

Caracterización histomorfométrica del tabique interventricular en especímenes humanos del estadio 14 de Carnegie al periodo fetal precoz

Histomorphometric characterization of the interventricular septum in human specimens from Carnegie stage 14 to the early fetal period

Dra. Mirka Navas Contino¹ , Dr. Daniel Hernández Torres² , Dra. María A. Vilas Bormey¹ , Dr. C. Gustavo de J. Bermúdez Yera² , Dr. C. Elibet Chávez González² 

¹ Departamento de ciencias básicas biomédicas. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Cuba

² Hospital Provincial Universitario Cardiocentro Ernesto Guevara. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Cuba

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 28/09/2025
Aceptado: 28/09/2025

Conflictos de intereses:

El autor declara no tener conflictos de intereses.

Autor para correspondencia:

Dra. Mirka Navas Contino
navascontino@gmail.com

Categoría del artículo:

Ciencias e investigaciones básicas cardiovasculares

ISSN: 2078-7170
RNPS: 2235-145

Este artículo está bajo una licencia de creatives commons – CC BY-NC-ND 4.0



RESUMEN

Introducción: La hipertrofia del tabique interventricular forma parte de algunas cardiopatías y resulta de algunos determinantes maternos como la diabetes mellitus. **Objetivo:** Describir morfológicamente el desarrollo del tabique interventricular en embriones y fetos humanos. **Método:** Se realizó una investigación cuantitativa, descriptiva y transversal, desde enero 2024 a junio de 2025, en el laboratorio de morfometría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. La muestra, por muestreo no probabilístico intencional, quedó constituida por 23 embriones y 4 fetos del periodo precoz. Los datos morfométricos se obtuvieron por el programa ImageJ. **Resultados:** La media del grosor en la región basal del tabique es 209,79 μm , con un incremento que va de 73,67 μm a 307,70 μm . En la región apical, la media del grosor fue de 184,20 μm , que creció de 89,93 μm a 345,51 μm . La media de la longitud fue de 942,37 μm ; esta varió desde 253,50 μm en el estadio 14 de Carnegie hasta 1357,61 μm en el periodo fetal analizado. Los valores del área fueron llevados a mm^2 . El valor de la media del área septal fue de 0,26 mm^2 y varió de 0,01 mm^2 en el estadio 14 de Carnegie a 0,27 mm^2 en el periodo fetal estudiado. **Conclusiones:** Las mensuraciones obtenidas del tabique interventricular evidencian la irregularidad anatómica de esta estructura. El área del tabique interventricular presenta un crecimiento continuo según el desarrollo de los especímenes.

Palabras clave: Corazón embrionario, Tabique interventricular, Morfometría

ABSTRACT

Introduction: The interventricular septum, whose hypertrophy is part of some heart diseases and results from maternal factors such as diabetes mellitus. **Objective:** To morphometrically describe the development of the interventricular septum in human embryos and fetuses. **Methods:** A quantitative, descriptive, and cross-sectional study was conducted from January 2024 to June 2025 in the morphometry laboratory of the Faculty of Medicine of the University of Medical Sciences of Villa Clara. The sample,

performed by intentional non-probability sampling, consisted of 23 embryos and 4 fetuses from the early period. Morphometric data were obtained using ImageJ software. **Results:** The mean thickness at the basal region of the septum was 209.79 μm , increasing from 73.67 μm to 307.70 μm . In the apical region, the mean thickness was 184.20 μm , increasing from 89.93 μm to 345.51 μm . The mean length was 942.37 μm , ranging from 253.50 μm at Carnegie stage 14 to 1357.61 μm during the fetal period studied. Area values were converted to mm^2 . The mean septal area was 0.26 mm^2 , ranging from 0.01 mm^2 at Carnegie stage 14 to 0.27 mm^2 during the fetal period studied. **Conclusions:** Measurements obtained from the interventricular septum reveal the anatomical irregularity of this structure. The interventricular area shows continuous growth as the specimens develop.

Keywords: embryonic heart, interventricular septum, morphometry

INTRODUCCIÓN

El tabique interventricular definitivo se forma, a manera de mosaico, a partir del tabique interventricular primitivo, de las almohadillas endocárdicas ventrosuperior y dorsoinferior del canal atrioventricular y de las crestas conotricales.¹

A pesar de la amplia aplicación de la ultrasonografía convencional en el rastreo de cardiopatías congénitas, la detección prenatal aún presenta lagunas diagnósticas, lo que impulsa el desarrollo de nuevas técnicas de adquisición de imagen en pos de un mejor rastreo cardíaco durante la rutina prenatal. Desde esta perspectiva y con mayor grado de profundidad se investiga actualmente el estado de desarrollo del tabique interventricular, cuya hipertrofia forma parte de algunas cardiopatías y resulta de algunos determinantes maternos como la diabetes *mellitus*.^{2,3}

Emplear la ultrasonografía para medir el área del tabique interventricular constituye una forma de valorar directamente los defectos septales –que son los defectos cardíacos congénitos más comúnmente encontrados (cerca del 30% de las enfermedades cardíacas)–; en especial, los defectos membranáceos. Además, permite analizar indirectamente otras malformaciones cardíacas como las estenosis valvulares que ocasionan hipertrofias ventriculares. Se adiciona a su utilidad la detección precoz de la hipertrofia septal en los fetos de gestantes diabéticas, toda vez que rastrea los fetos con mayor probabilidad de desarrollo de macrosomía y cardiomiopatía³.

Es posible obtener la medida del área del tabique interventricular en las series histoembriológicas de corazones humanos en embriones y fetos, con adecuada selección de la imagen y plano de corte, aspecto este no investigado en la morfometría del órgano en etapas tan precoces de su desarrollo.⁴ Este parámetro sería un

referente importante para los estudios ultrasonográficos fetales.

El desarrollo de la medicina del embrión exige conocimientos precisos de su morfología y morfometría que sirvan de referencia para el diagnóstico prenatal histopatológico y ecográfico; razones estas que justifican la realización de esfuerzos que amplíen progresivamente el campo del conocimiento cuantitativo del organismo humano en esta etapa tan temprana de la vida.⁵

Uno de los métodos introducidos con el fin de lograr mayor conocimiento sobre el desarrollo embrionario es precisamente el método morfométrico, que permite realizar estudios cuantitativos variados y con una proyección bidimensional en el espacio del objeto que se analiza, lo cual contribuye a corroborar lo planteado por los estudios realizados desde un enfoque cualitativo.^{5,6}

La aplicación de técnicas morfométricas en estudios del corazón embrionario ha permitido explorar en él variables lineales, bidimensionales y tridimensionales, lo que proporciona mayor información de los complejos procesos del desarrollo de este órgano, cuyas malformaciones tienen un importante impacto en la morbi-mortalidad perinatal.⁵

Por tal motivo se propone, como objetivo de este estudio, describir morfométricamente el desarrollo del tabique interventricular en embriones y fetos humanos.

MÉTODOS

Se realizó un estudio cuantitativo, descriptivo y transversal en el laboratorio de morfometría de la Facultad de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara, entre enero de 2024 y junio de 2025. La muestra estuvo conformada por todos los embriones humanos (hasta ocho semanas) y fetos (hasta diez semanas) de la Embrioteca de dicha facultad. Los especímenes fueron agrupados por su longitud

cráneo-rabadilla y clasificados según el sistema de estadios del Instituto Carnegie.^{7,8}

La muestra, seleccionada por muestreo no probabilístico intencional^{9,10}, quedó constituida por 23 embriones y 4 fetos del periodo precoz, en diferentes planos de corte (longitudinal, transversal y frontal), los cuales cumplieron los siguientes cuatro criterios de inclusión:

1. conocimiento de la longitud cráneo-rabadilla del embrión/feto,
2. la calidad técnica y de la imagen permite observar adecuadamente las estructuras del órgano,
3. el plano de corte permite visualizar adecuadamente el tabique interventricular (transversal y frontal), y
4. no se documenta la existencia de alguna malformación en el embrión/feto.

Todos los embriones y fetos se procesaron por la técnica histológica de parafina. La observación, por su parte, se realizó mediante microscopía óptica para evaluar la morfología cardíaca y el tabique interventricular en la serie completa de órganos de los especímenes. El estudio histológico secuencial se efectuó sobre 1004 láminas, de las que se revisaron los cortes que presentaban las estructuras cardíacas. Para el análisis morfométrico, se seleccionaron y fotografiaron las láminas del tabique interventricular que poseían mejor calidad e integridad.

Las mediciones, por otro lado, se obtuvieron utilizando el programa ImageJ¹¹, previamente calibrado para expresar los resultados en micras (μm). De cada variable se realizaron siete lecturas y se registró su media, los valores extremos y la desviación estándar. Los datos finales por estadio de desarrollo se calcularon como la media de los especímenes o, en casos de un único individuo, se consideró su valor máximo. Se empleó una técnica cualitativa que consistió en la evaluación a través del microscopio óptico de la morfología cardíaca general y, en particular, del tabique interventricular en los embriones y fetos objeto de estudio, luego de revisar la serie completa del órgano de interés.

Métodos estadísticos

Los datos se organizaron en un archivo de Microsoft Excel y se procesaron usando RStudio (**R 4.4.2**). Debido a la naturaleza exploratoria y al tamaño muestral reducido, se priorizó un enfoque descriptivo complementado con análisis inferenciales cautelosos.

Para las variables cuantitativas, se calcularon medianas y rangos intercuartílicos (IQR) debido a la asimetría en la distribución (Shapiro-Wilk, $p < 0.05$ en la mayoría de los casos). Las variables con distribución normal se resumieron con medias y desviaciones estándar (DE). En variables cualitativas se presentaron frecuencias absolutas y porcentajes.

Variables y su definición:

- Grosor del tabique interventricular basal (GTIVb): Definición conceptual: la media de las distancias del tabique interventricular en el segmento de entrada-salida y medido de derecha a izquierda
- Grosor del tabique interventricular apical (GTIVa): Definición conceptual: la media de las distancias del tabique interventricular en el segmento apical, medido de derecha a izquierda
- Longitud del tabique interventricular (LTIV): Definición conceptual: la media de las distancias de la longitud del tabique interventricular, de la porción muscular observada en la imagen, medida desde el segmento apical al segmento basal
- Área del tabique interventricular (ATIV): área que corresponde al tabique interventricular en cada corte. Definición conceptual: se obtuvo delineando los límites externos del tabique interventricular desde el segmento apical al segmento de entrada-salida
- Periodos de desarrollo: Definición operacional: a. embrionario: según estadios de Carnegie (EC) para los embriones desde EC 14 hasta EC 23 y b. fetal: los fetos de novena y décima semanas que se encuentran en el periodo fetal precoz

Limitaciones del estudio:

Los especímenes utilizados contaban con una clasificación previa por estadios o semanas de desarrollo, la cual fue verificada mediante consulta a expertos en caso de duda. Una limitación técnica identificada fue la variabilidad en los planos de corte de las imágenes medibles. Si bien estudios previos no han hallado diferencias significativas atribuibles a este factor, el plano frontal presentó una mayor dificultad para la medición.

Aspectos éticos

Los especímenes forman parte de la colección de la Embrioteca de la Facultad de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Su obtención original contó con el consentimiento informado de las donantes y la aprobación de los comités de ética de los hospitales implicados: Hospital Gineco-Obstétrico "Mariana Grajales" de Santa Clara y Hospital Provincial Clínico-Quirúrgico Universitario "Arnaldo Milián Castro" de Villa Clara. Para esta investigación, se obtuvo la autorización del comité de ética de la Facultad de Medicina, el cual se rige por los principios de la Declaración de Helsinki.¹²

RESULTADOS

Las variables morfométricas del tabique interventricular se analizaron en 27 de los embriones/fetos, los cuales se encontraban procesados en corte transversal en algunos casos y, en otros, en corte frontal. Ello permitió al equipo de investigación medir el grosor, la longitud y el área del tabique interventricular y estos resultados se muestran en la **tabla 1**. En la misma se observa que la media del grosor en la región basal es de 209,79 μm , con un incremento des-

de el estadio 14 de Carnegie hasta el periodo fetal analizado, que va de 73,67 μm a 307,70 μm . En la región apical del tabique, la media del grosor fue de 184,20 μm , la que, como se observa, creció de 89,93 μm a 345,51 μm .

Se realizó la medición de la longitud del tabique interventricular muscular y la media fue de 942,37 μm , esta varió desde 253,50 μm en el estadio 14 de Carnegie hasta 1357,61 μm , en el periodo fetal analizado.

Tabla 1. Variables morfométricas del tabique interventricular en los períodos de desarrollo

Global (N = 27)		Período de desarrollo								
		EC-14 (n=1)	EC-15 (n=2)	EC-18 (n=3)	EC-19 (n=1)	EC-20 (n=6)	EC-21 (n=1)	EC-22 (n=5)	EC-23 (n=2)	Fetal (9a-10a sem.) (n=2)
Tabique interventricular										
GTIVB (μm)	209,79 (237,95)*	73,67	81,57 (20,70)	78,20 (8,30)	132,79	165,74 (69,50)	270,53	349,46 (145,13)	314,87 (51,56)	307,70 (25,65)
GTIVA (μm)	184,2 (247,04)*	89,93	130,50 (51,95)	95,08 (7,47)	143,67	174,90 (52,52)	380,83	377,01 (167,53)	366,19 (16,87)	345,51 (2,29)
LTIV (μm)	942,37 (721,42)†	253,5	194,15 (41,64)	775,24 (90,49)	436,51	790,01 (222,62)	769,89	1430,84 (368,96)	1043,31 (165,83)	1357,61 (55,32)
ATIV (m m^2)	0,26 (0,18)*	0,01	0,01 (0,00)	0,08 (0,02)	0,06	0,13 (0,04)	0,21	0,24 (0,09)	0,27 (0,00)	0,27 (0,01)

Fuente: Embrioteca de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara

*Mediana (rango intercuartílico); Shapiro $p < 0.001$

†Media (desviación estándar); Shapiro $p > 0.05$

μm : micrómetros; mm^2 : milímetros cuadrados; EC: estadio de Carnegie; GTIVB: grosor del tabique interventricular basal; GTIVA: grosor del tabique interventricular apical; LTIV: longitud del tabique interventricular; ATIV: área del tabique interventricular

DISCUSIÓN:

La evidencia muestra que hay un solo tabique muscular que se forma a medida que los componentes apicales ventriculares crecen desde el tubo cardiaco primario. Cada ventrículo se forma inicialmente con un componente apical que crece desde la curvatura externa del tubo cardiaco. El tabique interventricular muscular se interpone en su mayor parte entre los componentes apicales de los ventrículos. Los primeros signos de desarrollo del tabique interventricular se describen en el estadio 11 de Carnegie.¹³

La medida del espesor del tabique interventricular fetal realizada por la ecocardiografía bidimensional utilizando el modo M presenta imprecisiones, pues el mismo no es una estructura que ocupe un plano lineal, no es exactamente horizontal o simétrico en todos los ejes.^{3,14,15}

El ventrículo en etapas tempranas de la tabicación es una estructura bilobulada: mientras el

tabique se extiende en sentido superior, la separación es casi completa, como puede observarse en las **Figuras 1 y 2**. Existe controversia respecto a cómo el tabique se extiende con tanta rapidez para formar una pared entre el ventrículo izquierdo y el ventrículo derecho (**Figura 3**). Parte de la respuesta parece ser una rápida proliferación en estos miocitos, dado que conservan la habilidad de dividirse incluso en el miocardio funcionando.^{15,16,17, 18}

Esta propiedad, sin embargo, se pierde al poco tiempo del nacimiento, ya que el miocardio maduro es en gran parte incapaz de proliferar tan rápidamente. Pequeñas comunicaciones interventriculares musculares son muy frecuentes en el recién nacido. Un estudio de monitorización de neonatos asintomáticos halló una incidencia de estas de 53 por cada 1.000 nacidos vivos. Solo uno de cada diez de estos pacientes muestra signos del defecto en el examen físico.

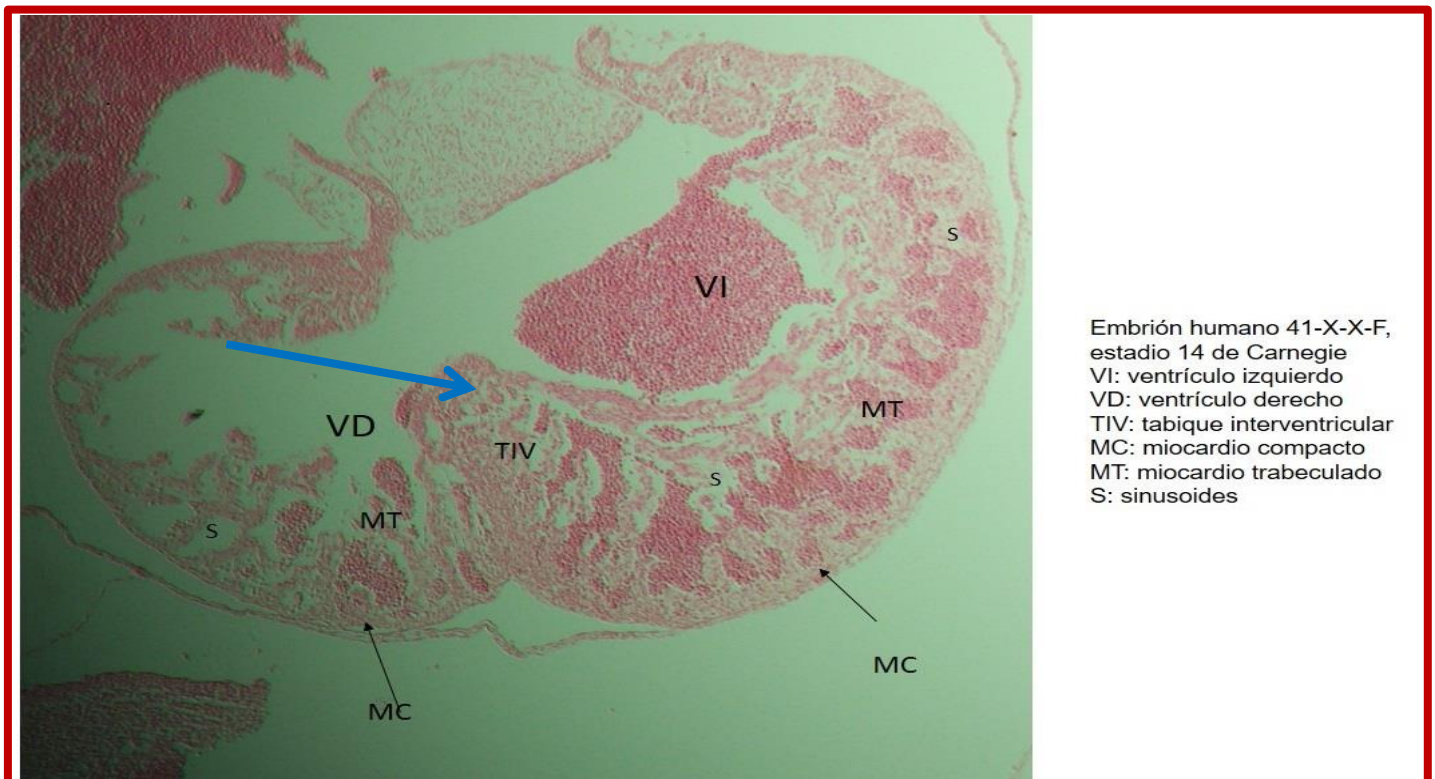


Figura 1. Embrión humano del estadio 14 de Carnegie. Se observa el aspecto lobulado de ambos ventrículos, observados en corte transversal, el ventrículo izquierdo es ligeramente mayor. En esta etapa se observa el inicio de la septación ventricular, el tabique interventricular muscular (flecha) se extiende entre los dos ventrículos y el agujero interventricular primario es amplio

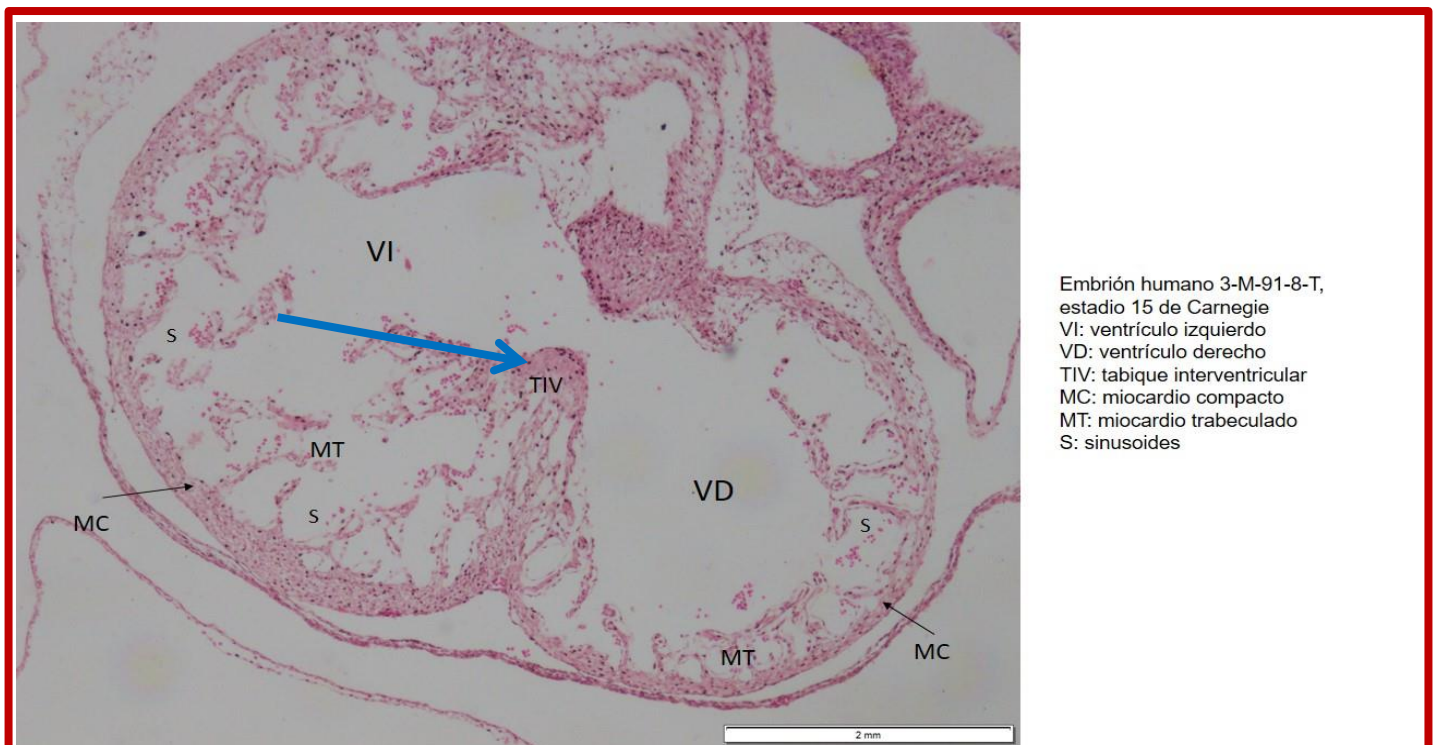
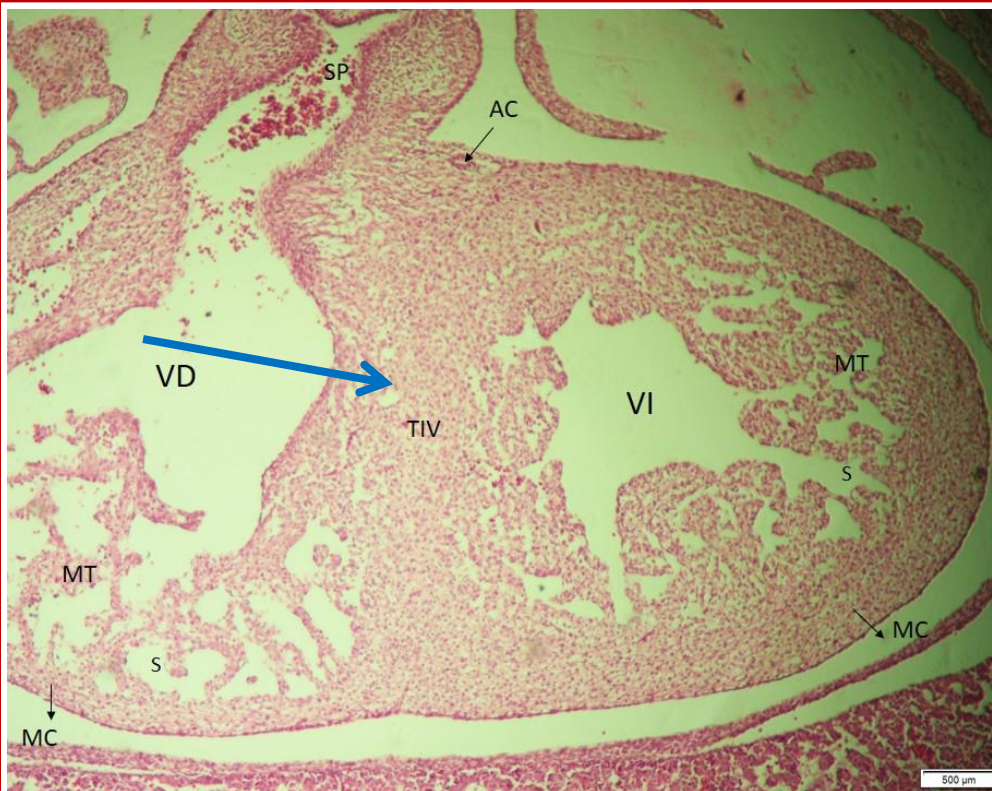


Figura 2. Embrión humano del estadio 15 de Carnegie. Ambos ventrículos conservan el aspecto redondeado y el izquierdo es de mayor dimensión que el derecho. El tabique interventricular muscular (flecha) crece apicalmente entre los dos ventrículos, aún el agujero interventricular primario es amplio



Embrión humano 25-E-16-T,
estadio 18 de Carnegie
VI: ventrículo izquierdo
VD: ventrículo derecho
TIV: tabique interventricular
MC: miocardio compacto
MT: miocardio trabeculado
S: sinusoides
AC: arteria coronaria
SP: sigmoidea pulmonar

Figura 3. Embrión humano del estadio 18 de Carnegie. El tabique interventricular (flecha) separa completamente ambos ventrículos

Sin embargo, casi el 90% de estos pequeños defectos se había cerrado ya a los 10 meses de edad. Esta información sugiere proliferación, aunque más lenta, que continúa en el humano tras el nacimiento.^{3,15, 16}

Un estudio en el que se utiliza la técnica de correlación de imágenes espaciotemporales muestra que todas las dimensiones cardíacas, incluido el grosor del tabique interventricular, para todas las edades gestacionales (14-40 semanas), aumentan de forma constante durante la gestación. Este hallazgo es similar a los estudios con ultrasonido en modo M bidimensional, en los que no se reportó la medición de su área. Las mensuraciones aportadas en el presente trabajo son similares a los mostrados por los autores en su serie.¹⁵

Los valores del área del tabique interventricular, obtenidos de las mensuraciones a especímenes estudiados, fueron llevados a mm². El valor de la media del área septal fue de 0,26 mm² y varió de 0,01 mm² en el estadio 14 de Carnegie a 0,27 mm² en el periodo fetal analizado.

En un estudio realizado en fetos desde 18 a 33 semanas de gestación, la media del área septal fue de $0,47 \pm 0,10$ cm² (con variación de 0,36 – 0,59 cm²) en la 18 semana y aumentó a $2,42 \pm 1,13$ cm² (con una variación de 1,26 – 3,92 cm²) en la 33.^a semana de gestación. Presentó, además, una fuerte correlación con la edad gestacional ($r = 0,81$).³

La medida del área del tabique interventricular es de particular importancia en los fetos con riesgo para presentar miocardiopatías hipertróficas, como es el caso de los hijos de madres diabéticas, los cuales presentan un importante engrosamiento del tabique interventricular, que puede incluso causar obstrucciones en el tracto de salida del ventrículo izquierdo.³

Las complicaciones graves, tanto en la madre como en el recién nacido, que surgen como resultado de la macrosomía fetal, indican la necesidad de un diagnóstico y una prevención precoces. Se trata de una afección común que afecta aproximadamente al 10% de los fetos. Desafortunadamente, los predictores actuales como la biometría fetal, la altura del fondo uterino y el índice de líquido amniótico, parecen ser insuficientes. El grosor del tabique interventricular es un posible marcador diagnóstico de macrosomía fetal, pues su medición permite la detección de hasta el 71,43% de los casos de macrosomía.^{19, 20}

En un estudio realizado, la medida del espesor septal mostró débil correlación con la edad gestacional, pues mostró un estándar prácticamente lineal de la medida, entre las 18 y las 33 semanas completas de gestación, sin presentar correlación estadísticamente significativa con el área obtenida por el *Spatio-Temporal Image Correlation* (STIC). Este resultado hace que el área septal pueda considerarse un parámetro ultrasonográfico más fidedigno que la medida

del espesor del septo interventricular en el diagnóstico de hipertrofia septal.³

Para diagnosticar objetivamente anomalías cardíacas en las primeras etapas de la gestación en los ultrasonidos correspondientes, es necesario establecer primero los rangos anatómicos de referencia normales de las dimensiones cardíacas para cada semana gestacional. De hecho, varios estudios han publicado nomogramas de dimensiones cardíacas que utilizan ecografía bidimensional (2D) en modo M o modo B. Sin embargo, estos rangos de referencia normales se basan solo en un tamaño de muestra pequeño para cada semana gestacional y no incluyen fetos de menos de 19 semanas de gestación.^{19, 20}

El presente trabajo determinó valores de referencia para el área del tabique interventricular fetal que podrán ser aplicados en fetos con riesgo para hipertrofia septal, como los hijos de madres diabéticas, lo que favorece la detección precoz de alteraciones funcionales y morfológicas cardíacas fetales. Los hallazgos de la presente investigación están en correspondencia con lo planteado por Rolo L y col.³

CONCLUSIONES:

Las mensuraciones obtenidas del tabique interventricular evidencian la irregularidad anatómica de esta estructura en sus diferentes porciones. El área del tabique interventricular presenta un crecimiento acelerado hasta el estadio 23 de Carnegie, según el desarrollo de los especímenes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Arteaga-Martínez SM, García-Peláez MI. Embriología humana y biología del desarrollo. 2ª ed. México: Editorial Médica Panamericana; 2017. 584 p.
2. Muñoz H, Enríquez G, Ortega X, Pinto M, Hosiasson S, Germain A, et al. Diagnóstico de cardiopatías congénitas: ecografía de cribado, ecocardiografía fetal y medicina de precisión. Rev Med Clin Condes. 2022;34(1):44-56. doi: [10.1016/j.rmclc.2023.01.001](https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2023.01.001)
3. Rolo LC, Nardoza-Machado LM, Araujo-Júnior E, Simoni CH, Zamith MM, Moron-Fernandes A. Curva de referência da área do septo interventricular fetal pelo método STIC: estudo preliminar. Arq Bras Cardiol. 2011;96(5):386-91. doi: [10.1590/S0066-782X2011005000036](https://doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000036)
4. Lisi DD, Macaione F, Damiani F, Ganci L, Mirabella M, Madaudo C, et al. What happened to the left ventricular non-compaction cardiomyopathy? to be or not to be: this is the question. Curr Probl Cardiol. 2024;49(11):102787. doi: [10.1016/j.cpcardiol.2024.102787](https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2024.102787)
5. Vila-Bormey MA, Martínez-Lima MN, Alfonso-Águila B, Silverio-Ruiz L, Surí-Santos Y, Santana-Machado A. Estudio morfométrico correlacional en embriones humanos. Embrioteca de la Universidad de Ciencias Médicas, Villa Clara. Mediceletrón [Internet]. 2018 [citado 30 Mar 2025];22(4):326-34. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mdc/v22n4/mdc02418.pdf>
6. Marantos-Gamarra DG. Análisis descriptivo y morfométrico cardíaco en embriones del estadio 16 de O'Rahilly [tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2000. [citado 30 Mar 2025] Disponible en: <https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/a9d2514c-0efe-4ed6-87e9-3b9848428e4a/content>
7. Carlson BM. Embriología humana y biología del desarrollo. 5ª ed. Madrid: Elsevier; 2014. Tablas de desarrollo; p. xi-xii.
8. Flierman S, Tijsterman M, Rousian M, de Bakker BS. Discrepancies in embryonic staging: towards a gold standard. Life. 2023;13(5):1084. doi: [10.3390/life13051084](https://doi.org/10.3390/life13051084)
9. Hernández-Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista-Lucio P. Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw Hill Education; 2014. 700 p.
10. López-Falcón A, Ramos-Serpa G. Acerca de los métodos teóricos y empíricos de investigación: significación para la investigación educativa. Rev Conrado [Internet]. 2021 [citado 2 Jun 2025];17(53):e2133. Disponible en: <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2133/2079>
11. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. ImageJ [software]. Versión 1.54. Bethesda, MD: National Institutes of Health; 2024. [citado 11 Jun 2025]. Disponible en: <https://imagej.net/ij/>
12. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human participants. JAMA. 2025;333(1):71-4. doi: [10.1001/jama.2024.21972](https://doi.org/10.1001/jama.2024.21972)
13. Paluszkiwicz J, Milting H, Kałużna-Oleksy M, Pyda M, Janus M, Körperich H, et al. Left Ventricular non-compaction cardiomyopathy-still more questions than answers. J Clin Med. 2022;11(14):4135. doi: [10.3390/jcm11144135](https://doi.org/10.3390/jcm11144135)
14. Menahem S, Sehgal A, Meagher S. Early detection of significant congenital heart

disease: the contribution of fetal cardiac ultrasound and newborn pulse oximetry screening. J Paediatr Child Health. 2021;57(3):323-7. doi:

[10.1111/jpc.15355](https://doi.org/10.1111/jpc.15355)

15. Luewan S, Yanase Y, Tongprasert F, Srisupundit K, Tongsong T. Fetal cardiac dimensions at 14–40 weeks' gestation obtained using cardio-STIC-M. Ultrasound Obstet Gynecol. 2011;37(4):416-22. doi: [10.1002/uog.8961](https://doi.org/10.1002/uog.8961)
16. Dess E, Scott-Baldwin H. 50 - Developmental biology of the heart. En: Gleason CA, Juul SE, editores. Avery's diseases of the newborn. 10ª ed. España: Elsevier; 2018. p.724-740. doi: [10.1016/B978-0-323-40139-5.00050-4](https://doi.org/10.1016/B978-0-323-40139-5.00050-4)
17. Sadler TW. Langman Embriología Médica. 15ª ed. Philadelphia: Editorial Wolters Kluwer; 2023. 457 p.
18. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. Embriología clínica. 11ª ed. Barcelona: Elsevier; 2020. 950 p.
19. Szmyd B, Biedrzycka M, Karuga FF, Rogut M, Strzelecka I, Respondek-Liberska M. Interventricular septal thickness as a diagnostic marker of fetal macrosomia. J Clin Med. 2021;10(5):949. doi: [10.3390/jcm10050949](https://doi.org/10.3390/jcm10050949)
20. Zhang Y, Zhang L, Zhao W, Li N, Chen G, Ge J, et al. Cardiac structural and functional remodeling in the fetuses associated with maternal hypothyroidism during pregnancy. J Matern Fetal Neonatal Med. 2023;36(1):2203796. doi: [10.1080/14767058.2023.2203796](https://doi.org/10.1080/14767058.2023.2203796)

tal Med. 2023;36(1):2203796. doi:

[10.1080/14767058.2023.2203796](https://doi.org/10.1080/14767058.2023.2203796)

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES:

Conceptualización: Mirka Navas Contino

Curación de datos: Daniel Hernández Torres, María A. Vilas Bormey, Gustavo de J. Bermúdez Yera

Análisis formal: Elibet Chávez González

Investigación: Mirka Navas Contino, Daniel Hernández Torres, María A. Vilas Bormey, Gustavo de J. Bermúdez Yera, Elibet Chávez González

Metodología: Mirka Navas Contino, Daniel Hernández Torres, Gustavo de J. Bermúdez Yera, Elibet Chávez González

Administración del proyecto: Mirka Navas Contino, María A. Vilas Bormey

Recursos: Utilizados del departamento de embriología

Software: Daniel Hernández Torres

Supervisión: Gustavo de J. Bermúdez Yera, Elibet Chávez González

Validación: María A. Vilas Bormey, Gustavo de J. Bermúdez Yera, Elibet Chávez González

Visualización: Mirka Navas Contino, Daniel Hernández Torres

Redacción – borrador original: Mirka Navas Contino, Daniel Hernández Torres

Redacción- revisión y edición: Mirka Navas Contino, Daniel Hernández Torres, María A. Vilas Bormey, Gustavo de J. Bermúdez Yera, Elibet Chávez González

