

Artículo original

Estudio básico e implicaciones clínicas del falso tendón del ventrículo izquierdo. ¿Está asociado al soplo inocente infantil o a enfermedad cardiaca?



Francisco Sánchez Ferrer^{a,*}, María Luisa Sánchez Ferrer^b, María Dolores Grima Murcia^c, Marina Sánchez Ferrer^a y Francisco Sánchez del Campo^d

^a Servicio de Pediatría, Hospital Universitario de San Juan, San Juan de Alicante, Alicante, España

^b Servicio de Obstetricia y Ginecología, Hospital Virgen de la Arrixaca, El Palmar, Murcia, España

^c Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández, Elche, Alicante, España

^d Departamento de Histología y Anatomía, Universidad Miguel Hernández, Elche, Alicante, España

Historia del artículo:

Recibido el 10 de julio de 2014

Aceptado el 15 de septiembre de 2014

On-line el 28 de enero de 2015

Palabras clave:

Falso tendón del ventrículo izquierdo

Investigación básica

Soplo inocente

Pediatría

Ecocardiografía

Anatomía humana

Histología

Periodo fetal

RESUMEN

Introducción y objetivos: El falso tendón del ventrículo izquierdo es una estructura descrita anatómicamente por Turner. Se desconoce su función dentro de la fisiología cardiaca. Se ha postulado, sin alcanzar consenso, su relación con diversas alteraciones eléctricas o funcionales. El objetivo es conocer cuándo aparece, su prevalencia, su composición histológica y su asociación con el soplo inocente infantil o con enfermedad cardiaca.

Métodos: La investigación básica se realizó por la disección anatómica en cadáveres de corazones humanos adultos para describir el falso tendón y su histología. La investigación clínica se realizó en población pediátrica mediante ecocardiografía y se analizó su relación con cardiopatía, el soplo inocente infantil u otras alteraciones. Prenatalmente se realizaron ecocardiografías fetales a diferentes edades gestacionales.

Resultados: La presencia del falso tendón es la norma en la disección cardiaca, y está constituido por fibras de tejido muscular y conectivo. En la población pediátrica, la presencia ecocardiográfica del falso tendón fue del 83%, y solo mostró relación estadísticamente significativa con el soplo inocente infantil y una menor aceleración de la aorta. Por ecocardiografía fetal, se objetivó su presencia desde al menos la semana 20 de gestación.

Conclusiones: El falso tendón del ventrículo izquierdo es una normalidad clínica visible por ecocardiografía fetal ya desde la semana 20, con presencia hasta la edad adulta sin relación con enfermedad, únicamente con la presencia de soplo inocente en edad pediátrica; queda por determinar si es la causa del soplo y si es su ausencia o anomalías estructurales lo que se relaciona con enfermedad.

© 2014 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Basic Study and Clinical Implications of Left Ventricular False Tendon. Is it Associated With Innocent Murmur in Children or Heart Disease?

ABSTRACT

Introduction and objectives: Left ventricular false tendon is a structure of unknown function in cardiac physiology that was first described anatomically by Turner. This condition may be related to various electrical or functional abnormalities, but no consensus has ever been reached. The purpose of this study was to determine the time of appearance, prevalence and histologic composition of false tendon, as well as its association with innocent murmur in children and with heart disease.

Methods: The basic research was performed by anatomic dissection of hearts from adult human cadavers to describe false tendon and its histology. The clinical research consisted of echocardiographic study in a pediatric population to identify any relationship with heart disease, innocent murmur in children, or other abnormalities. Fetal echocardiography was performed prenatally at different gestational ages.

Results: False tendon was a normal finding in cardiac dissection and was composed of muscle and connective tissue fibers. In the pediatric population, false tendon was present in 83% on echocardiography and showed a statistically significant association only with innocent murmur in children and slower aortic acceleration. The presence of false tendon was first observed on fetal echocardiography from week 20 of pregnancy.

Keywords:

Left ventricular false tendon

Basic research

Innocent murmur

Pediatrics

Echocardiography

Human anatomy

Histology

Fetal period

* Autor para correspondencia: Servicio de Pediatría, Hospital de San Juan, Ctra. de Valencia s/n, 03550 San Juan de Alicante, Alicante, España.
Correo electrónico: Pacosanchezerrer0@hotmail.com (F. Sánchez Ferrer).

Conclusions: Left ventricular false tendon is a normal finding visualized by fetal echocardiography from week 20 and is present until adulthood with no pathologic effects except for innocent murmur during childhood. It remains to be determined if false tendon is the cause of the murmurs or if its absence or structural anomalies are related to disease.

Full English text available from: www.revespcardiol.org/en

© 2014 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Abreviaturas

FT: falso tendón del ventrículo izquierdo

INTRODUCCIÓN

El Dr. Turner fue quien describió por primera vez en 1893 el falso tendón del ventrículo izquierdo (FT), mediante disección del corazón humano, como una estructura fibromuscular con origen en el septo interventricular que cruza el ventrículo izquierdo hasta los músculos papilares o la pared lateral o el ápex cardiaco¹. Desde entonces, dicha estructura se ha estudiado mediante disección en cadáveres humanos^{2–4} y de animales^{5,6}. Con el avance tecnológico, otras técnicas como la ecocardiografía^{7–11} (incluida la tridimensional)¹² o la resonancia magnética^{13,14} permiten su visualización en corazones humanos vivos. El porcentaje de su visualización en humanos ha ido ascendiendo con las mejoras técnicas, encontrando diferencias entre el 0,5% en los primeros estudios hasta el 78%^{7–12,15–17} en los más actuales. El FT se ha relacionado con signos clínicos como el soplo inocente^{16–18}, con alteraciones en la conducción y el ritmo cardiaco^{19,20}, trombos cavitarios²¹ e incluso infecciones²², si bien no hay consenso en la implicación del FT en la fisiología o la enfermedad humana. Su morfogénesis, su origen embrionario, no es bien conocido y su visualización prenatal ha sido escasa, y apenas se encuentran referencias de su presencia en periodo fetal^{23,24}. Con el presente estudio se profundiza en su conocimiento para saber desde qué edad gestacional es posible visualizarlo, qué implicaciones tiene su presencia en la edad pediátrica, cuál es la prevalencia real en adultos mediante estudios *post mórtem* y las características histológicas de dicha estructura.

MÉTODOS

Investigación básica

Estudio anatómico

En primer lugar, se diseñó un estudio para conocer la prevalencia real del FT en corazones humanos mediante la disección anatómica. Se seleccionaron 41 cuerpos de cadáveres humanos de edades entre los 65 y los 88 años –18 mujeres y 23 varones– procedentes de donaciones voluntarias, en el periodo de enero a noviembre de 2012. Los cuerpos se fijaron previamente mediante perfusión por cánula implantada en arteria carótida común y posterior conservación en balsas con solución de formol al 5%. Se extrajeron los corazones mediante toracotomía, se etiquetaron del 1 al 41, se pesaron con báscula de precisión y se midieron en longitud y anchura con pie de rey. También se midió el grosor del septo interventricular y la pared lateral. Con bisturí se realizaron incisiones de la pared lateral del ventrículo izquierdo, para permitir la visualización del interior del ventrículo izquierdo y los FT, que se definen anatómicamente como estructuras fibromusculares con origen en el septo interventricular que cruzan el ventrículo izquierdo hasta los músculos papilares o la pared lateral o el ápex cardiaco. Se estudiaron los FT en número, localización y grosor; 10 de los corazones disecados con FT visible se sumergieron en una cubeta con agua para realizar ecografía directa de dicha estructura (figura 1).

Estudio histológico

De los 41 corazones estudiados, en 5 de ellos se obtuvieron muestras para histología de los FT. Para ello se conservaron mediante formol, y posteriormente se cortaron y tiñeron mediante hematoxilina-eosina y tricómico de Masson. Realizamos microfotografías a 10, 20 y 40 aumentos (figura 2).

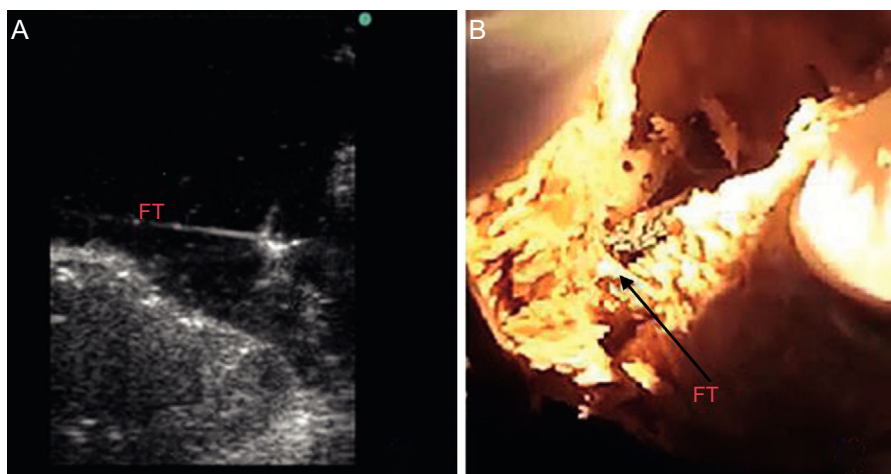


Figura 1. A: corazón donde se muestra por ecografía directa el falso tendón del ventrículo izquierdo como imagen ecorrefringente. B: el mismo corazón mediante visualización directa. FT: falso tendón del ventrículo izquierdo.

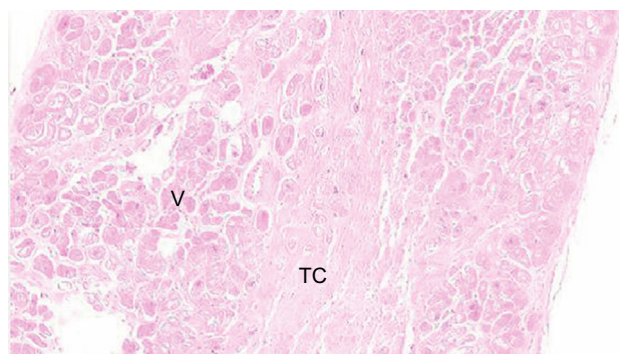


Figura 2. Tinción de hematoxilina-eosina de falso tendón del ventrículo izquierdo a 10 aumentos que muestra tejido conectivo en zona central y muscular. También es visible la presencia de vascularización. TC: tejido conectivo; V: vascularización.

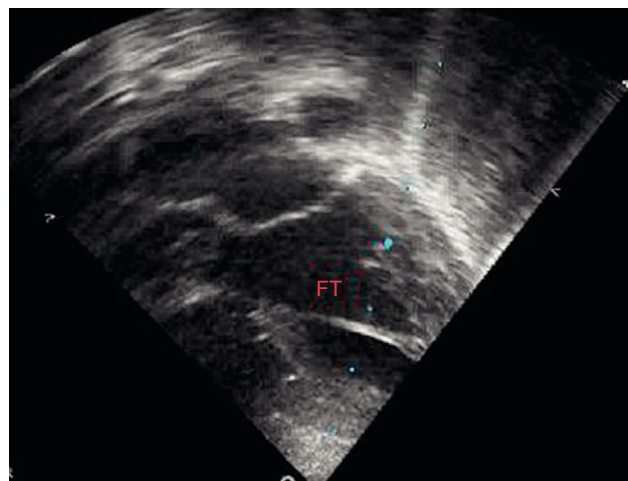


Figura 3. Ecografía transtorácica en plano apical de 4 cámaras, donde se visualiza un falso tendón del ventrículo izquierdo en el tercio medio de ventrículo izquierdo. FT: falso tendón del ventrículo izquierdo.

Investigación clínica

Estudio clínico en población pediátrica

Se diseñó un estudio poblacional clínico con el objetivo principal de establecer si hay relación estadística entre la presencia de FT visualizado mediante ecocardiografía y la presencia de soplo inocente infantil definido como soplo cardíaco auscultado en niños de intensidad II/VI o menor, de características vibratorias o musical, de predominio en borde esternal izquierdo y sin clínica o síntomas acompañantes. A la ecocardiografía, se definió FT como la estructura situada en el ventrículo izquierdo visualizada como elemento ecorrefringente lineal de origen en la pared lateral del ventrículo, el ápex cardíaco o los músculos papilares y que llegan hasta el septo interventricular. Se calculó un tamaño muestral de 150 pacientes para estimar una prevalencia con un intervalo de confianza del 95% (IC95%), una precisión del 7,3% y una tasa de pérdida del 10%, empleando una proporción esperada del 75% de presencia de FT, valor extraído de estudios previos similares. Los criterios de inclusión fueron niños de 0-14 años, vistos por primera vez por el cardiólogo infantil y remitidos desde consulta de primaria o intrahospitalaria. Los criterios de exclusión fueron que no hubiera consentimiento paterno, ecografía previa realizada por el observador o la colaboración en la antropometría y electrocardiograma previo a la ecografía. La ecocardiografía la realizó un cardiólogo infantil con experiencia en ecocardiografía que siguió las guías clínicas y estándares de la ecocardiografía pediátrica²⁵ con ecógrafo Philips HD 4000 con transductores de 8 y 4 MHz. Aprobó el estudio el Comité de Ética e Investigación del Hospital Universitario de San Juan. El protocolo de estudio incluyó una anamnesis completa del paciente, antropometría, electrocardiograma y ecocardiografía.

Métodos estadísticos empleados

Los datos se recogieron y se analizaron mediante el sistema SPSS, con el se estudiaron todos los datos analizados de la historia clínica y las exploraciones complementarias (antropometría,

electrocardiograma y ecocardiografía). Del FT se recogieron datos de su presencia o ausencia, número de FT, su grosor y su localización en el ventrículo izquierdo (dividido en 3 partes similares en tercio apical medio y superior) (figura 3). Mediante el programa estadístico SPSS, se realizó un análisis descriptivo, bivariable y multivariable. El análisis descriptivo se realizó empleando frecuencias absolutas y relativas en las variables cualitativas y media \pm desviación estandar en las cuantitativas. En el análisis bivivariable, se emplearon las pruebas de la χ^2 y de la t de Student, según correspondiera en cada caso. Además, se calcularon las *odds ratio* (OR) brutas. Por último, se ajustó un modelo de regresión logística multivariable para controlar posibles variables de confusión. Todos los análisis se realizaron con un umbral de significación del 5%, y de cada parámetro se obtuvo su intervalo de confianza asociado.

Estudio clínico en gestantes

Por último, se planteó el estudio clínico por ecocardiografía fetal de mujeres gestantes con búsqueda orientada a la visualización del FT, entre las semanas 32 y 12 de gestación. Se realizó un estudio a 10 gestantes en una unidad de diagnóstico fetal de un hospital de tercer nivel mediante ginecólogos con formación específica en ecocardiografía fetal.

RESULTADOS

Investigación básica

Estudio anatómico

Inicialmente se tomaron las medidas básicas de los corazones mostrados en la tabla 1. Los resultados de disección cadavérica de corazones humanos mostraron que los 41 corazones tenían

Tabla 1

Resumen de las características generales de los corazones estudiados por disección cadavérica

	Peso (kg)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Longitud VI (cm)	Grosor SIV (cm)
Media	421,5	9,85	10,12	5,88	1,49
Máximo	700	14,30	14,30	8,52	2,05
Mínimo	239	7,52	7,52	4,25	0,75

SIV: septo interventricular; VI: ventrículo izquierdo.

Tabla 2

Resumen de los resultados de falso tendón de la disección cadavérica

	Número de FT	Longitud FT (mm)	Grosor FT (mm)
Media	3,7	1,84 (T)/2,21 (M)	0,056 (T)/0,28 (M)
Máximo	7	4,04 (T)/5,54 (M)	0,22 (T)/0,85 (M)
Mínimo	2	0,54 (T)/0,61 (M)	0,01 (T)/0,05 (M)

FT: falso tendón del ventrículo izquierdo; M: FT de características musculares; T: FT de características tendinosas.

al menos 2 FT. La media de los hallados fue 3,7. Los dividimos según sus características visuales de grosor en los más gruesos, musculares (M), y más delgados, tendinosos (T), que son de menores longitud y grosor (tabla 2).

La localización más frecuente fue la región más próxima al ápex cardiaco. Menos del 5% de los FT se encontraron en el tercio más alejado del ápex (figura 4).

Resultados del estudio histológico

La histología de los FT fijados y estudiados muestra fibras musculares y de tejido conectivo en distintas proporciones según la localización del corte. La vascularización de los FT fue evidente en los cortes (figura 5).

Resultados de estudios clínicos

Resultados del estudio clínico en la población pediátrica

Los resultados del estudio clínico en la población pediátrica mostraron soplo cardiaco en el 81% (IC95%, 0,75-0,88) de los pacientes que acudieron a la consulta de cardiología, y se encontró FT en el 83% de los pacientes atendidos (tabla 3). De los FT hallados, en el 75% había un FT; en el 24%, dos y únicamente en el 1%, tres o más. Su localización era preferentemente en la zona media (67%),

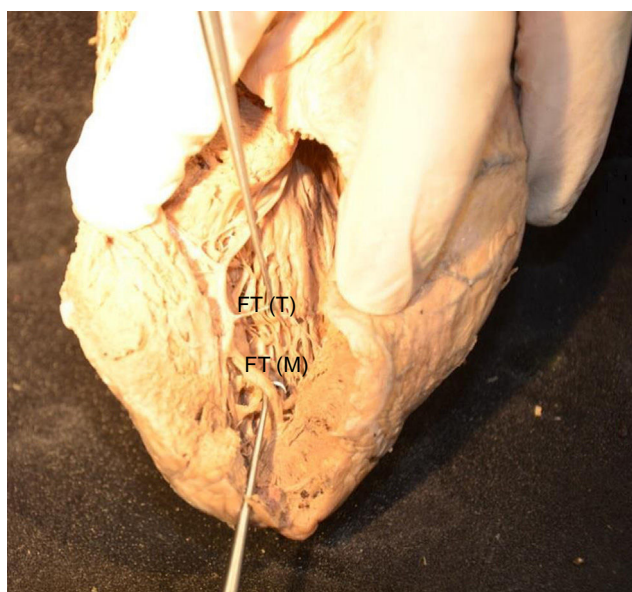


Figura 4. Corazón humano diseccionado donde se visualizan 2 falsos tendones del ventrículo izquierdo de distintos grosores; el inferior es de los denominados musculares y el superior, tendinoso. FT: falso tendón del ventrículo izquierdo; M: muscular; T: tendinoso.

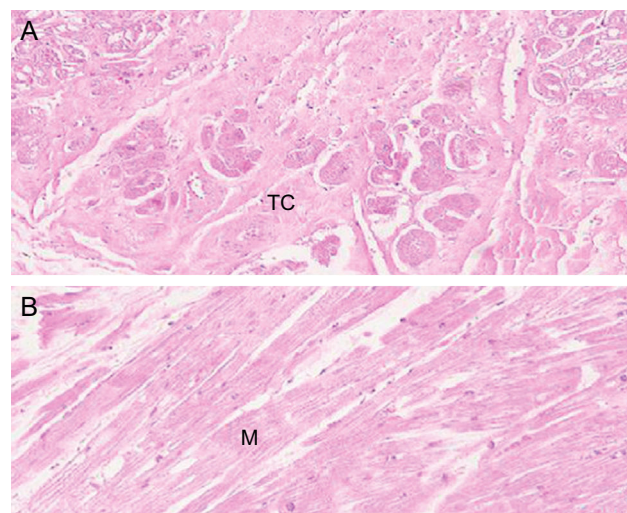


Figura 5. Tinción de hematoxilina-eosina de falso tendón del ventrículo izquierdo a 10 (A) y 20 aumentos (B), que muestra predominio de tejido muscular, si bien se observa también tejido conectivo. M: muscular; TC: tejido conectivo.

ápex cardiaco (22%) y tercio superior (11%). En los resultados no se observaron diferencias entre presencia y ausencia de FT en relación con edad, sexo, peso, talla, presión arterial, grosor del septo interventricular o presencia de enfermedad cardiaca, que definimos como alteración electrocardiográfica o morfológica mediante ecocardiografía. En cambio, sí vimos relación significativa del FT con la presencia de soplo inocente infantil y con una menor aceleración en la aorta descendente ($p < 0,05$) (tabla 4).

En el análisis multivariable, la OR ajustada (ORa) para la presencia de soplo es 5,05 (IC95%, 1,28-19,81), mientras que para la aceleración en la aorta descendente fue ORa = 0,05 (IC95%, 0,03-0,85), de manera que la presencia de FT se relacionó con menor velocidad en la aorta descendente (tabla 4).

Resultado de estudio en gestantes

Las 10 ecocardiografías fetales realizadas permitieron la visualización del FT en 6 de fetos desde la semana 20 hasta la 36. No se pudo visualizar el FT en semanas anteriores a la 20 (figura 6).

Tabla 3

Descripción del estudio poblacional pediátrico

		IC
Presencia de FT	124 (83)	0,77-0,89
Soplo	121 (81)	0,75-0,88
Mujeres	67 (45)	0,37-0,53
Peso (kg)	19,75 ± 13,65	6,10-33,40
Talla (cm)	102,04 ± 31,39	70,65-133,43
Edad (años)	4,35 ± 3,59	0,76-7,94
PAS (mmHg)	97,74 ± 15,78	81,95-113,52
Grosor SIV (mm)	6,33 ± 1,45	4,88-7,78
Aceleración en aorta (m/s)	1,19 ± 0,33	0,86-1,53
Diagnóstico (alterado)	47 (31)	0,24-0,39

FT: falso tendón del ventrículo izquierdo; IC: intervalo de confianza; PAS: presión arterial sistólica; SIV: septo interventricular. Los valores expresan n (%) o media ± desviación estándar.

Tabla 4

Análisis multivariable que muestra relación estadísticamente significativa de la presencia de falso tendón con el soplo y con la aceleración en la aorta

Variable	OR (IC95%)	p
Soplo	5,04 (1,28-19,81)	0,020
Mujer	0,43 (0,12-1,61)	0,212
Peso	0,95 (0,84-1,07)	0,413
Talla	0,98 (0,94-1,04)	0,568
Edad	1,15 (0,65-2,02)	0,638
PAS	1,03 (0,47-1,03)	0,338
Grosor SIV	1,05 (0,51-2,16)	0,893
Aceleración en aorta	0,05 (0,03-0,85)	0,038
Diagnóstico (alterado)	0,61 (0,13-2,78)	0,525

FT: falso tendón del ventrículo izquierdo; IC95%: intervalo de confianza del 95%; OR: *odds ratio*; PAS: presión arterial sistólica; SIV: septo interventricular.

DISCUSIÓN

A pesar de que el FT es una estructura descrita desde hace mucho tiempo y fácilmente observable mediante las pruebas complementarias habituales (ecocardiografía^{5,7-12} y resonancia magnética¹³), no se ha establecido claramente si es una estructura normal o si guarda relación con enfermedad. Los estudios poblacionales se realizaron mediante autopsia o ecografía en 2 dimensiones²⁻¹². Su implicación en la fisiología cardiaca no se conoce por el momento y la relación con algunas enfermedades cardiacas^{19-21,26,27} no se ha determinado bien, por lo que no hay consenso actualmente en que su hallazgo pudiera tener repercusión clínica. Por este motivo se realizó una revisión completa del FT centrandolo en 4 campos con el objetivo de saber su prevalencia, qué es exactamente al examen histológico, anatómico y mediante ecocardiografía en edad pediátrica y fetal, para estudiar si se correlaciona con enfermedad cardiaca.

Los resultados mediante disección cadavérica de corazones humanos demuestran que la presencia de FT es la norma sin excepción, con una media de entre 3 y 4 FT encontrados. Esta frecuencia es la mayor de las halladas en estudios previos⁴, ya que en series cortas de animales se había hallado hasta en un 95%¹⁶. La

histología, como en estudios anteriores, muestra que están compuestos por fibras de colágeno y musculares en distinta proporción, pero son más frecuentes las fibras musculares en los FT de mayor grosor. Esto ha permitido clasificarlos en 2 grupos: musculares y tendinosos, aunque no se sabe si funcionalmente son distintos. Las tinciones realizadas no permitieron visualizar las estructuras de transmisión eléctrica, si bien hay estudios que refieren su presencia y su implicación en las arritmias cardiacas^{19,20,26}.

El estudio poblacional pediátrico halló FT visualizado por ecografía en un 83% de los pacientes, que es la mayor frecuencia de FT encontrada por ecografía de los estudios publicados hasta el momento. Ello se explica por la mejora técnica de los ecógrafos, además del enfoque del estudio encaminado a la visualización de dicha estructura. La explicación a no encontrar el 100% de los FT (como en los estudios de disección) es doble; por un lado, en ocasiones los FT son de pequeño grosor y pueden pasar inadvertidos; por otro, la visualización de FT situados en el ápex puede no ser posible, ya que es una región de difícil exploración ecocardiográfica donde se sitúan la mayoría de los FT observados en la disección.

Como en algunos estudios previos¹⁶⁻¹⁸, se demuestra relación estadísticamente significativa entre la presencia del FT visualizado en ecocardiografía y el soplo inocente infantil ($p < 0,05$). También se halló menor velocidad en la aorta descendente. No se observó ninguna otra relación con hallazgos de la ecocardiografía ni alteraciones en el electrocardiograma o clínica de los pacientes que se pudiera relacionar estadísticamente con la presencia del FT. Se han descrito múltiples asociaciones de la presencia de FT, con el origen de arritmias^{19,20,26}, alteraciones valvulares²¹ o infecciones²², si bien no se ha demostrado claramente. Al igual que en este estudio, la relación más aceptada es con el soplo inocente infantil¹⁶⁻¹⁸. Dicho soplo se ha relacionado con aumento de la velocidad en la aorta²⁸; en este estudio, lejos de ser un factor de confusión, se ve que la presencia de FT haría que dicha velocidad fuera menor. Quizá el movimiento producido por la salida de la sangre produzca un movimiento vibratorio del FT causante del soplo y al mismo tiempo una disminución de la sangre en la velocidad aórtica. Los factores de longitud del FT, grosor, volumen de eyección y tamaño del ventrículo izquierdo harían que en la edad infantil se dieran los factores idóneos para su presencia.

Es lógico pensar que si el FT está presente desde el nacimiento, debe ser una estructura con su origen en la organogénesis cardiaca, como muestran los estudios básicos sobre miocardiopatía no compactada que refieren la formación de dichas estructuras entre las semanas 5 y 8 de gestación^{29,30}. Ya mediante ecocardiografía fetal, los FT se han visualizado desde la semana 20^{23,24}. En este estudio se ha podido demostrar la presencia de FT desde la semana 20 pero, si bien a edades más tempranas es de suponer su existencia como refieren los estudios señalados^{29,30}, las actuales técnicas metodológicas de ecografía no lo han permitido. Pese a no poder establecer el momento de la presencia de los FT, debe de estar presente desde la organogénesis.

CONCLUSIONES

Este estudio del FT desde varias perspectivas induce a pensar que es una estructura presente desde el feto hasta la edad adulta y que su presencia en ecocardiografía pediátrica no se ha relacionado con enfermedad cardiaca, aunque sí hay relación estadística con el soplo inocente infantil, si bien no se pudo demostrar su causalidad porque falta describir y demostrar su mecanismo. Con ello se quiere incidir en que el FT es una normalidad clínica, aunque no se puede descartar que anomalías en esta estructura o su ausencia pudieran relacionarse con enfermedad; para ello habría que realizar más estudios enfocados en este sentido.



Figura 6. Imagen de ecocardiografía fetal de mujer en la semana 21 de gestación. Se observa falso tendón del ventrículo izquierdo en tercio medio del ventrículo izquierdo. FT: falso tendón del ventrículo izquierdo.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Turner W. Another heart with moderator band in the left ventricle. *J Anat Physiol.* 1896;30:568–9.
- Gerlis LM, Wright HM, Wilson N, Erzenin F, Dickinson DF. Left ventricular bands a normal anatomical feature. *Br Heart J.* 1984;52:641–7.
- Luetmer PH, Edwards WD, Seward JB, Tajik AJ. Incidence and distribution of left ventricular false tendons: an autopsy study of 483 normal human hearts. *J Am Coll Cardiol.* 1986;8:179–83.
- Boyd MB, Seward JB, Tajik AJ, Edwards WD. Frequency and location of prominent left ventricular trabeculations at autopsy in 474 normal human hearts: implications for evaluation of mural thrombi by two dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1987;9:323–6.
- Kervancioglu M, Ozbag D, Kervancioglu P, Hatipoglu ES, Kilinç M, Yilmaz F, et al. Echocardiographic and morphologic examination of left ventricular false tendons in human and animal hearts. *Clin Anat.* 2003;16:389–95.
- Goshal NG. Enquire heart and arteries. En: Getty R, editore. *Sisson and Grossman's, the anatomy of domestic animals.* 5.^a ed. Philadelphia, London, Toronto: WB Saunders; 1975. p. 561–3.
- Okamoto M, Nagata S, Park YD, Masuda Y, Beppu S, Yutani C, et al. Visualization of the false tendon in the left ventricle with echocardiography and its clinical significance. *J Cardiogr.* 1981;11:265–70.
- Vered Z, Meltzer RS, Benjamin P, Motro M, Neufeld HN. Prevalence and significance of false tendons in the left ventricle as determined by echocardiography. *Am J Cardiol.* 1984;53:330–2.
- Sethuraman KR, Sriram R, Balachandrar J. Left ventricular false tendons: echocardiographic incidence in India and clinical importance. *Int J Cardiol.* 1984;6:385–7.
- Brenner JJ, Baker K, Ringel RE, Berman MA. Echocardiographic evidence of left ventricular bands in infants and children. *J Am Coll Cardiol.* 1984;3:15–20.
- Casta A, Wolf WJ. Left ventricular bands (false tendons): echocardiographic and angiographic delineation in children. *Am Heart J.* 1986;111:321–4.
- Honda K, Okamura Y, Nishimura Y, Hirata K. Three-dimensional echocardiography and operative imaging of a false tendon connecting the left atrial wall to the anterior mitral leaflet. *Eur Heart J.* 2013;34:318.
- Ho ML, Masand P, Gutierrez FR. Left ventricular myocardial bands: MDCT and MR appearance. *J Thorac Imaging.* 2009;24:119–24. <http://dx.doi.org/10.1097/RTI.0b013e318192d4c1>.
- Borg AN, Miller C, Schmitt M. Localised myocardial scar related to left ventricular false tendons. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2012;13:795.
- Nishimura T, Kondo M, Umadome H, Shimono Y. Echocardiographic features of the false tendons in the left ventricle. *Am J Cardiol.* 1981;48:177–83.
- Philip S, Cherian KM, Wu MH, Lue HC. Left ventricular false tendons: echocardiographic, morphologic, and histopathologic studies and review of the literature. *Pediatr Neonatol.* 2011;52:279–86.
- Gardener HM, Joffe HS. Genesis of Still's murmurs: a controlled Doppler echocardiographic study. *Br Heart J.* 1991;66:217–20.
- Van Oort A, Van Hopman J, Der Boo T, Van der Werf T, Rohmer J, Daniels O. The vibratory innocent heart murmur in school children: a case-control Doppler echocardiographic study. *Pediatr Cardiol.* 1994;15:275–81.
- Ker J. Subaortic tendon induced ST-segment elevation – a new echo-electrocardiographic phenomenon? *Cardiovasc Ultrasound.* 2009;24:7–13.
- Sutton MG, Dubrey S, Oldershaw PJ. Muscular false tendons, aberrant left ventricular papillary musculature and severe electrocardiographic repolarization abnormalities: a new syndrome. *Br Heart J.* 1994;71:187–90.
- Yosshikawa J, Tanaka K, Owaki T, Kato H. Cord-like aortic valve vegetation in bacterial endocarditis. Demonstration by cardiac ultrasonography. Report of a case. *Circulation.* 1976;53:911–4.
- Asigner RW, Mikell FL, Sharma BM. Observations on detecting left ventricular thrombus with two dimensional echocardiography: Emphasis on avoidance of false positive diagnosis. *Am J Cardiol.* 1981;47:145.
- Grzybiak M, Lotkowski D, Kozłowski D. False tendons in the left ventricle of the heart in humans during pre and postnatal periods. *Folia Morphol (Warsz).* 1996;55:89–99.
- Altug N, Danisman AN. Echogenic focus in the fetal left ventricular cavity: is it a false tendon? *Early Hum Dev.* 2013;89:479–82.
- Lai WW, Geva T, Shirali GS, Frommelt PC, Humes RA, Brook MM, et al. Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography; Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. Guidelines and standards for performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19:1413–30.
- Schmidt B, Chun KR, Kuck KH, Ouyang F. Ventricular tachycardias originating in the his-purkinje system. Bundle branch reentrant ventricular tachycardias and fascicular ventricular tachycardias. *Herz.* 2009;34:554–60.
- Bhatt MR, Alfonso CE, Bhatt AM, Lee S, Ferreira AC, Salerno TA, et al. Effects and mechanisms of left ventricular false tendons on functional mitral regurgitation in patients with severe cardiomyopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2009;138:1123–8.
- Celebi A, Onat T. Echocardiographic study on the origin of innocent flow murmur. *Pediatr Cardiol.* 2006;27:19–24.
- Captur G, Nihoyannopoulos P. Left ventricular non-compaction: Genetic heterogeneity, diagnosis and clinical course. *Int J Cardiol.* 2010;140:145–53.
- Sarma RJ, Chana A, Elkayam U. Left ventricular noncompaction. *Prog Cardiovasc Dis.* 2010;52:264–73.