



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCION DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN
PERINATOLOGIA - MEDICINA MATERNO FETAL
HOSPITAL MATERNO-INFANTIL "DR. JOSE MARIA VARGAS"



**FUNCION DIASTOLICA CARDIACA FETAL
A TRAVES DEL COCIENTE E/A**

Autor
Dr. Carlos M. García C.

Valencia, septiembre de 2020



ACTA DE DISCUSIÓN DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

En atención a lo dispuesto en los Artículos 127, 128, 137, 138 y 139 del Reglamento de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo, quienes suscribimos como Jurado designado por el Consejo de Postgrado de la Facultad de Ciencias de la Salud, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 135 del citado Reglamento, para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado:

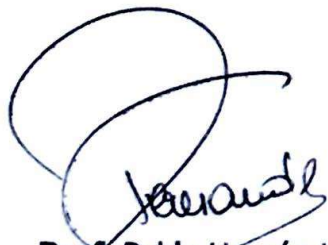
FUNCIÓN DIASTÓLICA CARDIACA FETAL A TRAVÉS DEL COCIENTE E/A

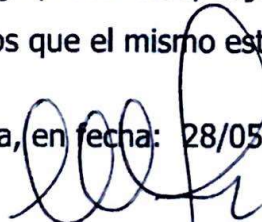
Presentado para optar al grado de **Especialista en Perinatología Medicina Materno Fetal** por el (la) aspirante:

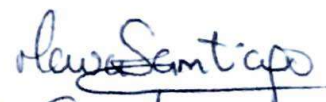
GARCIA C., CARLOS M.
C.I. V – 16415271

Habiendo examinado el Trabajo presentado, bajo la tutoría del profesor(a): Marisol García C.I. 3921290, decidimos que el mismo está **APROBADO**.

Acta que se expide en valencia, en fecha: 28/05/2021


Prof. Pablo Hernández
C.I. 10.229.052
Fecha 28/5/21


Prof. Marisol García (Pdte)
C.I. 3921290
Fecha 28.05.2021


Prof. Maria Santiago
X **Prof. Manuel Acuña**
C.I. 18688445
Fecha 28/05/2021

TG:28-21

TG-CS: 28-21

ACTA DE CONSTITUCIÓN DE JURADO Y DE APROBACIÓN DEL TRABAJO

Quienes suscriben esta Acta, Jurados del Trabajo Especial de Grado titulado:

"COEFICIENTE DE RELACIÓN E/A DE LAS VÁLVULAS ATRIOVENTRICULARES" Presentado por el (la) ciudadano (a): GARCIA C., CARLOS M. titular de la cédula de identidad N° V-16415271, Nos damos como constituidos durante el día de hoy: 28.05.2021 y convenimos en citar al alumno para la discusión de su Trabajo el día: 28.05.2021.

RESOLUCIÓN

Aprobado: Fecha: _____. *Reprobado: Fecha: _____.

Observación: Nuevo título: FUNCION DIASTOLICA
CARDIACA FETAL A TRAVES DEL COCIENTE E/A

Presidente del Jurado

Nombre: Marisol Garcia

C.I. 3921290

Miembro del Jurado

Nombre: Pablo Hernandez

C.I. 10229052

Miembro del Jurado

Nombre: Mawa A Santiago

C.I. 18688445

Nota:

1. Esta Acta debe ser consignada en la Dirección de Asuntos Estudiantiles de la Facultad de Ciencias de la Salud (Sede Carabobo), inmediatamente después de la constitución del Jurado y/o de tener un veredicto definitivo, debidamente firmada por los tres miembros, para agilizar los trámites correspondientes a la elaboración del Acta de Aprobación del Trabajo.
2. *En caso de que el Trabajo sea reprobado, se debe anexar un informe explicativo, firmado por los tres miembros del Jurado.

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCION DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACION EN
PERINATOLOGIA - MEDICINA MATERNO FETAL
HOSPITAL MATERNO-INFANTIL "DR. JOSE MARIA VARGAS"

**FUNCION DIASTOLICA CARDIACA FETAL
A TRAVES DEL COCIENTE E/A**

(Trabajo especial de grado para optar al título de especialista en
Perinatología – Medicina Materno Fetal)

Tutor

Dra. Marisol García

Autor

Dr. Carlos M. García C.

Valencia, septiembre de 2020

Función diastólica cardiaca fetal a través del cociente E/A

Autor: Carlos M. García C.

RESUMEN

Introducción: Las cardiopatías congénitas constituyen las malformaciones graves más frecuentes del recién nacido. La ecocardiografía representa la principal herramienta para evaluación del sistema cardiovascular durante la vida fetal. El cociente E/A es un parámetro que evalúa el llenado ventricular reflejando la distensibilidad o relajación miocárdica, planteándose como objetivo evaluar la función diastólica cardiaca fetal a través de este cociente.

Método: Se realizó estudio transversal con muestra constituida por 204 gestantes con fetos normales y edad gestacional entre 18 y 39 semanas, a quienes se les practicó ecocardiografía fetal estimando los flujos de entrada ventriculares a través de Doppler pulsado, utilizando análisis de regresión para establecer la relación y el grado de asociación entre las variables.

Resultados: Se observó un aumento en la distribución percentilar del cociente E/A de las válvulas auriculoventriculares a medida que avanza la edad gestacional, con correlación lineal positiva e intensidad de asociación moderada entre ambas variables.

Conclusiones: La determinación del cociente E/A de las válvulas auriculoventriculares en la evaluación ecocardiográfica fetal, es aplicable de manera reproducible y objetiva, permitiendo identificar anomalías en el funcionamiento cardiaco.

Palabras Clave: Función diastólica cardiaca. Corazón fetal. Ecocardiografía fetal

ABSTRACT

Introduction: Congenital heart diseases are the most frequent serious malformation of the newborn. Echocardiography represents the main tool for evaluation of the cardiovascular system during fetal life. The E / A ratio is a parameter that evaluates ventricular filling reflecting compliance or relaxation myocardial, establishing as an objective evaluate fetal cardiac diastolic function through this ratio.

Method: A cross-sectional study was carried out with a sample consisting of 204 pregnant women with normal fetuses and gestational ages between 18 and 39 weeks, who underwent fetal echocardiography estimating ventricular inflows through pulsed Doppler, using regression analysis to establish the relationship and degree of association between both variable.

Results: An increase in the percentile distribution of the E / A ratio of the atrioventricular valves was observed as gestational age advanced, with a

positive linear correlation and moderate intensity of association between both variables.

Conclusions: The determination of the E / A ratio of the atrioventricular valves in the fetal echocardiographic evaluation is applicable in a reproducible and objective way, allowing the identification abnormalities in cardiac function.

Key Words: Cardiac diastolic function. Fetal heart. Fetal echocardiography

INTRODUCCION

El sistema vascular fetal aparece en la tercera semana de la gestación, cuando el embrión aún solo es capaz de satisfacer sus necesidades nutricionales con simple difusión. Las células cardíacas fetales progenitoras forman un grupo denominado campo cardiogénico primario, cuya estructuración ocurre al mismo tiempo que se establece la lateralidad (derecha e izquierda) de todo el embrión, proceso esencial para el desarrollo cardíaco normal (1).

Normalmente, la estructura cardíaca fetal se encuentra en la parte inferior de la cavidad torácica y ocupa la línea media y parte del hemitórax izquierdo, con la punta ventricular orientada hacia la izquierda (levocardia) (2), está formada por 2 aurículas, 2 ventrículos y 2 uniones atrio ventriculares, cada una protegida por su propia válvula atrio ventricular (3). La circulación fetal se adapta a su permanencia intrauterina, en la que la oxigenación depende del intercambio sanguíneo feto-materno que se produce simultáneamente en la placenta, este sistema cardiovascular fetal debe disponer de todas aquellas estructuras que posteriormente participaran en la circulación postnatal, cuando el intercambio gaseoso pase a tener lugar en los pulmones (4).

El corazón fetal es el órgano que más problemas diagnósticos plantea en medicina fetal (5). Su valoración ecográfica permite identificar anomalías que pueden tener consecuencias sobre la actitud obstétrica de diversas maneras,

incluyendo el lugar del parto, terapia intra-extrauterina y acotación tranquilizadora para los padres (6).

Las cardiopatías congénitas constituyen el conjunto de malformaciones graves más frecuentes (7) (8), pues afectan entre 6 y 12 por cada 1.000 nacidos vivos en la población general. La mitad son anomalías cardíacas importantes que requieren cirugía paliativa en el periodo postnatal (9). En abortos espontáneos su presencia es aún más alta (20-25/1000 casos), mientras que en niños que sobreviven al año de vida la frecuencia es de 5/1000. Un porcentaje importante de ellas, son defectos moderados o muy graves (10), siendo una de las principales causas de muerte neonatal temprana, aumentando la mortalidad perinatal (9). El diagnóstico en la vida fetal implica una mortalidad global cercana al 25-35%. Estas anomalías son 5 a 7 veces más frecuentes que las cromosómicas y 3 a 4 veces más que los defectos del tubo neural y no obstante, se acompañan principalmente por defectos cardíacos, las cuales debido a la gravedad médica y trascendencia social que representan, cuentan con programas de screening en la población general (10).

La ecocardiografía fetal se define ampliamente como una evaluación ecográfica minuciosa que se utiliza para identificar y caracterizar las posibles anomalías cardíacas durante el embarazo (11), representando la principal herramienta en el diagnóstico del sistema cardiovascular fetal (7), empleada inicialmente para detectar alteraciones estructurales, actualmente, se ha

propuesto su uso para valorar la función cardiaca fetal, siendo de gran utilidad en el diagnóstico o monitoreo de varias afecciones fetales (12).

Dicho estudio puede ser realizado precozmente en una población con riesgo para un defecto cardiaco, siendo factible en algunos casos. Sin embargo, la visualización de las alteraciones del tamaño de las cámaras, engrosamiento del miocardio y tamaño de las grandes arterias pueden ocurrir más tardíamente en el embarazo, por lo que podríamos decir que óptimamente esta evaluación se debe realizar lo suficientemente precoz como para proporcionar un diagnóstico adecuado y lo suficientemente tarde en la gestación como para no perder las lesiones de desarrollo tardío (13).

Se recomienda que la función cardiaca se estudie en condiciones específicas tales como: insuficiencia placentaria, restricción del crecimiento fetal y macrosomía, diabetes materna pre o gestacional, arritmias e hidrops fetalis, cardiopatías estructurales o cuando el corazón se observa desplazado de su posición, con repercusión en su función como en casos de hernia diafragmática o masas intratorácicas pulmonares. También resulta de utilidad en todas aquellas complicaciones propias del embarazo gemelar monocorial como el síndrome de transfusión feto-fetal "STFF", secuencia de perfusión arterial inversa en gemelos "TRAP", restricción selectiva y secuencia anemia policitemia.

Es de igual interés su utilidad, cuando hay anomalías vasculares supra o infra diafragmáticas que comprometen el funcionamiento cardiaco, como en

los casos de aneurisma de la vena de galeno, hemangiomas, fistulas arteriovenosas, drenaje anómalo del ductus venoso, teratomas sacrococcígeos o tumores placentarios. Además, existen condiciones maternas, entre las que se encuentran las infecciones perinatales tipo “TORCHS” (toxoplasmosis, rubéola, citomegalovirus, herpes virus, sífilis), anemias fetales, control y seguimiento de la administración prolongada de medicamentos analgésicos-antiinflamatorios durante la gestación, con potencial efecto de alterar los flujos pulmonares como los analgésicos antiinflamatorios no esteroideos (14).

Como quiera que, la principal función del corazón es expulsar sangre para proporcionar una perfusión adecuada de los órganos, lográndolo al contraer sus paredes musculares alrededor de una cámara cerrada para generar suficiente presión y así eyectar la sangre de los ventrículos a través de la válvula aortica hacia la aorta y de la válvula pulmonar hacia la arteria pulmonar (sístole). El llenado adecuado de estos ventrículos desde las aurículas a través de las válvulas auriculoventriculares (diástole) también es esencial, y para mantener la función cardiaca normal, deben preservarse los procesos sistólicos y diastólicos, eventos que siendo temporales deben ocurrir de manera sincronizada (12).

El Doppler convencional es una técnica que determina el cambio de las ondas sónicas reflejadas por estructuras en movimiento y en este caso, las

células sanguíneas, permitiendo estudiar la función cardiaca fetal a través de la evaluación de los flujos sanguíneos.

Se sabe que el perfil de flujo en las válvulas auriculoventriculares muestra un patrón bifásico durante la diástole que representa la onda de llenado pasivo E (onda E), cuando las válvulas se abren al final de la sístole, y la onda activa o auricular (onda A) que refleja el flujo a través de las válvulas durante la contracción auricular. No se evidencia flujo durante la sístole (15), siendo el cociente E/A (velocidad máxima de onda E/velocidad máxima de onda A), uno de los parámetros de la función cardiaca que evalúa el componente diastólico (llenado ventricular) del ciclo cardiaco y refleja la distensibilidad o capacidad de relajación miocárdica (16).

En el feto, la velocidad de contracción auricular es más alta que la velocidad de llenado ventricular temprano, lo que resulta en una relación E/A menor de uno. Las velocidades E y A aumentan durante la gestación; sin embargo, la onda E lo hace más que la onda A, lo que refleja el aumento de la relajación ventricular hacia el término del embarazo (17).

Hecher et al. (18), determinaron la correlación entre la relación E/A de las válvulas auriculoventriculares y la edad gestacional, apreciando un patrón bifásico con una onda A consistentemente más alta que la onda E, contrario a lo observado en el corazón adulto.

Comas et al. (19), construyeron rangos de referencia ajustados por edad gestacional y peso estimado fetal para parámetros de función cardiaca con Doppler tisular entre las 24 y 41 semanas de gestación.

Mas tarde, Kim et al. (20); estimaron los patrones de onda de flujo atrio ventriculares antes y después del nacimiento mediante ecocardiografía.

Hoy día, la evaluación de la función cardiaca en adultos esta estandarizada. Su aplicación en el feto, con el avance en la capacidad de resolución de las técnicas de imagen, que hace posible evaluar de forma reproducible la motilidad miocárdica; y la evidencia sustancial que indica la aparición de la programación de la enfermedad cardiovascular del adulto en la vida fetal, se abre un nuevo campo de conocimiento que permitirá estudiar exhaustivamente al feto como a cualquier otro paciente , ayudando a predecir resultados cardiovasculares perinatales y a largo plazo (12), permitiendo realizar un diagnóstico detallado, brindar asesoría a los padres y formular un plan de tratamiento prenatal y postnatal según sea el caso (21), por lo que se planteó como objetivo general evaluar la función diastólica cardiaca fetal a través del cociente E/A en gestaciones entre 18 y 39 semanas.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó un estudio con diseño transversal cuya población se caracterizó por gestantes que acudieron a la Unidad de Perinatología del Hospital

materno-infantil “Dr. Jose Maria Vargas”, en Valencia, estado Carabobo. La muestra estuvo constituida por 204 gestantes con fetos normales y edad gestacional conocida, comprendida entre 18 y 39 semanas, atendidas entre diciembre de 2019 y agosto de 2020.

Los criterios de inclusión comprendieron gestantes con edad gestacional en segundo y tercer trimestre precisada por fecha de última menstruación y ajustada por ultrasonido de primer trimestre, sin comorbilidades asociadas, con gestación simple, feto vivo y anatomía normal; mientras que los criterios de exclusión fueron gestaciones en primer trimestre, gestantes diabéticas, gestación múltiple, fetos con alteración estructural o funcional del corazón, presencia de taquicardia fetal, restricción de crecimiento fetal o cromosomopatías.

Se realizó ecocardiografía fetal de acuerdo con recomendaciones estandarizadas (22), con equipo ultrasonográfico marca Mindray DC3 transductor convex de 3,5 MHz. Los flujos ventriculares de entrada (mitral y tricúspide) se valoraron en una vista de 4 cámaras del corazón fetal, en proyección apical o basal, el cual se obtuvo en un corte completamente transversal del tórax (figura 1) justo sobre el diafragma, confirmado por la forma redonda del tórax y la visualización de, por lo menos, una costilla completa en la imagen, además de identificar la cruz (pilar del corazón), sitio donde el tabique auricular se une con el tabique ventricular y se insertan las válvulas auriculoventriculares (23).

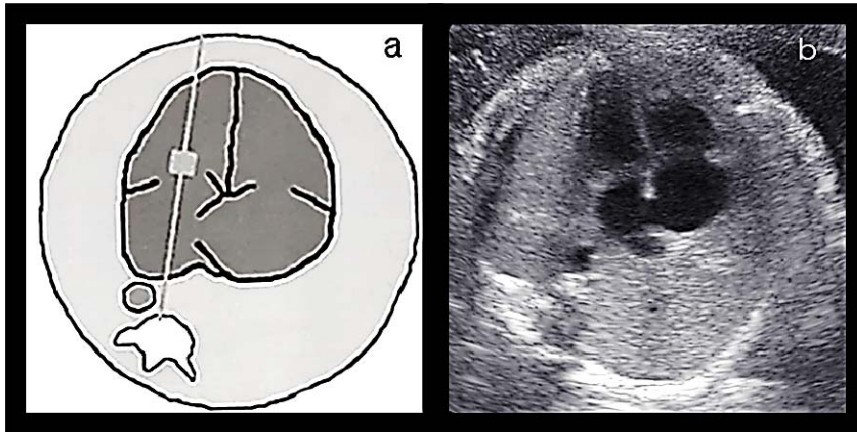


Figura 1. a) Imagen ilustrativa de corte transversal de tórax fetal. Vista de 4 cámaras del corazón fetal con volumen de muestra en ventrículo izquierdo, debajo de válvula mitral. Tomado de Gratacos Eduard, Gómez Ricardo, Romero Roberto, Nicolaidis Kypros, Luis Cabero, en Medicina Fetal: Evaluación de la función cardíaca fetal. b) Imagen ecográfica del tórax fetal en corte tetracameral y proyección apical en tiempo real (García Curda, C. 2020).

El volumen de muestra del Doppler pulsado (1-3 mm) se colocó en el ventrículo derecho e izquierdo inmediatamente distal a la válvula auriculoventricular tricúspide y mitral respectivamente (24), con ángulo de insonación inferior a 30 grados y en ausencia de movimientos corporales y respiratorios fetales. Se obtuvo 3 o más ondas de flujo bifásicas similares para la medición, con ampliación adecuada, ocupando al menos el 75% de la escala. En una onda bifásica se midieron las velocidades pico de las ondas E (figura 2) y onda A (figura 3), y se calculó el cociente E/A (25).

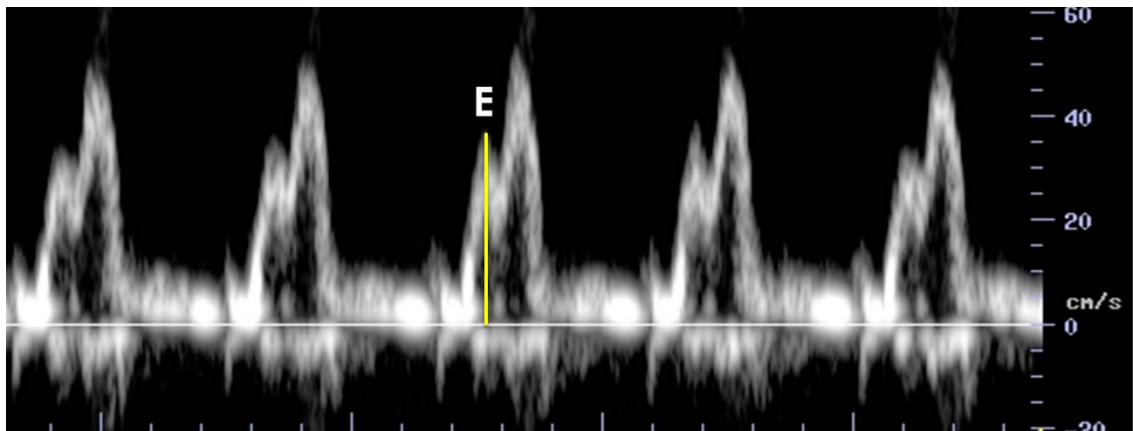


Figura 2. Ondas E de válvula auriculoventricular que representan el flujo de llenado pasivo ventricular. (García Curda, C. 2020)

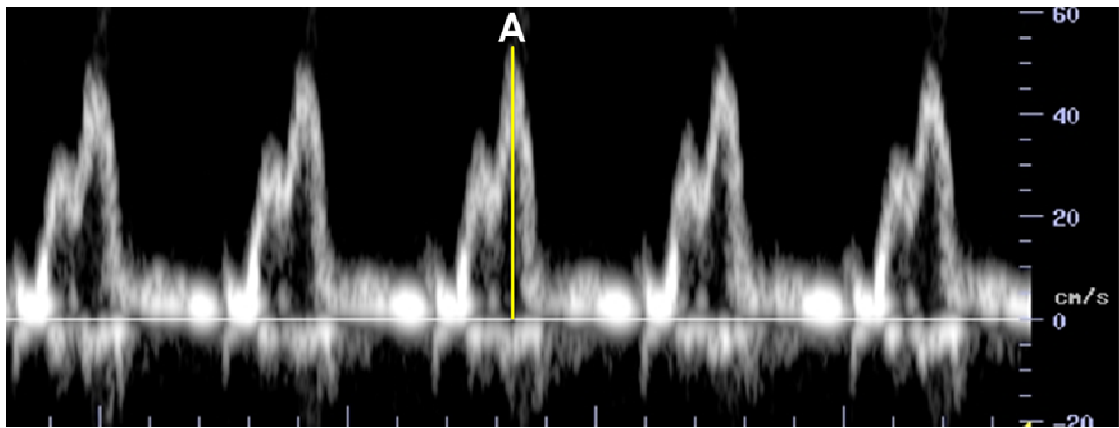


Figura 3. Ondas A de válvula auriculoventricular que representan el flujo de llenado activo ventricular. (García Curda, C. 2020).

Los datos fueron vaciados en una hoja Excel®, analizados estadísticamente con el software libre Past 3,24 y presentados en tablas, calculando para cada edad gestacional la distribución percentilar. Igualmente, se estableció la relación funcional, a través del análisis de regresión, entre la edad gestacional y el cociente E/A de cada una de las válvulas auriculoventriculares (tricúspide y mitral) y finalmente se determinó el grado de asociación entre ambas variables, a partir del análisis de correlación.

RESULTADOS

Durante el periodo de estudio se realizaron 204 evaluaciones que cumplieron los criterios de inclusión, pudiendo obtenerse las velocidades pico de las ondas E y A de las válvulas auriculoventriculares en cada uno de los fetos.

En la tabla 1 se presenta la distribución percentilar del cociente E/A de las válvulas auriculoventriculares en pacientes con gestación simple comprendida entre 18 y 39 semanas.

Tabla 1. Distribución percentilar por edad gestacional del cociente E/A de las válvulas auriculoventriculares.

<i>Edad Gestacional</i>	n	<i>Cociente E/A válvula tricúspide</i>			<i>Cociente E/A válvula mitral</i>		
		P10	P50	P90	P10	P50	P90
18	09	0,57	0,59	0,71	0,55	0,61	0,76
19	05	0,59	0,65	0,73	0,50	0,56	0,64
20	05	0,57	0,59	0,74	0,44	0,66	0,67
21	08	0,58	0,65	0,72	0,52	0,66	0,80
22	06	0,64	0,76	0,81	0,59	0,63	0,66
23	10	0,63	0,70	0,73	0,57	0,65	0,79
24	06	0,47	0,65	0,75	0,47	0,66	0,75
25	08	0,62	0,70	0,73	0,56	0,66	0,77
26	08	0,47	0,70	0,82	0,48	0,66	0,80
27	10	0,56	0,74	0,86	0,57	0,71	0,82
28	13	0,56	0,72	0,85	0,63	0,73	0,80
29	09	0,69	0,75	0,83	0,63	0,73	0,80
30	08	0,68	0,72	0,78	0,63	0,67	0,81
31	08	0,60	0,75	0,81	0,63	0,68	0,83
32	13	0,72	0,75	0,84	0,72	0,77	0,87
33	12	0,56	0,77	0,91	0,63	0,77	0,85
34	16	0,65	0,76	0,84	0,67	0,78	0,85
35	16	0,70	0,79	0,84	0,72	0,79	0,84
36	15	0,73	0,80	0,86	0,72	0,81	0,89

37	06	0,86	0,88	0,89	0,77	0,86	0,98
38	08	0,79	0,90	0,93	0,81	0,89	0,92
39	05	0,85	0,94	0,96	0,81	0,87	0,94

En la figura 4 se muestra un sistema de ejes cartesiano con un diagrama de dispersión expresando gráficamente la distribución bivariable de la relación entre la edad gestacional y el cociente E/A de la válvula tricúspide. La recta indica la tendencia general de los datos.

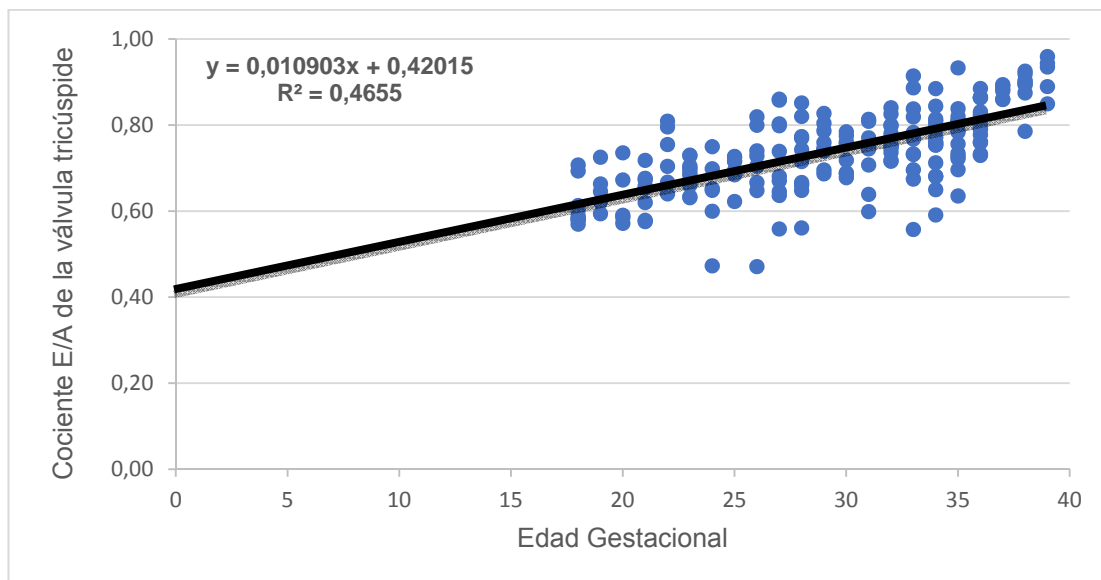


Figura 4. Cociente E/A de la válvula tricúspide, en función de la edad gestacional, en semanas.

Se aprecia que existe una correlación lineal entre las 2 variables, donde la naturaleza de la asociación es una recta como la trazada en la figura 4. Se construyó la ecuación de regresión lineal simple a través de la expresión matemática de la ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$ para predecir el valor del cociente E/A de la válvula tricúspide (variable dependiente) en

función de la edad gestacional expresada en semanas (variable independiente), resultando la ecuación:

Y (Cociente E/A de la válvula tricúspide) = $0,42015 + 0,010903 * X$ (Edad gestacional en semanas).

El valor del coeficiente de determinación (R^2) para esta ecuación fue: 0,4655, indicando un ajuste moderado de 46,55% en el cociente E/A de la válvula tricúspide al modificar la edad gestacional.

En nuestra muestra de 204 pacientes, el valor del coeficiente de correlación de Pearson (r) entre la edad gestacional y el cociente E/A de la válvula tricúspide fue: 0,6823 indicando una tendencia creciente entre las variables, con una intensidad de asociación moderada entre las mismas, siendo 68,23 % de la máxima posible. Como prueba de significación de este coeficiente de correlación se obtuvo un valor de $t = 13,26$, para un nivel de significación $\alpha = 0,001$, siendo estadísticamente significativa para suponer que las variables provienen de una población con un coeficiente de correlación lineal diferente de cero. Por tanto, para la muestra en estudio, la edad gestacional y el cociente E/A de la válvula tricúspide están linealmente relacionados ($P < 0,001$).

En la figura 5 está representado un sistema de ejes cartesianos con un diagrama de dispersión expresando gráficamente la distribución bivariable de

la relación entre la edad gestacional y el cociente E/A de la válvula mitral. La recta indica la tendencia general de los datos.

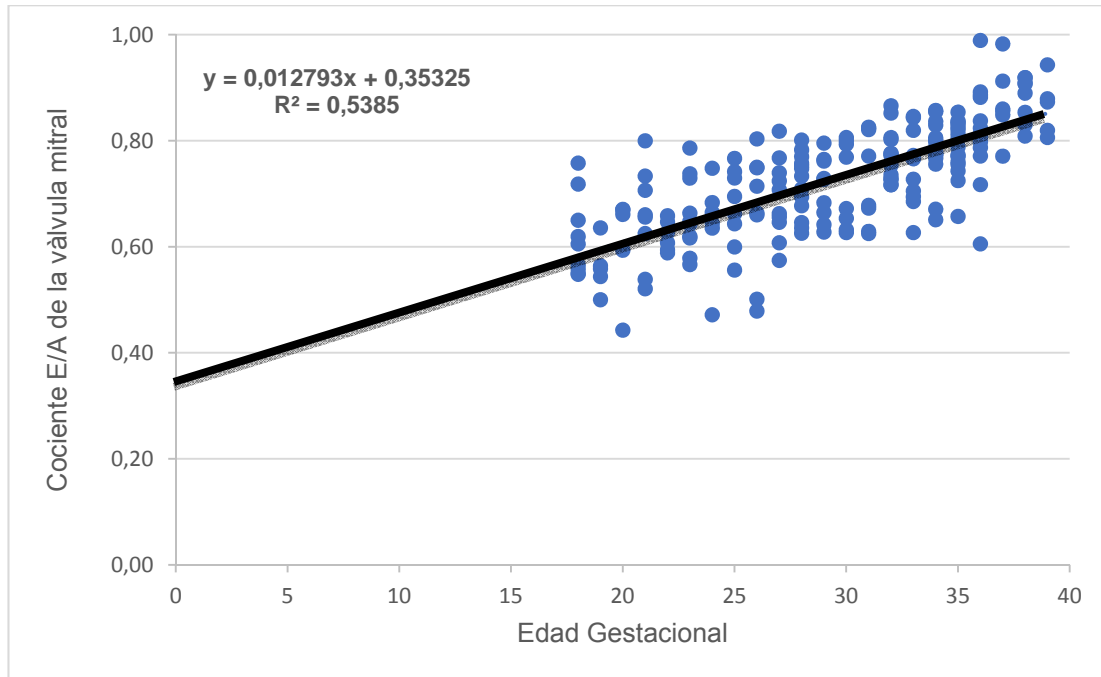


Figura 5. Cociente E/A de la válvula mitral, en función de la edad gestacional, en semanas.

Al igual que lo observado en la válvula tricúspide, se aprecia una correlación lineal entre el cociente E/A de la válvula mitral y la edad gestacional, y esta asociación puede describirse adecuadamente por una recta como la trazada en la figura 5. Se construyó la ecuación de regresión lineal simple a través de la expresión matemática de la ecuación de la línea recta para predecir el valor del cociente E/A de la válvula mitral (variable dependiente) en función de la edad gestacional expresada en semanas (variable independiente), siendo la ecuación resultante:

Y (Cociente E/A de la válvula mitral) = $0,35325 + 0,012793 * X$ (Edad gestacional en semanas).

El valor del coeficiente de determinación (R^2) para esta ecuación fue: 0,5385, indicando que 53,85% de las variaciones del cociente E/A de la válvula mitral es explicada por la regresión.

En correspondencia a nuestra muestra, el valor del coeficiente de correlación de Pearson (r) entre la edad gestacional y el cociente E/A de la válvula mitral fue: 0,7338 demostrando la tendencia creciente y fuerte intensidad de asociación entre las variables, siendo 73,38 % de la máxima posible. Como prueba de significación de este coeficiente de correlación se obtuvo un valor de $t = 15,35$, y para un nivel de significación $\alpha = 0,001$, demuestra suficiente evidencia estadística de una población con coeficiente de correlación lineal diferente de cero. Por tanto, la edad gestacional y el cociente E/A de la válvula mitral están linealmente relacionados ($P < 0,001$).

DISCUSION

La cardiología fetal es una parte central de la patología fetal por su elevada frecuencia, por los altos requerimientos que exige su detección prenatal y por el vasto y creciente volumen de conocimientos que ocupa. Gracias a los avances, se han producido mejoras espectaculares en el pronóstico de las cardiopatías congénitas. A pesar de ello todavía existe una mortalidad global superior a 15% y el impacto en la calidad de vida de los supervivientes y sus

familias es de gran magnitud. En los últimos años, la cardiología fetal ha incorporado de forma creciente la función cardiovascular fetal, que incluye conocimientos avanzados de geometría, función y hemodinamia cardiovascular, comunes en el adulto, pero hasta ahora poco utilizadas en medicina fetal, para la evaluación de la motilidad y deformación miocárdica. Actualmente, nos encontramos en el proceso de refinar las técnicas, establecer parámetros de utilidad, y comprender de forma exhaustiva la compleja fisiología cardíaca fetal, diferente de la del niño y cambiante por la evolución madurativa propia del desarrollo fetal (26).

El fallo cardíaco es la incapacidad del corazón para proporcionar el flujo de sangre que necesita el organismo, siendo un fenómeno tardío que puede traducirse en disminución del gasto cardíaco o de la fracción de eyección. Sin embargo, en fases iniciales, el corazón desarrolla mecanismos adaptativos y existe un periodo largo de disfunción subclínica (16), acompañado del proceso de remodelado cardíaco, definido como cambios en el tamaño, forma, estructura y función del corazón para adaptarse a un insulto. Un entorno prenatal adverso podría tener un impacto directo en la estructura cardíaca fetal y consecuencias duraderas en salud. El uso de la ecocardiografía durante la vida fetal permite la identificación temprana de cambios sutiles o menores en la morfometría cardíaca potencialmente útil para el seguimiento y prevención de las consecuencias cardiovasculares (27).

El presente estudio aporta valores de referencia para el cociente E/A de las válvulas tricúspide y mitral fetales en edades gestacionales entre 18 y 39 semanas, distinguiéndose que a medida que aumenta la edad gestacional aumenta dicho cociente, mostrando una progresión lineal que coincide con las publicaciones existentes, al igual que lo observado por Hecher et al., donde registraron la forma de onda de velocidad de flujo a nivel de las válvulas auriculoventriculares y calcularon las proporciones de velocidades máximas en el llenado diastólico temprano (E) y la contracción auricular (A), utilizando análisis de regresión para definir la asociación de la edad gestacional y las velocidades de flujo sanguíneo a través de la relación E/A de las válvulas auriculoventriculares evidenciando un aumento significativo con la gestación, representado por un modelo lineal (18).

Del mismo modo, los resultados publicados por Comas et al., sugieren una correlación positiva entre las ratios E/A de las válvulas auriculoventriculares y la edad gestacional al ser estudiados con Doppler tisular (19). Por su parte, Kim et al., demostraron que el patrón diastólico de los ventrículos cambia a medida que aumenta la edad gestacional, con aumento significativo del valor E/A de las válvulas auriculoventriculares, además de, observar flujos mayores a nivel tricúspideo en comparación con la válvula mitral (20), concordando con los hallazgos en nuestra investigación.

Se han descrito resultados contradictorios del cociente E/A de las válvulas auriculoventriculares, aunque, recientemente se ha demostrado su aumento

en fases avanzadas del deterioro en fetos con restricción de crecimiento, coincidiendo con el flujo ausente o reverso de la arteria umbilical. En los fetos de madre diabética se ha descrito disminución de los cocientes E/A, reflejo de la alteración en la relajación de los ventrículos. En las gestaciones múltiples monocoriales también se han descrito diferencias significativas en los cocientes E/A entre los fetos complicados con síndrome de transfusión feto fetal (16).

CONCLUSIONES

La ecocardiografía fetal permite evaluar tanto la estructura como el funcionalismo cardíaco, practica esencial en el diagnóstico prenatal de la amplia gama de patologías cardíacas y su asociación a alteraciones fetales extracardíacas que pueden tener repercusiones cardíacas tanto en la vida antenatal como postnatal.

El comportamiento del cociente E/A de las válvulas auriculoventriculares en asociación con la edad gestacional, permite establecer valores de normalidad, admitiendo su aplicación durante la evaluación ecográfica fetal de manera reproducible y objetiva, con el fin de identificar anomalías en el funcionamiento cardíaco.

La correlación lineal directamente proporcional entre el cociente E/A de las válvulas atrioventriculares y la edad gestacional, resalta los cambios del patrón ventricular a medida que avanza la edad gestacional.

El grado de asociación moderado en la válvula tricúspide e intenso en la válvula mitral y la edad gestacional, está determinado por el aumento significativo del valor del cociente E/A al progresar la gestación.

RECOMENDACIONES

Las cardiopatías congénitas son las malformaciones más frecuentes en la población general, por lo que requieren implementación de programas de screening en las diferentes etapas del estudio perinatal.

La ecocardiografía fetal es un componente fundamental e imprescindible de la valoración prenatal que requiere un entrenamiento exigente, en vista de la gran variedad de cardiopatías que pueden identificarse durante la vida fetal.

La medicina materno fetal es una especialidad con crecimiento exponencial, de carácter multidisciplinario, que abarca todos los aspectos del ser humano en la vida fetal, lo que justifica la necesidad de establecer el diagnóstico y manejo de alteraciones fetales, para definir el pronóstico, la conducta obstétrica, ofrecer asesoramiento médico de primer nivel y mejorar los resultados perinatales y a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Sadler TW. Sistema Cardiovascular. In LANGMAN Embriología Medica. 12th ed. Barcelona: Lippincott Williams and Wilkins; 2012. p. 162-200.
2. Nadal A, Martínez JM. Embriogénesis y anatomía normal del corazón. In Galindo A, Gratacos E, Martínez J. Cardiología Fetal. Madrid: MARBAN; 2015. p. 7-15.
3. Spicer D. Cardiac anatomy and examination of specimens. In Yagel S, Silverman N, Gembruch U. Fetal Cardiology. tercera ed. new york: CRC press Taylor and

- francys group; 2019. p. 18-35.
4. Herraiz I, Gomez E, Galindo A. Circulacion fetal y neonatal normal. In Lopez J, editor. *Cardiologia Fetal*. Madrid: marban; 2015. p. 38-43.
 5. Nebot J. Embriologia del corazon y circulacion fetal. In Alcocer A, editor. *Medicina Fetal*. 1st ed. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2009. p. 309-315.
 6. Stamm E, Drose J. Corazon fetal. In Lopez J, editor. *Ecografia Obstetrica y Fetal*. madrid: Marban Libros, S.L.; 2000. p. 251-287.
 7. Muñoz H, Copado Y, Diaz C, Muñoz G, Enriquez G, Aguilera S. Diagnostico y manejo prenatal de patologia cardiaca fetal. *Revista Medica Clinica las Condes*. 2016 julio; 27(4): p. 447-475.
 8. Hoffman J. Epidemiology of congenital heart disease: Etiology, pathogenesis, and incidence. In Yagel S, Norman S, Gembruch U. *Fetal Cardiology*. tercera ed. new york: CRC press Taylor and francis group; 2019. p. 78-85.
 9. Ebrashy A, Aboulghar M, Elhodiby M, Elsirgany S, Gaafar H, Sheta S, et al. Fetal heart examination at the time of 13 weeks scan: a 5 years' prospective study. *Journal of perinatal medicine*. 2019 septiembre; 47(8): p. 871-878.
 10. Martinez JM, del Rio M, Bennasar M, Hernandez E, Gratacos E. Exploracion anatomica cardiaca: ecocardiografia fetal. In Alcocer A, editor. *Medicina Fetal*. Madrid: EDITORIAL MEDICA panamericana; 2007. p. 317-327.
 11. AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. *Journal of ultrasound in medicine*. 2020 enero; 39(1): p. E5-E16.
 12. Crispi F, Gratacos E. Fetal Cardiac Function: Technical considerations and potencial research and clinical applications. *Fetal Diagnosis and therapy*. 2012 mayo; 32(1-2): p. 47-64.
 13. Drose J. Exploracion: indicaciones y tecnica. In Santa Cruz G, editor. *Ecocardiografia Fetal*. segunda ed. St. louis, Missouri: Amolca; 2011. p. 15-72.
 14. Zurita J, Sosa A, Zielinsky P. Evaluacion ecografica de la funcion cardiaca fetal. *Revista latinoamericana de perinatologia*. 2017; 20(2): p. 115-126.
 15. Allan L, Cook A, Huggon I. Doppler color y pulsado, modo M y otras tecnicas. In Amorin L, editor. *Ecocardiografia Fetal*. primera ed. Buenos aires: ediciones journal; 2010. p. 159-194.
 16. Crispi F, Comas M, Gratacos E. Exploracion de la funcion cardiaca fetal. In Lopez J, editor. *Cardiologia Fetal*. Madrid: MARBAN; 2015. p. 127-139.
 17. Wohlmuth C, Gardiner H. Evaluation of fetal cardiac function: Techniques and implications. In Yagel S, Silverman N, Gembruch U. *Fetal cardiology*. tercera ed.

new york: CRC press Taylor and francys group; 2019. p. 634-642.

18. Hecher K, Campbell S, Snijders R, Nicolaides K. Reference ranges for fetal venous and atrioventricular blood flow parameters. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1994 septiembre; 4(5): p. 381-390.
19. Comas M, Crispi F, Gomez O, Puerto B, Figueras F, Gratacos E. Gestational age- and stimated fetal weight-adjusted reference ranges for myocardial tissue Doppler indices at 24-41 weeks'gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011 enero; 37(1): p. 57-64.
20. Kim HW, Lee HY, Baik SJ, Hong YM. Atrioventricular flow wave patterns before and after birth by fetal echocardiography. *Journal of cardiovascular ultrasound.* 2012 junio; 20(2): p. 85-89.
21. Copado D, Martinez A, Acevedo S. Importancia del diagnostico prenatal de las cardiopatias congenitas. *Perinatologia y Reproduccion Humana.* 2018; 32(3): p. 127-130.
22. Carvalho J, Allan L, Chaoui R, Copel J, DeVore G, Hecher K, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013 marzo; 41(3): p. 348-359.
23. Allan L, Cook A, Huggon I. Tecnicas para la obtencion de imagenes cardiacas. In *Ecocardiografia Fetal una guia practica.* 1st ed. Buenos Aires: Journal; 2010. p. 1-21.
24. Arduini D, Rizzo G, Romanini C. *Fetal Cardiac Function* New York: Parthenon Publishing Group Ltd; 1995.
25. Crispi F, Hernandez E, Gratacos E. Evaluacion de la funcion cardiaca. In Gratacos E, Figueras F, Hernandez E, Puerto B. *Doppler en Medicina Fetal tecnicas y aplicacion clinica.* Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2010. p. 69-84.
26. Gratacos E, Galindo A, Martinez J. Concepto y ambito de la cardiologia fetal. In Galindo A, Gratacos E, Martinez J. *CARDIOLOGIA FETAL.* Madrid: MARBAN; 2015. p. 1-6.
27. Garcia L, Gomez O, Rodriguez M, Torres X, Soveral I, Sepulveda A, et al. Nomograms of Fetal Cardiac Dimensions at 18–41 Weeks of Gestation. *Fetal Diagnosis and Therapy.* 2019 enero; 47(5): p. 387-398.