ARTÍCULOS ORIGINALES

Doppler de arteria pulmonar en la predicción de madurez fetal

Pulmonary artery doppler in the prediction of fetal maturity

Dr. Kenny Araujo-Vargas [1,2,3]
Dr. Edgardo Alonzo [1,2]
Dra. Onleda Brencio [1,2,3]
Dra. Luisa León-Villavicencio [1,2,3]
Dr. Daniel Márquez-Contreras [12,3]

Cómo citar este artículo:
Araujo-Vargas K., Alonzo E., Brencio O., León-Villavicencio L., Márquez-Contreras D.: Doppler de arteria pulmonar en la predicción de madurez fetal. Rev. Latin. Perinat. (2022) 25:128.

Fecha de recepción: 26 de abril 2022
Fecha de aceptación: 30 de mayo 2022

RESUMEN

Se realizó un estudio prospectivo y aleatorizado, para determinar el tiempo de aceleración y de eyección de la arteria pulmonar y su relación con la madurez pulmonar fetal, en una serie de 28 gestantes con embarazo mayor de 24 semanas. Las pacientes fueron evaluadas en la Unidad de Perinatología del Hospital Universitario de Caracas, donde se efectuó la evaluación Doppler y se tomó muestra de líquido amniótico para realizar contaje de cuerpos lamelares, estableciendo relación de estos resultados con la predicción del estado de madurez pulmonar fetal. Se estableció un punto de corte de 0.29 para el índice tiempo de aceleración y tiempo de eyección de la arteria pulmonar. Hubo correlación lineal entre el índice TATE de arteria pulmonar y el contaje de cuerpos lamelares (r = 0,638; p = 0,001). La arteria pulmonar es de fácil acceso en la evaluación ecográfica y brinda información relevante sobre el grado de madurez pulmonar. Los hallazgos del índice TATE en este estudio, permiten determinar el riesgo de que el recién nacido presente síndrome de distrés respiratorio.

PALABRAS CLAVE: Tiempo de aceleración. Tiempo de eyección. Arteria pulmonar. Cuerpos lamelares, Madurez pulmonar fetal.

ABSTRACT

A prospective and randomized study was carried out to determine the acceleration and ejection time of the pulmonary artery and its relationship with fetal lung maturity, in a series of 28 pregnant women with a pregnancy greater than 24 weeks. The patients were evaluated in the Perinatology Unit of the University Hospital of Caracas, where the Doppler evaluation was performed and a sample of amniotic fluid was taken to count the lamellar bodies, establishing a relationship between these results and the prediction of the state of fetal lung maturity. A cut-off point of 0.29 was established for the acceleration time index and pulmonary artery ejection time. There was a linear correlation between the TATE index of the pulmonary artery and the lamellar body count (r = 0.638; p = 0.001). The pulmonary artery is easily accessible in the ultrasound study and provides relevant information on the degree of lung maturity. The study of TATE index makes it possible to determine the risk of the newborn presenting respiratory distress syndrome.

KEYWORDS: Acceleration time. Ejection time. Pulmonary artery. Lamellar bodies. Pulmonary maturity.

INTRODUCCIÓN

Los pulmones empiezan a formarse a partir de la cuarta semana del desarrollo embrionario, pero su maduración se efectúa en fases sucesivas y no se completa hasta bien avanzada la infancia de la persona (1). Es durante la fase sacular del desarrollo pulmonar, la cual empieza aproximadamente a las 24 semanas de gestación, donde se producen cambios importantes que permitirán una respiración relativamente eficaz en caso de ocurrir un parto prematuro (2). Durante este período los capilares sanguíneos pulmonares proliferan y comienzan a abundar en los sáculos terminales, lo cual indica la máxima proximidad entre la vía respiratoria y la circulación sanguínea

Hospital Universitario de Caracas. Universidad Central de Venezuela.
1. Especialista en Ginecología, Obstetricia y Perinatología.
2. Unidad de Perinatología "Dr. Freddy Guevara Zuloaga". Hospital Universitario de Caracas.
3. Docente en el Postgrado de Perinatología del Hospital Universitario de Caracas. Universidad Central de Venezuela.

pulmonar. El epitelio cúbico se adelgaza y se cubre de células alveolares tipo I y entre ellas, se forman las células alveolares tipo II que secretan el surfactante pulmonar (2).

El surfactante pulmonar reviste la superficie de los bronquiolos y alvéolos respiratorios, cuya función principal es la reducción de la tensión superficial alveolar, evitando el colapso pulmonar, la falla respiratoria y la hipoxemia (3). Durante el embarazo, los movimientos respiratorios fetales permiten el paso de surfactante pulmonar al líquido amniótico, donde su cantidad y función pueden ser evaluadas (4).

La deficiencia de surfactante pulmonar en recién nacidos conlleva a mayor tensión pulmonar, causando el colapso alveolar y dificultad con el intercambio gaseoso, resultando en hipoxia neonatal y produciendo el síndrome de distrés respiratorio del recién nacido, el cual es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad neonatal, afectando al 1 % de todos los nacidos vivos y al 10 % de los recién nacidos pretérmino. El riesgo aumenta a medida que el recién nacido sea más prematuro, afectando al 60 % de los neonatos que nacen antes de las 29 semanas (5).

Se han hecho grandes esfuerzos para determinar cuándo un feto tiene riesgo de desarrollar complicaciones neonatales como resultado de la inmadurez pulmonar (6). Actualmente el principal estudio para determinar la madurez pulmonar fetal es la evaluación de los componentes del surfactante en el líquido amniótico (7), lo que involucra la realización de amniocentesis. Este procedimiento trae riesgos y complicaciones en el 0,7 % de los casos, (8).

Existen diferentes pruebas que evalúan la madurez pulmonar fetal en líquido amniótico, como el índice lecitina/esfingomielina, fluorescencia polarizada, presencia de fosfatidilglicerol y contaje de cuerpos lamelares. (4). A pesar de esta variedad de pruebas, ninguna ha demostrado ser significativamente superior entre ellas, sin embargo, algunas son más complejas de realizar que otras, por lo que varios estudios sugieren el uso del contaje de cuerpos lamelares como la prueba de elección, ya que es fácil y rápida de realizar en una institución hospitalaria. (5, 7, 9).

Los cuerpos lamelares son fosfolípidos laminados que contienen surfactante pulmonar y son secretados por los neumocitos tipo II; ellos tienen un peso similar al de las plaquetas, por lo que pueden ser medidos en cualquier equipo de contaje hematológico y se puede realizar con solo 0,5 ml de líquido amniótico. (7). Para evitar los riesgos de la amniocentesis, lo ideal sería realizar pruebas no invasivas que puedan predecir la madurez pulmonar fetal. De manera paralela, varios estudios han demostrado que existen cambios en las ondas de velocidad de flujo de la arteria pulmonar a medida que avanza la gestación, lo cual se ha relacionado con los grados de madurez pulmonar. (10, 11).

Las principales causas de mortalidad neonatal en América Latina y el Caribe señaladas por la Organización Panamericana de Salud son la infección, la asfixia y la prematuridad. Algunos estudios en Venezuela revelan mortalidad neonatal del 13 %, registrando como causa determinante a la insuficiencia respiratoria en más de la mitad de los casos. (12).

Durante mucho tiempo se ha intentado predecir de manera fácil, inocua y de bajo costo, el estado de la madurez pulmonar fetal, con objeto de decidir el momento más idóneo para el nacimiento o establecer la necesidad de emplear técnicas que aceleren la maduración pulmonar, como la administración de corticoesteroides. Estas pruebas requieren una muestra de líquido amniótico obtenido a través de amniocentesis, por lo que, la valoración velocimétrica de la arteria pulmonar del feto mediante sonografía Doppler, que es un método no invasivo, sin riesgo, de fácil acceso, reproducible, económico y rápido de realizar, es muy aceptado por las pacientes. El tiempo de aceleración (TA) y el tiempo de eyección (TE) de la arteria pulmonar han sido usados para identificar fetos con riesgo de hipoplasia pulmonar y su certeza predictiva ha sido comparada con la de pruebas bioquímicas de madurez pulmonar fetal en líquido amniótico. (6, 10, 13, 14).

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el TA y TE de la arteria pulmonar y compararlo con la cantidad de cuerpos lamelares en líquido amniótico, para determinar su certeza como predictores de la madurez fetal.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo,

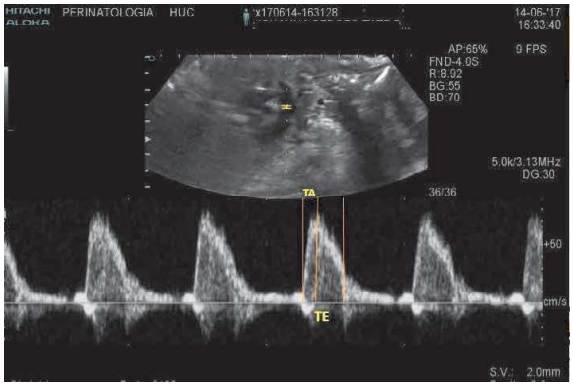
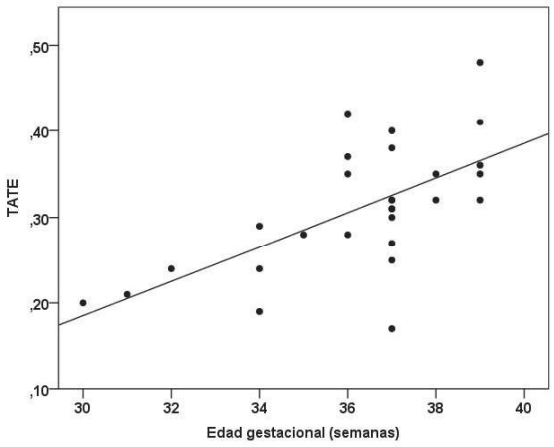


Figura 1. Onda de velocidad de flujo de la arteria pulmonar

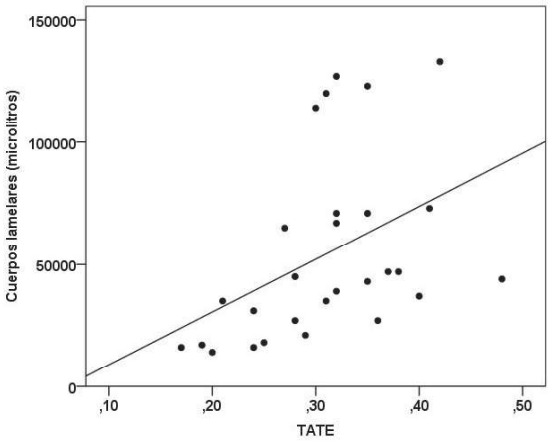


r = 0,638 (p = 0,001)
r2 = 0,408
TATE=-0,415+0,020·edad gestacional

Figura 3. Diagrama de dispersión de la edad gestacional y TATE.

comparativo, aleatorizado. La población en estudio estuvo representada por las pacientes con embarazos simples, mayores de 24 semanas, líquido amniótico normal, que acudieron a la Unidad de Perinatología del Hospital Universitario de Caracas, entre enero 2020 y diciembre 2021. Se determinó la edad gestacional por la fecha de última menstruación compatible con la primera ecografía prenatal o se utilizó la edad gestacional determinada por la longitud cráneo caudal.

Luego de obtener el consentimiento informado, a cada embarazada se le practicó un estudio ecográfico Doppler en la Unidad de Perinatología del Hospital



r = 0,431 (p = 0,022)
r2 = 0,186
Conteo de cuerpos lamelares=-12743,725+216320·TATE

Figura 2. Diagrama de dispersión del conteo de cuerpos lamelares y TATE.

Universitario de Caracas, utilizando un equipo con transductor convexo de multifrecuencia, Se evaluaron: diámetro biparietal, circunferencia cefálica, circunferencia abdominal, longitud de fémur, peso fetal (PEF). Se valoró la onda de velocidad de flujo de la arteria pulmonar fetal en el corte del tracto de salida del ventricular derecho, corte del eje corto de los grandes vasos o en el corte del arco ductal, según la posición fetal y la facilidad de acceso por parte del operador. El volumen de muestra se mantuvo entre 2 a 3 mm, con un ángulo de insonación <15° con posición distal a la válvula pulmonar. Se evaluó tanto el tiempo de aceleración (TA) como el tiempo de eyección (TE) y se hizo la división del TA de la arteria pulmonar entre el TE (TA/TE AP) **(Figura 1)**.

Posteriormente, con una diferencia no mayor de 24 horas con respecto al estudio ecográfico, se procedió a la obtención transoperatoria de al menos 0,5 cc de líquido amniótico, obteniendo la muestra al momento de realizar la histerotomía y antes de romper la membrana amniótica. Se hizo contaje de cuerpos lamelares para determinar la madurez pulmonar fetal, estableciendo como punto de corte un contaje mayor a 30.000 cuerpos lamelares (15, 16). Se tomó en cuenta el uso de glucocorticoides 7 días previos a la evaluación, se recabaron datos de identificación de la paciente, los antecedentes, medidas biométricas fetales del estudio ecográfico, hallazgos del ecosonograma Doppler y características clínicas de

Neonatos	EG	TA/TE AP	Cuerpos Lamelares
1	30	0,20	14000
2	31+5	0,21	35000
3	32	0,24	31000
4	34	0,24	16000
5	34	0,19	17000
6	36	0,28	27000
7	37	0,25	18000
8	37	0,17	16000

Tabla 1. Características de recién nacidos con distrés respiratorio

los recién nacidos.

Se procedió a realizar la base de datos en el programa SPSS versión 2.0. Para el análisis se plantearon dos fases: 1) con la descripción de las variables cuantitativas a través de medidas de tendencia central y de dispersión y de las variables cualitativas con frecuencias absolutas y relativas (números y porcentajes); 2) se buscó la relación entre las variables cualitativas mediante prueba de Chi-cuadrado y entre variables cuantitativas con la correlación de Pearson, Kendal o Spearman según su distribución. Se tabuló utilizando programa Microsoft Excel 2010.

RESULTADOS

Inicialmente la serie estuvo constituida por 46 pacientes que cumplieron criterios de inclusión y consentimiento de participar en el estudio. 18 embarazadas fueron excluidas (en 9 pacientes no se logró tomar muestra de líquido amniótico durante el acto quirúrgico, 4 pacientes posterior al análisis del líquido amniótico se evidenciaron compuestos hemáticos, en 5 pacientes el equipo hematológico para el contaje celular fue distinto al usado en el resto de las pacientes). La serie final estuvo conformada por 28 gestantes, de las cuales 11 eran embarazos pretérmino y 17 a término. La edad promedio fue de 30 años ± 6, la edad gestacional promedio de 36 semanas ± 2, el 75% de las pacientes presentaron 2 o más gestas y 46,2 % de las pacientes no presentaron patologías médicas asociadas.

El 50% de las pacientes recibió inductores de madurez pulmonar fetal durante el embarazo y en 3 pacientes (10,7 % del total) el nacimiento ocurrió dentro de los 7 días posteriores a la colocación de los mismos. El promedio del índice TA/TE de arteria pulmonar fue de 0,31 ms ± 0,07.

La media y desviación estándar de peso al nacer de los recién nacidos fue de 2531 gr ± 732, siendo 46.4 % del sexo masculino y 53.6 % del sexo femenino. El puntaje de Apgar promedio al primer minuto fue de 7 (rango 5 a 8) y al quinto minuto de 8 (rango de 6 a 9). El síndrome de distrés respiratorio se presentó en 8 recién nacidos mientras que 20 de ellos no presentaron dificultad respiratoria, representando el 28,6 % y el 71,4 % respectivamente

El punto de corte seleccionado para el TATE AP fue el igual o menor de 0,29 ms ya que presentó un índice de verosimilitud de 10. La sensibilidad fue del 100%, con una especificidad del 90 %, valor predictivo positivo del 80 %, valor predictivo negativo del 100 %, con validez del 92,9% y prevalencia del 28,6 %. Chi cuadrado (corrección de Yates) fue de 16,43 con valor de p menor a 0,05.

El promedio del TATE de arteria pulmonar en casos de inmadurez demostrada por contaje de cuerpos lamelares fue de 0,25 ms ± 0,06 mientras que en casos de madurez demostrada por contaje de cuerpos lamelares fue de 0,34 ms ± 0,06.

El TATE AP logró identificar a todos los recién nacidos que presentaron distrés respiratorio mientras que el contaje de cuerpos lamelares identifico el 75 % (6/8) de los recién nacidos con distrés respiratorio **(Tabla 1)**. Hubo correlación lineal entre el índice TATE AP y contaje de cuerpos lamelares (r = 0,431, p = 0,022. **Figura 2)**. Así mismo hubo correlación lineal entre la edad gestacional y el índice TATE AP (r = 0,638; p = 0,001. **Figura 3**).

DISCUSIÓN

En este estudio, el TATE de la arteria pulmonar con un punto de corte de 0,29 demostró certeza predictiva del distrés respiratorio con especificidad del 90 %, sensibilidad del 100 %, valor predictivo negativo de 100 % y valor predictivo positivo del 80 %. Al obtener estos resultados surgen algunas observaciones importantes:

1) la evaluación del TATE de la arteria pulmonar es un procedimiento no invasivo, que se logró obtener en todas las pacientes del estudio siendo fácilmente reproducible de la misma manera como ha sido descrito por otros investigadores. (6, 10, 11, 13, 14, 17). Hay correlación positiva entre los valores de TATE de la arteria pulmonar y el contaje de cuerpo lamelares, resultados similares a los de Schenone et al (6), quienes compararon el TATE de la arteria pulmonar con la evaluación de la fluorescencia polarizada en líquido amniótico, revelando que existe incremento directamente proporcional del TATE con la prueba bioquímica, por lo tanto mientras el índice TATE aumenta, las probabilidades de madurez pulmonar son mayores.

2) Nuestros resultados difieren a los encontrados por Azpurua et al (10) quienes indican que los valores de TATE de la arteria pulmonar disminuyen a medida que los valores del índice lecitina/esfingomielina aumentan. Los datos obtenidos por Min S et al (18) también difieren de los nuestros, ya que ellos observaron que el valor del índice TATE de la arteria pulmonar mayor de 0,32 ms reflejaba riesgo para desarrollar distrés respiratorio al nacer; sin embargo, tomando en cuenta la fisiología del desarrollo pulmonar fetal, es de esperarse que al disminuir la resistencia en el pulmón, aumente el tiempo de aceleración en la onda de velocidad de flujo de la arteria pulmonar y por lo tanto se eleva el índice TATE en dicha arteria, hallazgos que se constató en nuestro trabajo al observar correlación lineal entre la edad gestacional y el TATE de arteria pulmonar.

La correlación positiva del índice TATE de la arteria pulmonar con el contaje de cuerpos lamelares, permiten evitar los riesgos inherentes al procedimiento invasivo. El TATE de arteria pulmonar demostró relación con los resultados de la prueba bioquímica de contaje de cuerpos lamelares, lo que permite sugerir a la ecografía como procedimiento de elección porque no supone riesgo.

A diferencia de los resultados de Moreira et al (19) nuestra investigación arrojó un valor de índice TATE AP igual o menor de 0,29 ms para predecir riesgo de distrés respiratorio al nacer, sin embargo los valores de especificidad son bastantes comparables a los obtenidos por ellos, no así la sensibilidad que fue del 100 % en nuestra investigación, pudiendo influir en nuestro punto de corte, el número de pacientes que conformaron el estudio. Por otro lado, Schenone et al (6) obtuvieron un valor TATE de arteria pulmonar de 0,3149 ms con una especificidad del 93 % y sensibilidad del 73 %, valores similares a nuestra investigación en relación a la especificidad.

CONCLUSIONES

La arteria pulmonar es un territorio vascular de fácil acceso en el estudio ecográfico fetal y que brinda información relevante sobre el grado de madurez pulmonar.

El índice TATE de arteria pulmonar es una técnica no invasiva con valores aceptables de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. El puntaje menor o igual a 0,29 ms detectó a todos los recién nacidos que presentaron distrés respiratorio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabero L. El pulmón fetal. Fisiología de la madurez pulmonar fetal. En: Cabero L. Saldivar D, Cabrillo E. Obstetricia y Medicina Materno – Fetal. España: Editorial médica Panamericana; 2010. p 243 – 262.
2. Nebot-Cegarra J. Embriología y maduración pulmonar. En: Gratacós E, Gómez R, Nicolaides

K, Romero R, Cabero L. Medicina Fetal. España: Editorial médica Panamericana; 2009. p 277 – 280.
3. Gonzales X. Surfactante pulmonar. En: Briceño C, Maduración pulmonar fetal, prevención exitosa de complicaciones y muertes perinatales. Venezuela: Editorial Amolca; 2008. p 23 - 30
4. Committee on Obstetric Practice. Committee Opinion No. 713: Antenatal Corticosteroid Therapy for Fetal Maturation. Obstet Gynecol. 2017 Aug;130(2):e102-e109. doi: 10.1097/AOG.0000000000002237
5. Besnard A, Wirjosoekarto S, Broeze K, Opmeer B, Mol B. Lecithin/sphingomyelin ratio and lamellar body count for fetal lung maturity: a meta-analysis. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol. 2013 Jul;169(2):177-83. doi: 10.1016/j.ejogrb.2013.02.013
6. Schenone M, Samson J, Jenkins L, Suhag A, Mari G. Predicting Fetal Lung Maturity Using the Fetal Pulmonary Artery Doppler Wave Acceleration/Ejection Time Ratio. Fetal Diagn Ther. 2014;36(3):208-14. doi: 10.1159/000358299
7. DeRoche M, Ingardia C, Guerette P, Wu A, LaSala C, Mandavilli S. The use of lamellar body counts to predict fetal lung maturity in pregnancies complicated by diabetes mellitus. Am J Obstet Gynecol. 2002 Oct;187(4):908-12. doi: 10.1067/mob.2002.127122
8. Gordon M, Komal N, O'Shaughnessy R, Barth W. Complications of Third-Trimester Amniocentesis Using Continuous Ultrasound Guidance. Obstet Gynecol. 2002 Feb;99(2):255-9. doi: 10.1016/s0029-7844(01)01715-x
9. Hernandez J, Navarro-Solis E, Carreon-Valdéz E. Lamellar bodies as a diagnostic test of fetal lung maturity. Int J Gynaecol Obstet. (2002) 77:217-21. doi: 10.1016/s0020-7292(02)00036-x
10. Azpurua H, Norwitz E, Campbell K, Funai E, Pettker C, Kleine M, et al. Acceleration/ejection time ratio in the fetal pulmonary artery predicts fetal lung maturity. Am J Obstet Gynecol. (2010) 203:40.e1-8. doi: 10.1016/j.ajog.2010.01.075
11. Orellana J, Salazar Z, Cárdenas F, Orellana R, Méndez S, Sánchez G. Ecografía Doppler de la arteria pulmonar como indicador de madurez pulmonar fetal, Cuenca – Ecuador. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca (2020) 38: 2 doi: https://doi.org/10.18537/RFCM.38.02.03
12. Faneite P, Rodríguez F, Rivera C, Faneite J, Duque J. Estado neonatal en prematurez. 2005-2007. Rev Obstet Ginecol Venez (2008) 68 n.4
13. Fuke S, Kanzaki T, Mu J, Wasada K, Takemura M, Mitsuda N, et al. Antenatal prediction of pulmonary hypoplasia by acceleration time/ejection time ratio of fetal pulmonary arteries by Doppler blood flow velocimetry. Am J Obstet Gynecol. (2003) 188(1):228-33. doi: 10.1067/mob.2003.69.
14. Sosa A, Guerrero L. Índice relativo de impedancia Doppler entre el ductus arterioso y la arteria pulmonar en el embarazo normal, pretérmino y postérmino. Rev Obstet Ginecol Venez (2000) 60(2):97-101.
15. Gil B, Souza E, Silva C, Figueiredo C. Evaluation of fetal lung maturity by lamellar bodies counting in amniotic fluid. Rev Bras Ginecol Obstet. (2010) 32(3):112-7. doi: 10.1590/s0100-72032010000300003.
16. Carrillo J, García E, Lozano C, Galache P, Lozano J, González H. Cuantificación de cuerpos lamelares en líquido amniótico: método de valoración de madurez pulmonar fetal. Ginecol Obstet Mex. (1997) 65:202-6.
17. Huamán M, Campodónico L, Huamán M, García N, Pacheco J. Doppler del tronco de la arteria pulmonar en la predicción de la madurez pulmonar fetal. Rev Per Ginecol Obstet. (2009) 55:120-125. doi: https://doi.org/10.31403/rpgo.v55i278
18 Kim S, Park J, Norwitz E, Hwang E, Kang H, Park C, et al. Acceleration time-to-ejection time ratio in fetal pulmonary artery predicts the development of neonatal respiratory distress syndrome: a prospective cohort study. Am J Perinatol. (2013) 30(10):805-12. doi: 10.1055/s-0032-1333132

19. Moreira W, Caraballo I, Pacheco R, Oviedo J, Abreu M, Goncalves J. Índice de tiempo aceleración/tiempo de eyección de la arteria pulmonar fetal como diagnóstico de madurez pulmonar. Rev Latin Perinat (2016)19 (3)188 -193.

DIRECCIÓN DE LOS AUTORES
Dr. Kenny Araujo
kennyaraujo33@gmail.com
Caracas. Venezuela