

Utilidad de biomarcadores de fibrosis miocárdica por imagen en el diagnóstico y evaluación del riesgo de cardiopatías

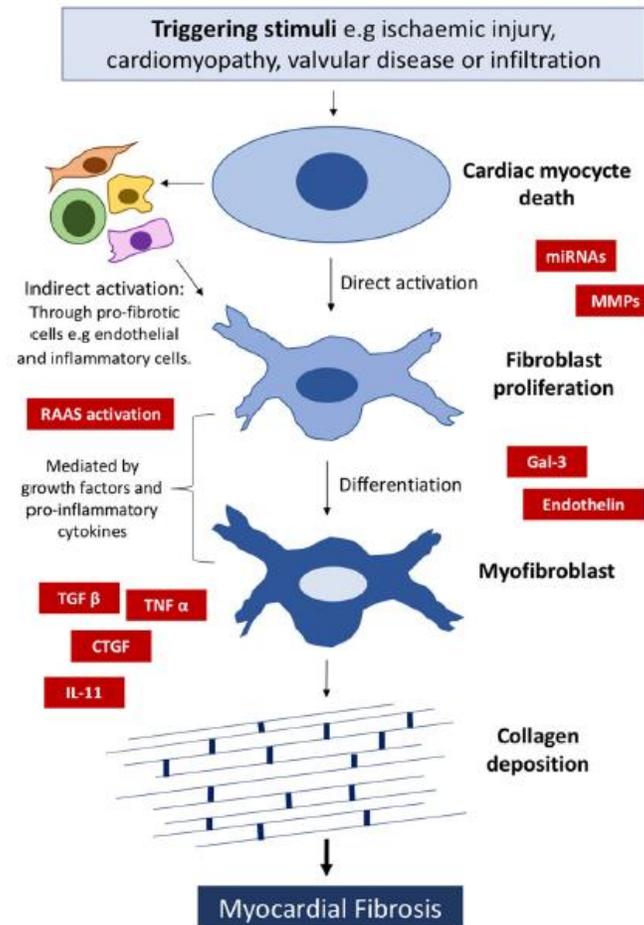
Esther Pérez David
Servicio de Cardiología HULP

Utilidad de biomarcadores de fibrosis miocárdica por imagen en el diagnóstico y evaluación del riesgo de cardiopatías

✓ Introducción

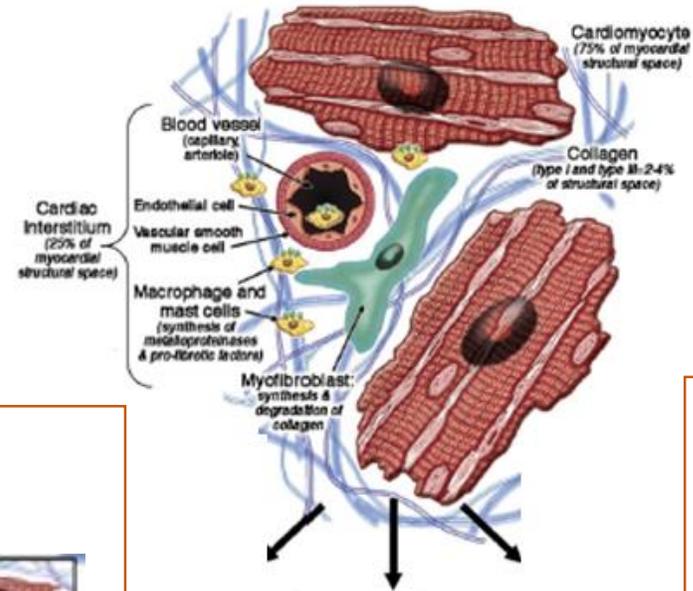
- ✓ Biomarcadores de fibrosis miocárdica de sustitución por imagen:
 - Fundamentos
 - Proyectos previos
- ✓ Biomarcadores de fibrosis difusa por imagen
 - Fundamentos
 - Proyecto actual (PI22/00707): Fibrosis miocárdica en TGV y VD sistémico: caracterización con biomarcadores moleculares y de imagen y asociación con eventos adversos

La fibrosis como manifestación de daño miocárdico



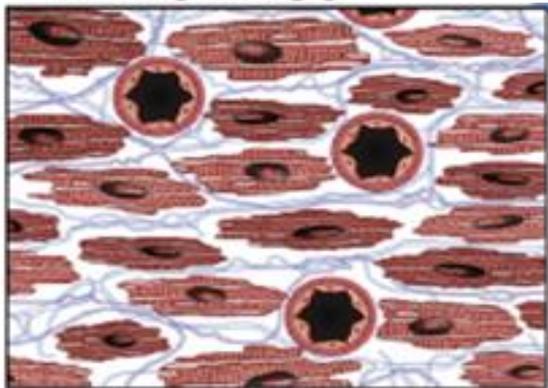
- Fibrosis miocárdica = \uparrow de la fracción volumétrica de colágeno del tejido miocárdico (d^o histológico)
- Es una de las características histológicas más frecuentes de la IC
 - ✓ Provoca el deterioro de la fx diastólica y sistólica
 - ✓ Está relacionada con eventos CV adversos.

La fibrosis como manifestación de daño miocárdico



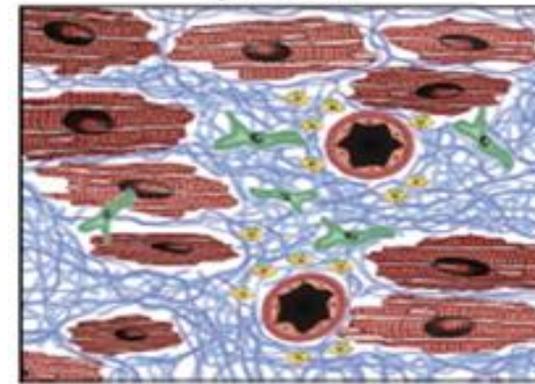
Reactive interstitial fibrosis:

- hypertension
- valvular disorders
- diabetes
- genetic
- aging



Replacement/scarring fibrosis:

- miscellaneous inflammatory disease
- acute/chronic ischemia, infarction
- renal insufficiency (chronic)
- myocarditis
- sarcoidosis
- genetic
- toxic



Métodos de evaluación de fibrosis miocárdica

Towards better definition, quantification and treatment of fibrosis in heart failure. A scientific roadmap by the Committee of Translational Research of the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology

Assessments

Histology

For Instance: Masson, Picrosirius red

Percentage of LV tissue affected, sampled ROIs;

Use of validated antibodies for Immune histology

- Reparative (scarring) fibrosis vs. reactive fibrosis (quantitative or semiquantitative)
- Amount of fibrosis (quantification), perivascular, Interstitial, scarring
- Quality: thickness and % collagen cross-linking (Sirius red polarization, specific antibodies)
- Myofibroblast staining (smooth muscle cell actin staining)
- Electron microscopy for collagen fibre morphology

- Acute vs. chronic process (duration of disease)?

Glycoproteins/proteoglycans:

- Periostin
- Osteopontin
- Syndecans
- Thrombospondins
- Osteoglycin
- TGF- β
- CTGF
- Galectin-3
- Interleukin 1, -10, -11
- Others pending on cardiac disease

- Quantification of Inflammation (myeloperoxidase, CD45- and CD68-staining leucocytes).

- Collagen crosslinking enzymes (LOX's)

- MMP/TIMPs at transcript level and zymography

Galectin-3

CITP

PIIINP

ST2

Inflammation glycoproteins-proteoglycans in the heart at RNA and protein level

Blood biomarkers

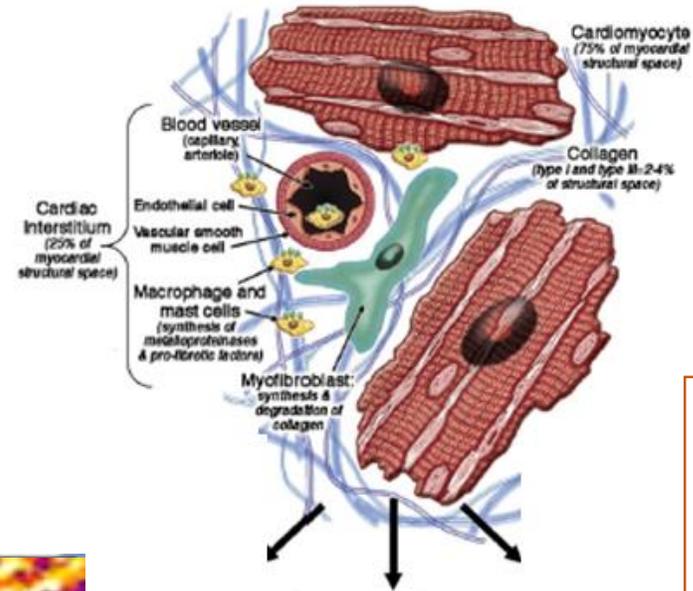
Imaging

MRI (T1 mapping, late enhancement fibrosis)

Utilidad de biomarcadores de fibrosis miocárdica por imagen en el diagnóstico y evaluación del riesgo de cardiopatías

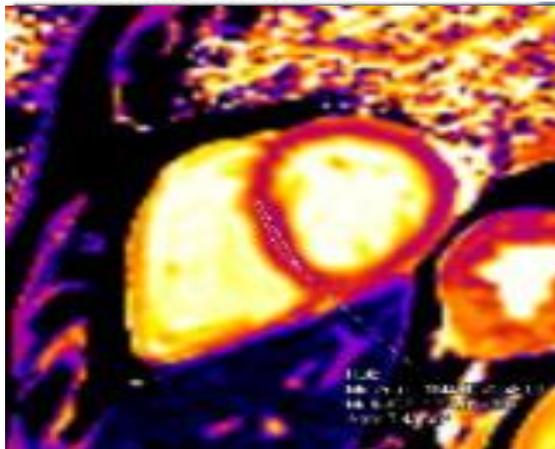
- ✓ Introducción
- ✓ Biomarcadores de fibrosis miocárdica de sustitución por imagen:
 - Fundamentos
 - Proyectos previos
- ✓ Biomarcadores de fibrosis difusa por imagen
 - Fundamentos
 - Proyecto actual (PI22/00707): Fibrosis miocárdica en TGV y VD sistémico: caracterización con biomarcadores moleculares y de imagen y asociación con eventos adversos

Fibrosis de sustitución por RM

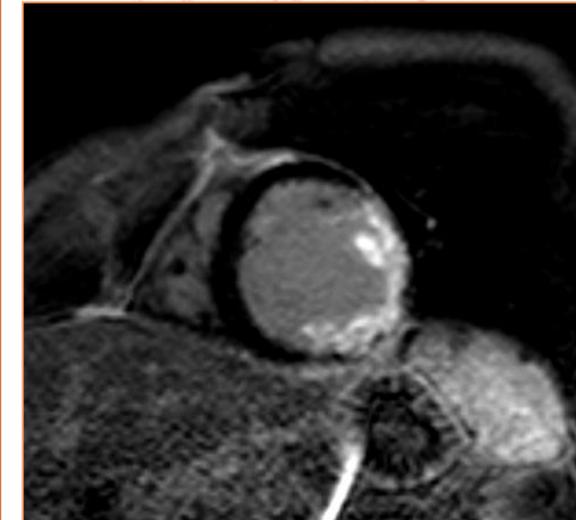


Reactive interstitial fibrosis:

- hypertension
- valvular disorders
- diabetes
- genetic
- aging

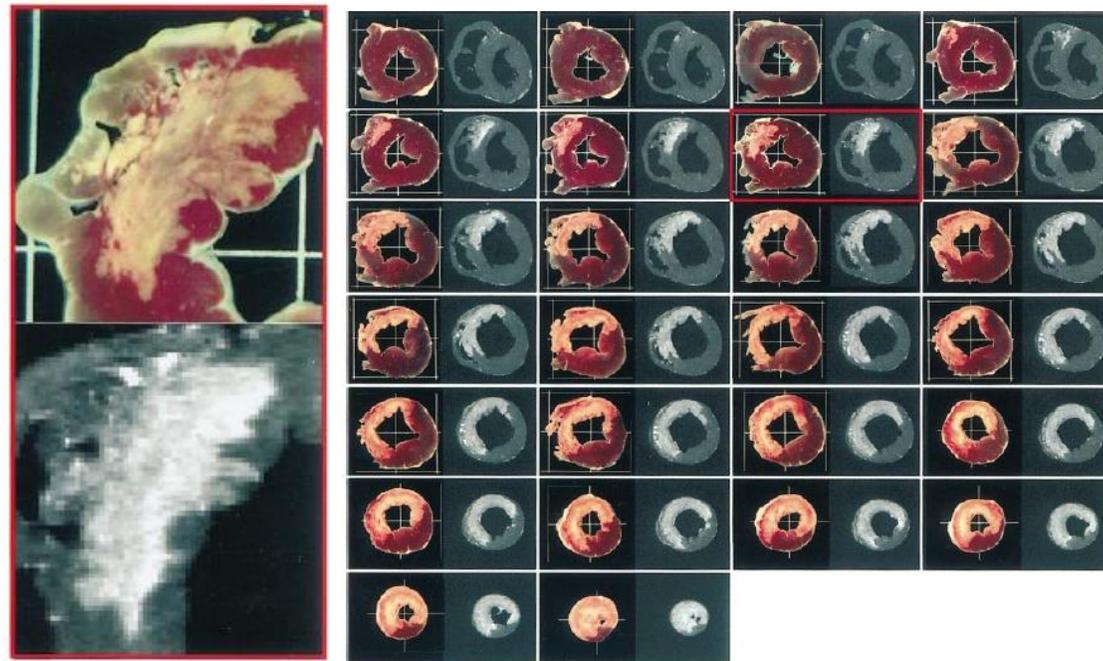


Replacement/scarring fibrosis:



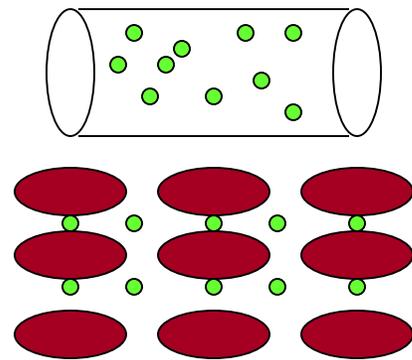
RM para la evaluación de la fibrosis de sustitución: realce tardío de gadolinio

Relationship of MRI Delayed Contrast Enhancement to Irreversible Injury, Infarct Age, and Contractile Function

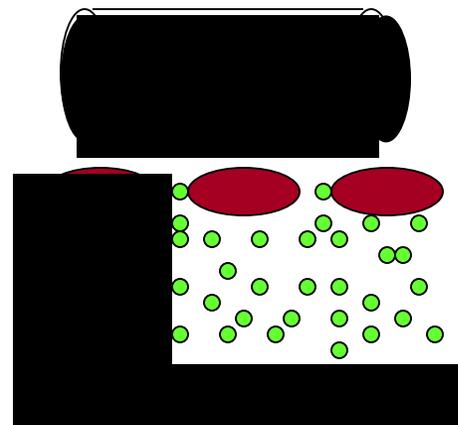


RM para la evaluación de la fibrosis de sustitución: realce tardío de gadolinio

Gadolinio=marcador del espacio intersticial



Miocardio sano

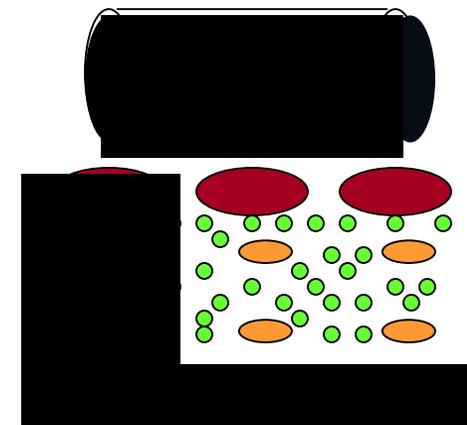


**Infarto agudo
de miocardio**

Necrosis de los miocitos



Aumento del espacio
intersticial



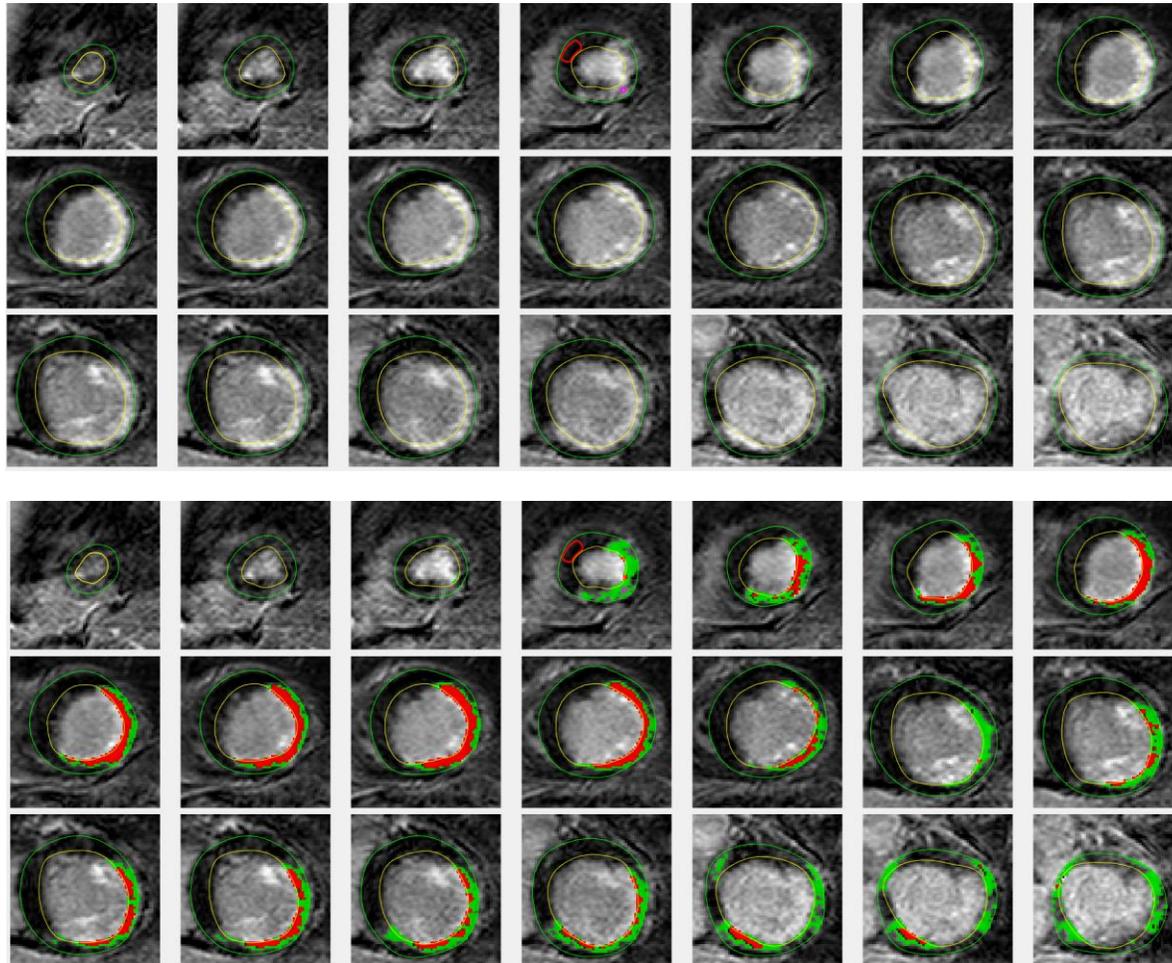
**Infarto de miocardio
crónico**

Fibrosis de la zona infartada



Aumento del espacio
intersticial

RM para la evaluación de la fibrosis de sustitución: realce tardío de gadolinio

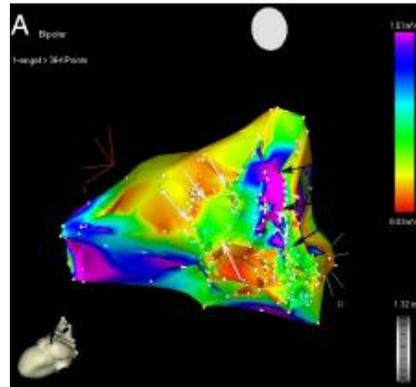


Nuevos parámetros:

- Extensión
- Transmuralidad
- Heterogeneidad
- Arquitectura (canales)

RM para la evaluación de la fibrosis de sustitución: sustrato arritmogénico

Mapa de voltaje



Noninvasive Identification of Ventricular Tachycardia-Related Conducting Channels Using Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging in Patients With Chronic Myocardial Infarction

Correlación MEA – RT en 18 p con TVMS

Mapas de voltajes

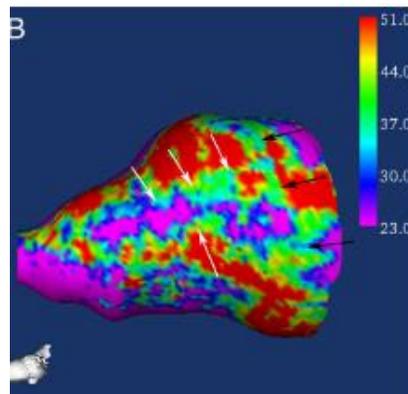
25 canales en 17 p
(1-2 canales/p)

1 p sin canales

21 canales en 16 p
Detectados en RM
(concordantes con MEA
en todos los casos)

4 canales
no detectados en la RMC

Mapa de IS
derivado de RTG 3D



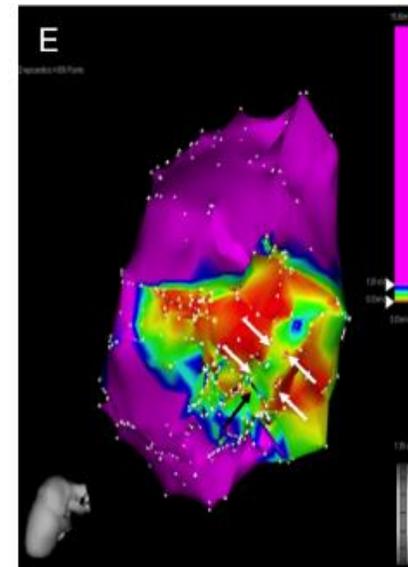
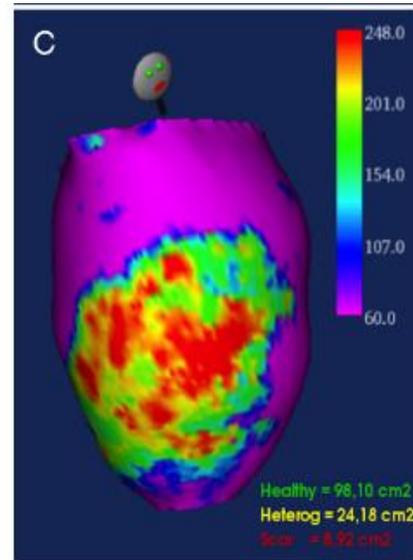
Pérez David et al, JACC 2011

La RMC con RTG no sólo es capaz de cuantificar el tejido heterogéneo o zona gris sino que es capaz de definir su arquitectura, identificando los canales de conducción lenta

RM para la evaluación de la fibrosis de sustitución: sustrato arritmogénico

Noninvasive identification of epicardial ventricular tachycardia substrate by magnetic resonance–based signal intensity mapping ^e

- Modelo experimental (31 cerdos con IAM anterior).
- RM con rt 3D de alta resolución y EEF a las 18 semanas



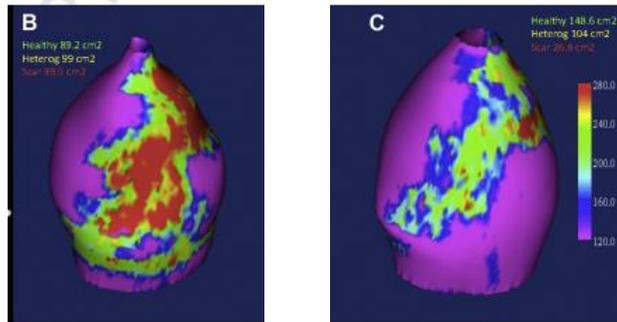
A patchy scar pattern was observed in all animals with epicardial VT but only in 3 animals without VT ($P < .001$).

CONCLUSION CeMRI-based SI mapping allows identification of the epicardial VT substrate.

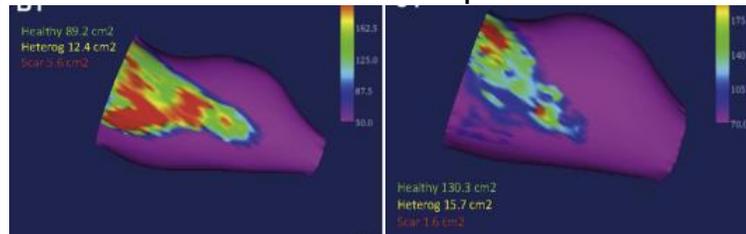
RM para la evaluación de la fibrosis de sustitución: riesgo arrítmico

Scar Extension Measured by Magnetic Resonance-Based Signal Intensity Mapping Predicts Ventricular Tachycardia Recurrence After Substrate Ablation in Patients With Previous Myocardial Infarction

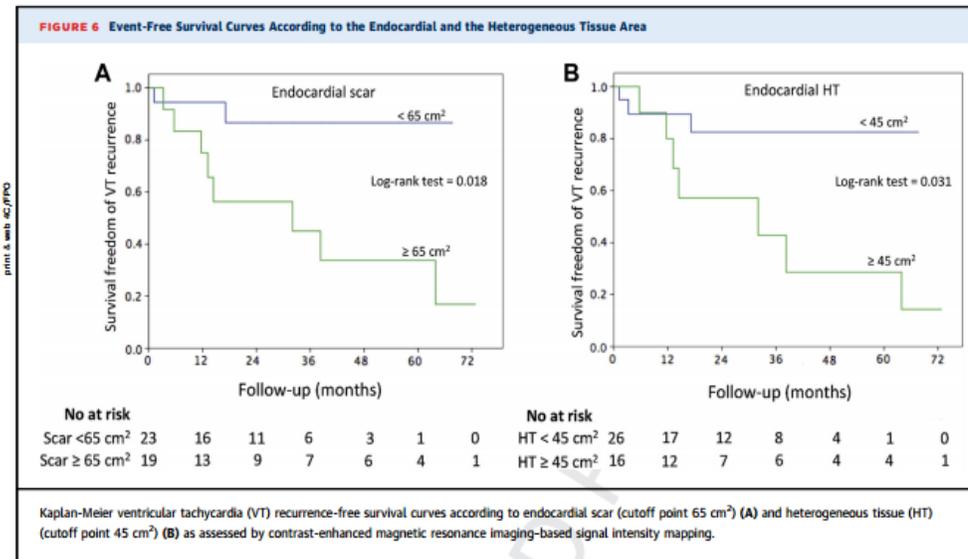
Estudio multicéntrico N=46 TVMS tratados con ablación sustrato (RM con mapas 3D de IS)
Endpoint: recurrencia TV (17 p, con seguimiento mediano 32 meses)



Recurrencia precoz TV



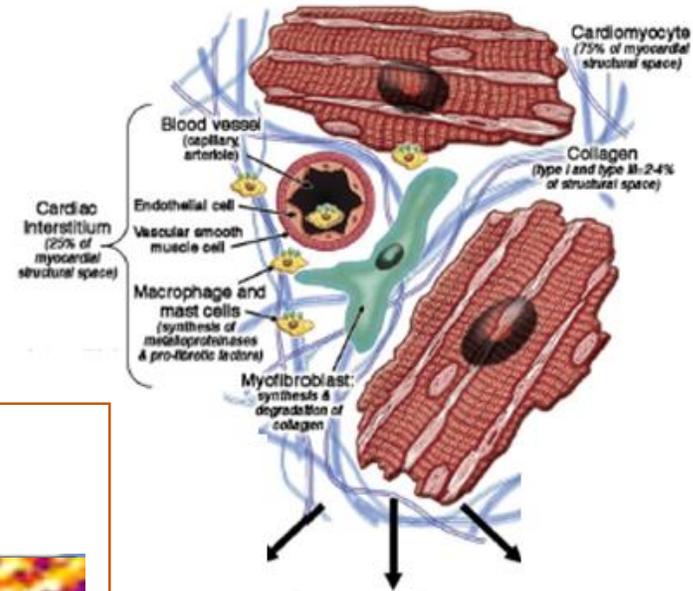
No recurrencia TV



Utilidad de biomarcadores de fibrosis miocárdica por imagen en el diagnóstico y evaluación del riesgo de cardiopatías

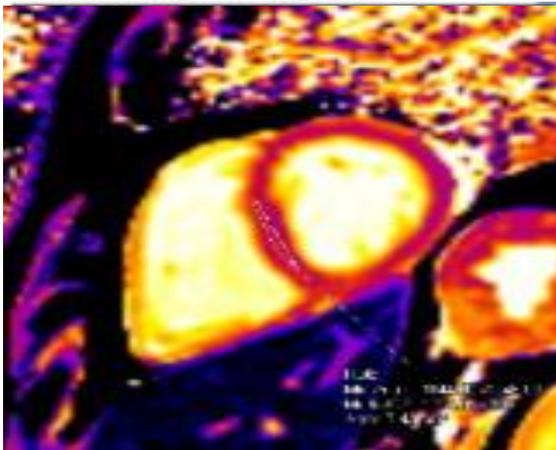
- ✓ Introducción
- ✓ Biomarcadores de fibrosis miocárdica de sustitución por imagen:
 - Fundamentos
 - Proyectos previos
- ✓ Biomarcadores de fibrosis difusa por imagen
 - Fundamentos
 - Proyecto actual (PI22/00707): Fibrosis miocárdica en TGV y VD sistémico: caracterización con biomarcadores moleculares y de imagen y asociación con eventos adversos

Fibrosis intersticial por RM

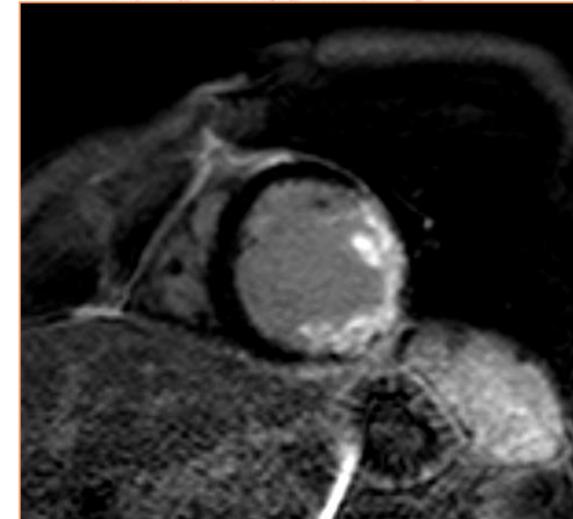


Reactive interstitial fibrosis:

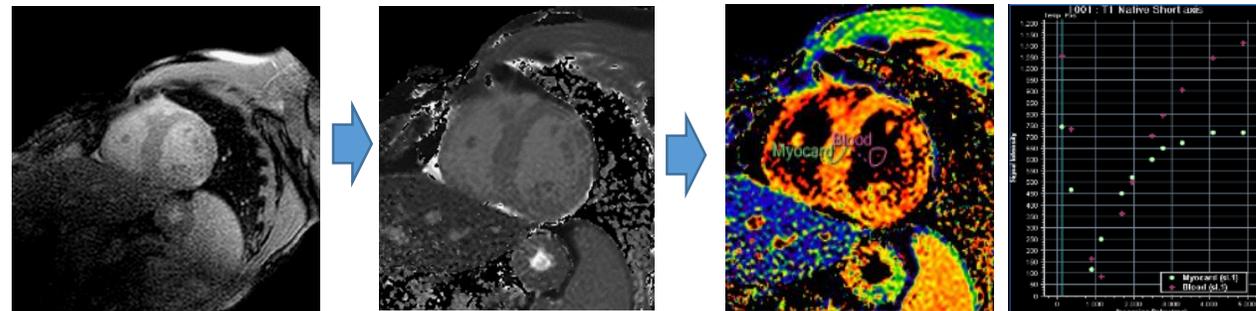
- hypertension
- valvular disorders
- diabetes
- genetic
- aging



Replacement/scarring fibrosis:



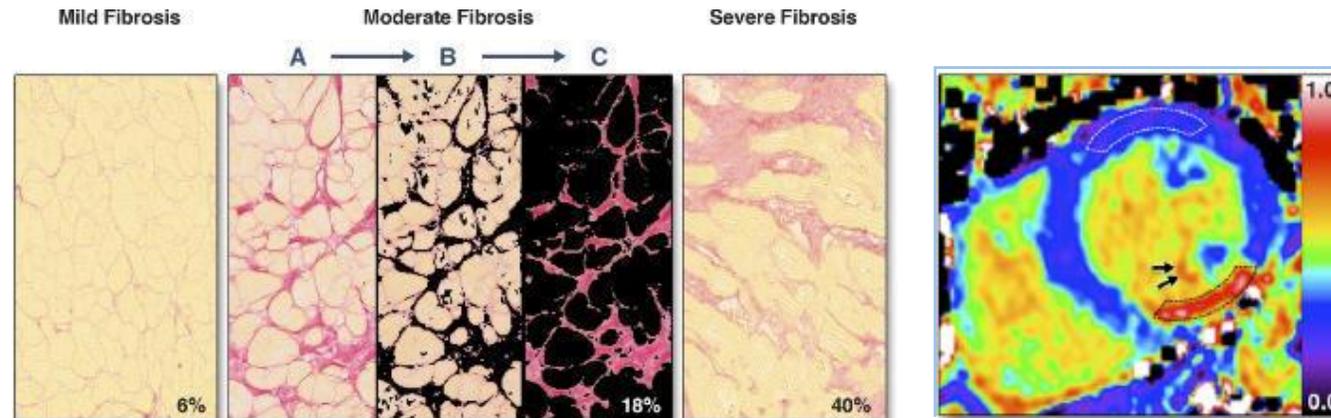
RM para la evaluación de la fibrosis intersticial difusa: mapas T1 y VEC



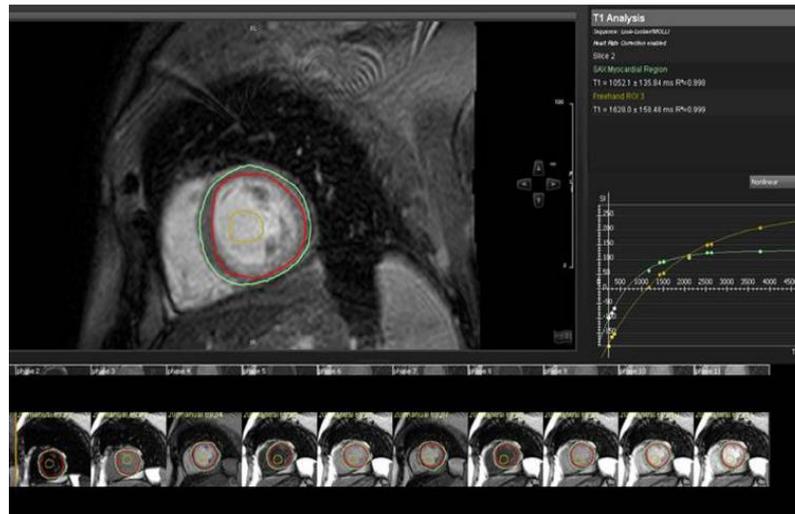
- Las técnicas de mapeo consisten en el cálculo de mapas paramétricos de los tiempos de relajación T1 y T2 (cada voxel viene representado por su valor de T1 y T2, que se codifica en color).
- Los tiempos de relajación T1 y T2 son específicos de cada tejido
- Los tiempos de relajación T1 y T2 miocárdicos se modifican en presencia de inflamación, fibrosis.
- La cuantificación de **valores absolutos**, que no era posible con RTG, permite::
 1. **Definición de normalidad/anormalidad**
 2. **Uso como biomarcador (h^a natural/respuesta a un tto)**

RM para la evaluación de la fibrosis intersticial difusa: mapas T1 y VEC

- A partir de las técnicas de mapeo es posible calcular el volumen extracelular (VEC) de forma no invasiva
- Las técnicas de cuantificación del VEC con mapas T1 se basan en dos premisas:
 1. Distribución exclusiva intersticial de los contrastes de Gd.
 2. Estado de equilibrio entre sangre y VEC miocárdico a los 15' de la administración de Gd
- En ausencia de edema, el VEC por RMC se relaciona con el espacio que ocupa la matriz extracelular, por lo que es una buena variable surrogada de la fibrosis.
- El VEC normal está entre un 25-30%

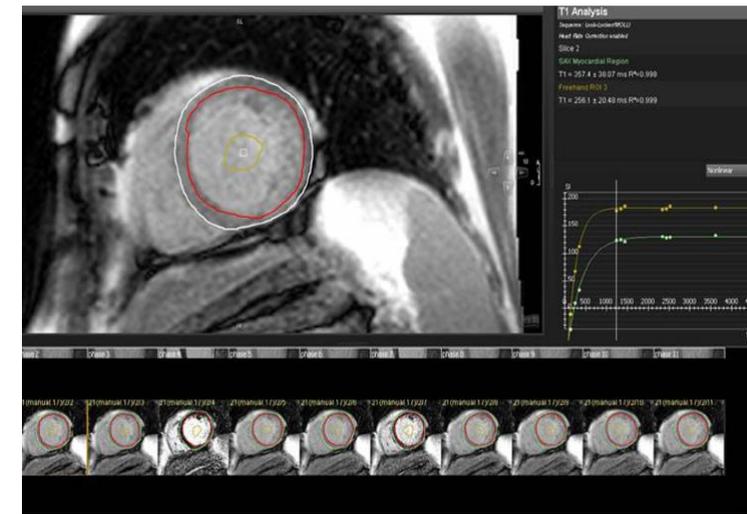


RM para la evaluación de la fibrosis intersticial difusa: mapas T1 y VEC



Mapa de T1 nativo

- ROI miocárdica
 - ROI en la cavidad VI
- } T1n



Mapa T1 postcontraste

- ROI miocárdica
 - ROI en la cavidad VI
- } T1 post Gd

$$\text{VEC miocárdico} = \frac{(1/T1_{\text{mioc post}} - 1/T1_{\text{mioc nativo}})}{(1/T1_{\text{sangre post}} - 1/T1_{\text{sangre nativo}})} \times (100 - \text{Hcto})$$

La variabilidad del VEC es menor que para los mapas nativos (parámetro normalizado) y no depende de parámetros técnicos del imán como los mapas nativos.

RM para la evaluación de la fibrosis intersticial difusa: validación histológica de los mapas T1 y VEC

Tabla 3
Estudios de validación del mapeo T₁ mediante comparación con la histopatología (fracción de volumen de colágeno)

Estudio	Población	n	Secuencia	Intensidad de campo (T)	Correlación con CVF (r)
<i>T₁ nativo</i>					
Bull et al. ⁵³	EA	19	shMOLLI	1,5	0,65
Lee et al. ⁵⁴	EA	20	MOLLI	3	0,77
De Meester de Ravenstein et al. ⁵⁵	VPC	31	MOLLI	3	-0,18 ^a
<i>T₁ poscontraste</i>					
Iles et al. ⁸	Trasplante	6	GRE-VAST	1,5	-0,70
Sibley et al. ⁵⁶	Diversas	47	Look-Locker	1,5	-0,57
Mascherbauer et al. ⁵⁷	ICFep	9	IR-GRE	1,5	-0,98
White ¹⁸	EA	18	shMOLLI	1,5	-0,46
Iles et al. ⁵⁸	ICFT ^b /MCH	12	GRE-VAST	1,5	-0,64
Miller et al. ⁴¹	ICFT ^b	6	MOLLI	1,5	-0,74
Elims et al. ⁵⁹	MCH	9	GRE-VAST	1,5	-0,70
De Meester de Ravenstein et al. ⁵⁵	VPC	31	MOLLI	3	-0,36 ^a
<i>VEC</i>					
Flet et al. ²²	EA/MCH	26	IR-GRE	1,5	0,89
Fontana et al. ³¹	EA	18	shMOLLI	1,5	0,83
Mille et al. ⁴¹	ICFT ^b	6	MOLLI	1,5	0,75
White et al. ¹⁸	EA	18	shMOLLI	1,5	0,83
Aus dem Siepen et al. ⁴³	MCD	24	MOLLI	1,5	0,85
Kammerlander et al. ⁶⁰	Diversas	36	MOLLI ^c	1,5	0,49
Treibel et al. ^{16,d}	EA	18	shMOLLI	1,5	0,78
De Meester de Ravenstein et al. ⁵⁵	VPC	31	MOLLI	3	0,78

CVF: fracción de volumen de colágeno; EA: estenosis aórtica; GRE: eco de gradiente; ICFep: insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada; ICFT: insuficiencia cardiaca en fase terminal; IR: inversión-recuperación; MCD: miocardiopatía dilatada; MCH: miocardiopatía hipertrófica; MOLLI: inversión-recuperación de *look-locker* modificada; shMOLLI: versión corta de MOLLI; VAST: muestreo temporal variable de espacio k; VEC: volumen extracelular; VPC: valvulopatía cardiaca.

^a No significativo.

^b Corazón entero.

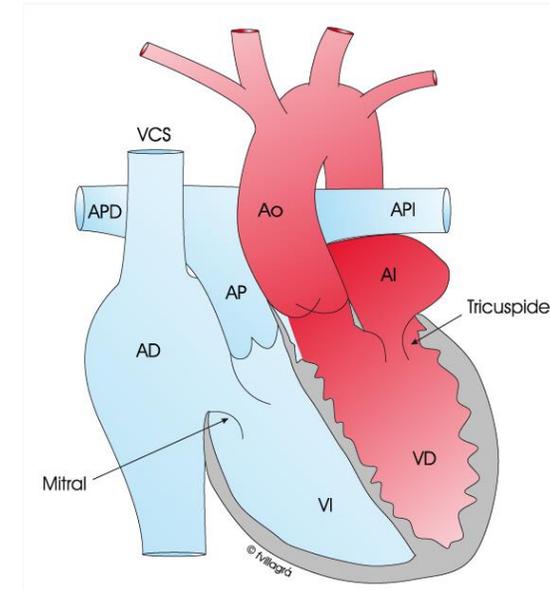
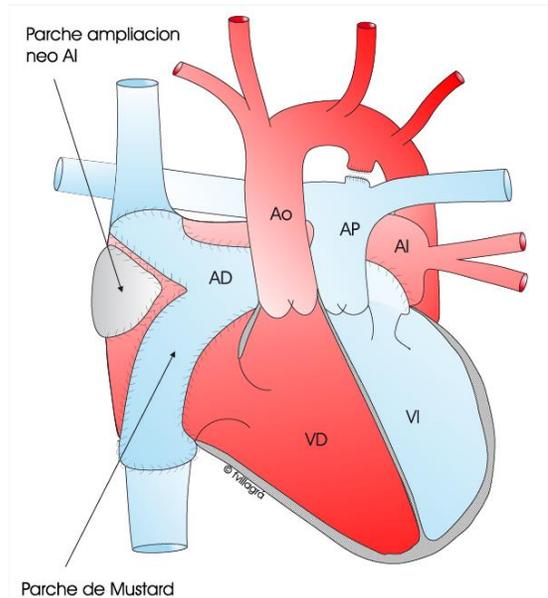
^c MOLLI modificada.

^d Hematocrito estimado.

Utilidad de biomarcadores de fibrosis miocárdica por imagen en el diagnóstico y evaluación del riesgo de cardiopatías

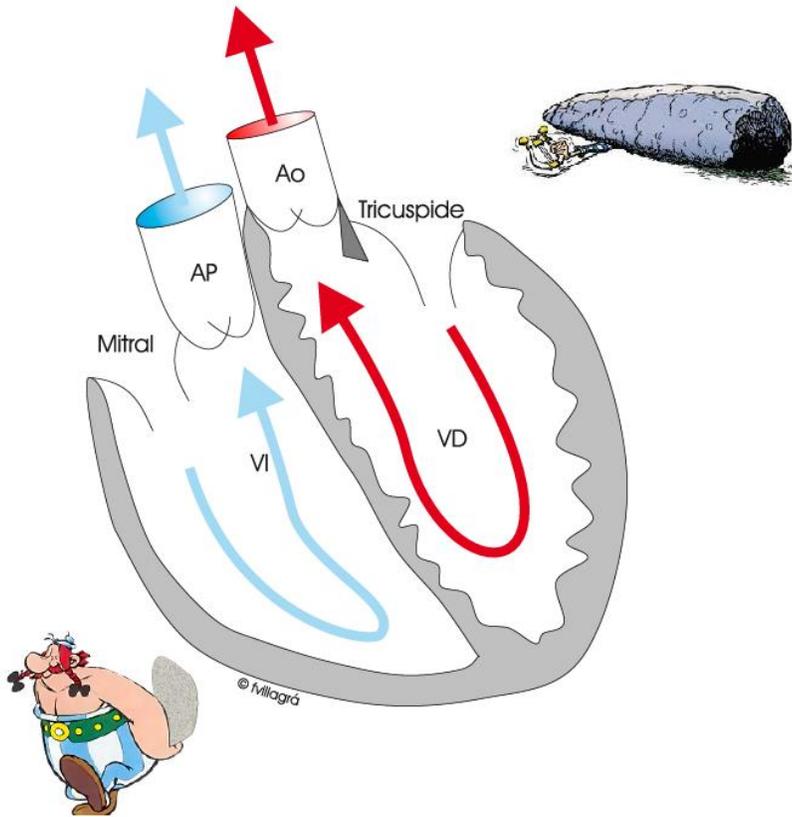
- ✓ Introducción
- ✓ Biomarcadores de fibrosis miocárdica de sustitución por imagen:
 - Fundamentos
 - Proyectos previos
- ✓ Biomarcadores de fibrosis difusa por imagen
 - Fundamentos
 - Proyecto actual (PI22/00707): Fibrosis miocárdica en TGV y VD sistémico: caracterización con biomarcadores moleculares y de imagen y asociación con eventos adversos

Antecedentes: CC con VD sistémico



- Los pacientes con CC complejas y VD sistémico constituyen un 10-12% de todas las CC.
- La CC compleja más frecuente con VD sistémico es la transposición de grandes vasos (d-TGV) operada con switch auricular. Aunque en desuso, actualmente la mayor parte de los adultos con d-TGV fueron operados con esta técnica.
- La segunda más frecuente es la cc-TGV, caracterizada por un doble discordancia AV y VA

Antecedentes : mecanismos adaptativos del VD sistémico



- En ambas situaciones el VD trabaja en un circuito de alta presión y sufre un remodelado adaptativo:

↑ contractilidad
Dilatación



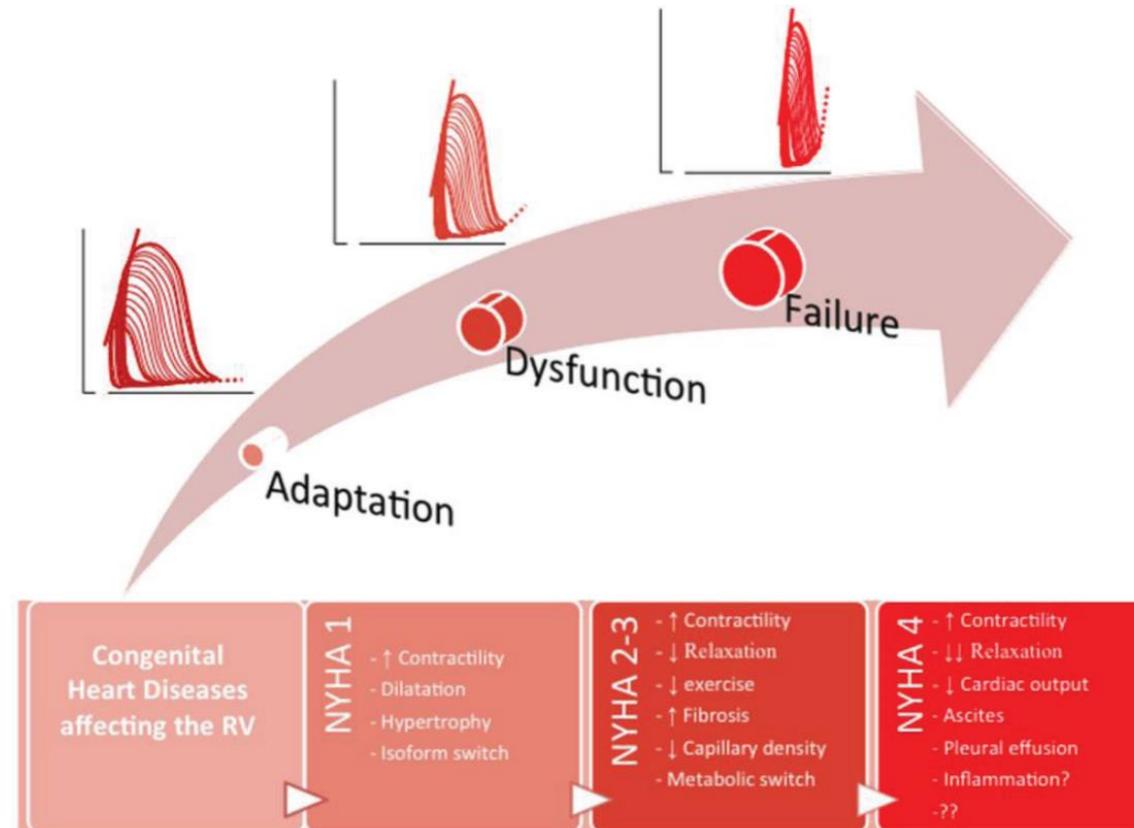
↑ Estrés parietal



HVD

- La adaptación a la sobrecarga de presión induce cambios ultraestructurales en la disposición de las fibras miocárdicas (desarrollo de fibras circunferenciales análogamente al VI).
- Frecuentemente estos pacientes están asintomáticos hasta la edad adulta

Antecedentes: de la adaptación a la disfunción



- Sin embargo, el pronóstico a largo plazo es malo, desarrollando arritmias e IC a partir de la 4ª década de la vida.
- Esta morbilidad produce un exceso de mortalidad prematura por IC y MSC.
- La TGV con VD sistémico es la indicación más frecuente de trasplante cardiaco en CC del adulto en España.

Antecedentes: predictores pronósticos de la TGV con VD sistémico

Long-Term Outcome of Mustard/Senning Correction for Transposition of the Great Arteries in Sweden and Denmark

Niels Vejstrup, MD, PhD; Keld Sørensen, MD, DMSc; Eva Mattsson, MD, PhD;
Ulf Thilén, MD, PhD; Per Kvidal, MD; Bengt Johansson, MD, PhD; Kasper Iversen, MD, DMSc;
Lars Søndergaard, MD, DMSc; Mikael Dellborg, MD; Peter Eriksson, MD

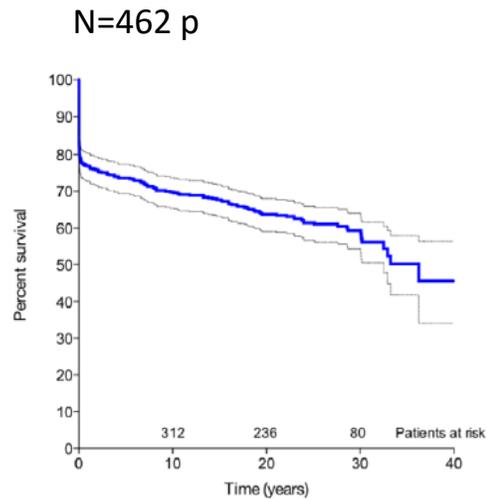


Figure 1. Heart transplantation-free survival after surgery. Kaplan-Meier plot with 95% confidence interval. Perioperative mortality was >20%. The knee on the curve is very likely the result of censoring.

Table 4. Univariable and Multivariable Analysis of Death and Heart Transplantation

	Univariable Analyses		Multivariable Analysis	
	HR (95% CI)	P Value	HR (95% CI)	P Value
Age at operation, y	0.98 (0.92–1.04)	0.44		
Female sex	1.02 (0.87–1.20)	0.76		
Surgery performed in Denmark	1.02 (0.76–1.38)	0.88		
Surgery performed after November 4, 1980	0.68 (0.50–0.92)	0.01	0.68 (0.50–0.92)	0.01
Mustard surgery	0.93 (0.67–1.28)	0.64		
Associated heart defect	1.60 (1.18–2.15)	<0.01	1.63 (1.21–2.18)	<0.01

In the multivariable analysis only surgery performed after November 4, 1980 and associated heart defect stayed in the model. This analysis is from the time of surgery. CI indicates confidence interval; and HR, hazard ratio.

Conclusions—The long-term survival of patients with Mustard and Senning correction for TGA appears to be primarily determined by factors in the right ventricle and tricuspid valve and not the timing of or the type of surgery in childhood. Cardiac function necessitating the implantation of a pacemaker is associated with an increase in mortality. (*Circulation*. 2015;132:633-638. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.010770.)

Antecedentes: predictores pronósticos de la TGV con VD sistémico

¿Por qué la disfunción sistólica del VD por eco tradicionalmente ha sido un mal predictor de riesgo?



- Limitaciones del ecocardiograma para la valoración del VD sistémico por su anatomía compleja
- Determinar cuándo el remodelado se convierte en desadaptativo es difícil
- Ausencia de datos de normalidad.

Antecedentes: nuevos predictores pronósticos de la TGV con VD sistémico

Prognostic Implications of Progressive Systemic Ventricular Dysfunction in Congenitally Corrected Transposition of Great Arteries

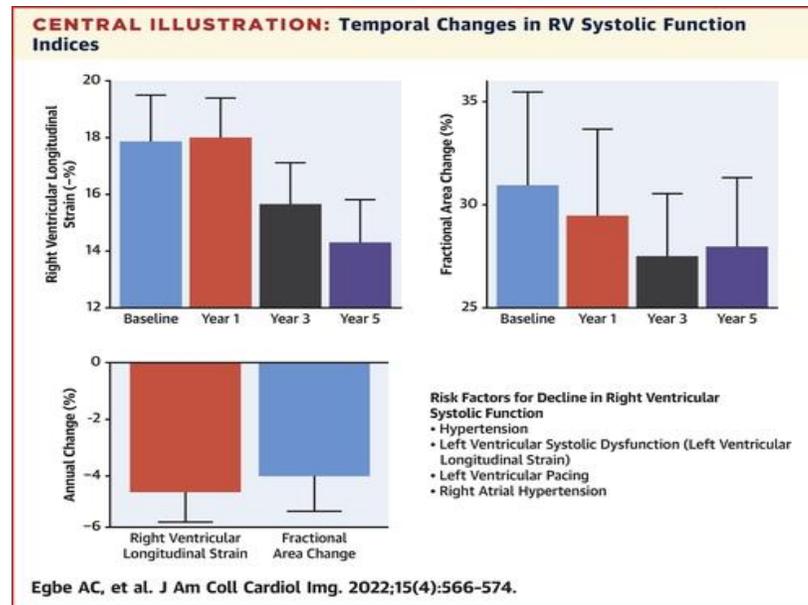
Original Research

Alexander C. Egbe, William R. Miranda, C. Charles Jain, and Heidi M. Connolly

N=186 ccTGV



SLG VD

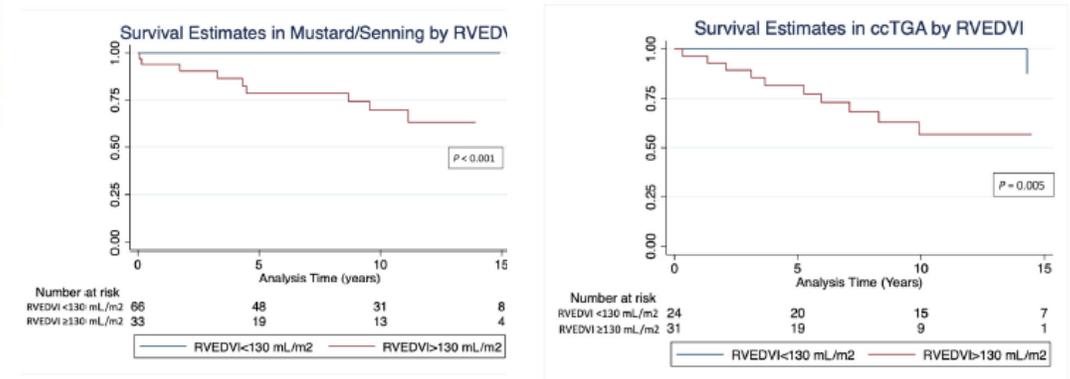


VTSVD
RMC

Cardiac MRI predictors of adverse outcomes in adults with a systemic right ventricle

Matthew J. Lewis^{1*}, Alexandra Van Dissel², Jonathan Kochav¹, Michael P. DiLorenzo³, Jonathan Ginns⁴, Noa Zemer-Wassercug¹, Maarten Groenink², Barbara Mulder² and Marlon Rosenbaum¹

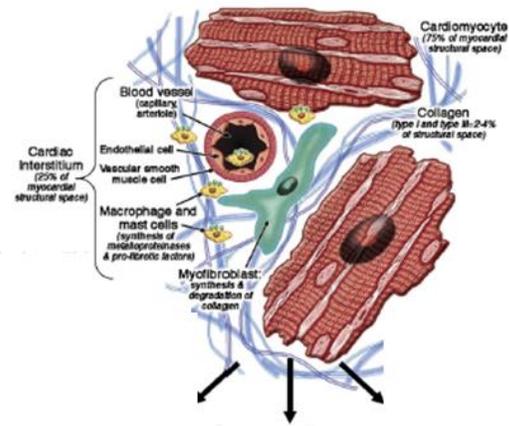
N=157 ccTGV+ Switch atrial



ESC Heart Failure (2021)

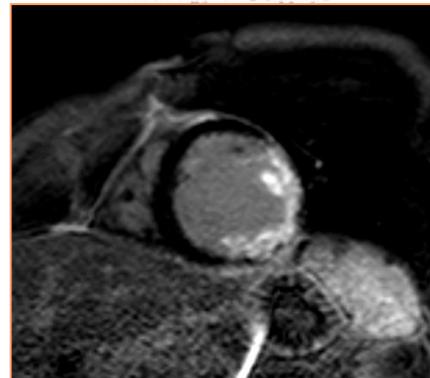
Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/ehf2.13745

Antecedentes: RM para la evaluación de la fibrosis miocárdica



Replacement/scarring fibrosis:

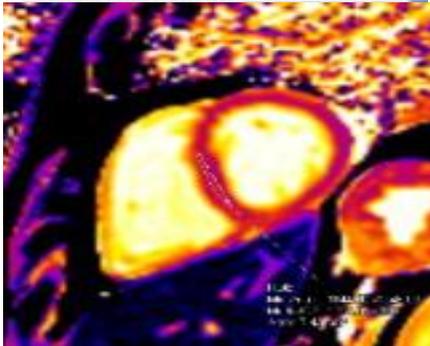
- miscellaneous inflammatory disease
- acute/chronic ischemia, infarction
- renal insufficiency (chronic)



Realce tardío

Reactive interstitial fibrosis:

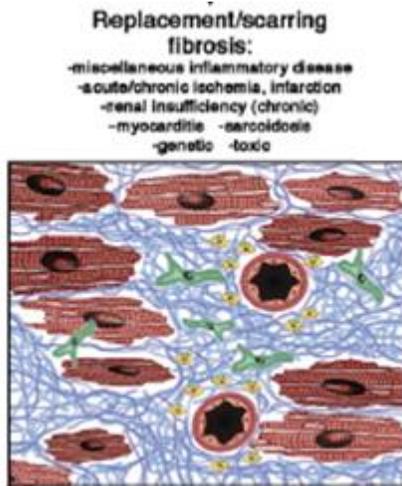
- hypertension
- diabetes
- valvular disorders
- genetic
- aging



Mapas T1

¿Podríamos mejorar la estratificación de riesgo de la TGV con VD sistémico con el estudio de la fibrosis miocárdica por RMC?

Antecedentes: fibrosis miocárdica de sustitución con RMC en TGV y VD sistémico



Congenital Heart Disease

Systemic Right Ventricular Fibrosis Detected by Cardiovascular Magnetic Resonance Is Associated With Clinical Outcome, Mainly New-Onset Atrial Arrhythmia, in Patients After Atrial Redirection Surgery for Transposition of the Great Arteries

Riikka Rydman, MD, PhD; Michael A. Gatzoulis, MD, MRCPH, PhD; Siew Yen Ho, PhD, FRCPath; Sabine Ernst, MD, PhD; Lorna Swan, MB, BChB, MD, FRCP; Wei Li, MD, PhD; Tom Wong, MD, FRCP; Mary Sheppard, MB, BCH, BSc, MD, FRCPath; Karen P. McCarthy, BSc, PhD; Michael Roughton, PhD; Philip J. Kilner, MD, PhD; Dudley J. Pennell, MD, FRCP; Sonya V. Babu-Narayan, MB, BS, BSc, MRCP, PhD

Circ Cardiovasc Imaging. 2015

- N= 55 p (unicéntrico)
- Asociado con eventos adversos
- No es posible evaluar si es predictor independiente

- Se desconoce si la fibrosis de sustitución es progresiva y si los diferentes patrones descritos tienen la misma relevancia clínica.
- La prevalencia de RTG ventricular en las series publicadas es muy variable (0-50% de los casos), lo que limita su utilidad como predictor

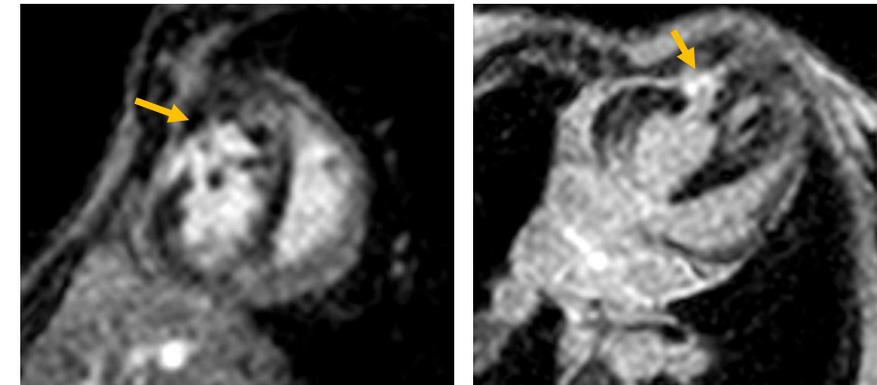
Antecedentes: fibrosis miocárdica de sustitución con RMC en TGV y VD sistémico

HULP N=99 p en seguimiento por TGV con switch atrial, de los que 75 p tienen RMC

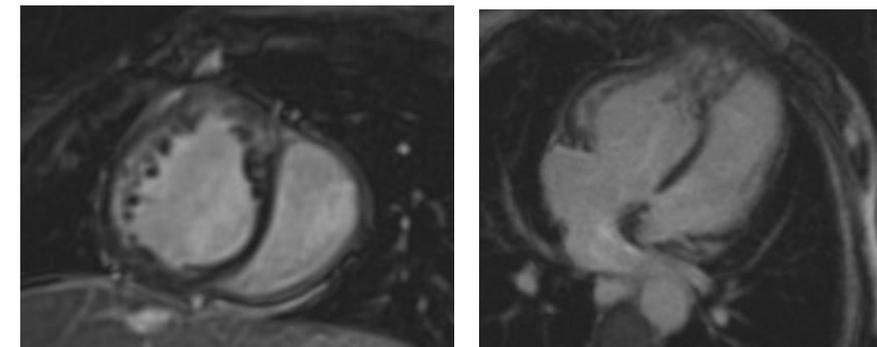
- 44 p (58.7%) son varones
- 33 p (44%) en CF I

	N=75 p
VTD VD sistémico	97±23 cc/m2
VTS VD sistémico	50±17 cc/m2
FE VD sistémico	FE 49±9%.
VTD VI subpulmonar	69±9 cc/m2
VTS VI subpulmonar	VTS 29±11 cc/m2
FE VI subpulmonar	58±9%
RTG	8 (10.7%)

RTG+

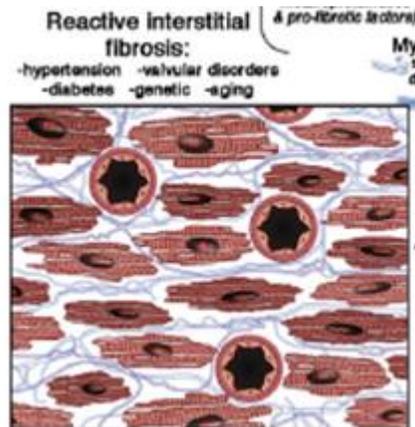


RTG-



En todos los casos el RTG estaba presente en un solo segmento del VD sistémico

Antecedentes: fibrosis difusa con RMC en TGV y VD sistémico



Myocardial fibrosis and its relation to adverse outcome in transposition of the great arteries with a systemic right ventricle

Craig S. Broberg^{a,*}, Anne Marie Valente^b, Jennifer Huang^c, Luke J. Burchill^a, Jonathan Holt^a, Ryan Van Woerkom^a, Andrew J. Powell^b, George A. Pantely^a, Michael Jerosch-Herold^d

IJC 2017

Diffuse fibrosis is common in the left, but not in the right ventricle in patients with transposition of the great arteries late after atrial switch operation

Nerejda Shehu¹ · Christian Meierhofer¹ · Daniel Messroghli² · Naira Mkrтчhyan¹ · Stefan Martinoff³ · Peter Ewert¹ · Heiko Stern¹ 

IJC CVI 2018

- Series pequeñas con resultados contradictorios.
- Diferencias metodológicas que dificultan la interpretación de resultados
- Ausencia de grupo control

Fibrosis miocárdica en transposición de grandes vasos y VD sistémico: caracterización con biomarcadores moleculares y de imagen y asociación con eventos adversos (PI22/00707)

- HIPOTESIS: La fibrosis miocárdica evaluada con resonancia magnética cardiaca (RMC) y biomarcadores moleculares de fibrosis se asocia con eventos adversos en los pacientes con transposición de grandes vasos (TGV) y ventrículo derecho (VD) sistémico y mejora su estratificación pronóstica frente a los factores de riesgo establecidos.
- OBJETIVOS PRINCIPALES:
 - 1) Estudiar la relación entre los biomarcadores de fibrosis analíticos y por RMC (VEC y RTG) con la capacidad funcional y biomarcadores de IC en pacientes con TGV y VD sistémico.
 - 2) Definir una cohorte prospectiva que permita determinar el valor predictivo de eventos adversos* de los biomarcadores de fibrosis analíticos y por RMC en pacientes con TGV y VD sistémico

*variable combinada: muerte cv, MSC o MSC recuperada, arritmias sostenidas SV y V, reagudización de IC).

Fibrosis miocárdica en transposición de grandes vasos y VD sistémico: caracterización con biomarcadores moleculares y de imagen y asociación con eventos adversos (PI22/00707)

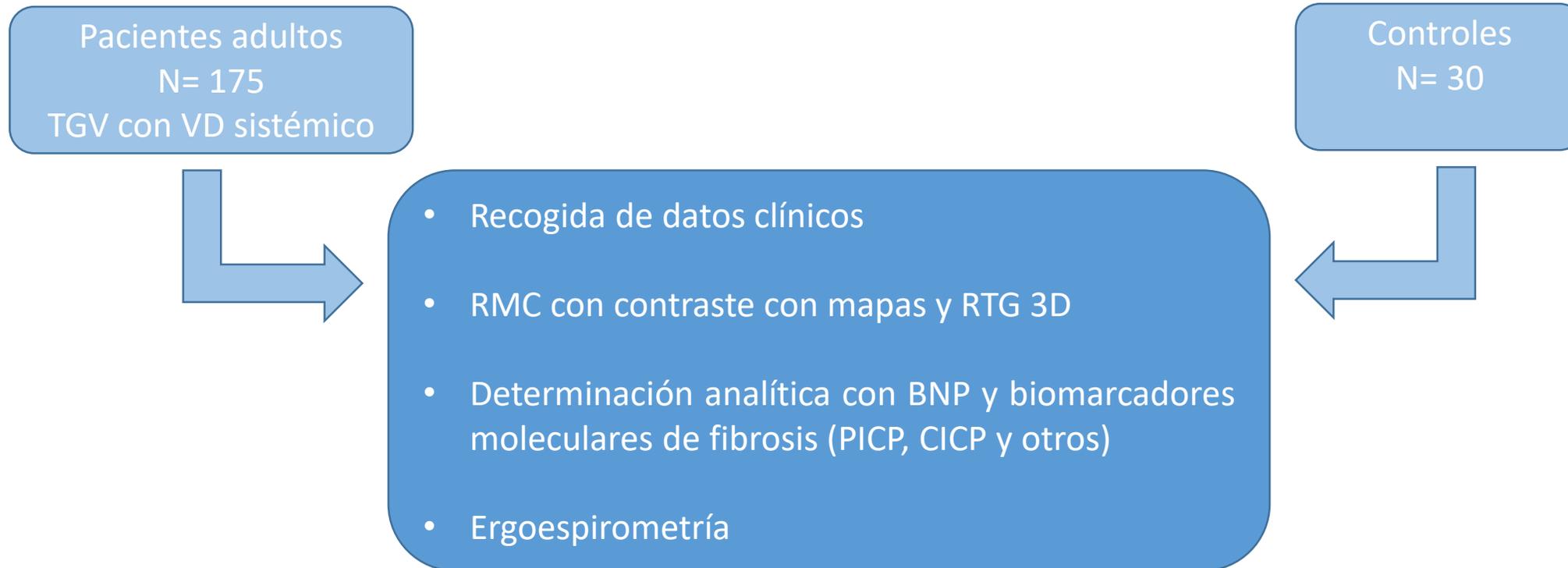
Estudio prospectivo observacional multicéntrico de 175 pacientes y 30 controles

- 1) **Fase 1 transversal: objetivo de la presente convocatoria**
- 2) Fase 2 longitudinal: requiere financiación en convocatorias futuras

Centro promotor: Hospital La Paz (Madrid): IP: Esther Pérez David. Investigadores colaboradores: José Ruiz Cantador, Pablo Merás, Oscar González, Inés Ponz, Silvia Valbuena, Regina Dalmau, Inmaculada Pinilla.

Centros participantes:

- Hospital Ramón y Cajal (Madrid),
- Hospital Gregorio Marañón (Madrid),
- Hospital 12 de Octubre (Madrid),
- Unidad Vall Hebrón-Sant Pau (Barcelona),
- Hospital Clinic (Barcelona),
- Hospital La Fe (Valencia),
- Hospital Virgen del Rocío (Sevilla),
- Unidad Virgen de las Nieves-San Cecilio (Granada),
- Complejo Hospitalario Universitario A Coruña (CHUAC).



Criterios de exclusión:

- Cardiopatías coexistentes que puedan interferir en la determinación de la fibrosis miocárdica
- Patologías que afecten al metabolismo del colágeno
- Contraindicaciones para la realización de RMC con contraste
- Embarazo y lactancia.

Resultados preliminares

La fibrosis miocárdica difusa se desarrolla más precozmente en el ventrículo subpulmonar que en el subaórtico en la TGV y VD sistémico: estudio con RMC (comunicación enviada a la SEC 2023)

- ✓ N=16 p
 - N=12 dTGA (3 Mustard y 9 Senning)
 - N= 4 ccTGA
- ✓ Edad media de 39 ± 9 años
- ✓ 12 varones (75%)
- ✓ Clase funcional I de la NYHA 8 p (50%)

Resultados preliminares

	Ventrículo subpulmonar	Ventrículo sistémico	p
VTD (mL)	80±21	110±19	0.0001
VTS (mL)	35±14	65±15	0.0001
FE (%)	56±10	41±7	0.0001
T1 nativo (ms)	1284±85	1234±82	0.04
VEC (%)	31±4	26±6	0.035

- Se observaron valores significativamente elevados de VEC del ventrículo subpulmonar en 7 p (44%), pero sólo excepcionalmente en el sistémico (1 p, 6%).
- El T1 nativo del VI fue significativamente más elevado en los p que en el grupo control [1284±44 ms vs 1205±85 ms, p =0.001].
- Se observó una tendencia no significativa a una menor FEVI en el grupo de ECV aumentado (53 ± 5% vs. 57 ± 4%, p =NS).

