



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

**EVALUACIÓN DEL ÍNDICE TA/TE DE LA
ARTERIA PULMONAR FETAL COMO
PREDICTOR NO INVASIVO DE MADURACIÓN
PULMONAR**

**EVALUATION OF THE FETAL PULMONARY ARTERY
TA/TE INDEX AS A NON-INVASIVE PREDICTOR OF LUNG
MATURATION**

Alexis Javier García Sarabia

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - México

José Andrés Uscanga Medina

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - México

Maria Magdalena Leue Luna

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - México

Evaluación del Índice TA/TE de la Arteria Pulmonar Fetal como Predictor No Invasivo de Maduración Pulmonar

Alexis Javier García Sarabia¹

dr.alexis.gs@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-6010-0326>

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México

José Andrés Uscanga Medina

librandres@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3952-2060>

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México

Maria Magdalena Leue Luna

magdalena.leue@ujat.mx

<https://orcid.org/0009-0003-1815-0787>

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México

RESUMEN

La maduración pulmonar es crucial para la supervivencia neonatal, especialmente en recién nacidos pretérmino, por lo que se requieren métodos confiables para evaluarla. El ultrasonido obstétrico con aplicación de Doppler pulsado en el tronco de la arteria pulmonar fetal es una técnica no invasiva que permite obtener el índice TA/TE, sugerido como predictor de la madurez pulmonar en estudios previos. El objetivo de este estudio fue evaluar la utilidad del índice TA/TE en mujeres embarazadas de 32 a 39 semanas de gestación. Se realizó un estudio prospectivo, transversal y correlacional en el Hospital Regional de Alta Especialidad "Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez" en Villahermosa, Tabasco, entre enero y abril de 2024. La muestra incluyó 26 mujeres que cumplían con los criterios de inclusión, mediante ultrasonido Doppler se midieron los tiempos de aceleración y eyección en la arteria pulmonar fetal, y se correlacionaron con los puntajes de APGAR al minuto, utilizado como indicador de la maduración pulmonar. Los resultados mostraron que el índice TA/TE se mantiene constante a partir de las 37 semanas, lo que podría indicar estabilidad hemodinámica pulmonar fetal. No obstante, la correlación entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR fue débil (Spearman 0.167, $p=0.414$), sin relación significativa entre ambos. En conclusión, aunque el índice TA/TE no se correlacionó significativamente con los puntajes APGAR, sigue siendo útil como herramienta no invasiva para evaluar la circulación pulmonar fetal, se recomienda realizar estudios adicionales para validar su eficacia en diferentes poblaciones y mejorar la toma de decisiones en embarazos de riesgo.

Palabras clave: maduración pulmonar, ultrasonido Doppler, índice TA/TE, APGAR, recién nacidos

¹ Autor principal

Correspondencia: dr.alexis.gs@gmail.com

Evaluation of the Fetal Pulmonary Artery TA/TE Index as a Non-Invasive Predictor of Lung Maturation

ABSTRACT

Pulmonary maturation is crucial for neonatal survival, especially in preterm newborns, which necessitates reliable methods for its assessment. In obstetric ultrasound with spectral Doppler application in the trunk of the foetal pulmonary artery is a non-invasive technique that allows for the calculation of the TA/TE index, suggested as a predictor of pulmonary maturity in previous studies. The objective of this study was to evaluate the utility of the TA/TE index in pregnant women between 32 and 39 weeks of gestation. A prospective, cross-sectional, and correlational study was conducted at the Regional High Specialty Hospital "Dr. Gustavo A. Roviroso Pérez" in Villahermosa, Tabasco, between January and April 2024. The sample included 26 women who met the inclusion criteria. Using Doppler ultrasound, the acceleration and ejection times in the fetal pulmonary artery were measured and correlated with the APGAR scores at one minute, which served as an indicator of pulmonary maturation. The results showed that the TA/TE index remained constant from 37 weeks onward, potentially indicating hemodynamic stability in the fetal pulmonary system. However, the correlation between the TA/TE index and the APGAR score was weak (Spearman 0.167, $p=0.414$), indicating no significant relationship between the two. In conclusion, although the TA/TE index did not correlate significantly with the APGAR scores, it remains a useful non-invasive tool for evaluating fetal pulmonary circulation. Further studies are recommended to validate its efficacy in different populations and to enhance decision-making in high-risk pregnancies.

Keywords: pulmonary maturation, Doppler ultrasound, TA/TE index, APGAR, newborns

Artículo recibido 18 octubre 2024

Aceptado para publicación: 30 noviembre 2024



INTRODUCCIÓN

La maduración pulmonar fetal es un proceso fundamental que determina la viabilidad del recién nacido, especialmente en aquellos que nacen pretérmino, la capacidad del feto para respirar de manera autónoma al nacer depende en gran medida del desarrollo adecuado de los pulmones (Nava et al., 2022). Cualquier deficiencia en este proceso puede resultar en complicaciones severas, como el síndrome de dificultad respiratoria (SDR) neonatal, que es común en recién nacidos prematuros y se caracteriza por la insuficiencia en la producción de surfactante, una sustancia crítica para la expansión pulmonar (Azpurua et al., 2010). Este síndrome sigue siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad neonatal, lo que resalta la importancia de contar con herramientas confiables que permitan predecir de manera efectiva la maduración pulmonar (Lona et al., 2018).

Tradicionalmente, el método estándar para evaluar la maduración pulmonar fetal ha sido la amniocentesis, un procedimiento invasivo que implica la extracción de líquido amniótico para medir los niveles de surfactante (Akolekar et al., 2015). Si bien este método es efectivo, presenta riesgos significativos como infecciones y abortos espontáneos, esta situación ha motivado la búsqueda de métodos no invasivos más seguros y accesibles, en este contexto, el ultrasonido Doppler ha ganado relevancia al permitir la evaluación de parámetros hemodinámicos fetales sin riesgos significativos para la madre o el feto (Frausto-Sánchez, 2019).

El índice tiempo de aceleración/tiempo de eyección (TA/TE) de la arteria pulmonar fetal, calculado mediante Doppler, ha sido propuesto como un marcador no invasivo de maduración pulmonar, diversos estudios han demostrado que este índice puede correlacionarse con el desarrollo pulmonar fetal, ofreciendo una alternativa viable a la amniocentesis (Orellana-Ortega et al., 2020), en particular, se ha observado que el índice TA/TE tiende a estabilizarse a partir de las 37 semanas de gestación, lo que podría indicar una maduración pulmonar adecuada en embarazos a término (Azpurua et al., 2010). Sin embargo, a pesar de la creciente evidencia internacional sobre el uso del índice TA/TE, los estudios realizados en poblaciones mexicanas son limitados, esta falta de datos locales justifica la necesidad de investigaciones que evalúen la validez de este método en diferentes contextos clínicos y demográficos (Orellana-Ortega et al., 2020). Un mejor conocimiento sobre su efectividad en estas poblaciones podría facilitar la adopción de este método en la práctica clínica para la toma de decisiones en embarazos de



riesgo, el desarrollo de métodos no invasivos, como el índice TA/TE, no solo reduciría los riesgos asociados con procedimientos invasivos como la amniocentesis, sino que también permitiría una evaluación más segura y rápida de la maduración pulmonar, contribuyendo a una mejor atención prenatal (Lai et al., 2020; Medina-Jiménez et al., 2022).

Por tanto, este estudio tiene como objetivo evaluar la utilidad del índice TA/TE en mujeres embarazadas de 32 a 39 semanas de gestación, atendidas en el Hospital Regional de Alta Especialidad "Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez", y su posible correlación con los puntajes APGAR, un indicador del bienestar neonatal inmediato. El uso del índice TA/TE como método de evaluación no invasivo representa una oportunidad para optimizar la atención obstétrica en embarazos complicados, proporcionando información valiosa sobre la maduración pulmonar fetal sin los riesgos asociados a procedimientos invasivos (Sánchez-Ramos et al., 2021).

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio prospectivo, transversal y correlacional con un enfoque cuantitativo, este diseño es apropiado para evaluar la relación entre dos variables, en este caso, el índice tiempo de aceleración/tiempo de eyección (TA/TE) de la arteria pulmonar fetal y los puntajes de APGAR al minuto, un indicador de la adaptación neonatal inmediata. El enfoque prospectivo permitió la recolección de datos en tiempo real durante un período determinado, asegurando una mayor validez en la medición de las variables. La naturaleza transversal del estudio se justifica por la intención de evaluar estas variables en un momento específico del embarazo (entre 32 y 39 semanas), sin seguimiento posterior a largo plazo.

Población de estudio

La población de estudio incluyó a mujeres embarazadas atendidas en el Hospital Regional de Alta Especialidad "Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez" en Villahermosa, Tabasco, entre enero y abril de 2024. Se seleccionaron únicamente mujeres con una gestación entre 32 y 39 semanas que cumplían con los criterios de inclusión. La elección de este rango gestacional se basó en la literatura existente que sugiere que el índice TA/TE es más estable y predictivo de la maduración pulmonar a partir de las 34 semanas

de gestación (Azpurua et al., 2010). Este enfoque permitió una mayor precisión en la evaluación de la utilidad del índice TA/TE en la maduración pulmonar.

Criterios de inclusión

Se incluyeron en el estudio a mujeres embarazadas que cumplieran con los siguientes criterios:

- Edad gestacional confirmada entre 32 y 39 semanas mediante ultrasonido de primer trimestre.
- Gestaciones únicas sin anomalías estructurales fetales conocidas.
- Ausencia de complicaciones obstétricas graves (como preeclampsia severa, diabetes gestacional no controlada o infecciones activas).
- Disposición para participar en el estudio y dar su consentimiento informado.

Criterios de exclusión

Se excluyeron del estudio aquellas mujeres embarazadas que:

- Presentaban signos o síntomas de infección por COVID-19 (fiebre, tos, dolor de garganta).
- Mostraban polihidramnios o restricción del crecimiento intrauterino.
- Fetos con anomalías estructurales detectadas en ultrasonidos previos o en la exploración postnatal.

Tipo y tamaño de muestra

Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a las pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión durante el periodo de estudio. El tamaño de la muestra fue de 26 pacientes, lo que es adecuado para un estudio exploratorio, pero se recomienda que futuros estudios amplíen el tamaño muestral para mejorar la potencia estadística. La justificación del tamaño de muestra se basa en estudios previos que han utilizado muestras similares para evaluar el índice TA/TE en la predicción de maduración pulmonar (Orellana-Ortega et al., 2020).

Procedimientos de recolección de datos

Los datos fueron recolectados mediante la revisión de los expedientes clínicos electrónicos y físicos de las pacientes. Las mediciones del índice TA/TE se realizaron utilizando ultrasonido Doppler espectral, el cual mide los tiempos de aceleración y eyección de la arteria pulmonar fetal. Estas mediciones se llevaron a cabo por personal capacitado en el uso de ultrasonido, siguiendo los protocolos estandarizados para asegurar la precisión y reproducibilidad de los resultados.

Los tiempos de aceleración (TA) y de eyección (TE) se definieron como el intervalo entre el inicio de la sístole y el pico máximo de la misma, y el tiempo total durante el cual se observaba flujo a través de la arteria pulmonar, respectivamente. Estos valores fueron registrados en milisegundos y utilizados para calcular el índice TA/TE. Además, se obtuvieron los puntajes APGAR al minuto de vida de los recién nacidos, como un indicador de la adaptación respiratoria y hemodinámica inmediata.

Variables del estudio

- Variable dependiente: Puntaje de APGAR al minuto. El puntaje APGAR es una evaluación clínica estándar de la adaptación neonatal que incluye parámetros como la frecuencia cardíaca, esfuerzo respiratorio, tono muscular, respuesta a estímulos y coloración cutánea.
- Variable independiente: Índice TA/TE, obtenido mediante la medición de los tiempos de aceleración y eyección de la arteria pulmonar fetal utilizando ultrasonido Doppler.

Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron ingresados en una base de datos y analizados utilizando el software estadístico SPSS, versión 27. Antes de realizar los análisis de correlación, se comprobó el supuesto de normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Dado que los datos no seguían una distribución normal ($p < 0.05$), se utilizó la prueba no paramétrica de correlación de Spearman para evaluar la relación entre el índice TA/TE y los puntajes APGAR.

Adicionalmente, se emplearon estadísticas descriptivas para caracterizar la población en términos de edad materna, número de embarazos previos, semanas de gestación, peso al nacer, entre otras variables. Se presentaron medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (desviación estándar) para las variables continuas, y frecuencias y proporciones para las variables categóricas.

Para la interpretación de la correlación, se consideraron valores de Spearman entre 0.1-0.3 como correlación débil, 0.3-0.5 como moderada, y valores superiores a 0.5 como correlación fuerte (Field, 2018). Un valor p menor a 0.05 se consideró estadísticamente significativo en todos los análisis.

Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo respetando los principios éticos de la Declaración de Helsinki y las normativas vigentes de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud de México (Secretaría de Salud, 2016). Dado que el estudio no implicó intervenciones ni modificó el curso natural del

embarazo, fue clasificado como una investigación "sin riesgo". Los datos recolectados fueron tratados de manera confidencial, y las participantes fueron identificadas mediante un código numérico para garantizar el anonimato.

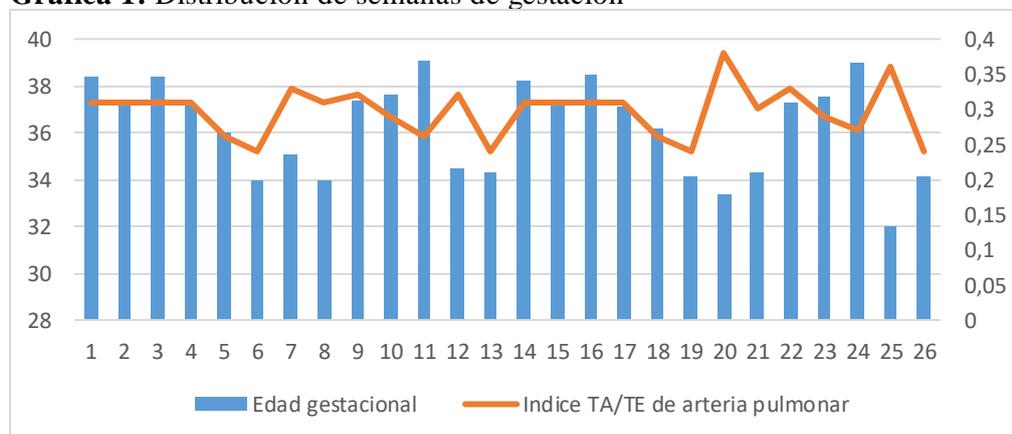
Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todas las participantes, quienes fueron debidamente informadas sobre los objetivos del estudio, la naturaleza de las mediciones y la protección de sus datos personales. El protocolo de investigación fue revisado y aprobado por el comité de ética del Hospital "Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez".

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 26 mujeres embarazadas con una edad gestacional entre las 32 y 39 semanas. La mayoría de las pacientes (64%) eran multigestas, mientras que el 36% eran nuligestas. Además, el 50% de las pacientes no presentaba complicaciones médicas significativas, aunque el 31% presentó enfermedad hipertensiva del embarazo y un 19% presentó ruptura prematura de membranas, complicaciones que podrían afectar el bienestar neonatal.

En la Gráfica 1, se muestra la distribución de las semanas de gestación de las pacientes, los resultados indican que el 58% de las pacientes se encontraban entre las 37 y 39 semanas de gestación, lo que refleja una prevalencia de embarazos a término, sin embargo, también se observó un número considerable de embarazos pretérmino, que representaron el 42% de la muestra, lo cual es importante al analizar el índice TA/TE, ya que la maduración pulmonar aún no se completa en embarazos pretérmino. A partir de la semana 37, se observó una estabilidad en el índice TA/TE, lo que sugiere que los pulmones fetales alcanzan una maduración hemodinámica significativa a partir de esta edad gestacional.

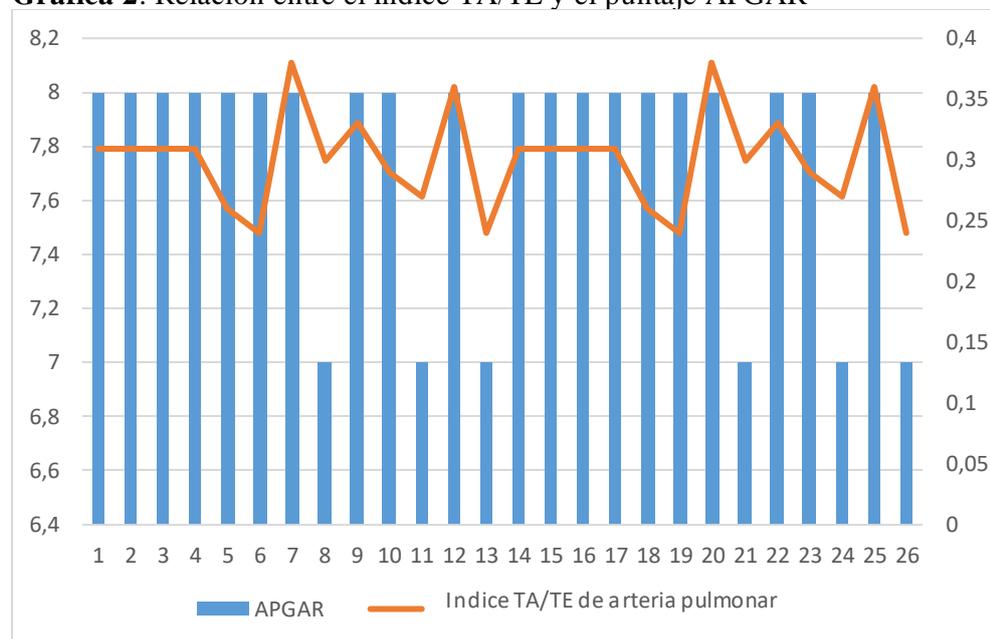
Gráfica 1: Distribución de semanas de gestación



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 2 presenta la relación entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR al minuto. Aunque se esperaría que un mayor índice TA/TE reflejara una mayor maduración pulmonar y, por ende, mejores puntajes de APGAR, los resultados mostraron una correlación débil entre ambos (Spearman 0.167, $p=0.414$). Esto indica que el índice TA/TE no predice de manera directa el bienestar neonatal inmediato, medido por el APGAR, en esta muestra. No obstante, el hecho de que el índice se estabilice a partir de las 37 semanas puede sugerir que la maduración pulmonar, aunque no se traduzca en un puntaje APGAR más alto, sí presenta una estabilidad hemodinámica en las últimas semanas del embarazo.

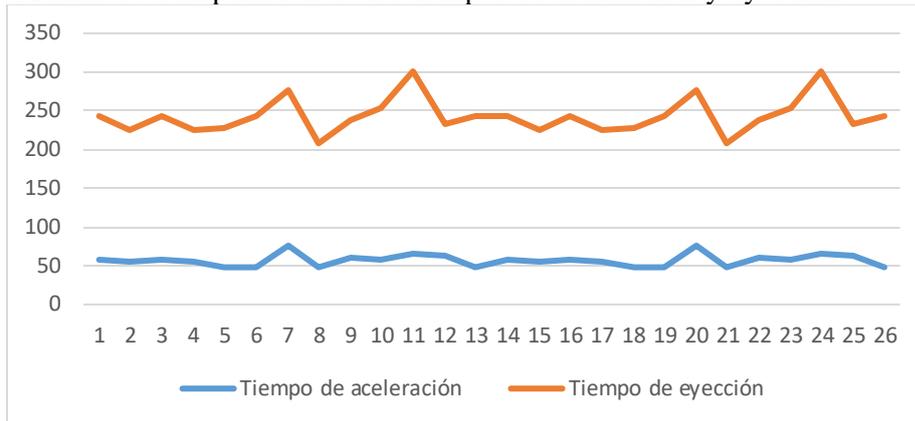
Gráfica 2. Relación entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR



Fuente: Elaboración propia

En la Gráfica 3, se comparan los tiempos de aceleración (TA) y eyección (TE) de la arteria pulmonar fetal. Los resultados mostraron que el tiempo de eyección fue consistentemente mayor que el tiempo de aceleración a lo largo de todas las semanas de gestación, lo cual es fisiológicamente esperado debido a la duración del ciclo cardíaco fetal. El tiempo de eyección mide el periodo durante el cual la válvula permanece abierta, lo que permite el paso del flujo sanguíneo a través de la arteria pulmonar. Por otro lado, el tiempo de aceleración mide el intervalo desde el inicio de la sístole hasta el pico máximo de la misma. A medida que la gestación avanza, ambos tiempos tienden a estabilizarse, lo que refleja un patrón hemodinámico maduro en fetos a término.

Gráfica 3: Comparación de los tiempos de aceleración y eyección



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la correlación entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR se resumen en la Tabla 1. La correlación de Spearman mostró un valor de 0.167, lo que indica una correlación positiva muy débil entre ambas variables. Además, el valor de p (0.414) no alcanzó significancia estadística, lo que implica que no se puede afirmar con confianza que exista una relación fuerte o significativa entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR al minuto. Este hallazgo sugiere que, aunque el índice TA/TE es un buen indicador de maduración pulmonar hemodinámica, no necesariamente predice el bienestar neonatal inmediato medido por el puntaje APGAR.

Es importante considerar que el puntaje APGAR evalúa otros factores, como el tono muscular, la coloración y el esfuerzo respiratorio, que pueden no estar directamente relacionados con la hemodinámica pulmonar, lo que explica la falta de correlación entre ambas medidas. Sin embargo, la estabilidad del índice TA/TE a partir de las 37 semanas sigue siendo relevante como un indicador no invasivo de maduración pulmonar fetal.

Tabla 1. Correlación entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR

		APGAR
APGAR	Correlación de Spearman	1
	Sig. (bilateral)	
	N	26
índice TA/TE	Correlación de Spearman	0.167
	Sig. (bilateral)	0.414
	N	26

Fuente: Datos propios de la medición

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren que el índice tiempo de aceleración/tiempo de eyección (TA/TE) de la arteria pulmonar fetal, medido mediante ultrasonido Doppler, no mostró una correlación estadísticamente significativa con los puntajes APGAR al minuto en los recién nacidos, sin embargo, es importante destacar que el índice TA/TE se estabilizó a partir de las 37 semanas de gestación, lo cual concuerda con investigaciones previas que sugieren que el índice podría reflejar la maduración pulmonar hemodinámica en fetos a término (Azpurua et al., 2010; Guerrero, 2024).

La ausencia de una correlación significativa entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR puede explicarse por la naturaleza multifactorial del puntaje APGAR, que evalúa otros aspectos del bienestar neonatal inmediato, como el esfuerzo respiratorio, la frecuencia cardíaca, el tono muscular y la coloración cutánea, que no dependen únicamente de la maduración pulmonar (Frausto-Sánchez, 2019). Aunque el índice TA/TE puede reflejar estabilidad en la hemodinámica pulmonar fetal, no necesariamente predice el bienestar general del recién nacido al minuto de vida.

Por otro lado, la estabilización del índice TA/TE a partir de las 37 semanas de gestación observada en este estudio es consistente con la literatura, que sugiere que la maduración hemodinámica pulmonar ocurre en esta etapa del embarazo (Azpurua et al., 2010; Ortega et al., 2020). Esta estabilidad podría indicar que el índice TA/TE sigue siendo un indicador útil para monitorear la maduración pulmonar en fetos a término, particularmente en embarazos de alto riesgo, sin embargo, al no correlacionarse significativamente con el puntaje APGAR, se recomienda su uso en conjunto con otros indicadores neonatales y de maduración fetal.

El índice TA/TE ha sido propuesto como un método no invasivo para evaluar la maduración pulmonar, ofreciendo una alternativa más segura en comparación con la amniocentesis, que presenta riesgos asociados, como infecciones y abortos espontáneos (Akolekar et al., 2015). Este tipo de métodos no invasivos han ganado terreno en la práctica clínica debido a su seguridad y accesibilidad, sobre todo en contextos donde los procedimientos invasivos pueden representar mayores riesgos (Lee et al., 2017), sin embargo, este estudio sugiere que el TA/TE no puede ser utilizado de manera independiente como predictor del bienestar neonatal inmediato, es necesario evaluar su utilidad en combinación con otros



parámetros neonatales y realizar estudios longitudinales que sigan a los neonatos durante su evolución, para determinar su efectividad en el largo plazo (Sánchez-Ramos et al., 2021).

Uno de los principales desafíos en este estudio fue el tamaño de la muestra ($n=26$), que puede haber limitado la capacidad para detectar correlaciones significativas. En estudios anteriores, como el de Lai et al. (2020), se sugiere que una mayor cantidad de participantes podría mejorar la precisión en la identificación de correlaciones entre parámetros hemodinámicos y resultados neonatales, futuros estudios deberían ampliar el tamaño de la muestra y utilizar enfoques longitudinales para evaluar la evolución de los recién nacidos a lo largo del tiempo, como recomiendan Field (2018) y Lee et al., (2017).

Finalmente, es necesario considerar que este estudio se llevó a cabo en un contexto clínico específico, el Hospital "Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez", lo que limita la generalización de los resultados a otras poblaciones y entornos. Para Rodríguez-Bosch et al., (2018) la variabilidad en el acceso a la tecnología Doppler y experiencia del personal que realiza las mediciones también puede influir en los resultados, replicar este estudio en diferentes contextos clínicos y con equipos de ultrasonido Doppler más avanzados podría ser útil para validar la aplicabilidad del índice TA/TE como predictor de maduración pulmonar fetal en otras poblaciones (Orellana-Ortega et al., 2020).

CONCLUSIONES

Este estudio evaluó el índice tiempo de aceleración/tiempo de eyección (TA/TE) de la arteria pulmonar fetal como predictor no invasivo de la maduración pulmonar en mujeres embarazadas entre las 32 y 39 semanas de gestación, correlacionándolo con el puntaje APGAR al minuto. Aunque no se encontró una correlación significativa entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR, los hallazgos sugieren que el índice TA/TE se estabiliza a partir de las 37 semanas de gestación. Esta estabilidad podría reflejar una maduración hemodinámica del sistema pulmonar fetal, lo que indica que el índice TA/TE sigue siendo útil para evaluar la circulación pulmonar fetal, particularmente en embarazos a término.

La falta de una correlación estadísticamente significativa entre el índice TA/TE y el puntaje APGAR destaca la complejidad de la maduración pulmonar y la adaptación neonatal. Estos resultados sugieren que el índice TA/TE puede ser un indicador valioso para la evaluación de la maduración pulmonar fetal, pero no es un predictor directo del bienestar neonatal inmediato medido por APGAR.



Contribuciones y limitaciones

El uso del índice TA/TE como método de evaluación no invasivo de la maduración pulmonar podría representar un avance en la atención prenatal, al proporcionar información clave para la toma de decisiones en el manejo de embarazos de riesgo, evitando los riesgos asociados a procedimientos invasivos como la amniocentesis, sin embargo, es necesario realizar estudios adicionales para validar su eficacia y establecer su aplicabilidad en diferentes poblaciones y contextos clínicos.

Una de las limitaciones del estudio fue el tamaño de la muestra, lo que puede haber afectado la capacidad de detectar correlaciones significativas, futuros estudios con muestras más grandes y un enfoque longitudinal que permita evaluar a los recién nacidos a lo largo del tiempo, podrían ayudar a validar y consolidar la utilidad del índice TA/TE como una herramienta no invasiva en la práctica clínica obstétrica.

Agradecimientos

Agradezco al Hospital Regional de Alta Especialidad "Dr. Gustavo A. Rovirosa Pérez" por su apoyo y colaboración en la realización de este estudio, así como a adscritos y residentes del servicio de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica por su dedicación y enseñanzas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akolekar, R., Beta, J., Picciarelli, G., Ogilvie, C., y D'Antonio, F. (2015). Procedure-related risk of miscarriage following amniocentesis and chorionic villus sampling: A systematic review and meta-analysis. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 45(1), 16–26.

<https://doi.org/10.1002/uog.14636>

Azpurua, H., Norwitz, E., Campbell, K., Funai, E., Pettker, C., Kleine, M., ... & Copel, J. (2010). Acceleration/ejection time ratio in the fetal pulmonary artery predicts fetal lung maturity. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 203(1), 40.e1-40. e8.

<https://doi.org/10.1016/j.ajog.2010.01.014>

Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.

Frausto-Sánchez, S. (2019). Correlación entre el ultrasonido Doppler del tronco de la arteria pulmonar y conteo de los cuerpos lamelares en la predicción de madurez pulmonar fetal. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Aguascalientes].



- Guerrero, M. (2024). *Evaluación del riesgo de presentar síndrome de dificultad respiratoria neonatal en función del diámetro del tronco de la arteria pulmonar fetal* [Doctoral dissertation, Instituto Mexicano del Seguro Social]. [file:///C:/Users/pc/Downloads/0845371%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/0845371%20(1).pdf)
- Lai, Y., Lee, J., Yoo, J., & Kim, D. (2020). Non-invasive fetal lung maturity assessment: A clinical update. *Journal of Perinatology*, 40(4), 495-503. <https://doi.org/10.1038/s41372-020-0641-5>
- Lee, S., Kim, A., Park, H., & Choi, S. (2017). Role of Doppler ultrasonography in predicting fetal outcomes in preterm pregnancies. *Journal of Clinical Ultrasound*, 45(6), 345-353. <https://doi.org/10.1002/jcu.22493>
- Lona, J., Pérez, R., Llamas, L., Gómez, L., Benítez, E., y Rodríguez, V. (2018). Mortalidad neonatal y factores asociados en recién nacidos internados en una Unidad de Cuidados Neonatales. *Archivos argentinos de pediatría*, 116(1), 42-48. <https://dx.doi.org/10.5546/aap.2018.42>
- Medina-Jiménez, V., Ruiz-Marines, L., Bermúdez-Rojas, M., Herrera-Venegas, C., Pérez-Nieto, O, Zamarrón-López, E., Deloya-Tomás, E., Sosa-Bolio, J., Mendoza-Carrera, C., Garduño-García, G., Ramírez-Abarca, T, Sánchez-Rodríguez, M, Iyune-Cojab, E, León-Lara, K, Rubio-Cacique, M, y Martínez-Portilla, R. (2022). Procedimientos de la Iberoamerican Research Network y la Federación Mexicana de Colegios de Obstetricia y Ginecología para SARS-CoV-2 y embarazo. *Ginecología y obstetricia de México*, 90(1), 32-72. Epub 30 de mayo de 2022. <https://doi.org/10.24245/gom.v90i1.7141>
- Nava, H., Domínguez, L., Pardo, R., Pizaña, A., Hiriart, G., Monterrubio, E., Nava, J., Parra, E., Sánchez, A, y Zamudio, P. (2022). Histomorphological changes in newborn rat lung induced by maternal sugar intake. *Andes pediátrica*, 93(3), 392-399. <https://dx.doi.org/10.32641/andespediatr.v93i3.3895>
- Orellana-Ortega, J., Salazar-Torres, Z., Orellana-Guerrero, R., Méndez-Cabrera, S., & Sánchez-Salazar, G. (2020). Ecografía doppler de la arteria pulmonar como indicador de madurez pulmonar fetal. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Cuenca*, 38(2). <https://doi.org/10.25176/RFM.V38I2.3266>



Ortega, J., Torres, Z., Heredia, F., Guerrero, R., Cabrera, S., y Salazar, G. (2020). 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*, 38(2), 29-38.
<https://doi.org/10.18537/RFCM.38.02.03>

Rodríguez-Bosch, M., Miranda-Araujo, y Reséndiz-Rossetti, A (2018). Tratamiento de la ruptura prematura de membranas pretérmino (24-33.6 semanas): evidencia científica reciente. *Ginecología y obstetricia de México*, 86(5), 319-334.
<https://doi.org/10.24245/gom.v86i5.573>

Sánchez-Ramos, L., Guevara, J. L., & Alarcón, S. (2021). Advances in non-invasive methods for fetal lung maturity prediction. *Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, 34(7), 1102-1108.
<https://doi.org/10.1080/14767058.2020.1711568>

Secretaría de Salud. (2016). *Norma Oficial Mexicana NOM-007-SSA2-2016, Para la atención de la mujer durante el embarazo, parto y puerperio y de la persona recién nacida*. Diario Oficial de la Federación.

