



Índice de Tei modificado, variabilidad interobservador según nivel de experiencia ultrasonográfica

Maynor Alfonso García-López,* Ma. de la Luz Bermúdez-Rojas,** Elma Díaz-Aguilar***

Nivel de evidencia: II-1

RESUMEN

Antecedentes: cada vez hay más estudios que tratan de introducir al índice de Tei como parte de la evaluación fetal en diversas afecciones (hernia diafragmática corregida, taquicardia supraventricular, respuesta inflamatoria fetal, enfermedad adenomatoidea quística, transfusión feto-feto, etc.).

Objetivo: determinar la variabilidad interobservador en la medición del índice de Tei modificado, en observadores con diferente nivel de experiencia en ultrasonido obstétrico.

Material y método: estudio retrospectivo, observacional y descriptivo efectuado por tres observadores clasificados de acuerdo con su nivel de experiencia (A, B y C). Se seleccionaron 65 imágenes para analizar la variabilidad interobservador del índice de Tei modificado. La imagen se seleccionó si todos los observadores la consideraron susceptible de análisis. Las mediciones se realizaron de forma independiente por cada observador en imágenes archivadas y los datos se analizaron al término de las mediciones.

Resultados: la menor variabilidad del índice de Tei modificado la encontraron los observadores A/C (desviación estándar de las diferencias de 27%, *versus* 30% (B/C), *versus* 40% (A/B). El coeficiente de correlación interclase de los tres observadores en conjunto fue regular en la escala de Landis y Koch, y sustancial para el observador A. La menor variabilidad de los parámetros individuales fue para el tiempo de eyección. La variabilidad interobservador fue paulatinamente menor desde el primero al cuarto mes de observaciones.

Conclusión: no se logró replicar el nivel de variabilidad interobservador sugerido en la bibliografía por efectos de la curva de aprendizaje en la obtención y selección de las imágenes. La variabilidad interobservador del índice de Tei modificado no se encontró influida por el nivel de experiencia del operador en este contexto, y se considera no concluyente hasta tener mejor nivel de evidencia.

Palabras clave: miocardio, reproducibilidad, índice, válvulas cardíacas fetales.

ABSTRACT

Background: increasing numbers of studies that attempt to introduce the Tei index as part of fetal assessment in different conditions (corrected diaphragmatic hernia, supraventricular tachycardia, fetal inflammatory response, cystic adenomatoid disease, fetal-fetal transfusion, etc.).

Objective: To determine the interobserver agreement in measuring the modified Tei index in observers with different levels of experience in obstetric ultrasound.

Material and method: Three observers were classified according to their level of experience (A, B and C) and selected 65 images to analyze the modified Tei index interobserver agreement. If all observers felt unanimously that were eligible for analysis, the image was selected. Each observer made the measurements independently. Once complete measurements, archived images and data were analyzed.

Results: The lowest variability of the modified Tei index was among the observers A / C (standard deviation of the differences of 27% versus 30% (B / C), versus. 40% (A / B). The correlation coefficient interclass of the three observers together was a regular on the scale of Landis and Koch, and substantial for observer A. The lowest variability of individual parameters was for ejection time. Interobserver variability was less gradually from first to fourth month observations.

Conclusion: It has not been able to replicate the level of interobserver variability suggested in literature, by the effects of the learning curve in the procurement and selection of images. The modified Tei index interobserver variability was not found influenced by the level of operator experience in this context, but is considered not conclusive until obtain better evidence.

Key words: myocardial, agreement, index, fetal heart valves.

RÉSUMÉ

Antécédents: il y a de plus en plus d'études qui essaient d'introduire l'indice de Tei comme partie de l'évaluation fœtale sur diverses affections (hernie diaphragmatique corrigée, tachycarde supra-ventriculaire, réponse inflammatoire fœtale, maladie adénomastoïdienne kystique, transfusion fœtus-fœtus, etc.).

Objectif: déterminer la variabilité inter-observateur dans le mesurage de l'indice de Tei modifié, chez des observateurs avec des niveaux différents d'expérience en ultrason obstétrique.

Matériel et méthode: étude rétrospective, observationnelle et descriptive effectuée par trois observateurs classés selon leur niveau d'expérience (A, B et C). On a choisi 65 images pour analyser la variabilité inter-observateur de l'indice de Tei modifié. L'image a été sélectionnée si tous les observateurs l'ont considérée susceptible d'analyse. Les mesurages ont été faits de manière indépendante par chaque observateur dans des images archivées et les données ont été analysées à la fin des mesurages.

Résultats: la moindre variabilité de l'indice de Tei modifié a été trouvée par les observateurs A/C (déviations standard des différences de 27%, *versus* 30% (B/C), *versus* 40% (A/B)). Le coefficient de corrélation interclasse des trois observateurs en ensemble a été régulier dans l'échelle de Landis et Koch, et substantiel pour l'observateur A. La moindre variabilité des paramètres individuels a été pour le temps d'éjection. La variabilité inter-observateur a été graduellement mineure depuis le premier jusqu'au quatrième mois d'observations.

Conclusions: on n'a pas pu répliquer le niveau de variabilité inter-observateur suggéré dans la bibliographie par des effets de la courbe d'apprentissage dans l'obtention et sélection des images. La variabilité inter-observateur de l'indice de Tei modifié ne s'est pas trouvée influencée par le niveau d'expérience de l'opérateur dans ce contexte, et on considère non conclusive jusqu'à ce qu'on ait un meilleur niveau d'évidence.

Mots-clés: myocarde, reproductibilité, indice, valvules cardiaques fœtales.

RESUMO

Antecedentes: Cada vez existem mais estudos que tratam de introduzir ao índice de Tei como parte da avaliação fetal em diversas afeições (hérnia diafragmática corrigida, taquicardia supraventricular, resposta inflamatória fetal, doença adenomatóide cística, transfusão feto-feto, etc.).

Objetivo: Determinar a variabilidade interobservador na medição do índice de Tei modificado, em observadores com diferente nível de experiência em ultrassom obstétrico.

Material e Método: Estudo retrospectivo, observacional e descritivo efetuado por três observadores classificados de acordo com seu nível de experiência (A, B e C). Foram selecionadas 65 imagens para analisar a variabilidade interobservador do índice de Tei modificado. Foi selecionada a imagem se todos os observadores que a consideraram suscetível de análise. As medições foram realizadas de forma independente por cada observador em imagens arquivadas e os dados foram analisados ao término das mediações.

Resultados: Os observadores A/C encontraram a menor variabilidade do índice de Tei modificado (desvio padrão das diferenças de 27% *versus* 30% (B/C), *versus* 40 (A/C)). O coeficiente de correlação interclasse dos três observadores em conjunto foi regular na escala de Landis e Koch, e substancial para o observador A. A menor variabilidade dos parâmetros individuais foi para o tempo de injeção. A variabilidade interobservador foi paulatinamente menor desde o primeiro ao quarto mês de observações.

Conclusão: Não conseguiram replicar o nível de variabilidade interobservador sugerido na bibliografia por efeitos da curva de aprendizagem na obtenção e seleção das imagens. A variabilidade interobservador do índice de Tei modificado não foi encontrada intercalada pelo nível de experiência do operador neste contexto, e foi considerada não concluinte até ter o melhor nível de evidência.

Palavras-chave: Miocárdio, reprodutibilidade, índice, válvulas cardíacas fetais.

* Director médico.

** Directora administrativa.

Centro de Diagnóstico Fetal Integral, León, Guanajuato

*** Ginecoobstetra. Universidad de Guanajuato, Guanajuato.

Correspondencia: Dr. Maynor Alfonso García López. Centro de Diagnóstico Fetal Integral. Boulevard Campestre 503, colonia Jardines del Moral, León 37160, Gto, México. Correo electrónico: garciamaynor@yahoo.com.mx

Recibido: septiembre, 2010. Aceptado: octubre, 2010.

Este artículo debe citarse como: García-López MA, Bermúdez-Rojas ML, Díaz-Aguilar E. Índice de Tei modificado, variabilidad interobservador según nivel de experiencia ultrasonográfica. Ginecol Obstet Mex 2011;79(3):107-115.

El índice de contractilidad del miocardio, o índice de Tei, es una herramienta para evaluación del feto (Figura 1). La propuesta original de Tei y su grupo fue para evaluar adultos con cardiomiopatía dilatada.¹

Cada vez son más los estudios que tratan de introducir al índice de Tei como parte de la evaluación fetal en diversas afecciones: hernia diafragmática corregida, taquicardias supraventricular, respuesta inflamatoria fetal, enfermedad adenomatoidea quística, transfusión feto-feto, etc.²⁻⁶ En el entorno de la restricción del crecimiento fetal grave, Hernández-Andrade y sus colaboradores encontraron un lugar para el índice de Tei como un predictor independiente de muerte perinatal en fetos pretérmino con restricción del

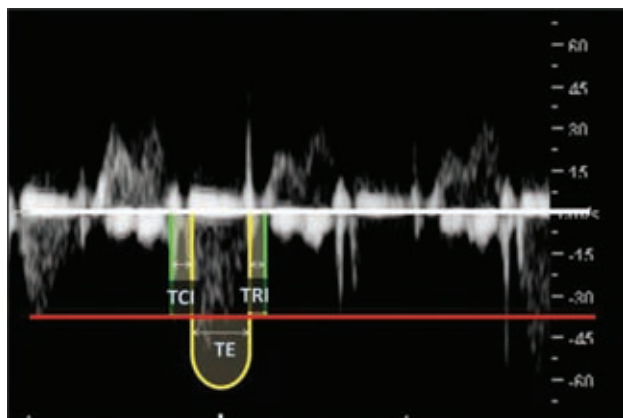


Figura 1. Índice de contractilidad del miocardio modificado (índice de Tei modificado). Las marcas de referencia para la estimación de los periodos se basan en los ecos producidos por los movimientos valvulares de la mitral y la aorta (clics). Índice de Tei modificado: [tiempo de contracción isovolumétrica (TCI) + tiempo de relajación isovolumétrica (TRI)] / tiempo de eyección (TE).

crecimiento intrauterino, con una exactitud similar a la del flujo del ductus venoso.

El entusiasmo por el índice de Tei ha crecido, en parte, porque se ha propuesto como una medición fácil de obtener y sin necesidad de conseguir una imagen anatómica precisa, según el estudio de Friedman (Figura 2).⁷ Sin embargo, cuando se intentó aplicar clínicamente se encontraron grandes diferencias en los valores de referencia normales. Por eso Hernández-Andrade y su grupo propusieron una modificación en la obtención del índice de Tei que despliega los movimientos (clics) de la válvula mitral, con lo que disminuye la variabilidad intra e interobservador comparada con los métodos utilizados antes.⁸

Todos los estudios los realizaron observadores expertos (sin definir con exactitud el término experto). El objetivo de este estudio es evaluar la reproducibilidad de la medición del índice de Tei cuando el nivel de cada observador es distinto, para razonar su aplicabilidad en nuestro medio, que tiene algunas características particulares, como: falta de control prenatal en 25% de las embarazadas, control prenatal tardío cuando existe (50-75%),⁹ muchas veces no realizado por ginecólogos (parteras, enfermeras o médicos generales), una difundida práctica del ultrasonido obstétrico sin adiestramiento y una práctica no regulada de la aplicación del Doppler.¹⁰

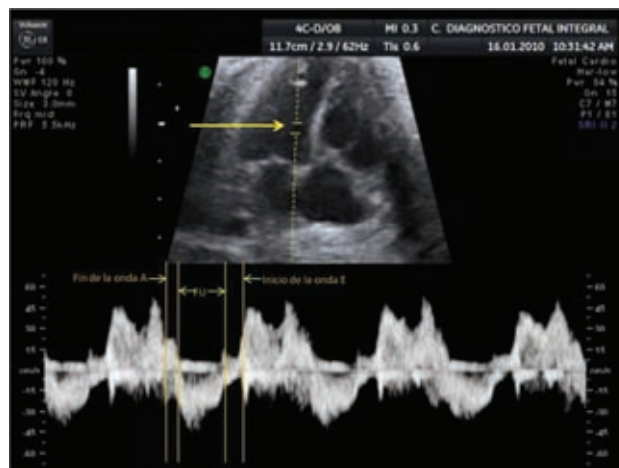


Figura 2. Índice de Tei según la descripción de Friedman y sus colaboradores. El volumen muestra se localiza en el ventrículo izquierdo por debajo de la válvula mitral (flecha). Las referencias para la estimación de los periodos son:

TCI: desde el fin de la onda A hasta el inicio del flujo aórtico (FU).

TE: desde el inicio hasta el final de FU.

TRI: desde el final de FU, hasta el inicio de la onda E.

TCI: tiempo de contracción isovolumétrica.

TRI: tiempo de relajación isovolumétrica.

TE: Tiempo de eyección.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio retrospectivo y observacional efectuado mediante la evaluación de la función cardiaca fetal izquierda a fetos normales de forma seriada. Se obtuvo la imagen de cada feto y se guardó en el equipo de ultrasonido, en donde fueron evaluadas de forma independiente por tres observadores: A, B y C, con diferente grado de experiencia en ultrasonido prenatal (Cuadro 1). Se seleccionaron 65 imágenes para su análisis. El criterio de selección fue que la imagen debía ser aceptada para su medición por los tres observadores, de forma unánime. Para la obtención del barrido Doppler se utilizó el método descrito como índice de contractilidad del miocardio modificado (índice de Tei modificado) (Figura 3). La mediana de la edad materna al momento del estudio fue de 25 años, y la mediana de la edad gestacional de 28.1 semanas. Todas las imágenes utilizadas pertenecen al Centro de Diagnóstico Fetal Integral de la ciudad de León, en donde cada paciente evaluada firma un consentimiento del estudio y uso de los datos para fines científicos.

Cuadro 1. Diferencias entre la experiencia de los observadores

Observadores/experiencia	A	B	C
Nivel académico	MMF1	MMF2	GO1
Acreditación nacional*	Si/Sí	Si/Sí	Si/
Años de práctica con ultrasonido obstétrico	10	12	No 12
Práctica exclusiva con ultrasonido obstétrico	si	no	No
Combina con práctica obstétrica	no	si	Si
Trabaja en centro de referencia	si	si	No
Trabaja en centro de nivel 1	no	si	Si
Publicaciones	si	si	No
Adiestramiento para evaluación cardíaca**	si	no	No
Acreditación internacional Doppler***	si	no	No

MMF: médico especialista en medicina materno fetal (dos años de adiestramiento más los de la especialidad de ginecoobstetricia); GO1: ginecólogo y obstetra con un año de medicina perinatal adicional.

* Consejo Mexicano de Ginecología y Obstetricia y Consejo Mexicano de Medicina Materno Fetal.

** Curso universitario con acreditación de 40 horas organizado por la FLASOG.

*** *Fetal Medicine Foundation*, acreditación a distancia (internet).

Archivos de Doppler

El equipo con el que se realizaron los estudios con escala de grises y velocimetría Doppler fue el GE Voluson E-8 (GE Medical Zipf, Austria), con transductor convexo de 6-4 MHz. Las imágenes se obtuvieron con la técnica propuesta por Hernández y colaboradores,⁸ que evita los movimientos fetales corporales y respiratorios y, en ocasiones, los movimientos respiratorios maternos. Para la identificación de los componentes en el trazo del Doppler, el barrido se realizó a su mayor velocidad disponible (15 cm/s) y restando ganancias. Las ondas E/A se dispusieron siempre en forma positiva (hacia arriba). El ángulo de insonación fue siempre menor de 30° y los índices térmico y mecánico no excedieron de 1. La técnica utilizada se describe en la Figura 3. Se calcularon tres periodos: el tiempo de contracción isovolumétrica (TCI), el tiempo de eyección (TE) y el tiempo de relajación isovolumétrica (TRI).

Métodos estadísticos

El observador A recolectó las imágenes a evaluar, descartó las que no fueran satisfactorias para al menos uno de los observadores. Una vez salvadas las imágenes en el equipo, pudieron trabajarse en forma independiente por cada observador (concordancia interobservador). El observador

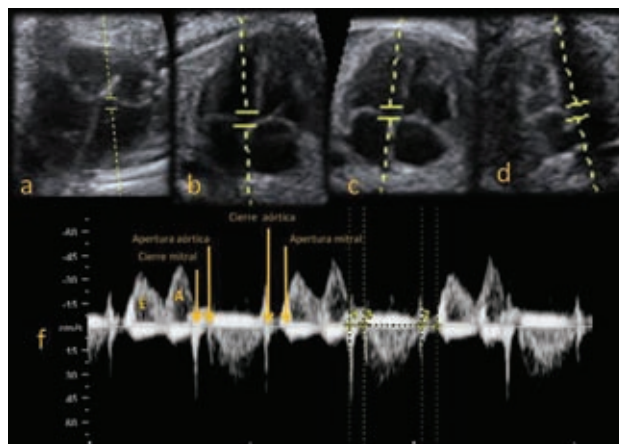


Figura 3. Técnica utilizada para la medición del índice de Tei modificado (a, b, c y d). Imagen de cuatro cámaras con proyección apical del corazón, ángulo de insonación menor de 30°, volumen muestra (3 mm) en la pared lateral de la aorta cerca de la válvula mitral. Índices térmico y mecánico menor de 1, filtro de paso alto. (f) Se utiliza la velocidad más alta en el barrido (15 cm/s) para identificar claramente los componentes, las ondas A y E dispuestas como positivas. En el índice de Tei modificado la medición se realiza sobre los chasquidos valvulares (flechas).

A midió su segundo grupo en un momento distinto a la fecha de la obtención de la imagen: borró de la imagen los registros previos (variabilidad intraobservador).

La concordancia intraobservador se evaluó con el coeficiente de correlación intraclass (IntraCC) y con intervalo de confianza de 95% (IC 95%). Para la variabilidad interobservador se analizaron 35 evaluaciones de cada observador, cruzándolas con límite según (LA) de 95% y 95% de IC; entonces se calculó el acuerdo con el método propuesto por Altman y Bland. La información se almacenó en la base de datos y se analizó en el programa estadístico Analyse-It y en la página del Departamento de Ginecología y Obstetricia de la Universidad de China y Hong Kong (obg.cuhk.edu.hk).

RESULTADOS

Para los tres observadores el coeficiente de correlación intraclass fue de 0.35 (regular en la escala de Landis y Koch [eLK]). El coeficiente de correlación intraclass del observador A fue de 0.61 (sustancial eLK). El acuerdo entre observadores que evaluó la misma imagen en diferente momento demostró diferencias distribuidas normalmente, con una diferencia promedio para los observadores A y B

de -0.08 (95%LA, -0.27 (IC 95%, -0.38 a -0.16) a 0.43 (IC 95%, 0.33 - 0.54), para los observadores A y C de -0.03 (95%LA, -0.20 (IC 95%, -0.25 a -0.15) a 0.26 (IC 95%, 0.21 - 0.31) y para los observadores B y C de -0.05 (95%LA, -0.39 (IC 95%, -0.50 a -0.28) a 0.29 (IC 95%, 0.18 - 0.40) (Figura 4).

La mayor concordancia se encontró en la medición del tiempo de eyección (TE) entre los observadores A y C, que fue de -0.001 (95%LA, -0.030 (IC 95%, -0.037 a -0.024) a 0.029 (IC 95%, 0.023 - 0.036). Para el tiempo de contracción isovolumétrica (TCI) fue de -0.007 (95% LA, -0.013 (IC 95%, -0.018 a -0.009) a 0.028 (IC 95%, 0.024 -

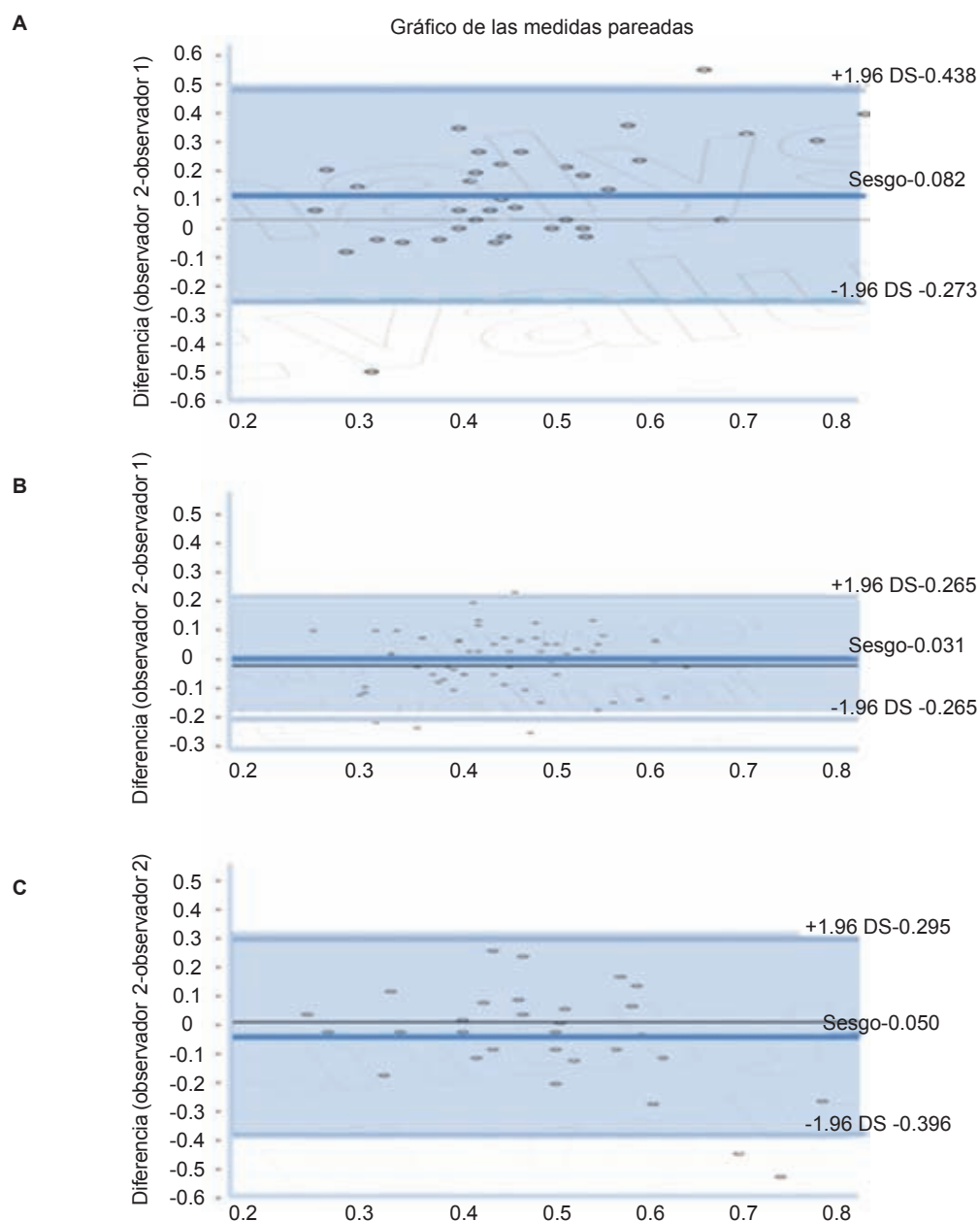


Figura 4. Diagrama de las diferencias entre los observadores A/B (a), A/C (b) y B/C (c) calculando el índice de contractilidad del miocardio modificado en la misma imagen en tiempo diferente. Se cita el promedio de las diferencias y el 95% de límites de acuerdo. La mayor concordancia es inversamente proporcional al área sombreada.

0.023). Para el tiempo de relajación isovolumétrica (TRI) fue de 0.001 (95% LA, -0.021 (IC 95%, -0.025 a -0.016) a 0.022 (IC 95%, 0.017-0.026).

De igual manera, al aplicar el método de Altman y Bland la concordancia de las mediciones para un solo observador (A) fue superior, como se muestra en el Cuadro 2.

COMENTARIO

La mayor concordancia se logró entre los observadores A y C. En la Figura 4 se hace evidente la diferencia en donde el área sombreada es inversamente proporcional a la variabilidad interobservador. La variabilidad encontrada en este caso es comparable con la encontrada con el método modificado por Friedman y colaboradores y descrita por Hernández-Andrade y su grupo. Sin embargo, todos los resultados demostraron una concordancia marcadamente inferior a la señalada para imágenes estáticas utilizando el índice de Tei modificado.⁸

La diferencia de los resultados de la medición del índice de Tei ha sido ampliamente descrita y muchos factores pueden influir, entre ellos el tiempo transcurrido en la toma de los registros, pequeñas variaciones de la frecuencia cardíaca fetal, desplazamiento en las líneas de medición del tiempo y el análisis equivocado de las imágenes archivadas.⁸

Los autores aceptan que la identificación de los clics valvulares propuestos en el índice de Tei modificado provee límites más precisos para realizar una medición más reproducible. Una probable explicación de no haber alcanzado el nivel de concordancia descrito en la bibliografía es la selección de las imágenes que se aceptaron de manera unánime por los tres observadores para su análisis.

Los resultados de la concordancia se evaluaron en forma retrospectiva de todas las imágenes utilizadas en el estudio. Se encontró que muchas de ellas no demostraban todos los clics valvulares al mismo tiempo (Figura 5). Esto pudo originar desplazamientos en la colocación de las líneas de medición de tiempo. La falta de identificación de los límites precisos afecta más el cálculo del tiempo de contracción isovolumétrica y tiempo de relajación isovolumétrica, que del tiempo de eyección (Cuadro 2).

Si bien no pudo demostrarse una diferencia estadísticamente significativa, sí se observó que con el paso del tiempo las imágenes seleccionadas fueron mejorando de

calidad (Figura 6). Esto disminuyó los desplazamientos en la colocación de líneas de medición y aumentó la concordancia, como se demuestra en el análisis de los datos mensuales por el método de Bland y Altman (Cuadro 2) para los observadores A-C, en donde la concordancia fue mayor. Esto sugiere una curva de aprendizaje en la obtención y en la selección de las imágenes como en la colocación de las líneas de tiempo. También sugiere un grado de dificultad en la práctica para obtener el barrido Doppler preciso, teniendo en cuenta que es parte de un estudio integral.

Pese a que los detalles técnicos ya se describieron y aceptaron por la mayoría de los autores, algunas modificaciones se fueron adoptando durante el periodo de recolección de imágenes lo que contribuyó a aumentar la calidad del barrido Doppler y, por tanto, a la identificación más clara de los clics valvulares. El primero fue disminuir las ganancias de la onda de velocidad de flujo en tiempo real, lo cual tiene un efecto en el barrido Doppler acentuando los clics valvulares y oscureciendo la onda E y A y el flujo aórtico. En segundo lugar, se disminuyó el volumen muestra de 3 mm a 1 mm. Su efecto es similar al primero; sin embargo, este último paso requiere mayor precisión para la obtención de la imagen y quizá mayor tiempo de adquisición.

Se discutió la posibilidad de eliminar las imágenes que no mostraban todos los clics valvulares, lo que arrojaría resultados más concordantes. Sin embargo, se consideró más importante presentarlos de esta manera y resaltar el efecto de la curva de aprendizaje. Los autores piensan que esta decisión contribuye a la reflexión en cuanto a la adopción cautelosa que debe tenerse de las nuevas metodologías, antes de ofrecerlas en forma indiscriminada.

En nuestro medio impera la práctica no regulada en la aplicación del Doppler¹⁰ y del ultrasonido obstétrico en general. Los autores consideran que dada la complejidad que implica reproducir resultados de calidad en la medición del índice de Tei modificado, su aplicación deberá limitarse a los centros especializados, que deberían reportar su experiencia en órganos de difusión conocidos. Esta restricción también se considera lógica porque la aplicabilidad del índice de Tei modificado se ha descrito para embarazos complicados^{2-5,11} que necesitan decisiones multidisciplinarias y apoyadas en otros hallazgos.

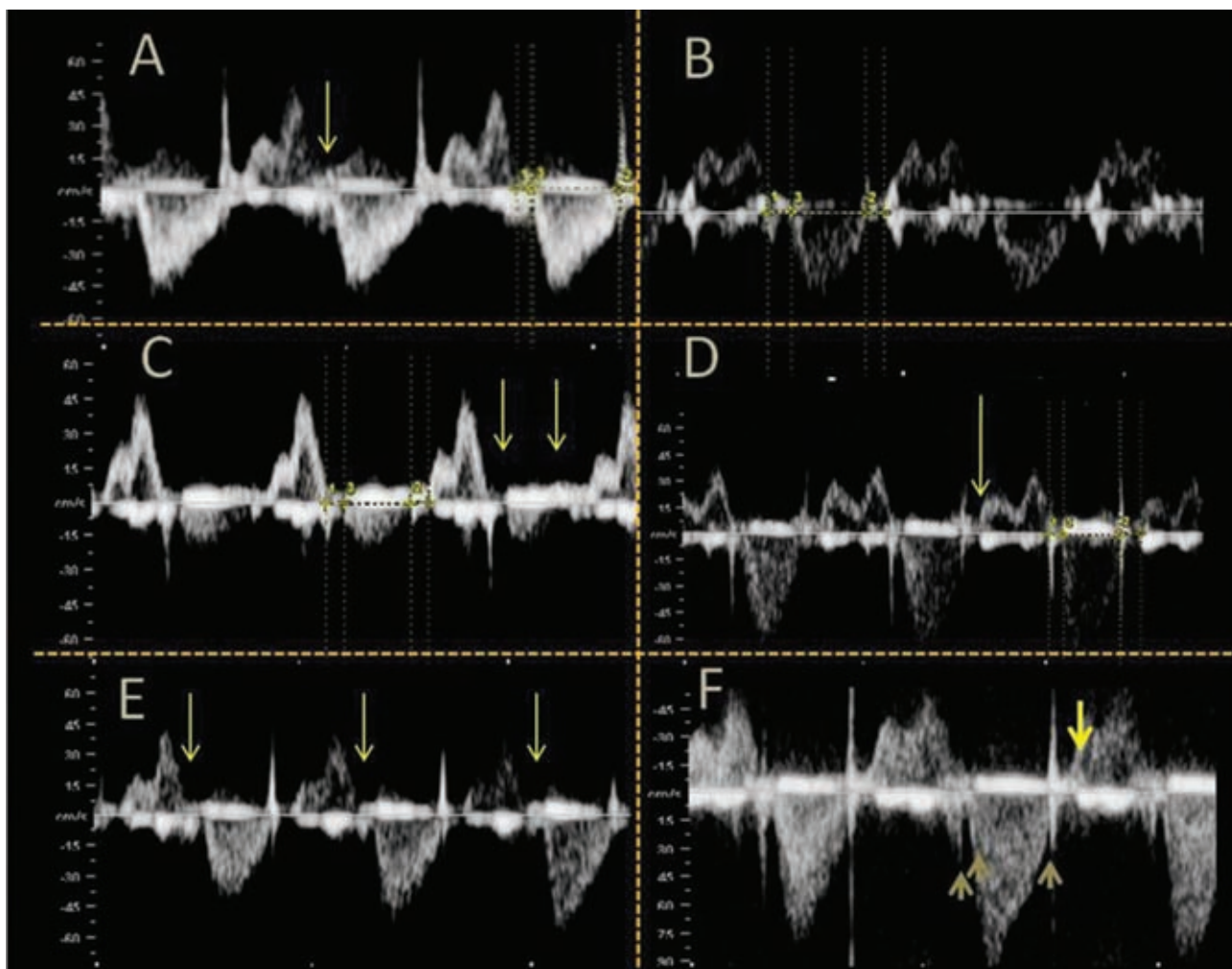


Figura 5. Curva de aprendizaje en la obtención de los barridos para el cálculo del índice de Tei modificado. Estas imágenes se aceptaron para su análisis por los tres observadores. La revisión posterior al análisis de los datos reveló que en algunos casos la identificación de algunos chasquidos valvulares no fue tan clara como en la imagen B, tales dudas se señalan con las flechas. A, cierre mitral y apertura aórtica no claros. C, tiempo de eyección poco definido. D y F apertura mitral no clara. E, cierre mitral no claro.

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren que para lograr mayor concordancia en el cálculo del índice de Tei modificado, es más importante el adiestramiento orientado y específico en la medición del índice de Tei modificado, que la experiencia acumulada (defini-

da en términos debatibles). Sin embargo, esto apenas respalda la reproducibilidad de la prueba luego de un periodo de aprendizaje, cuando las imágenes han sido obtenidas por un observador considerado experto en los términos expuestos. De ninguna manera se alienta a la interpretación de los resultados y su aplicabilidad clínica indiscriminada.

Cuadro 2. Desviación estándar de las diferencias entre mediciones simples y su expresión en porcentaje, del índice Tei entre cada observador, y de las mediciones por separado, analizadas con el método de Bland y Altman

<i>Desviación estándar</i>	<i>Observadores</i>	<i>Parámetro</i>	<i>Expresión porcentual</i>	<i>Rango</i>
0.182	AB	Índice de Tei modificado	40	(-65 a 91)
0.12	AC	Índice de Tei modificado	27	(-46 a 59)
0.176	BC	Índice de Tei modificado	30	(-66 a 52)
	A	Índice de Tei modificado	17	(-40 a 28)
0.015	AC	Tiempo de eyección	9	(-17 a 17)
	A	Tiempo de eyección	6	(-10 a 13)
0.011	AC	Tiempo de contracción isovolumétrica	31	(-39 a 82)
	A	Tiempo de contracción isovolumétrica	20	(-44 a 37)
0.011	AC	Tiempo de relajación isovolumétrica	25	(-47 a 52)
	A	Tiempo de relajación isovolumétrica	19	(-45 a 30)
	AC	Índice de Tei modificado/mes 1	30	(-40 a 79)
	AC	Índice de Tei modificado/mes 2	28	(-41 a 69)
	AC	Índice de Tei modificado/mes 3	23	(-42 a 49)
	AC	Índice de Tei modificado/mes 4	22	(-48 a 38)

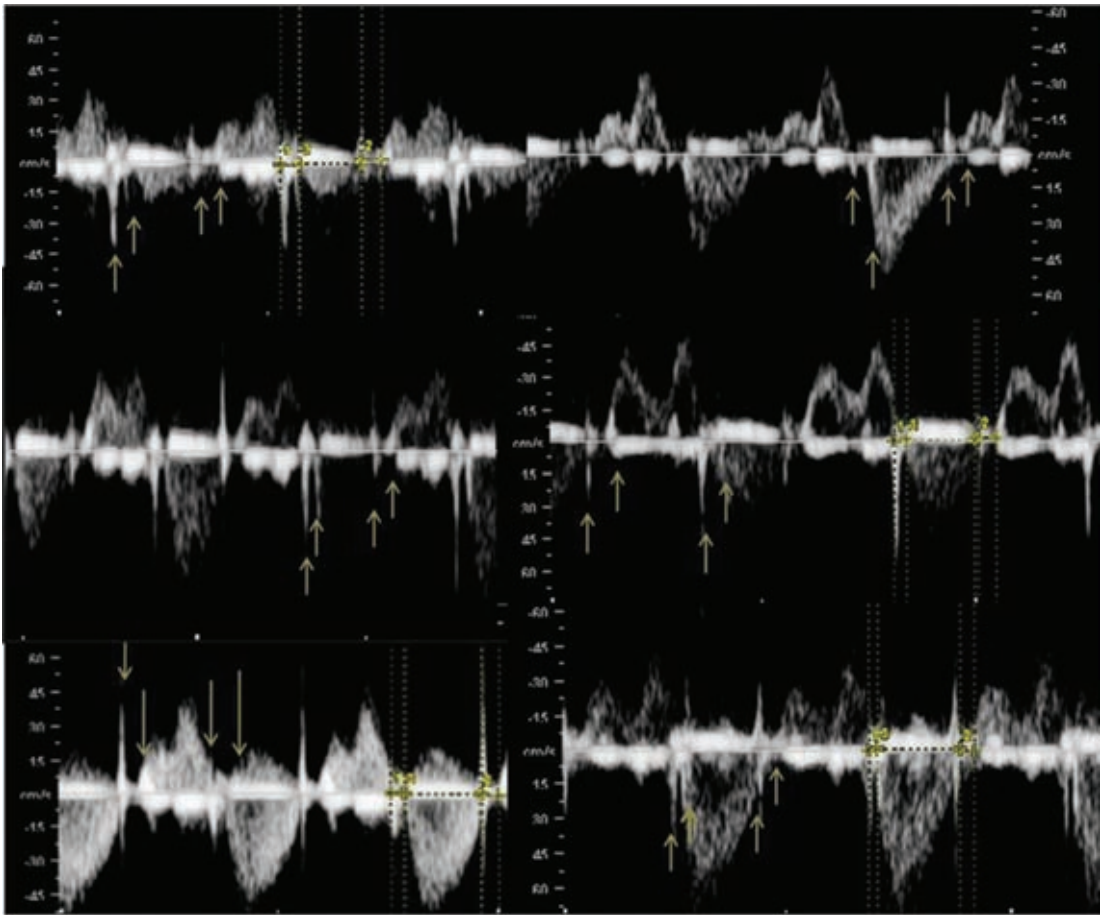


Figura 6. Curva de aprendizaje en la obtención de los barridos para el cálculo del índice de Tei modificado. La aplicación de un volumen muestra de 1 mm y la disminución de las ganancias en la onda de velocidad de flujo del barrido produjo imágenes en donde se considera que pueden evaluarse más claramente los clics valvulares.

REFERENCIAS

1. Tei C, Nishimura R, Seward J, Tajik A. Noninvasive Doppler-derived myocardial performance index: catheterization measurements. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:167-169.
2. Van Mieghem T, Gucciardo L, Doné E, Van Schoubroeck D, et al. Left ventricular cardiac function in fetuses with congenital diaphragmatic hernia and the effect of fetal endoscopic tracheal occlusion. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;34:424-429.
3. Nimbalkar M, Wood DC, Bisulli M, Bogana G, et al. Global myocardial performance index (Tei index) is a sensitive parameter of cardiovascular dysfunction in fetuses with supraventricular tachycardia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008;32:384.
4. Letti Müller AL, Barrios PDM, Kliemann LM, Valério EG, et al. Tei index to assess fetal cardiac performance in fetuses at risk for fetal inflammatory response syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010;36:26-31.
5. Szwast A, Tian Z, McCann M, Donaghue D, et al. Impact of altered loading conditions on ventricular performance in fetuses with congenital cystic adenomatoid malformation and twin-twin transfusion syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007;30:40-46.
6. Hernández-Andrade E, Crispi F, Benavides-Serralde J, Plasencia W, et al. Contribution of the myocardial performance index and aortic isthmus blood flow index to predicting mortality in preterm growth-restricted fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;34:430-436.
7. Friedman D, Buyon J, Kim M, Glickstein J. Fetal cardiac function assessed by Doppler myocardial performance index (Tei index). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003;21:33-36.
8. Hernández-Andrade E, López-Tenorio J, Figueroa-Diesel H, Sanin-Blair J, et al. A modified myocardial performance (Tei) index based on the use of valve clicks improves reproducibility of fetal left cardiac function assessment. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;26:227-232.
9. Martínez G, Reyes F, García P. Utilización adecuada de la atención prenatal en el Instituto Mexicano del Seguro Social. *Salud Pub Mex* 1996;38:341-351.
10. Leis M, Rodríguez M, García M. Diagnóstico y tratamiento de la preeclampsia. *Guías de práctica clínica. Ginecol Obstet Mex* 2010;78(6):S461-S525.
11. Api O, Balcin Emeksiz M, Api M, Uguriel V, Unal O. Modified myocardial performance index for evaluation of fetal cardiac function in pre-eclampsia. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;33:51-57.