

Aplicación del Strain de ventrículo derecho en niños con hipertensión pulmonar

Rosa Pérez Cuartero – MIR 4 Pediatría, Hospital General Universitario Dr. Balmis, Alicante
Andrea Gallego Meseguer – MIR 4 Pediatría, Hospital Universitario de Tortosa Verge de la Cinta
Tutora: Anna Sabaté Rotés – Cardióloga Pediátrica, Hospital Maternoinfantil Vall d'Hebrón, Barcelona

Índice

1. ¿Qué es la hipertensión pulmonar (HTP)?
2. ¿Qué es el Strain?
3. Revisión de literatura
4. Hipótesis de trabajo
5. Objetivos
6. Material y métodos
7. Resultados
8. Limitaciones
9. Conclusiones
10. Bibliografía

1. ¿Qué es la hipertensión pulmonar (HTP)?

PAPm >20 mmHg medido por cateterismo cardiaco en niños mayores de 3 meses y a nivel del mar

¿De qué depende?

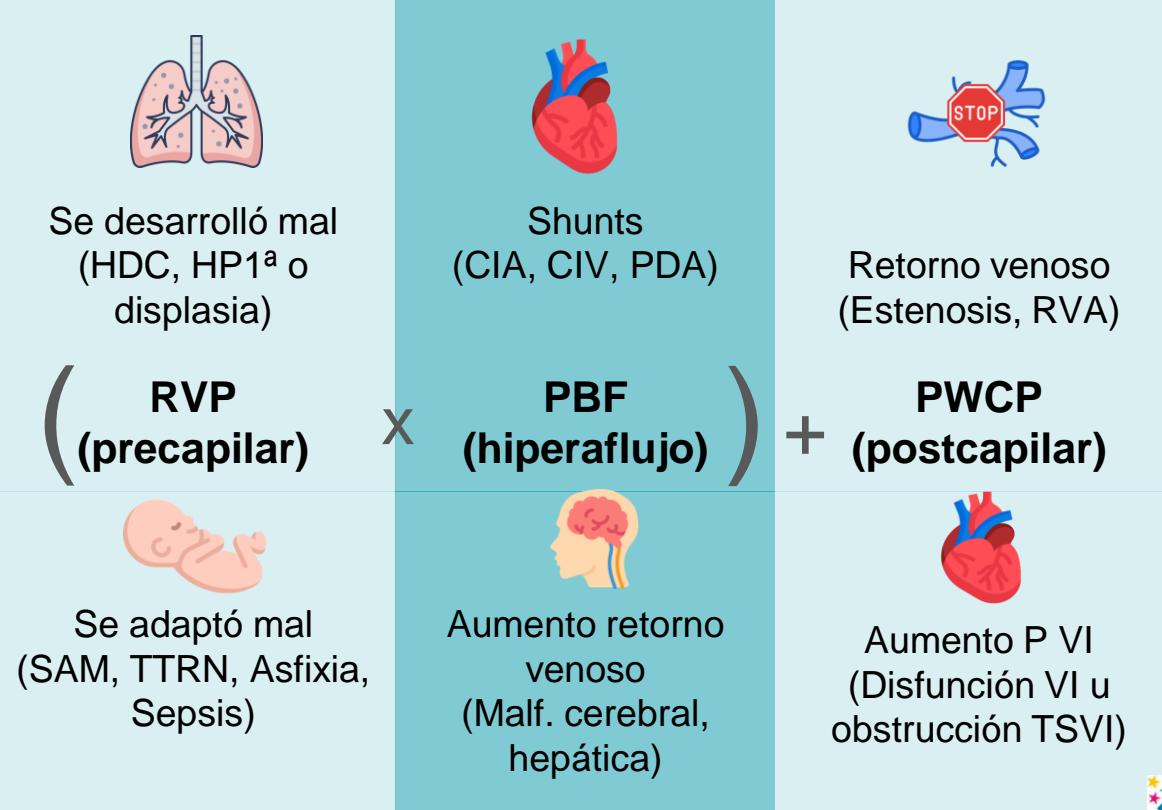
PAPm

=
 (RVP
(precapilar))

X

(PBF
(hiperaflujo))

+ PWCP
(postcapilar)



Pronóstico

La supervivencia libre de trasplante a 1 año es del 89% y a 10 años del 69% para todos los subtipos

Clase
funcional
NYHA

Test de la
marcha 6'

Hemodinámica

NT-proBNP

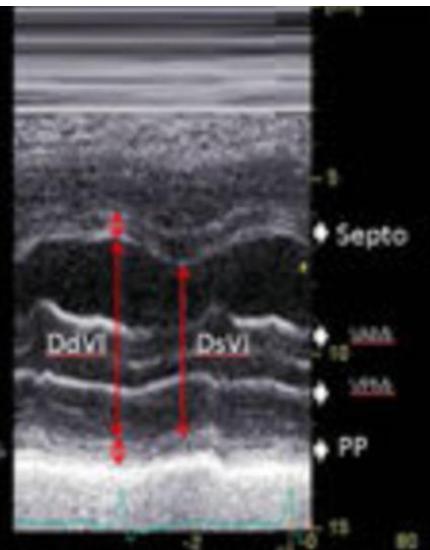
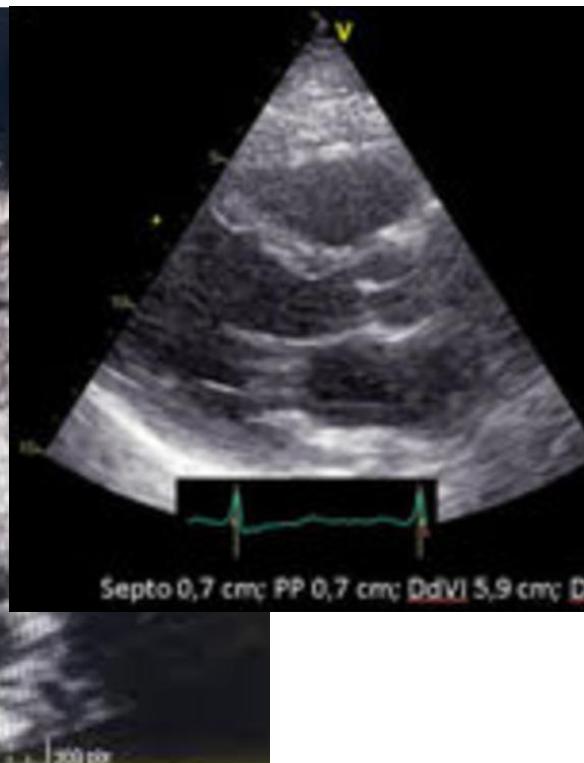
RMN

Parámetros ecográficos con significación pronóstica

	Parámetros	Punto de corte
Tamaño	Área AD	>18 cm ²
Función sistólica	TAPSE	<17 mm (ped <12mm)
	STRAIN longitudinal global	>-12.5% (ped >-14%)
Precarga	IT	≥ moderada
	Derrame pericárdico	presencia
	VCI	>21 mm/colapso < 50%
Interdependencia ventricular	IE sistólico	>1.8 (ped >1.89)
Acoplamiento ventrículo arterial	TAPSE/PSAP	<0.32 mm/mmHg

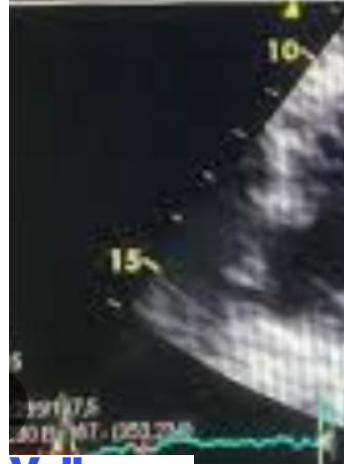
2. ¿Qué es el Strain?

FE Bipolar	54 %
VfdVI MOD BP	52 ml
VfsVI MOD BP	24 ml
FE (MOD A2C)	61 %
VL MOD A2C	31 ml
I LVls A2C	4.5 cm
VlsVI MOD A2C	20 ml



2. ¿Qué es el Strain?

FE Bipolar	54 %
VfdVI MOD BP	52 ml
VfsVI MOD BP	24 ml
FE (MOD A2C)	61 %
VL MOD A2C	31 ml
L LVls A2C	4.5 cm
VlsVI MOD A2C	20 ml



FE \neq función sistólica



2. ¿Qué es el Strain?



Valoración del movimiento de las estructuras miocárdicas

Velocidad
cm/seg

Strain o
Deformidad
%

Strain rate o
velocidad de
deformación
s-1

2. ¿Qué es el Strain?



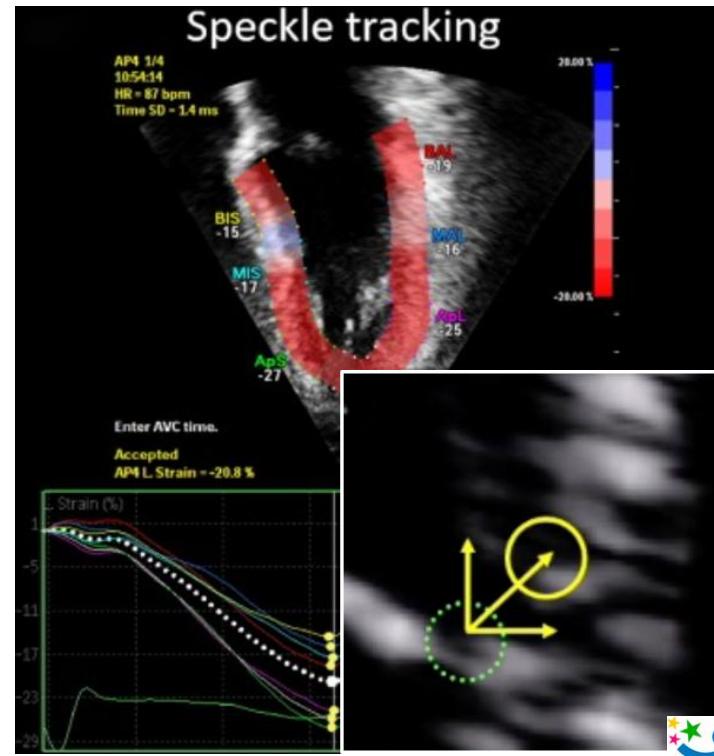
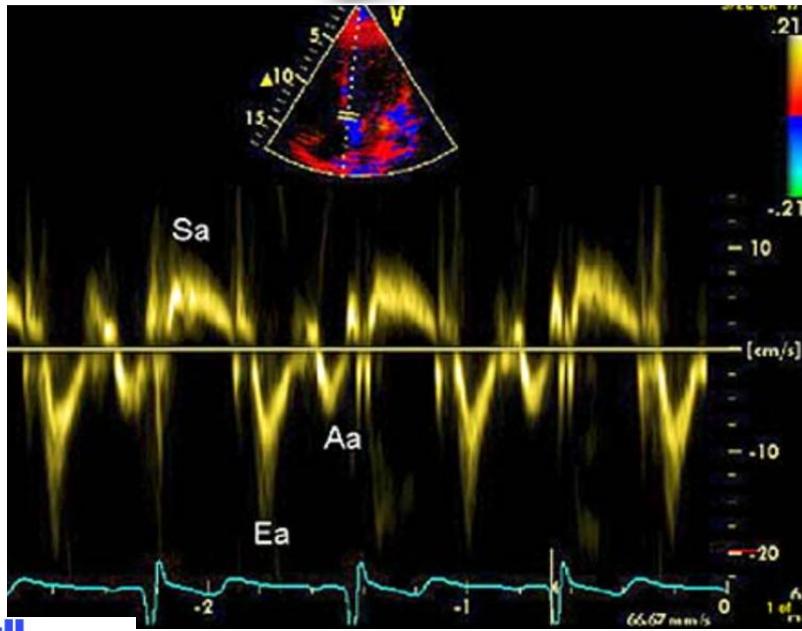
VS



Velocidad
Movimiento pasivo del iceberg
por el viento

Strain
Movimiento activo del iceberg
que produce deformación

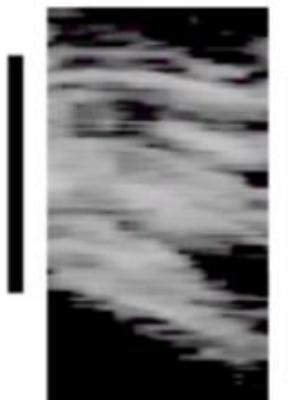
2. ¿Qué es el Strain?



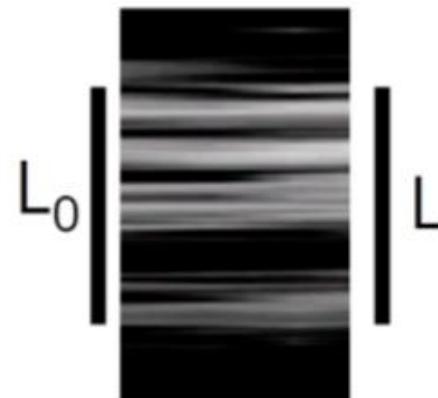
2. ¿Qué es el Strain?

$$\text{Strain} = (\text{longitud 1} - \text{longitud 0}) / \text{longitud 0}$$

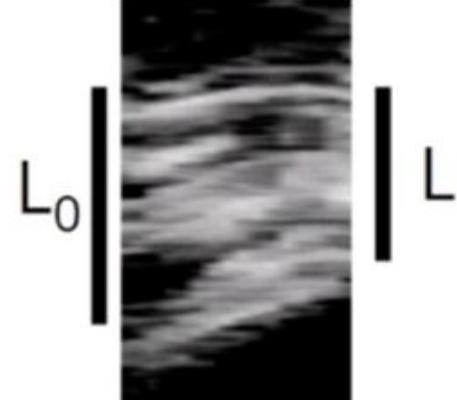
$$S = +25\%$$



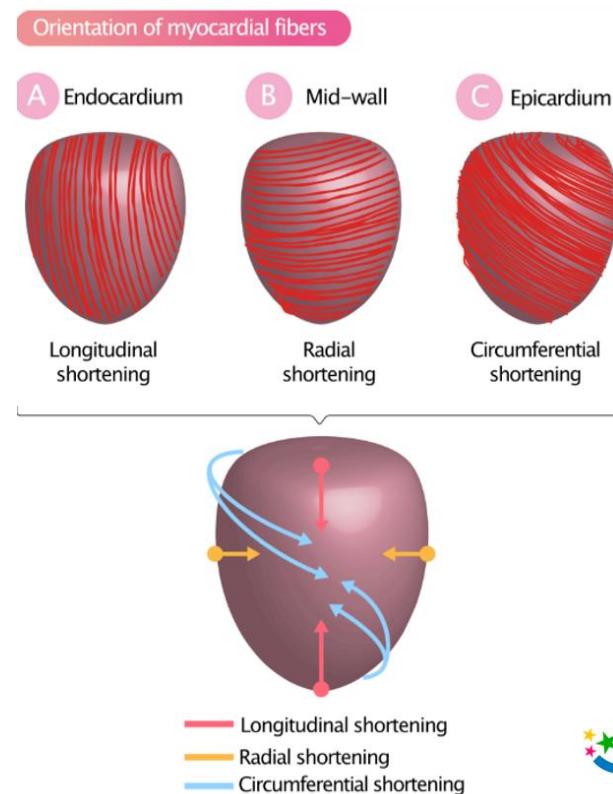
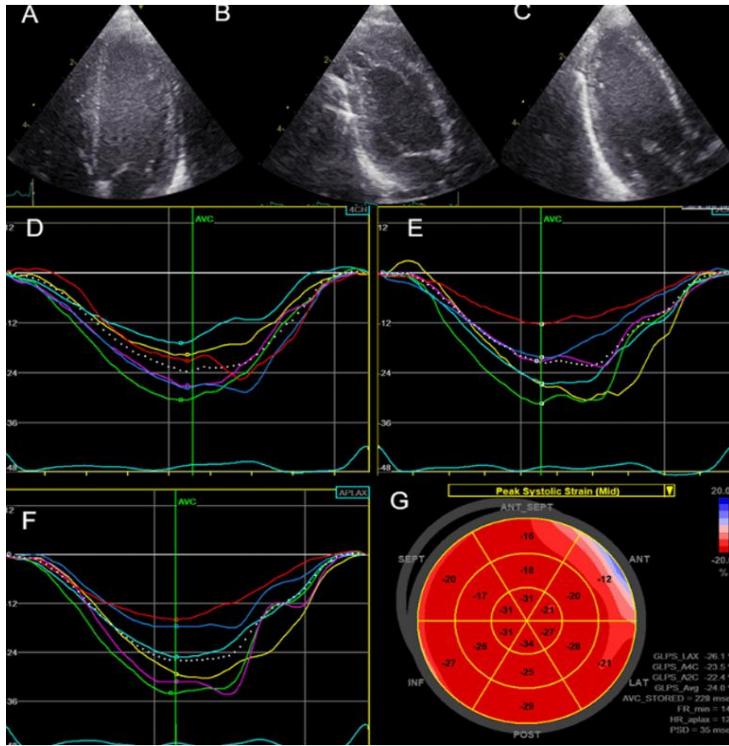
$$S = 0\%$$



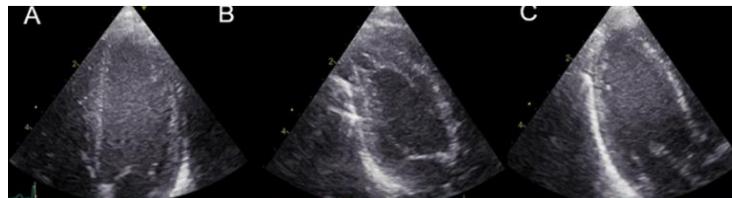
$$S = -25\%$$



2. ¿Qué es el Strain?



2. ¿Qué es el Strain?



Orientation of myocardial fibers

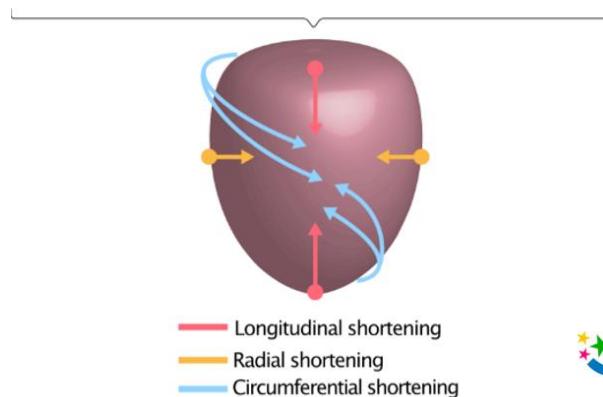
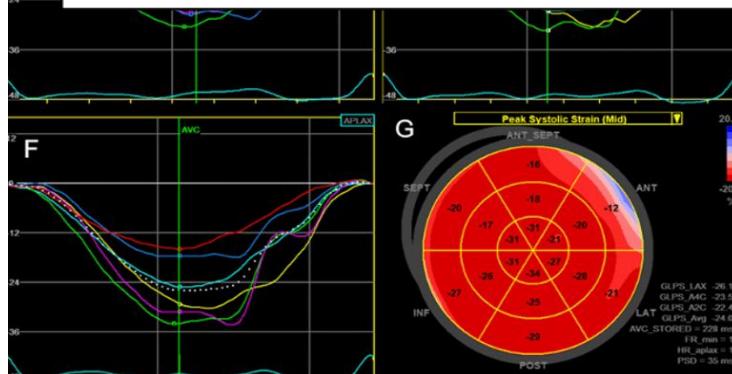
A Endocardium

B Mid-wall

C Epicardium

Ventrículo derecho

- . 2 tipos de fibras: longitudinal y circunferencial
- . 2 Strain: de pared libre y global (este último influenciado por VI)



3. Revisión de literatura

- La función del ventrículo derecho junto con otras variables clínicas, hemodinámicas y ecocardiográficas, tiene relevancia pronóstica en la hipertensión pulmonar independientemente de la causa de esta última
- El **Strain de ventrículo derecho** constituye una herramienta novedosa en la medición de la función ventricular derecha. Además, permite establecer un pronóstico en la hipertensión pulmonar, **superior y/o comparable** con otros parámetros ecocardiográficos.

3. Revisión de literatura

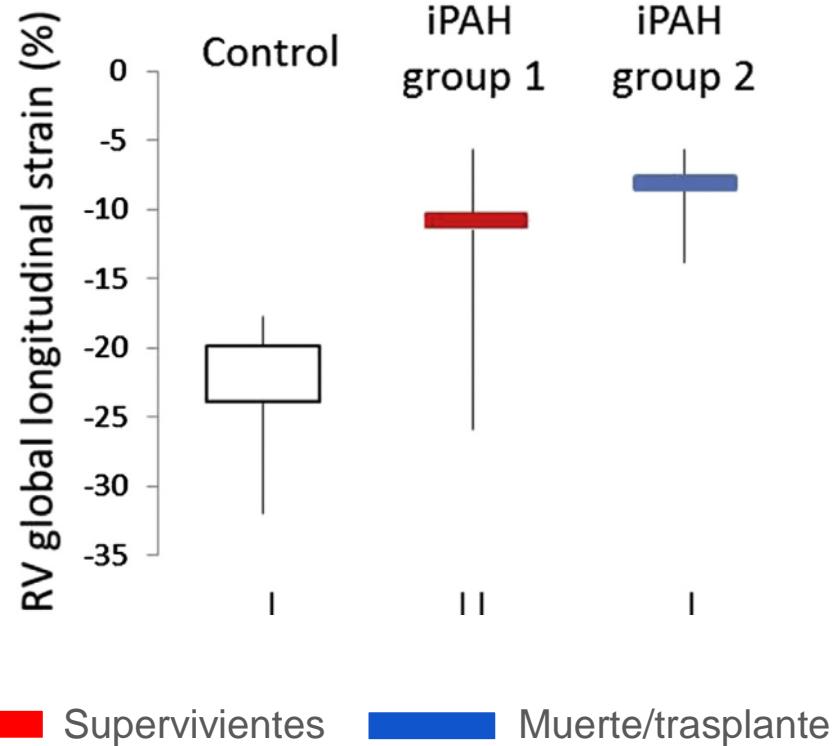
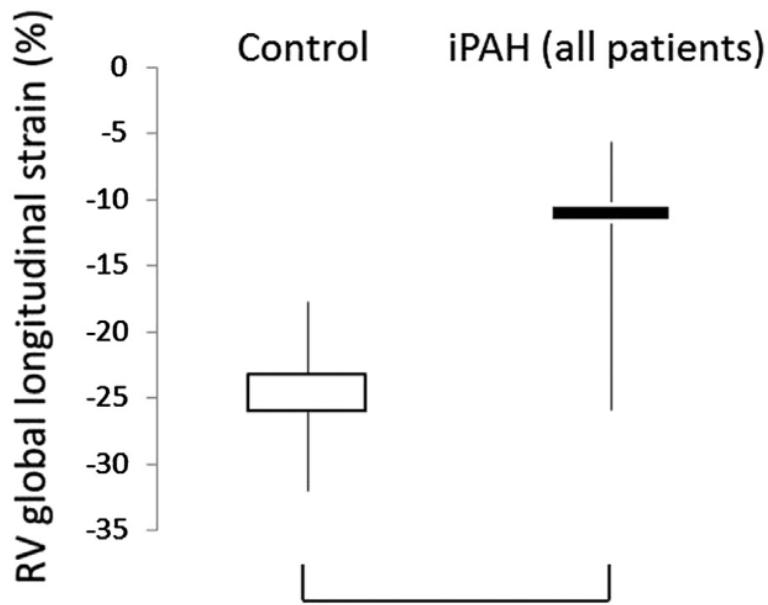


Longitudinal Assessment of Right Ventricular Myocardial Strain in Relation to Transplant-Free Survival in **Children** with Idiopathic Pulmonary Hypertension

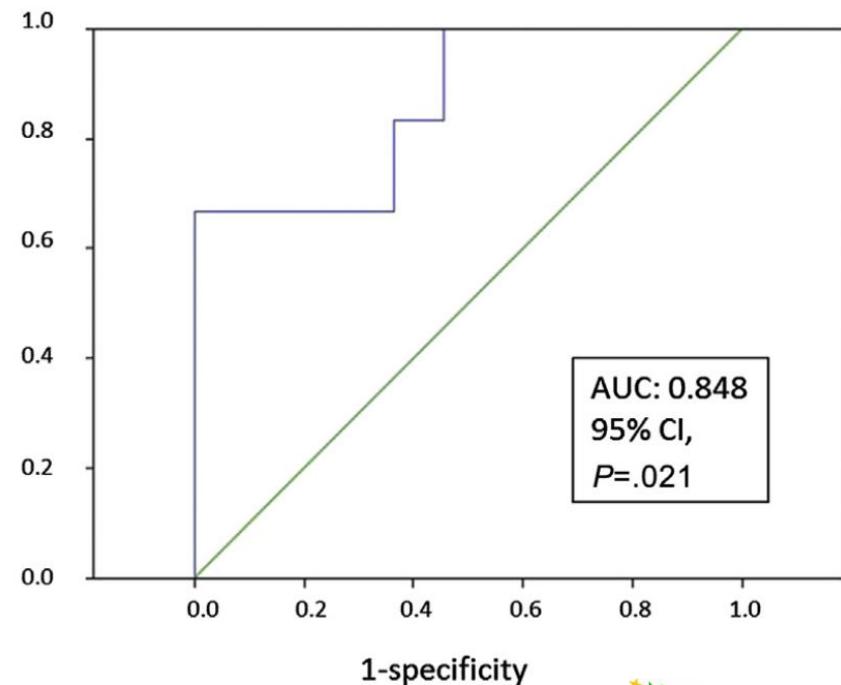
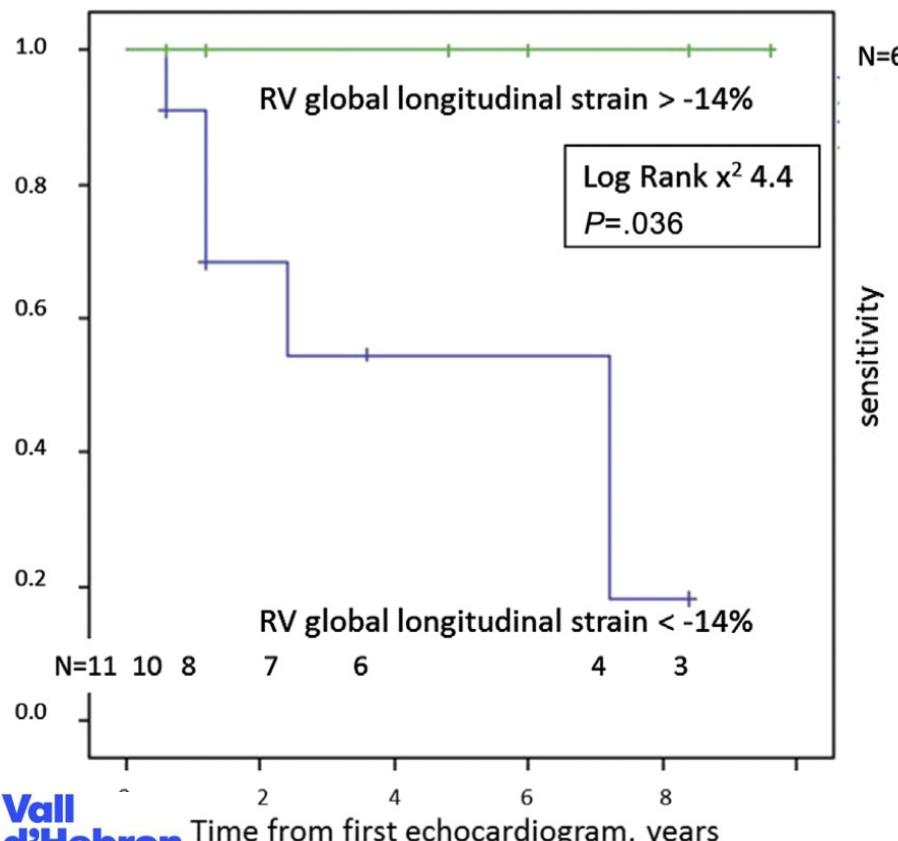
Kenichi Okumura, Tilman Humpl, Andreea Dragulescu, Luc Mertens, MD, PhD,
and Mark K. Friedberg, MD, *Toronto, Ontario, Canada*

J Am Soc Echocardiogr **2014;27:1344-51**

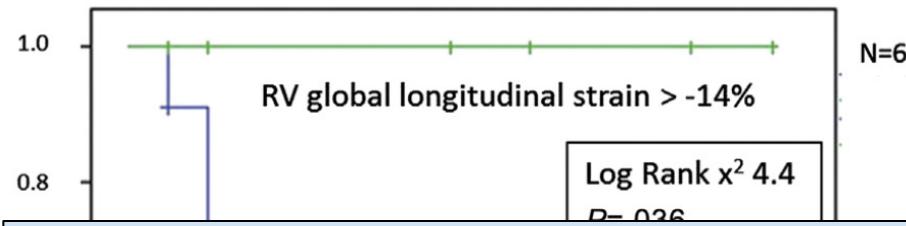
3. Revisión de literatura



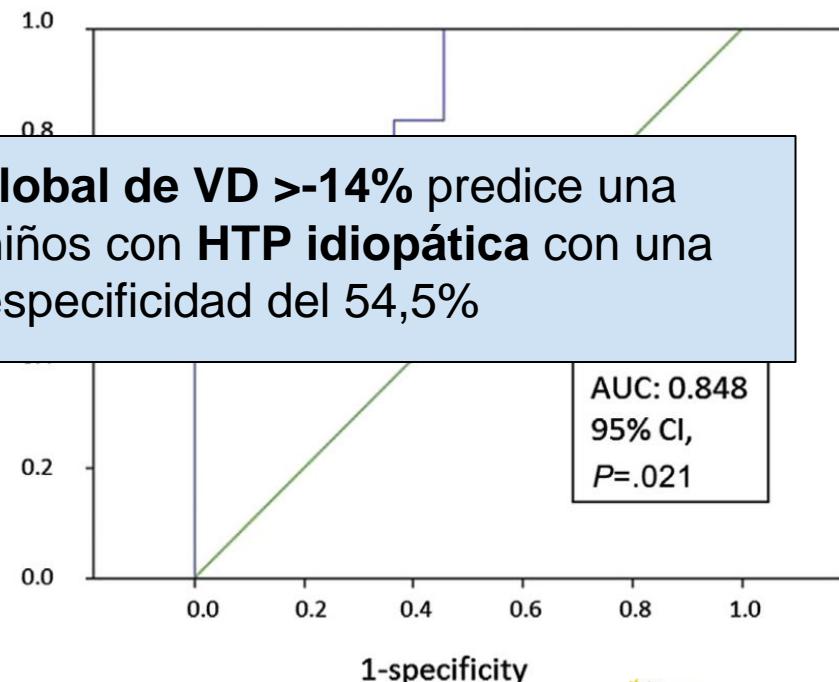
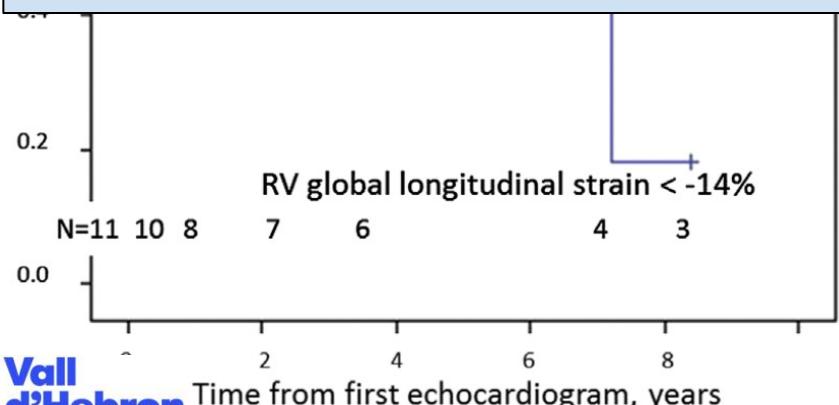
3. Revisión de literatura



3. Revisión de literatura



Un resultado del **Strain longitudinal global de VD >-14%** predice una supervivencia libre de trasplante en los niños con **HTP idiopática** con una sensibilidad del 100% y una especificidad del 54,5%



3. Revisión de literatura

El Strain longitudinal de pared libre se ha presentado como factor predictor de eventos adversos **en comparación** con el Strain longitudinal global

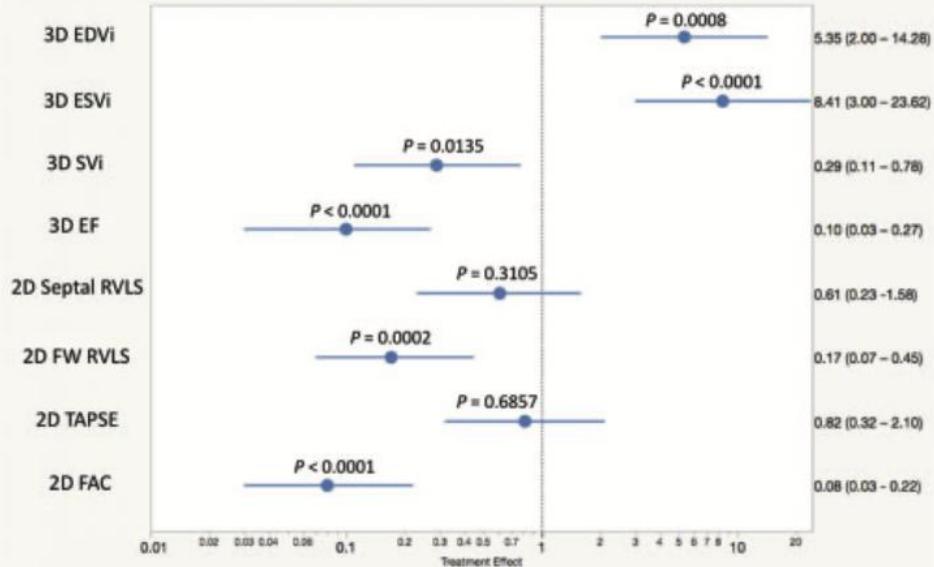


Figure 2 Univariate Cox proportional analysis of right ventricular



European Heart Journal - Cardiovascular Imaging (2017) **0**, 1–8
doi:10.1093/ehjci/jex205

3. Revisión de literatura

El Strain longitudinal de pared libre se ha presentado como factor predictor de eventos adversos en comparación con el Strain longitudinal global

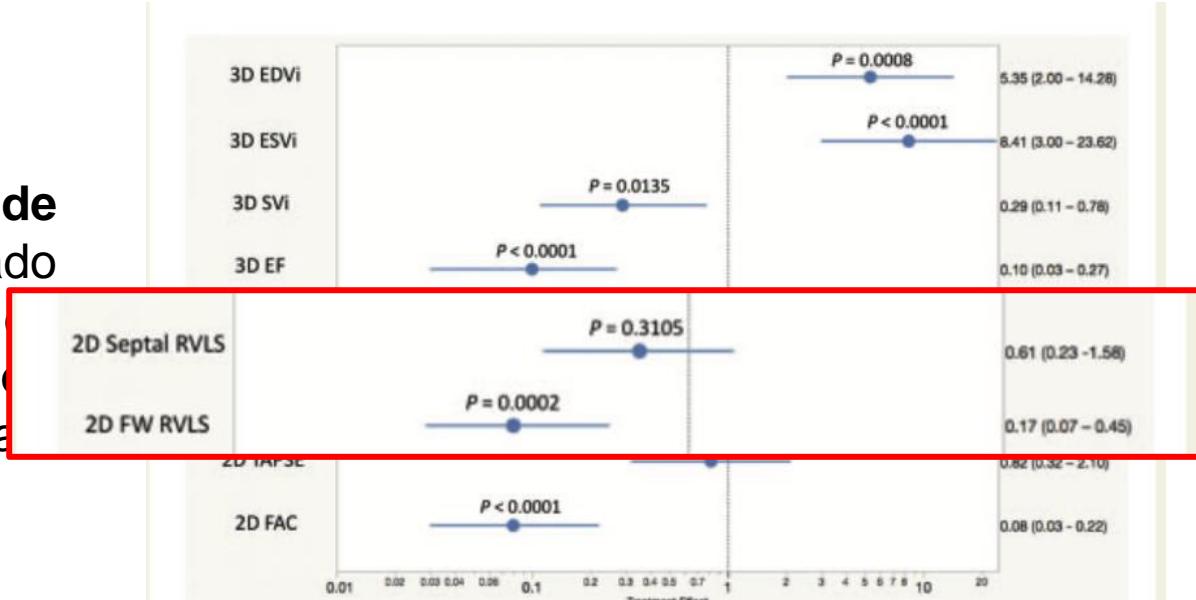
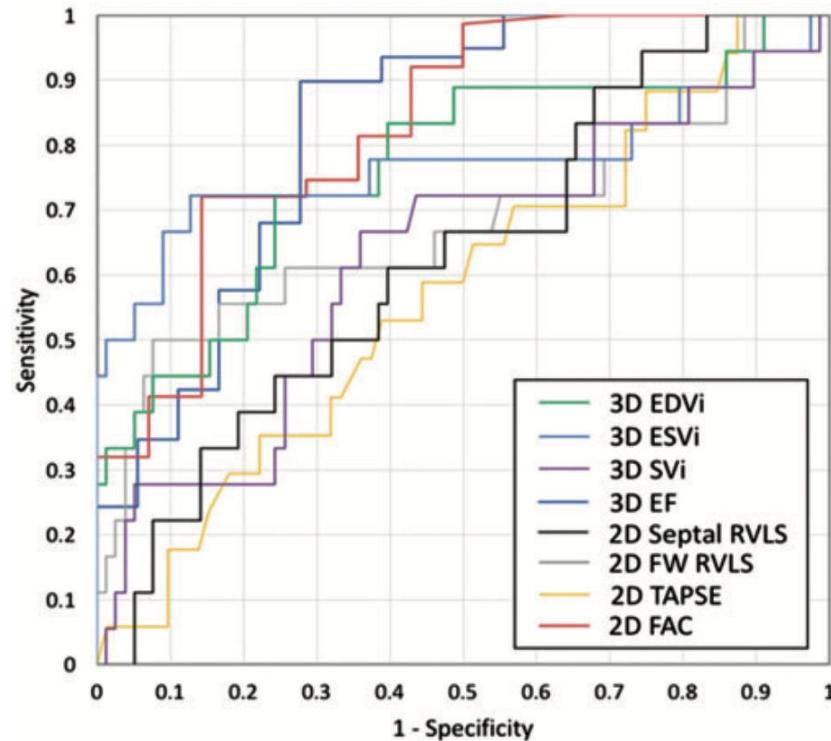
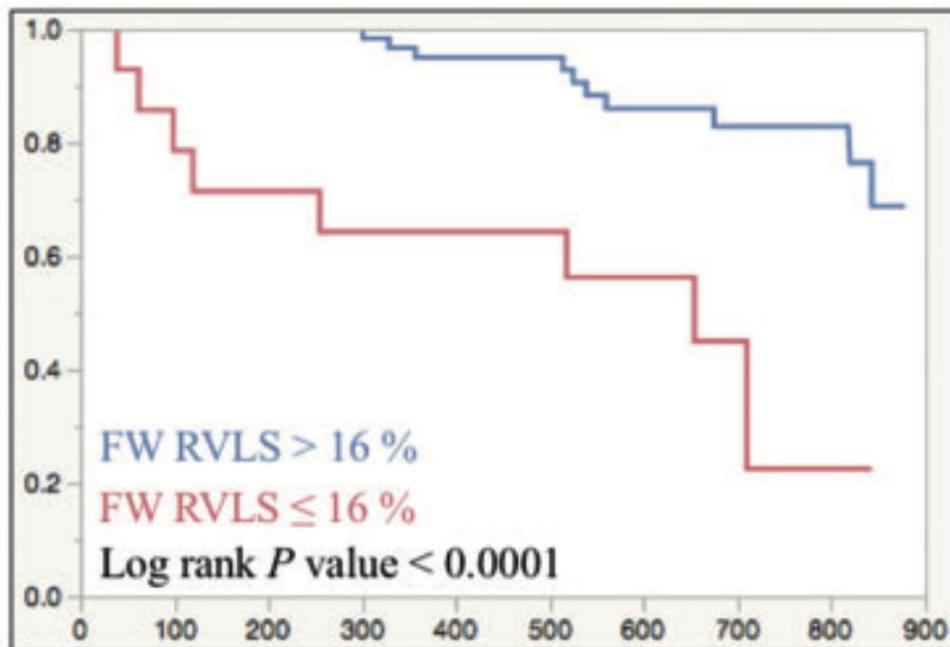


Figure 2 Univariate Cox proportional analysis of right ventricular



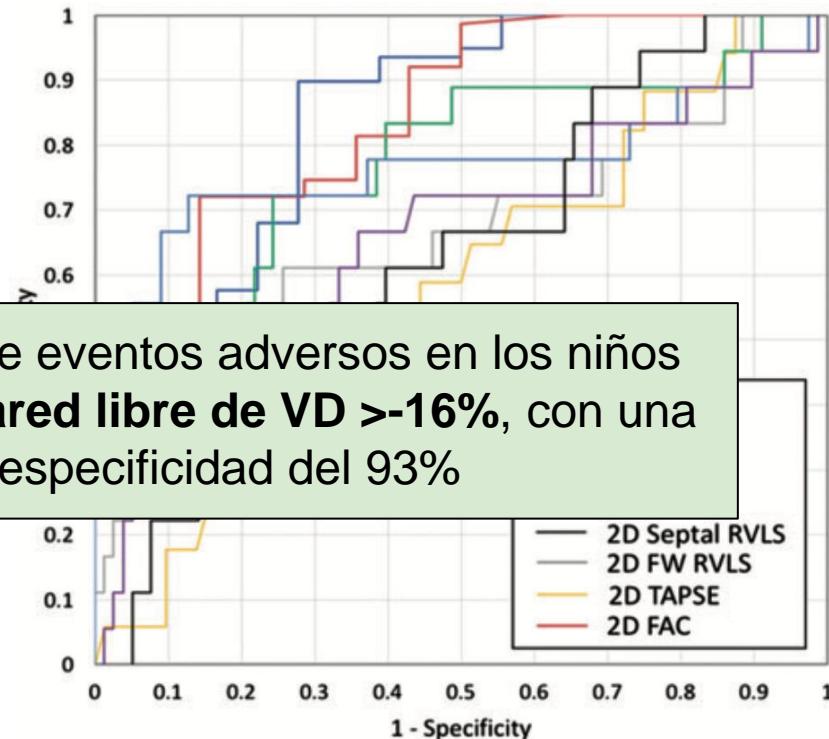
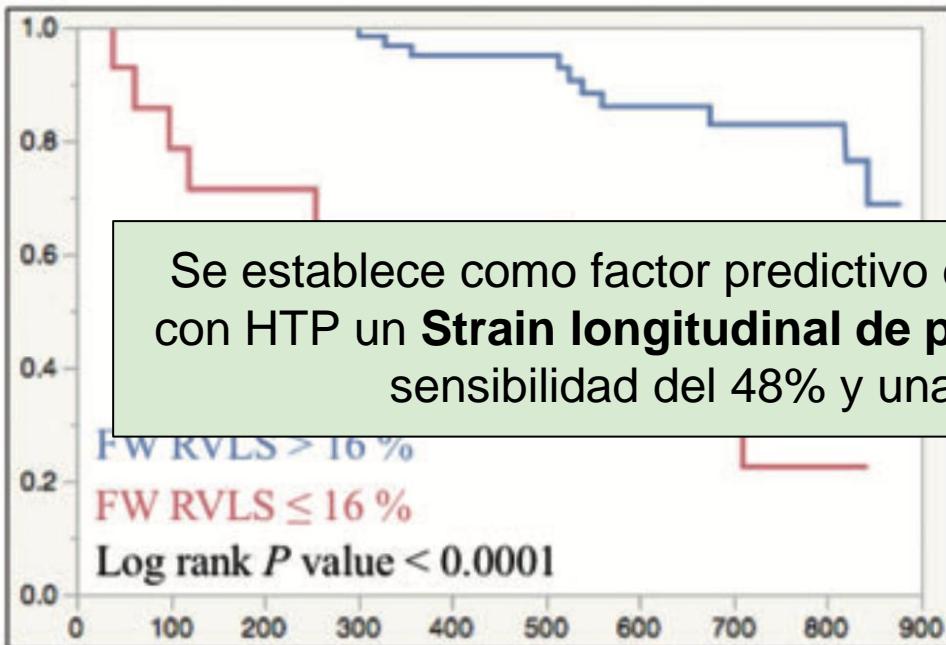
European Heart Journal - Cardiovascular Imaging (2017) 0, 1-8
doi:10.1093/ehjci/jex205

3. Revisión de literatura



European Heart Journal - Cardiovascular Imaging (2017) 0, 1–8
doi:10.1093/ehjci/jex205

3. Revisión de literatura



European Heart Journal - Cardiovascular Imaging (2017) 0, 1–8
doi:10.1093/ehjci/jex205

3. Revisión de literatura

En **estudios de adultos** se ha demostrado una **correlación del Strain de pared libre del ventrículo derecho** con:

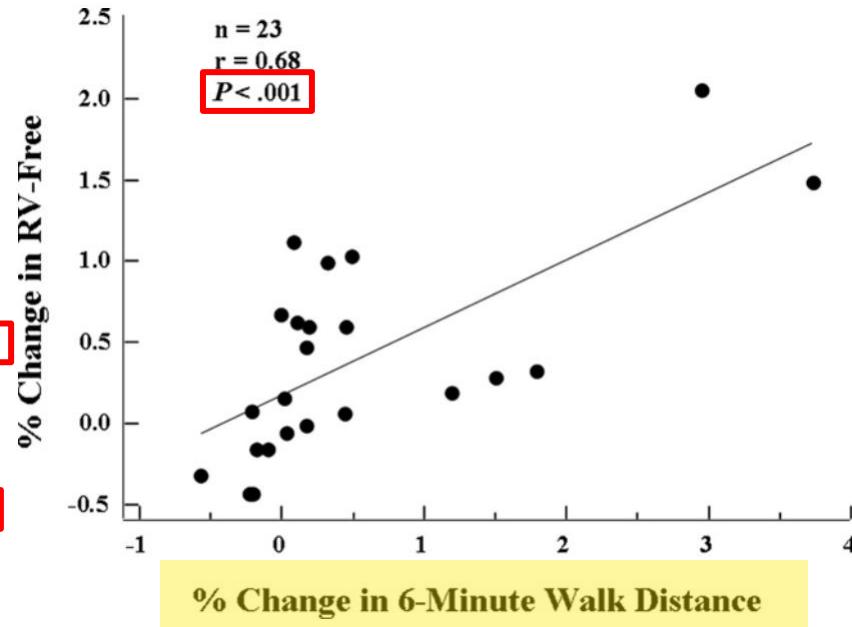
- mPAP
- resistencias vasculares
- NT-proBNP
- test de la marcha 6'
- FEVD medida por RMN
- eventos cardiovasculares

Sugiere un seguimiento de los pacientes con HTP sin recurrir a técnicas invasivas y/o que requieran mayor colaboración

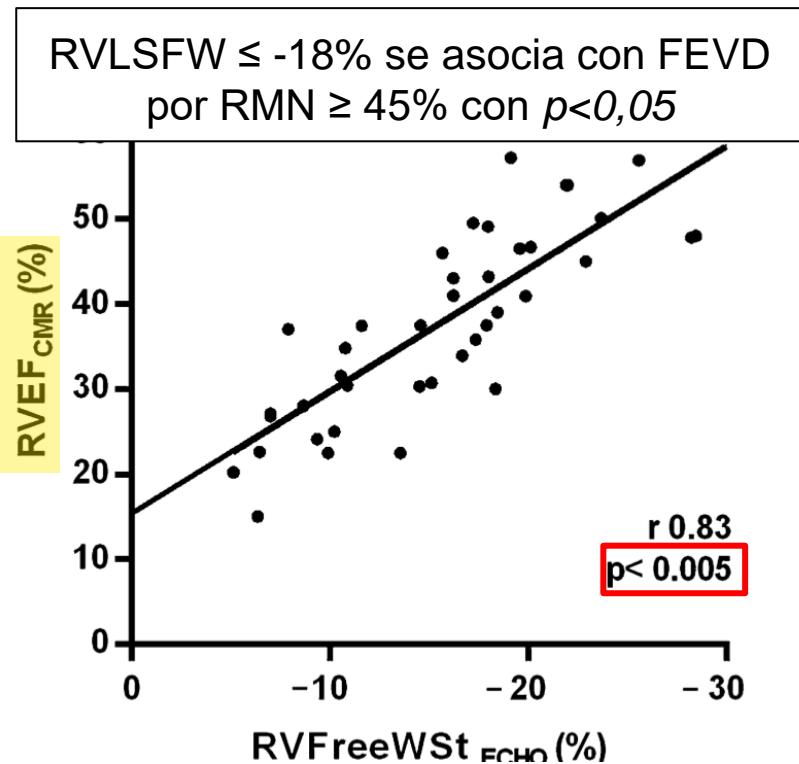
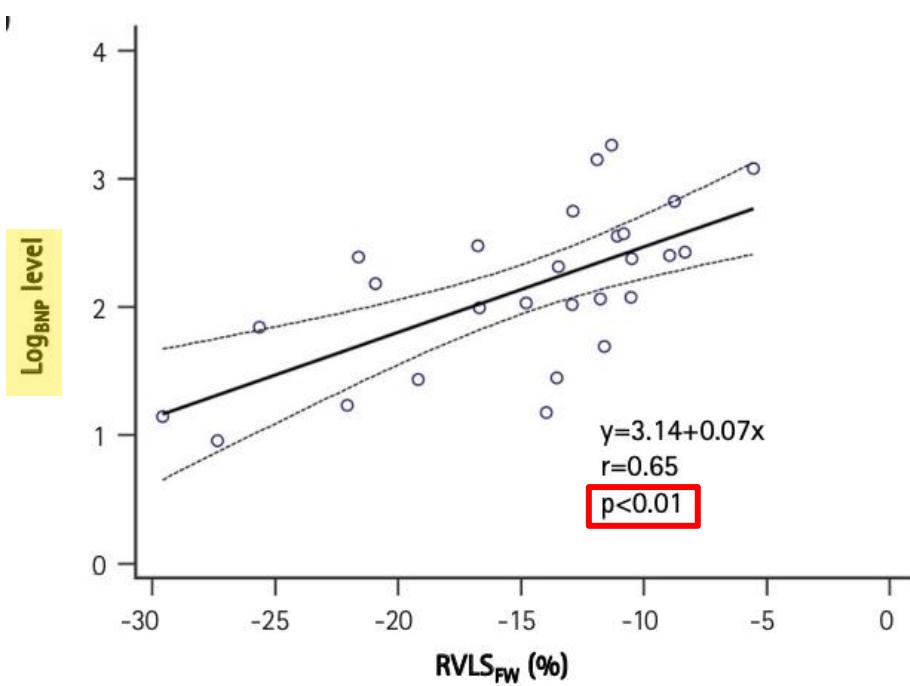
3. Revisión de literatura

Table 4 Multiple regression analysis of predictors of mPAP and PVR

Predictor	β	SE	P
mPAP*			
log(Sa)	-10.824	6.538	.105
RV-free	-0.844	0.230	.001
PVR†			
Male gender	-0.341	0.172	.054
log(Sa)	-0.657	0.292	.030
RV-free	-0.045	0.010	<.001



3. Revisión de literatura



3. Revisión de literatura

En **adultos**, el **Strain** de pared libre del ventrículo derecho se ha consolidado como la **medida de función ecocardiográfica independiente más potente** para detectar a los pacientes con HTP de alto riesgo

Table 4 Univariate analysis of Cox proportional risks related to combined outcomes of 66 patients with pulmonary arterial hypertension

Variables	HR (IC 95 %)	<i>p</i>
Echocardiography		
RVFreeWSt \leq -14 %	7.69 (2.14–27.63)	0.002
RVGlobalSt \leq -17 %	5.12 (1.14–22.92)	0.033
SPAP \geq 80 mmHg	3.81 (0.85–16.9)	0.079
RV-FAC \leq 30 %	10.19 (1.33–77.98)	0.025
RV-MPI \geq 0.85	2.49 (0.79–7.86)	0.150
RV-s' \leq 0.12 M/s	27.7 (0.10–7430)	0.244
TAPSE \leq 1.8 cm	28.6 (0.12–6570)	0.226

3. Revisión de literatura

En **adultos**, el **Strain** de pared libre del ventrículo derecho se ha consolidado como la **medida de función ecocardiográfica independiente más potente** para detectar a los pacientes con HTP de alto riesgo

Table 5 Cox proportional multiple risk analysis of echocardiographic variables related to combined outcomes of 66 PAH patients

Variables	HR (IC 95 %)	<i>p</i>
RVFreeWSt $\leq -14\%$	4.66 (1.25–17.37)	0.022
RVFAC $\leq 30\%$	5.82 (0.71–47.63)	0.100

3. Revisión de literatura

- En comparación con los adultos, el TAPSE de los niños con HTP se afecta de forma tardía
- Los niños con HTP idiopática mantienen valores iniciales de TAPSE normales en comparación con la HTP secundaria a cardiopatía congénita reparada, por lo que sólo se ha mostrado útil para el seguimiento de los pacientes con HTP idiopática⁴

3. Revisión de literatura

Esto se podría explicar porque las regiones del ventrículo derecho que se afectan **en primer lugar** en pacientes pediátricos con HTP son la **media y la apical**, reflejando el TAPSE sólo cambios a nivel basal

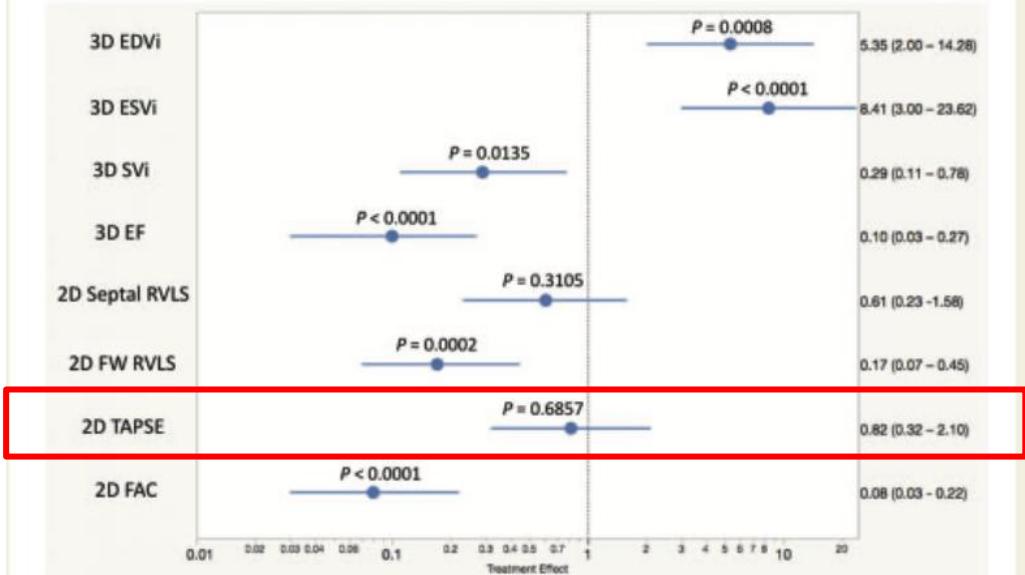
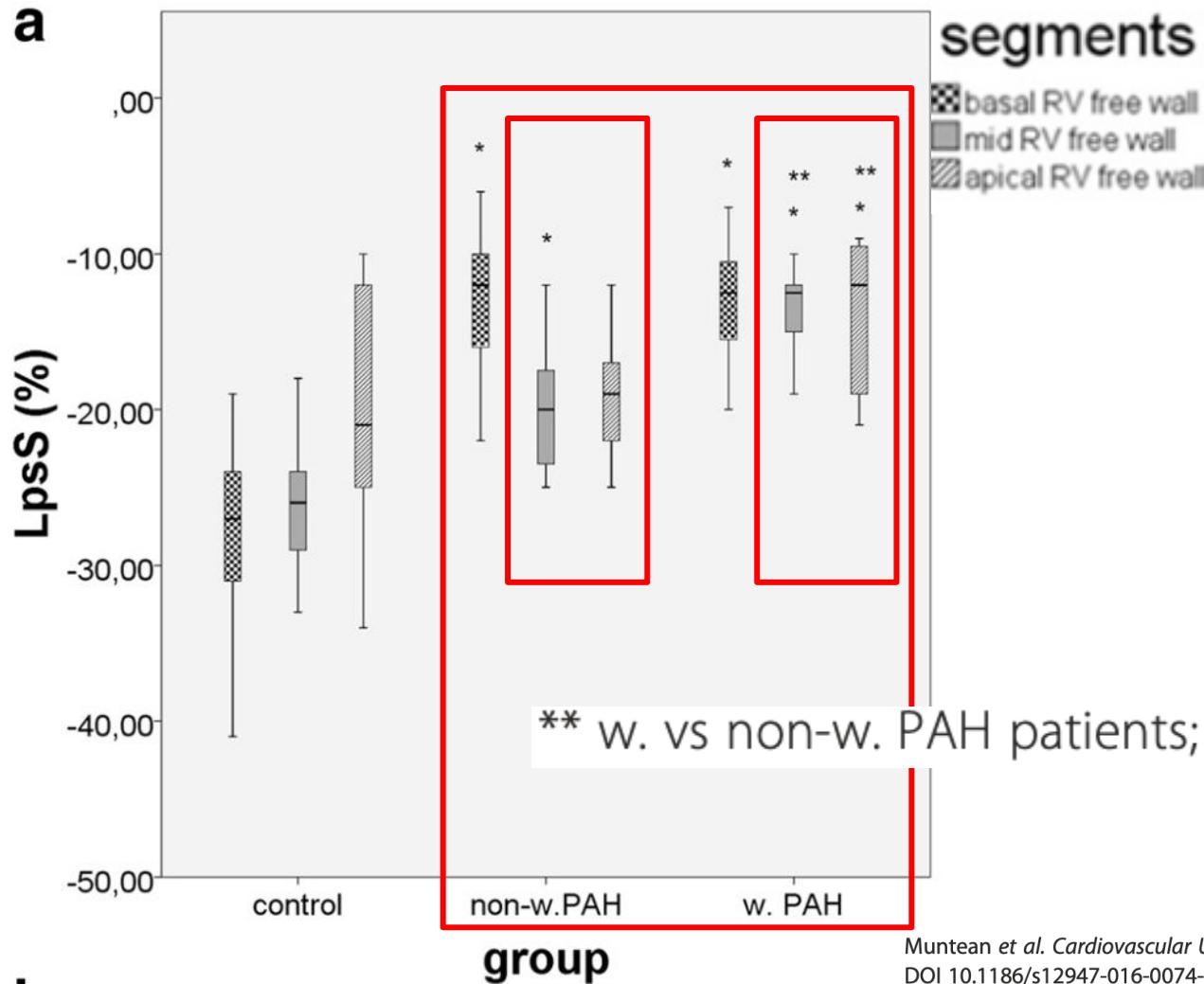
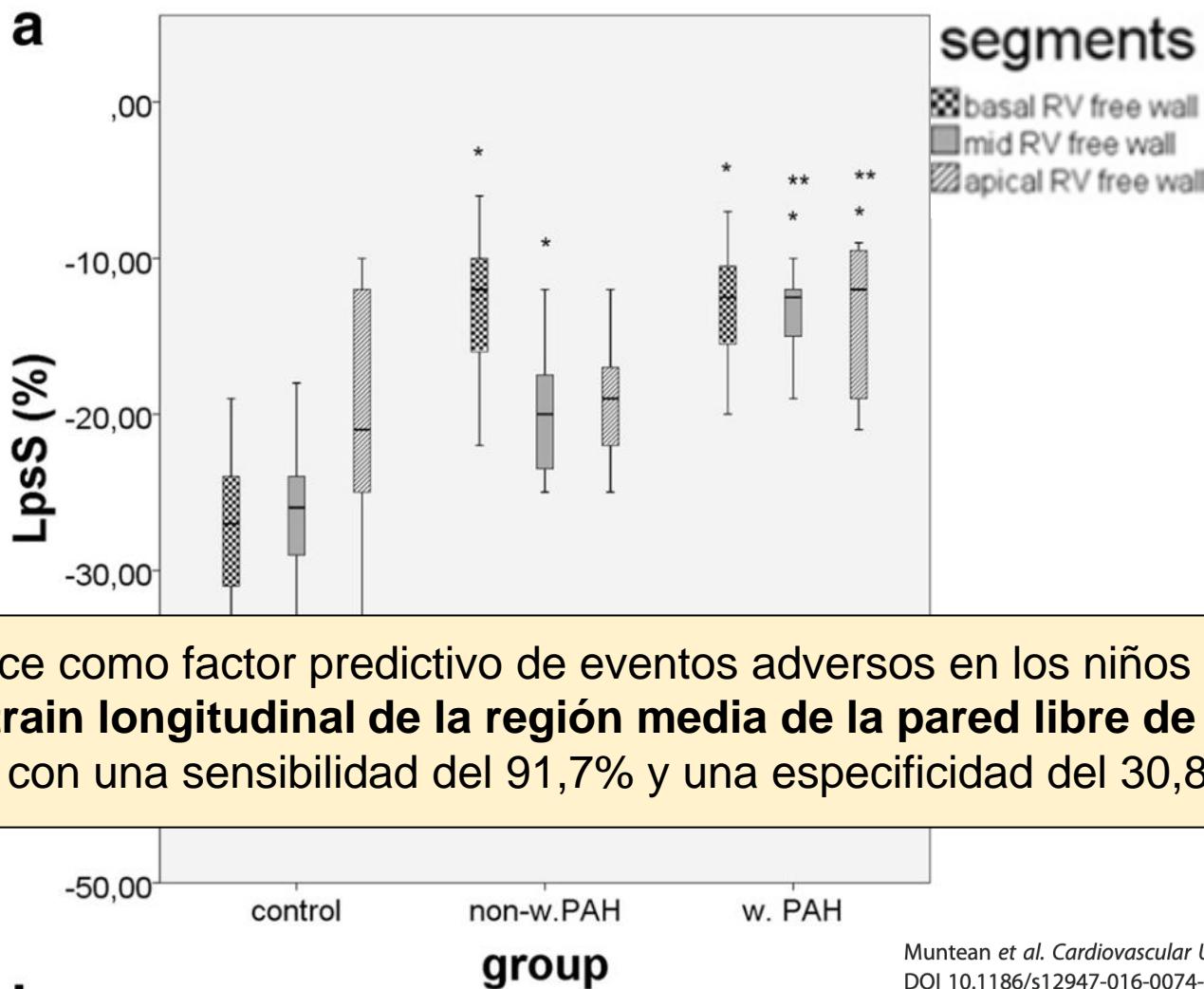


Figure 2 Univariate Cox proportional analysis of right ventricular



European Heart Journal - Cardiovascular Imaging (2017) 0, 1-8
doi:10.1093/ehjci/jex205

a



4. Hipótesis de trabajo

El análisis ecocardiográfico mediante Strain del ventrículo derecho puede ser predictivo de eventos clínicos, así como servir para monitorizar la eficacia terapéutica y ser comparable a la función obtenida por RM

5. Objetivos

Primario: establecer una correlación entre el valor de Strain de ventrículo derecho y la hipertensión pulmonar de alto/bajo riesgo

Secundarios:

- descripción de características de nuestra cohorte de pacientes con hipertensión pulmonar
- analizar la relación del Strain de ventrículo derecho con los cambios en niveles de NT-proBNP y los metros recorridos en el test de la marcha 6'
- comparar el Strain de ventrículo derecho con el gold estándar de evaluación de función (RMN)

6. Material y métodos

- Diseño del estudio
 - Estudio de cohorte retrospectivo
- Muestra del estudio
 - Pacientes con diagnóstico de HTP
- Variables del estudio
 - Fecha de nacimiento
 - Sexo
 - Fecha de diagnóstico y tipo de HP
 - Nº de hospitalizaciones
 - Atrioseptostomia
 - Exitus
 - Trasplante
 - Genética
 - TA y SatO₂
 - pro-BNP
 - Test 6min (satO₂ min y metros)
 - NYHA
 - Tratamiento y O₂
 - ECG
 - TAPSE
 - TDI s,e,a
 - Tipo de tabique
 - TCIV y TRIV
 - Diámetro VD y VI y relación VI/VD
 - FAC
 - Gradiente IT
 - I. Esfericidad
 - Tiempo de aceleración pulmonar
 - Gradiente protodiastólico y telediastólico
 - Área AD
 - Diámetro valv. pulmonar
 - Strain VD global y FW
 - Strain VI
 - VTI sist., diast., auric. de suprahepáticas
 - VCI y colapso
 - RM cardíaca (función y volumen VD y VI, área AD, diámetro AP y Ao, Qp/Qs)

Análisis software JAMOVI 2.7

x2 tiempos separados en 1 año

8. Limitaciones

- Cálculos de Strain de ventrículo derecho observador dependiente
- Ausencia de una n significativa de pacientes con eventos fatales y/o sometidos a trasplantes o que requieran hospitalización en el periodo de seguimiento que permita el cálculo de curvas de supervivencia
- Variables dependientes de la edad del paciente (zs) que complican la extrapolación de resultados

9. Conclusiones

- El Strain de ventrículo derecho constituye una medida de función no invasiva que ha demostrado ser igual o superior a otras medidas ecográficas
- Su utilidad radica en la detección precoz de disfunción ventricular y en el seguimiento evolutivo y pronóstico de los pacientes con hipertensión pulmonar
- No existen estudios en población pediátrica que correlacionen sus resultados con otras variables medidas en hipertensión pulmonar
- En nuestra serie, aunque con resultados no estadísticamente significativos, se puede objetivar una correlación del Strain con variables invasivas y/o que requieran mayor colaboración del paciente

10. Bibliografía

1. Okumura K, Humpl T, Dragulescu A, Mertens L, Friedberg MK, et al. Longitudinal assessment of right ventricular myocardial strain in relation to transplant-free survival in children with idiopathic pulmonary hypertension. *J Am Soc Echocardiogr.* 2014;27(12):1344-1351
2. Thomas JD, Edvardsen T, Abraham T, Appadurai V, Badano L, Banchs J, et al. Clinical applications of Strain echocardiography: a clinical consensus statement from the american society of echocardiography developed in collaboration with the european association of cardiovascular imaging of the european society of cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2025 Nov;38(11):985-1020
3. Jone PN, Schäfer M, Pan Z, Bremen C, Dunbar-Ivy D. 3D echocardiographic evaluation of right ventricular function and strain: a prognostic study in paediatric pulmonary hypertension. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017;0:1-8
4. Hauck A, Guo R, Dunbar-Ivy D, Younoszai A. Tricuspid annular plane systolic excursion is preserved in young patients with pulmonary hypertension except when associated with repaired congenital heart disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2017;18:459-466
5. Muntean I, Benedek T, Melinte M, Suteu C, Toganel R. Deformation pattern and predictive value of right ventricular longitudinal strain in children with pulmonary arterial hypertension. *Casdiovasc Ultrasound.* 2016;14:27

10. Bibliografía

6. Jone PN, Duchateau N, Pan Z, Dunbar Ivy D, Moceri P, et al. Right ventricular area strain from 3-dimensional echocardiography: mechanistic insight of right ventricular dysfunction in pediatric pulmonary hypertension. *J Heart Lung Transplant*. 2020;0:1-11
7. Fukuda Y, Tanaka H, Sugiyama D, Ryo K, Onishi T, Fukuya H, et al. Utility of right ventricular free wall speckle-tracking strain for evaluation of right ventricular performance in patients with pulmonary hypertension. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:1101-8
8. Park JH, Kusunose K, Kwon DH, Park MM, Erzurum SC, Thomas JD, et al. Relationship between right ventricular longitudinal strain, invasive hemodynamics, and functional assessment in pulmonary arterial hypertension. *Korean Circ J*. 2015;45:398-407
9. da Costa-Junior AA, Ota-Arakaki JS, Pulcheri-Ramos R, Uellendahl M, Neves-Mancuso FJ, Adan-Gil M, et al. Diagnostic and prognostic value of right ventricular strain in patients with pulmonary arterial hypertension and relatively preserved functional capacity studied with echocardiography and magnetic resonance. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2017;33(1):39-46
10. Ünlü S, Bézy S, Cvijic M, Duchenne J, Delcroix M, Voigt JU. Right ventricular strain related to pulmonary artery pressure predicts clinical outcome in patients with pulmonary arterial hypertension. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2023;24(5):635-642

Aplicación del Strain de ventrículo derecho en niños con hipertensión pulmonar

Rosa Pérez Cuartero – MIR 4 Pediatría HGUDB
email: rperezcuartero@gmail.com