

IRM et myocardite



Dr Z CAHOUC H GIMONNET Dr K WARIN-FRESSE Pr JM SERFATY

Plan

- Introduction à l'IRM cardiaque
- Rehaussement tardif en IRM
- Myocardite
- Diagnostic
- Conclusion

- Introduction à l'IRM cardiaque
- Rehaussement tardif en IRM
- Myocardite
- Diagnostic
- Conclusion

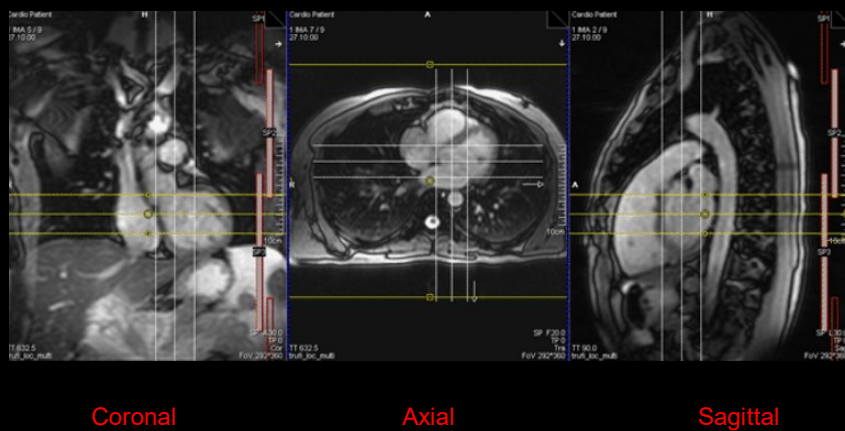
- Analyse morphologique
- Analyse de la cinétique

- Étude perfusionnelle
- Étude du rehaussement tardif

Plan du cœur

Introduction

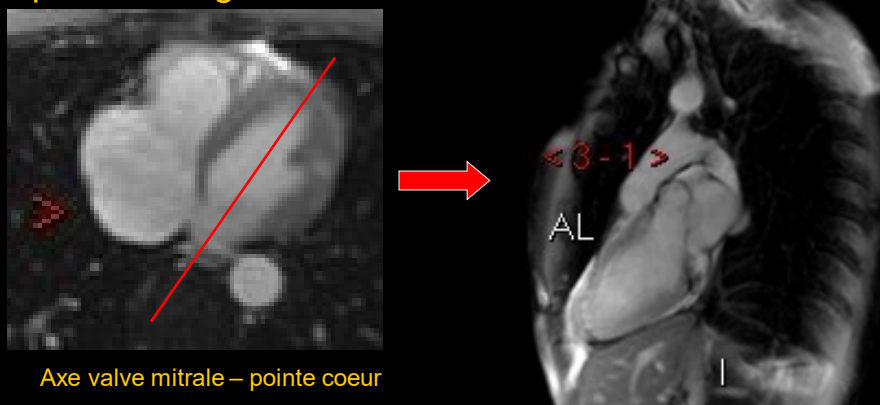
- localiseur:



Plan du cœur

Introduction

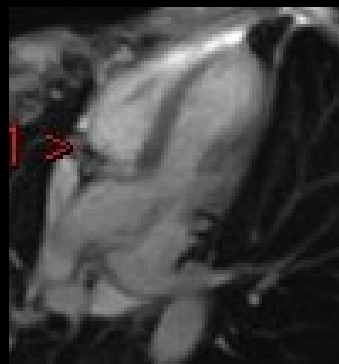
- pseudo long axe:



Plan du cœur

Introduction

- pseudo 4 CAV:

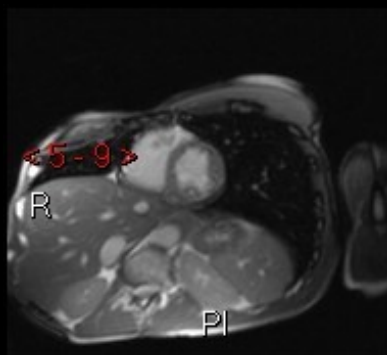
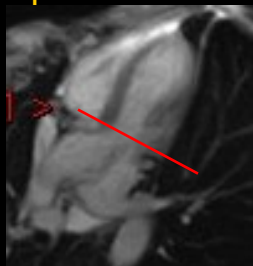


Axe valve mitrale – pointe du cœur

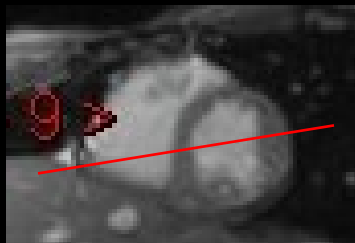
Plan du cœur

Introduction

- petit axe: \perp au pseudo 4CAV et long axe :



- 4 CAV:



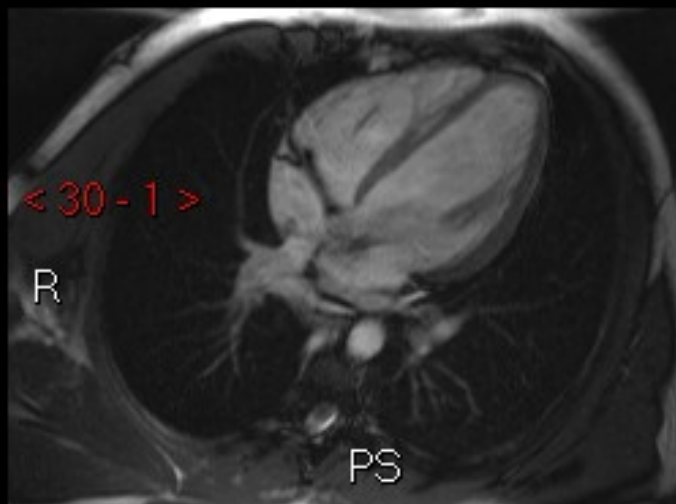
centre VG- angle VD

CineTrufisp : Steady State Free Precession (SSFP)

- Étude morphologique
- Contraction myocardique FEVG
- Relaxation diastolique
- Analyse valvulaire, obstruction

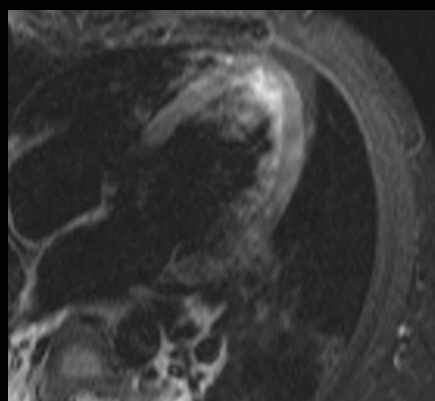
- Prise de contraste

CineTrufisp



TIRM :

-Œdème myocardique



Perfusion de premier passage

- Hyperhémie
- Defect perfusionnel précoce

Rehaussement tardif:

- PDC sous endo/épicardique, intramyocardique
- Quantifier la transmuralité, l'étendue
- % troubles cinétiques
- Fibrose focale



Diffusion

-Œdème

Flux

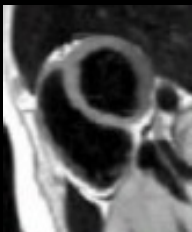
Quantification du:

-débit

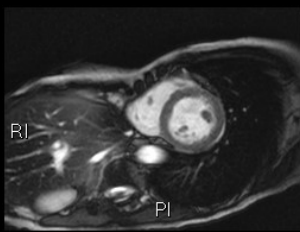
-vitesse max

-régurgitation

Les séquences



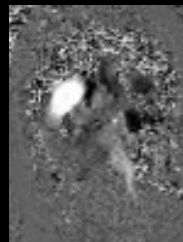
Morpho : écho
de spin, ciné



Fonctionnelles :
séquences
cinétiques → étude
valves, FEVG



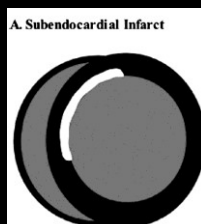
Perfusion et
rehaussement
tardif



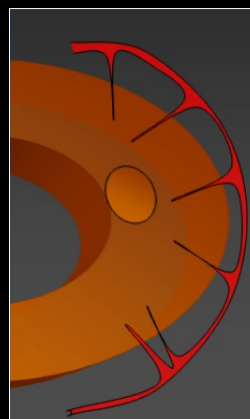
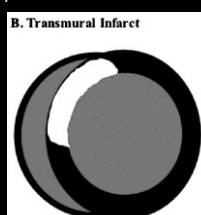
Hémodynamique
: flux

- Introduction à l'IRM cardiaque
- Rehaussement tardif en IRM
- Myocardite : définition
- Diagnostic
- Conclusion

- Diffusion du gadolinium dans les secteurs vasculaire puis interstitiel
- Perfusion myocardique de l'épicaarde vers l'endocarde



Mahrholdt et al. Eur Hear, J 2005; 26: 1461-1474

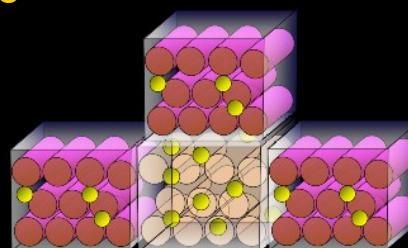


JFR 2009 S. SILVERA

- augmentation du secteur extra-cellulaire par:
 - œdème inflammatoire
 - nécrose myocytes
 - infiltrat

-DONC

- V de distribution
- Cinétique d'élimination



Œdème inflammatoire

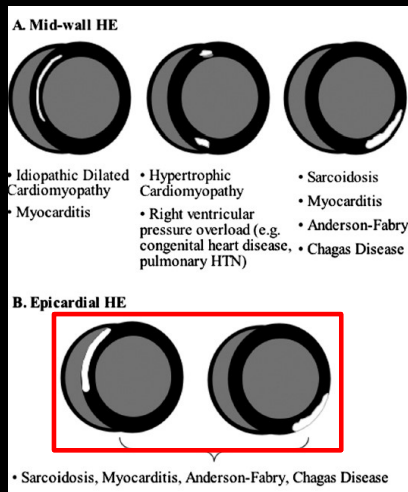
JFR 2010, B. DAOUD

Caractéristiques

Rehaussement tardif

Myocardite

- non systématisées
 - sous épiscopardiques
 - +/- transmurales
 - multifocales
 - PA: linéaires/bandes
 - 4CAV: en motte
 - paroi latérale
-
- atteinte VD possible mais rare
 - élévation tropo <-> étendue PDC



Mahrholdt et al. Eur Hear, J 2005; 26: 1461-1474

- Introduction à l'IRM cardiaque
- Rehaussement tardif en IRM
- Myocardite : définition
- Diagnostic
- Conclusion

Définition

Myocardite

- inflammation myocardique récente ou chronique
- infiltration (lymphocytaire++) voire nécrose myocardique sans cause ischémique

Étiologies

Myocardite

- infection virale:
 - EBV, PB19 ++, Enterovirus, EBV,, CMV, Adenovirus, HHV6
- infection bactérienne, fongique ...
- toxique, connectivite ...

Étiologies

Myocardite

• Variable ++

JACC Cardiovasc Imaging, 2012 May;5(5):513-24. doi: 10.1016/j.jcmg.2011.11.022.

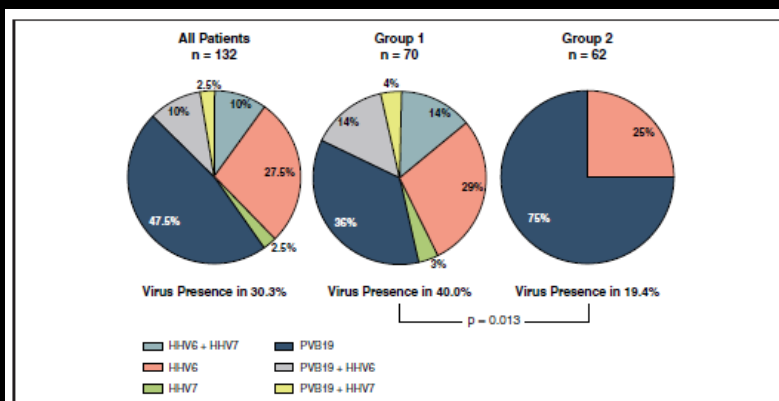


Figure 6. Distribution of Cardiotropic Viruses Detected by Polymerase Chain Reaction in EMB Specimens

Pie charts illustrate the distribution of cardiotropic viruses detected using polymerase chain reaction in endomyocardial biopsy (EMB) specimens. Viral genomes were detected in 30.3% (40 of 132) of patients within the total patient population and significantly more often in group 1 compared with group 2 (40% vs. 19.4%; $p = 0.013$). HHV – human herpes virus; PVB19 – parvovirus B19.

Étiologies

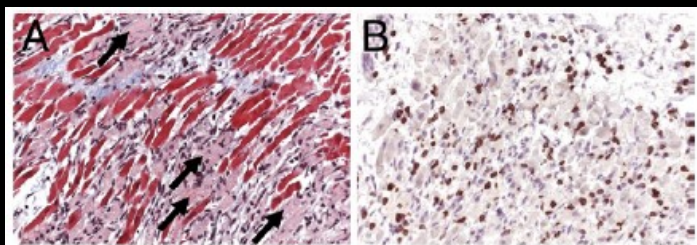
Myocardite

Table 1 Etiology of Myocarditis

Etiology	Subgroups Examples
Infectious	Bacterial: <i>Chlamydia</i> , <i>Corynebacterium diphtheria</i> , <i>Legionella</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Mycoplasma</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Streptococcus A</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> Fungal: <i>Actinomyces</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Candida</i> , <i>Cryptococcus</i> Helminthic: <i>Echinococcus granulosus</i> , <i>Trichinella spiralis</i> Protozoal: <i>Toxoplasma gondii</i> , <i>Trypanosoma cruzi</i> Viral: Adenoviruses, Echoviruses, Enteroviruses (e.g., Coxsackieviruses), Herpes Viruses (Human Cytomegalovirus, Epstein-Barr virus, Human Herpesvirus 6), Hepatitis C Virus, Human Immunodeficiency Virus (HIV), Influenza A virus, Parvovirus B19 Rickettsial: <i>Coxiella burnetii</i> , <i>Rickettsia typhi</i> Spirochetal: <i>Borrelia burgdorferi</i> , <i>Leptospira</i> , <i>Treponema pallidum</i>
Autoimmune diseases	Celiac disease, Churg-Strauss syndrome, Crohn's disease, dermatomyositis, giant cell myocarditis, hypereosinophilic syndrome, Kawasaki disease, lupus erythematoses, lymphofollicular myocarditis, rheumatoid arthritis, sarcoidosis, scleroderma, ulcerative colitis
Hypersensitivity reactions to drugs	Penicillin, ampicillin, cephalosporins, tetracyclines, sulfonamids, antiphlogistics, benzodiazepines, clozapine, loop and thiazide diuretics, methyldopa, smallpox vaccine, tetanus toxoid, tricyclic antidepressants
Toxic reactions to drugs	Amphetamines, anthracyclines, catecholamines, cocaine, cyclophosphamide, 5-fluorouracil, phenytoin, trastuzumab
Toxic	Ethanol
Others	Arsenic, copper, iron, radiotherapy, thyrotoxicosis

J Am Coll Cardiol, 2012 Feb 28;59(9):779-92. doi: 10.1016/j.jacc.2011.09.074.

- infiltration (lymphocyte T, CD3) nécrose myocytaire



J Am Coll Cardiol. 2012 Feb 28;59(9):779-92. doi: 10.1016/j.jacc.2011.09.074.

- **Tableau très variable ++**
Asymptomatique -> SCA -> Mort Subite
- Douleur thoracique, tachycardie, dyspnée, asthénie
- Syndrome grippal
- ECG +
- **Élévation modérée de la troponine**
- **syndrome inflammatoire biologique: CRP**

- Variable ++
- Récupération complète / chronique
- Fibrose
- CMD
- Dysfonction contractile

- Mort subite (12% des morts subites chez patients jeunes)

Doolan A, Langlois N, Semsarian C. Causes of sudden cardiac death in young Australians. *Med J Aust* 2004;180:110-2...

Facteur pronostic

- type virus (parvoB19, HHV6)
- NYHA (récupération incomplète)
- RT meilleur facteur prédictif de décès
- extension LGE

[J Am Coll Cardiol](#), 2012 May 1;59(18):1604-15. doi: 10.1016/j.jacc.2012.01.007. Epub 2012 Feb 22.

- FEVG, volume VG

- Introduction à l'IRM cardiaque
- Rehaussement tardif en IRM
- Myocardite : définition
- Diagnostic
- Conclusion

Anapath

Diagnostic

- Seule la biopsie endomyocardique donne un diagnostic:
 - de certitude
 - étiologique
- Intérêt pronostic

[Circulation](#). 2008 Aug 5;118(6):639-48. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.769489. Epub 2008 Jul 21.



- Mais biais d'échantillonnage => FN!!
- Complication 6% et complication sévère 0,25 à 0,5% (perforation, tamponnade)

[JAm Coll Cardiol](#). 2009 Apr 28;53(17):1475-87. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.007.

Gold std «critère de Dallas» avec association:

- infiltration lymphocytaire
- nécrose myocardique

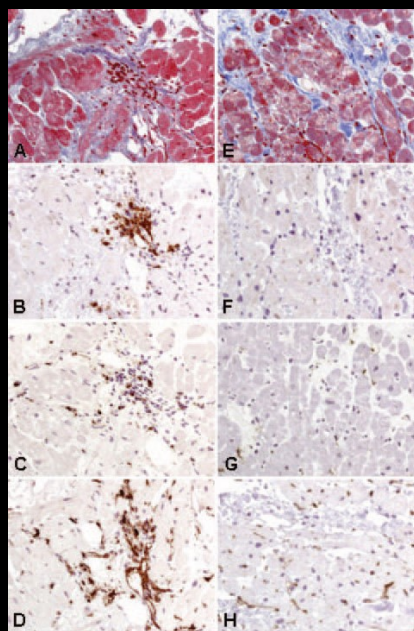
- Immunohistochimie
- PCR

[J Am Coll Cardiol. 2009 Apr 28;53\(17\):1475-87. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.007.](#)

A et E lésions de myocardite chronique avec fibrose interstitielle (bleue), myocytes hypertrophique et altéré

De façon focale lymphocytes T (B), macrophages (C), augmentation expression de HLA II (D)

Sensibilité 10 à 20 %



[Circulation. 2008 Aug 5;118\(6\):639-48. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.769489. Epub 2008 Jul 21.](#)

- **Corrélation virus topographie des PDC:**

Parvovirus B19 (SCA +/- endartérite inflamm, paroi latérale)
Herpès virus (AEG, dyspnée, défaillance cardiovasculaire, paroi antéro-septale)

[Circulation. 2004 Mar 16;109\(10\):1250-8. Epub 2004 Mar 1.](#)

- Critère diagnostic positif
 - Douleur thoracique
 - ECG +
 - Syndrome inflammatoire biologique
 - Tropo +
- Critère diagnostic négatif
 - Coronarographie, test d'ischémie « normale »
 - Pas de FDR CV, âge jeune

- *Sus ST*, inversion onde T < 50% des cas
- CRP
- Élévation Troponine:
 - présent 35 à 45 % dans les myocardites prouvée par biopsie

[J Am Coll Cardiol. 2009 Apr 28;53\(17\):1475-87. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.007.](#)

- *Normale* ++ mais possible anomalie cinétique
- Épanchement péricardique (32 à 57 % des cas)

[J Am Coll Cardiol. 2009 Apr 28;53\(17\):1475-87. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.007.](#)

IRM

Diagnostic

- IRM incontournable dans le diagnostic:
 - mortalité de la biopsie non négligeable
 - biopsie septale via le VD
 - seul examen non invasif non irradiant
- autre examen non invasif:
 - TEP
 - Scanner: éliminer coronaropathie, PDC tardive

IRM

IRM diagnostique

- Quand réaliser une IRM ?
- avant 15 j

Table 5

Indications for Cardiovascular Magnetic Resonance in Patients With Suspected Myocarditis

New Onset or Persisting Symptoms Suggestive of Myocarditis	Plus	Evidence for Recent/Ongoing Myocardial Injury	Plus	Suspected Viral Etiology
Dyspnea or orthopnea or palpitations or effort intolerance/malaise or chest pain		Ventricular dysfunction or new or persisting ECG abnormalities or elevated troponin		History of recent systemic viral disease or previous myocarditis or absence of risk factors for coronary artery disease or age <35 yrs or symptoms not explained by coronary stenosis on coronary angiogram or recent negative ischemic stress test

ECG = electrocardiogram.

[J Am Coll Cardiol. 2009 Apr; 28:53\(17\):1475-87. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.007.](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.02.007)

Durée 40 - 45 min, apnées répétées

• séquences:

-TIRM : recherche de l'œdème

- Injection 1 (bolus 4 mL/s)

-perfusion précoce (1^{er} passage):
hypervascularisation / hyperhémie

- Injection 2 (2 mL/s)

-ciné SSFP : évaluation fonctionnelle,
recherche troubles cinétiques

-rehaussement tardif à 10 min : recherche
de prise de contraste

Critiques :

Durée

Qualité des TIRM: apnée ++

Injection

- injection avant sqce ciné => contourage
- RT précoce
- double dose

Injection et fonction rénale

Dotarem double dose !!

- pas de recommandation à l'injection si clairance < 30 mL/min
- si < 30 mL/min:
 - discuter du rapport bénéfice –risque
 - injection simple dose
 - délai de 7 j entre 2 injections (2)

1) Cirtaci - Fiche de recommandation pour la pratique clinique Fibrose Néphrogénique Systémique (FNS)

2) [Eur Radiol.](#) 2013 Feb;23(2):307-18. doi: 10.1007/s00330-012-2597-9. Epub 2012 Aug 4.



Table 7

Proposed Diagnostic CMR Criteria (i.e., Lake Louise Consensus Criteria) for Myocarditis

In the setting of clinically suspected myocarditis,* CMR findings are consistent with myocardial inflammation, if at least 2 of the following criteria are present:

Regional or global myocardial SI increase in T2-weighted images.†

Increased global myocardial early gadolinium enhancement ratio between myocardium and skeletal muscle in gadolinium-enhanced T1-weighted images.‡

There is at least 1 focal lesion with nonischemic regional distribution in inversion recovery-prepared gadolinium-enhanced T1-weighted images ("late gadolinium enhancement").§

A CMR study is consistent with myocyte injury and/or scar caused by myocardial inflammation if Criterion 3 is present.

A repeat CMR study between 1 and 2 weeks after the initial CMR study is recommended if

None of the criteria are present, but the onset of symptoms has been very recent and there is strong clinical evidence for myocardial inflammation.

One of the criteria is present.

The presence of LV dysfunction or pericardial effusion provides additional, supportive evidence for myocarditis.

[J Am Coll Cardiol. 2009 Apr 28;53\(17\):1475-87. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.007.](#)

« Lake Louise criteria »

Si suspicion clinique confirmation par IRM si au moins 2 critères sur 3:

- hyperS T2 myocardique
- early gadolinium enhancement ratio positif
- rehaussement tardif + *distribution non ischémique*

arguments confortant la myocardite:

- dysfonction VG
- épanchement péricardique (32 à 57%)

Autres critères IRM :

- perfusion de premier passage: hyperhémie
- épanchement péricardique

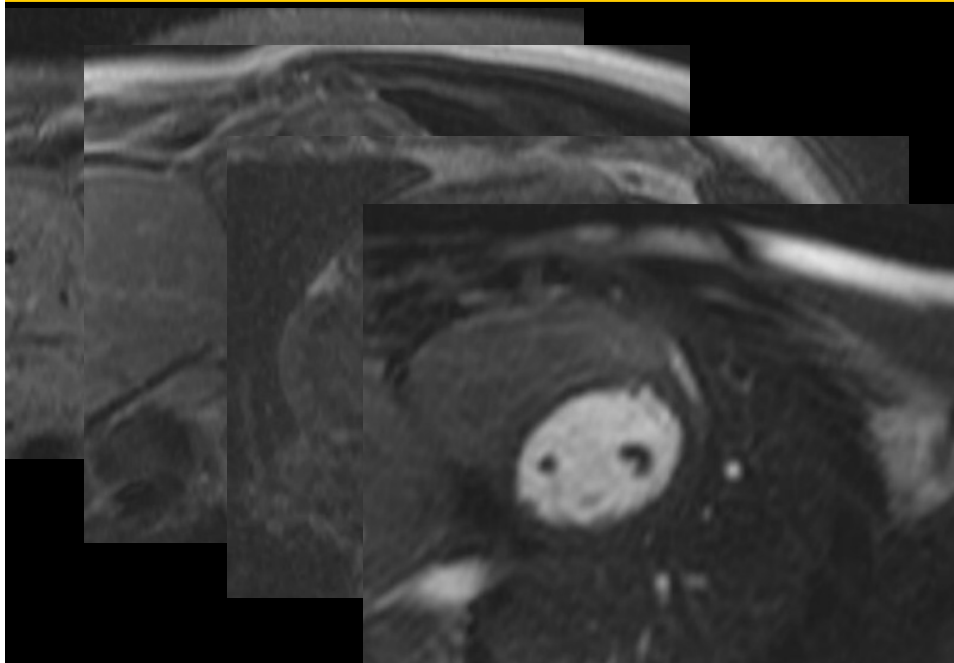
[Am J Cardiol. 2011 Aug 1;108\(3\):445-52. doi:10.1016/j.amjcard.2011.03.068. Epub 2011 May 3](#)

- cine: épaissement pariétal lié à l'oedème

- IRM de contrôle entre 1 et 2 semaine si un seul critère
- IRM de contrôle entre 1 et 2 semaine si aucun critère mais :
 - tableau très récent
 - arguments cliniques forts pour une myocardite

- Early Gadolinium Enhancement ratio (EGEr):
 - signal myocarde post gado / pré gado

Avant 5 min



Faux négatif

TIRM

- artéfact de flux lent
- distinction graisse péricardique – RT sous épocardique

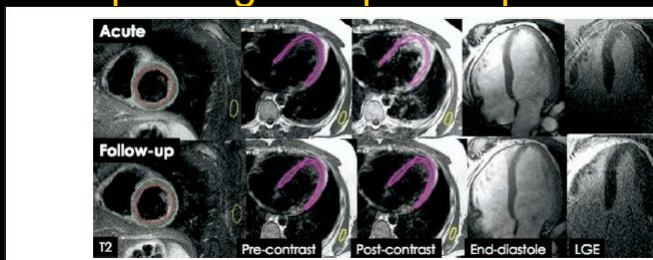
RT

- détermination du T_1
- qualité => PSIR

T2 ratio

JACC Cardiovasc Imaging. 2009 Feb;2(2):131-8. doi: 10.1016/j.jcmg.2008.09.014.

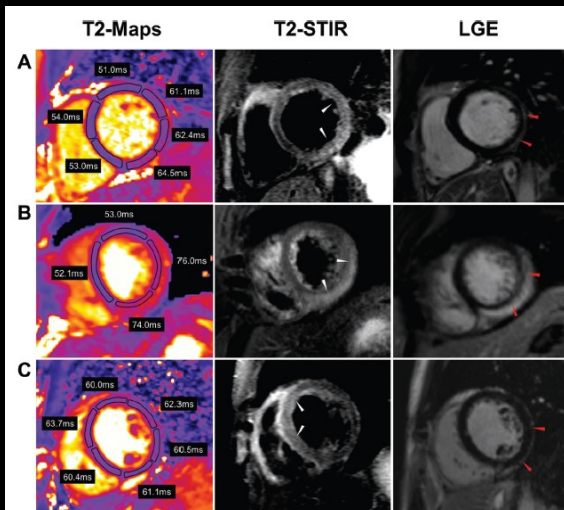
- signal myocardique / signal squelettique
- seuil = 2



Alternative au TIRM

Circ Cardiovasc Imaging. 2012 Jan;5(1):102-10. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.111.967836. Epub 2011 Oct 28.

T2 mapping



J Cardiovasc Magn Reson. 2012 Jun 21;14:42. doi: 10.1186/1532-429X-14-42.

T1 mapping

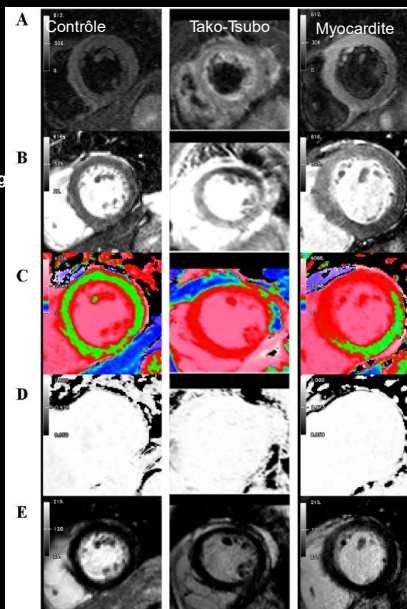
Dark-blood T2-weighted Images

Bright-blood T2-weighted images

Colour ShMOLLI T1-maps.
Green = normal myocardium.
Red = increased T1 values

R2 maps of ShMOLLI
inversion recovery fit used to
verify the quality of T1-maps

LGE imaging



IRM de contrôle

[J Am Coll Cardiol. 2009 Apr 28;53\(17\):1475-87. doi: 10.1016/j.jacc.2009.02.007.](#)

- Décision au cas par cas
- Moindre sensibilité avant 7 jours
IRM – et clinique forte => IRM de contrôle
- Intérêt d'une IRM à 4 sem pour différencier:
 - Evolution non compliquée guérie
 - Evolution compliquée avec persistance viral ou pathologie de système

- Introduction à l'IRM cardiaque
- Rehaussement tardif en IRM
- Myocardite
- Diagnostic
- Conclusion

A emporter

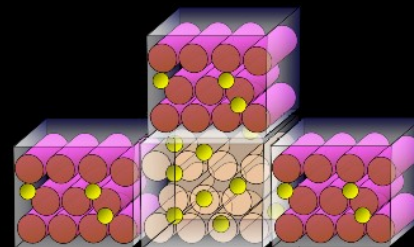
Conclusion

- physiopathologie du LGE
- caractéristique du LGE
- « Lake Louise Criteria »


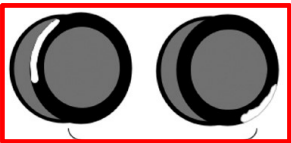
A emporter



Conclusion

physiopathologie du LGE

**Œdème inflammatoire**

JFR 2010, B. DAQUD

A emporter	Conclusion
<h2 style="color: yellow;">Connaitre les limites de « son » IRM</h2> <h3 style="color: yellow;">Caractéristique du LGE</h3>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>A. Mid-wall HE</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Idiopathic Dilated Cardiomyopathy • Myocarditis • Hypertrophic Cardiomyopathy • Right ventricular pressure overload (e.g. congenital heart disease, pulmonary HTN) • Sarcoidosis • Myocarditis • Anderson-Fabry • Chagas Disease </div> <div style="width: 45%;"> <p>B. Epicardial HE</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Sarcoidosis, Myocarditis, Anderson-Fabry, Chagas Disease </div> </div> <p style="text-align: right; font-size: small;"><i>Mahrholdt et al. Eur Hear, J 2005; 26: 1461-1474</i></p>	

A emporter	Conclusion
<h2 style="color: yellow;">« Lake Louise Criteria »</h2>	
	
<p>Table 7</p> <p>Proposed Diagnostic CMR Criteria (i.e., Lake Louise Consensus Criteria) for Myocarditis</p> <p>In the setting of clinically suspected myocarditis,* CMR findings are consistent with myocardial inflammation, if at least 2 of the following criteria are present:</p> <ul style="list-style-type: none"> Regional or global myocardial SI increase in T2-weighted Images.† Increased global myocardial early gadolinium enhancement ratio between myocardium and skeletal muscle in gadolinium-enhanced T1-weighted Images.‡ There is at least 1 focal lesion with nonischemic regional distribution in inversion recovery-prepared gadolinium-enhanced T1-weighted Images (“late gadolinium enhancement”).§ <hr/> <p>A CMR study is consistent with myocyte injury and/or scar caused by myocardial inflammation if Criterion 3 is present.</p> <hr/> <p>A repeat CMR study between 1 and 2 weeks after the initial CMR study is recommended if</p> <ul style="list-style-type: none"> None of the criteria are present, but the onset of symptoms has been very recent and there is strong clinical evidence for myocardial inflammation. One of the criteria is present. <hr/> <p>The presence of LV dysfunction or pericardial effusion provides additional, supportive evidence for myocarditis.</p>	
 <p style="text-align: center; font-size: small;"> http://www.jacc.org/doi/10.1016/j.jacc.2009.02.007 </p>	

Merci de votre attention