilité (T1, inversion-récupération)	Rehaussement sous-épicaire, diffus ou nodulaire, non systématisé	Absence de rehaussement	Rehaussement sous-endocardique, voire transmural, systématisé

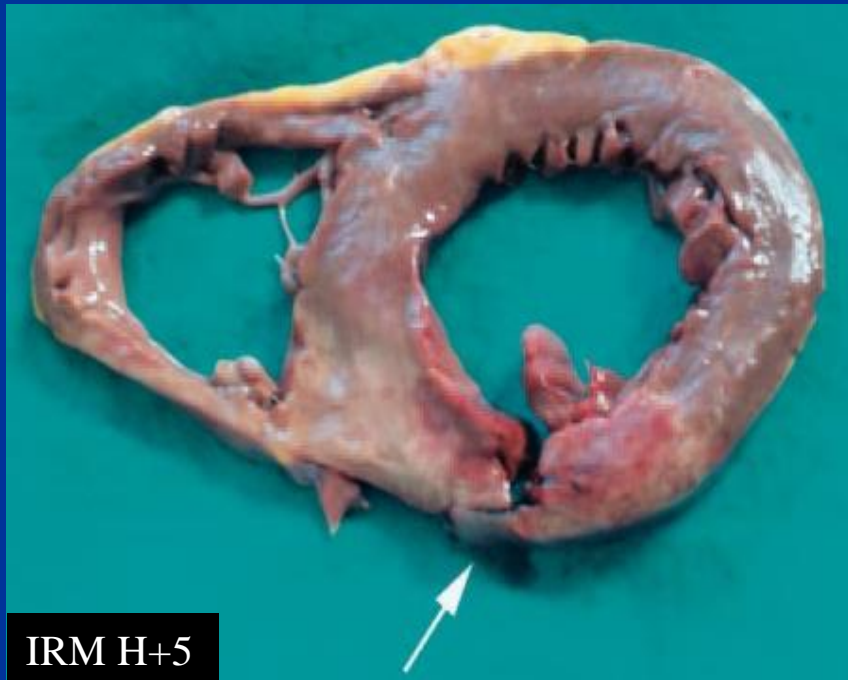
Infarctus VD

- SCA ST-, troponine +, lésions tri-tronculaires, thrombose 1^{ère} marginale du bord droit
- A : ciné IRM : hypokinésie localisée paroi antérieure du VD
- B : séquences T2
- C : temps tardif

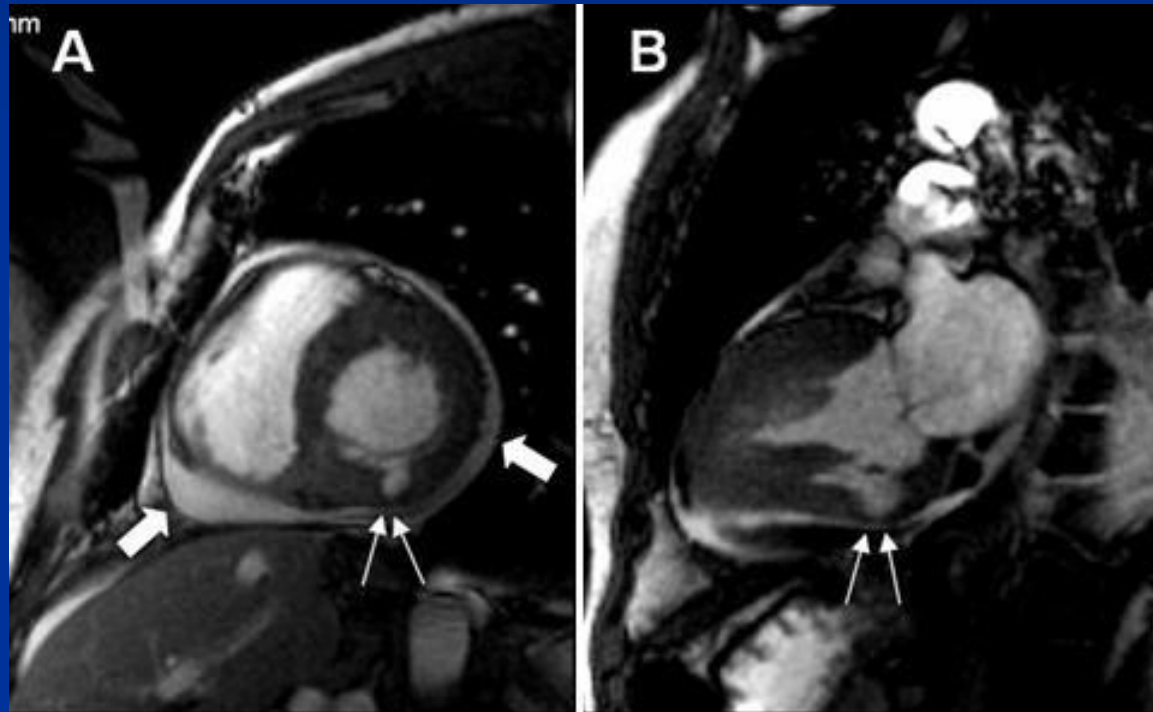


Complications

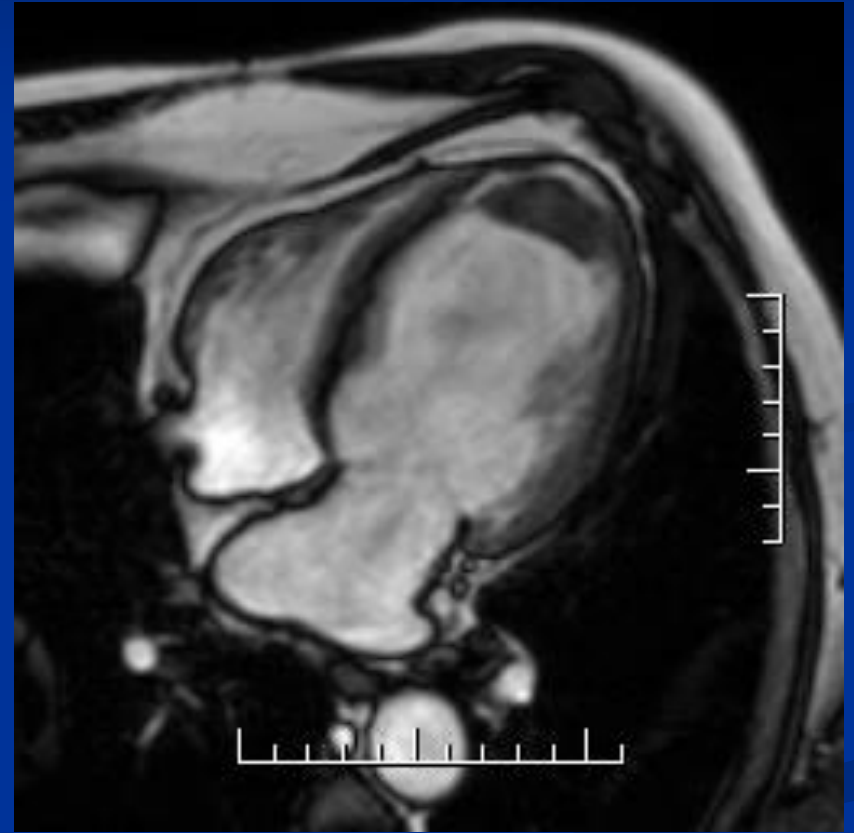
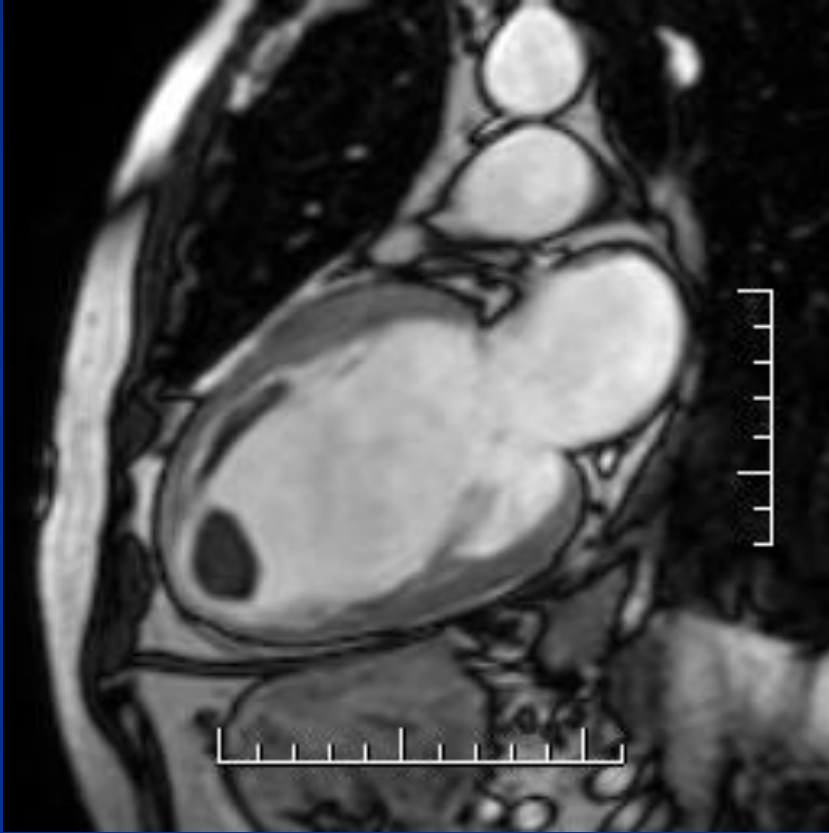
- Patiente, 63 ans, IDM inf. thrombolysé
- Akinésie paroi inférieure
- FEVG = 40%
- IRM à J4



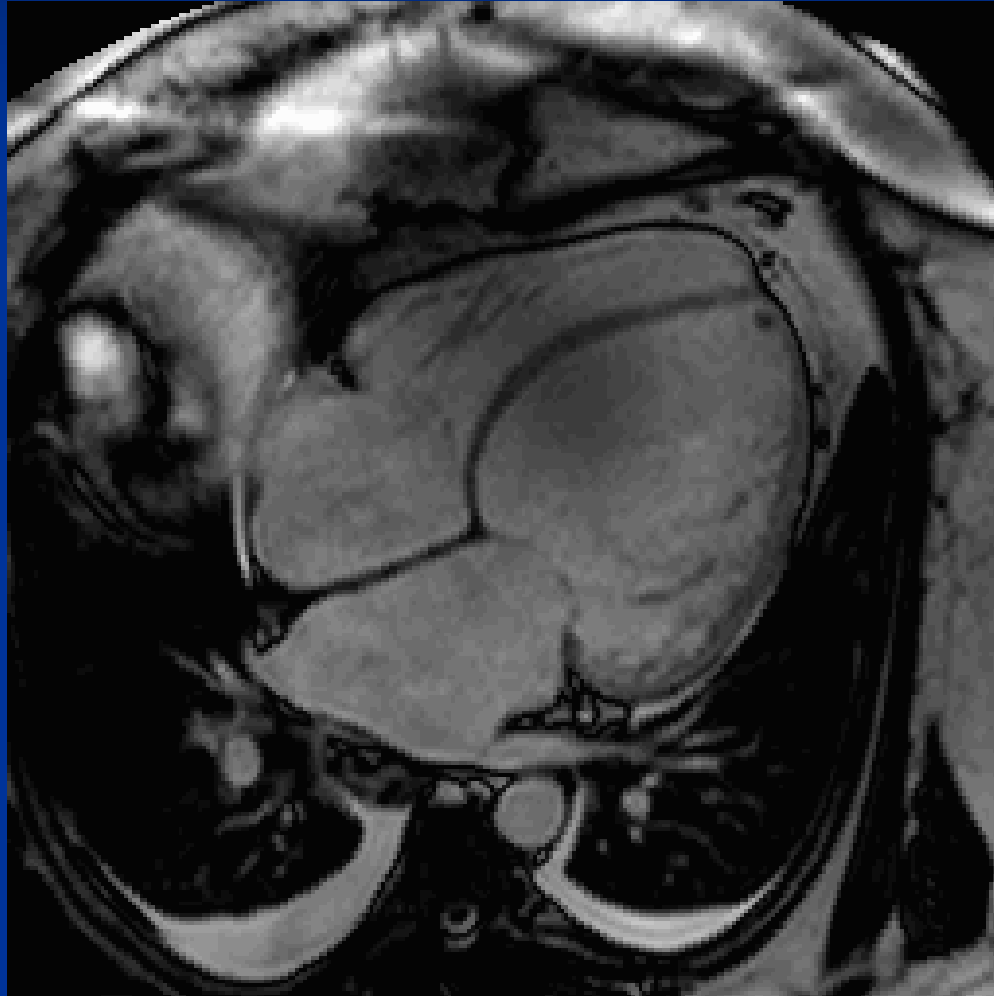
Complications



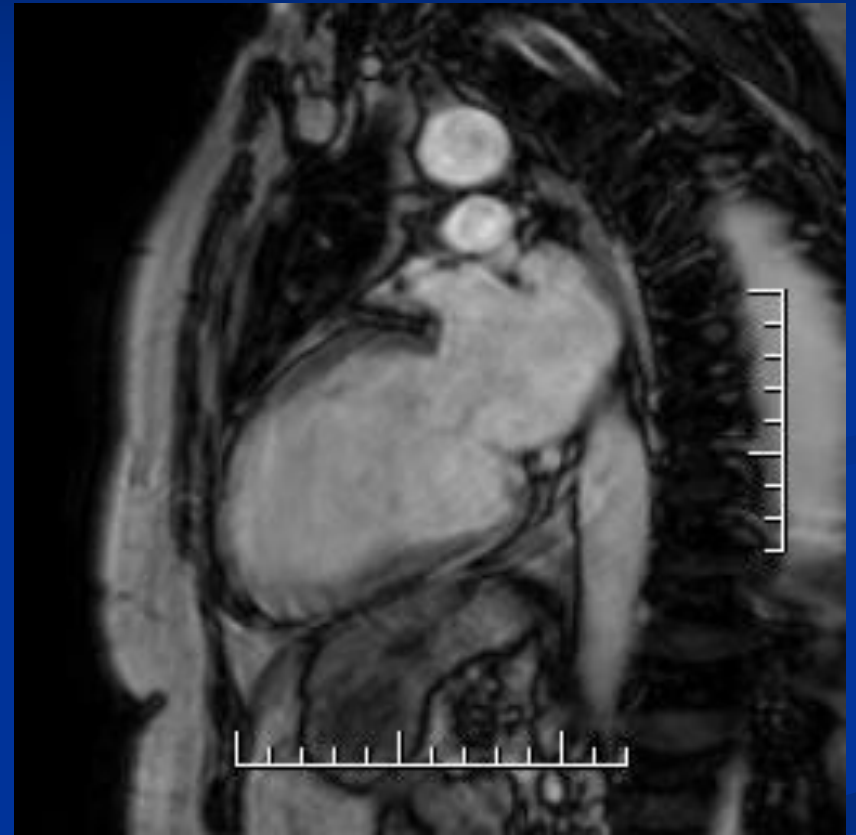
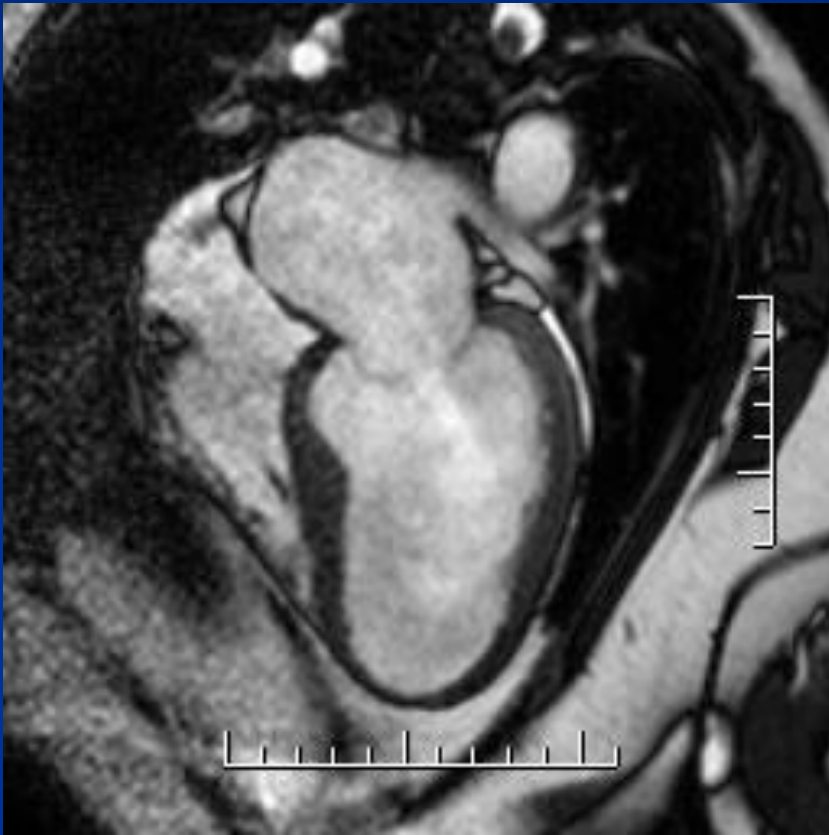
Complications



Complications



Complications



Complications



Intérêt pronostique de l'IRM précoce

- Séquence de perfusion myocardique :
 - analyse de la vitesse d'apparition du signal chez des patients avec IDM entre J3 et J7 (reperfusés avec flux coronaire TIMI 3)
 - hypoperfusion : mauvais pronostic fonctionnel
 - correspondance avec l'aspect de « no reflow »
- Rogers WJ, Circulation 1999
- étude efficacité tirofiban / IDM (Steen H, Am Heart J 2005)

Intérêt pronostique de l'IRM précoce

- Analyse des volumes ventriculaires :
 - compréhension des phénomènes de remodelage
 - Beygui F et Furber A, Am J Cardiol 2004

Intérêt pronostique de l'IRM précoce

- Séquence temps tardif :

=> Récupération fonctionnelle :

- +++ si rehaussement < 25% épaisseur myocardique
- nulle si rehaussement > 75% épaisseur myocardique

- 20 à 30% des segments avec rehaussement > 50% de la paroi ont une récupération fonctionnelle (complète dans 5 à 15% des cas)

- Hillenbrand HB (étude expérimentale animale) Circulation 2000
- Choi KM (patients avec IRM < J7) Circulation 2001

Which Patients With ACS Should Undergo CMR Imaging?

- Diagnostic différentiel en cas de SCA sans sténose coronaire (myocardite...)
- IRM de perfusion sous stress chez des sujets à bas risque suspect de SCA permettant de stratifier les patients
- IDM, après la coronarographie diagnostique : détermination de l'étendu de la nécrose myocardique, du potentiel de récupération et décision de revascularisation
- Stratification du risque après un IDM : FEVG, taille et caractéristiques de la nécrose, atteinte VD, (sélection de patients candidat à un DAI)

Which Patients With ACS Should Undergo CMR Imaging?

- Recommendation protocole :

Society of Cardiovascular Magnetic Resonance (J Cardiovasc Magn Reson. 2008;10:35.)

1. LV structure and function module
2. Optional - T2 weighted imaging (see nonischemic cardiomyopathies protocol for sequence details) (at least areas with wall motion abnormalities)
3. First pass perfusion module (only at rest)
4. To look for microvascular obstruction, scan for consider repeat first pass perfusion sequence or early gadolinium enhancement, i.e within the first 1-3 minutes after contrast infusion
5. Late gadolinium enhancement module

IRM / phase aiguë d'IDM

Tableau I

Indications de l'IRM dans la maladie coronaire.

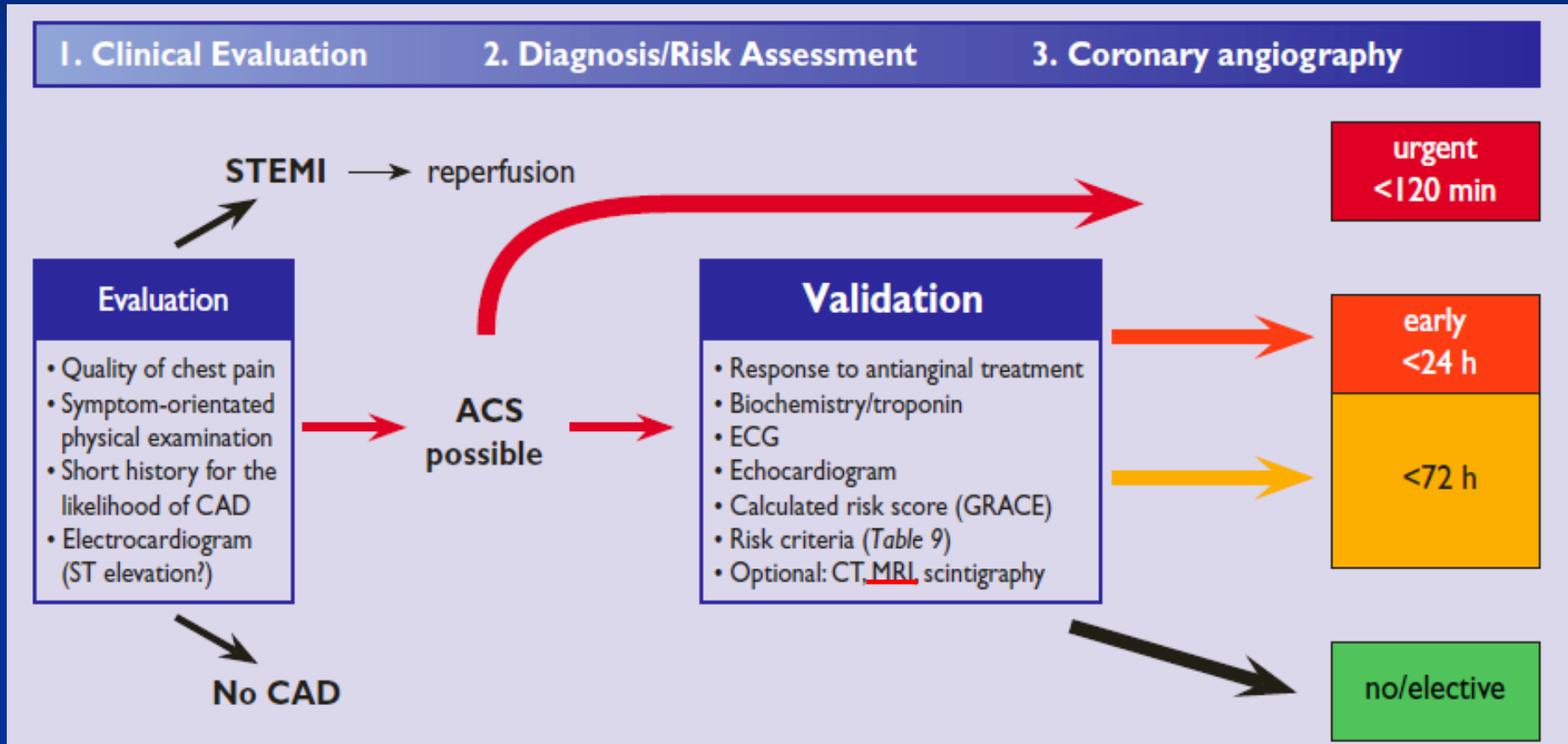
Indication	Classe
Évaluation de la fonction ventriculaire droite et gauche	I
Détection de la maladie coronaire :	
– Fonction VG régionale sous Dobutamine	II
– Perfusion myocardique (Adénosine ou Dipyridamole) si ECG ininterprétable ou épreuve d'effort impossible	I
– Coro-IRM	INV
Infarctus du myocarde et syndromes coronaires aigus	
– Détection	I
– Viabilité myocardique	I
– Complications : fuite mitrale, CIV	III
– Thrombus ventriculaire	I
– Syndrome coronaire aigu	INV

IRM / phase aiguë d'IDM

Table 3 Indications for CMR in coronary artery disease

Indication	Class
1. Assessment of global ventricular (left and right) function and mass	I
2. Detection of coronary artery disease	
Regional left ventricular function at rest and during dobutamine stress	II
Assessment of myocardial perfusion	II
Coronary MRA (CAD)	III
Coronary MRA (anomalies)	I
Coronary MRA of bypass graft patency	II
MR flow measurements in the coronary arteries	Inv
Arterial wall imaging	Inv
3. Acute and chronic myocardial infarction	
Detection and assessment	I
Myocardial viability	I
Ventricular septal defect	III
Mitral regurgitation (acute MI)	III
Ventricular thrombus	II
Acute coronary syndromes	Inv

Recommendations SCA ST-



Recommendations SCA ST+

21 Summary of indications for imaging and stress testing

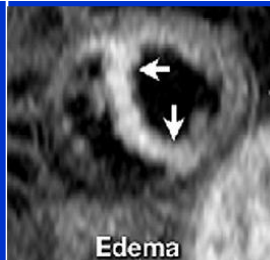
Recommendations	Class ^a	Level ^b
At presentation		
In the acute phase, when diagnosis is uncertain, emergency echocardiography may be useful. However, if inconclusive or unavailable and persistent doubt, emergency angiography should be considered.	I	C
After the acute phase		
All patients should have an echocardiography for assessment of infarct size and resting LV function,	I	B
If echocardiography is not feasible, <u>MRI</u> may be used as an alternative.	IIb	C
Before or after discharge		
For patients with multivessel disease, or in whom revascularization of other vessels is considered, stress testing or imaging (e.g. using stress myocardial perfusion scintigraphy, stress echocardiography, positron emission tomography or <u>MRI</u>) for ischaemia and viability is indicated.	I	A
Computed tomography angiography has no role in the routine management of STEMI patients.	III	C

Séquence T2

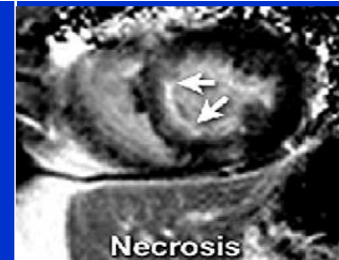
Temps tardif

IDM aigu
Reperfusion
précoce

SI transmural

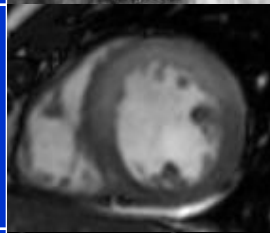


SI non transmural
sous endo ++
moins étendu qu'en T2

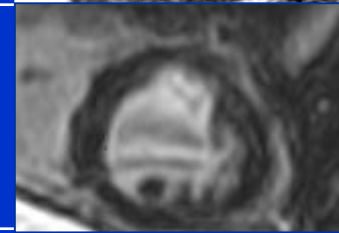


IDM aigu
Reperfusion
tardive

SI transmural



SI +/- transmural



IDM aigu
Reperfusion
tardive + no
reflow

SI transmural



SI +/- transmural avec
centre hypodense en
cocarde

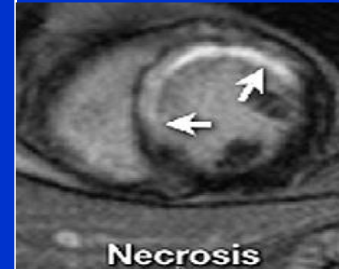


IDM aigu
non reperfusé

SI transmural



SI +/- transmural aussi
étendu qu'en T2



IDM
chronique

Pas de SI



SI intense +/- transmural



SCA et IRM / Conclusion

- Faisable dans les 48h si patient stable
- Surveillance cardiologique +++ et proximité USIC / IRM
- Intérêt pour
 - confirmation de l'IDM si tableau douteux
 - évaluation de la masse nécrosée, étude du no reflow
 - impact sur le pronostic, analyse des complications
 - évaluation de l'efficacité des traitements de reperfusion (thrombolyse ou associations)
- Mais
 - organisation +++
 - capacité du patient