



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE PERINATOLOGÍA
ISIDRO ESPINOSA DE LOS REYES

ELASTOGRAFÍA CERVICAL POR PRESIÓN PARA PREDICCIÓN
DE PARTO PRETÉRMINO

T E S I S

para obtener el Título de

ESPECIALISTA EN MEDICINA MATERNO FETAL

PRESENTA

DR. HÉCTOR ANDRÉS MORENO YÉPEZ

DR. JUAN MANUEL GALLARDO GAONA

Asesor de Tesis

DRA. DIANA YAZMÍN COPADO MENDOZA

DR. JOSÉ ANTONIO RAMÍREZ CALVO

Asesores Metodológicos



CIUDAD DE MÉXICO

2024



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

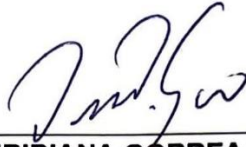
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AUTORIZACIÓN DE TESIS:

**TÍTULO DE TESIS: ELASTOGRAFÍA CERVICAL POR PRESIÓN PARA PREDICCIÓN
DE PARTO PRETÉRMINO**



DRA. VIRIDIANA GORBEA CHÁVEZ

Director (a) de Educación en Ciencias de la Salud
Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes"



DRA. SANDRA ACEVEDO GALLEGOS

Profesor (a) Titular del Curso de Especialización en Medicina Materno Fetal
Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes"



DR. JUAN MANUEL GALLARDO GAONA

Asesor (a) de Tesis
Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes"



DRA. DIANA YAZMÍN COPADO MENDOZA

Asesor (a) metodológico
Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes"



DR. JOSÉ ANTONIO RAMÍREZ CALVO

Asesor (a) metodológico
Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes"

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Ider y Elisa; a mis hermanos Ider y Darío, por el apoyo y el amor incondicional que no sólo quedó en palabras, sino que se tradujo en hechos, y por lo que siempre serán parte fundamental en cada logro que alcance.

A Beto, gracias por acompañarme en este viaje y apoyarme. Ansío compartir muchos más proyectos de vida juntos.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, y al Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”, en especial a los médicos del Departamento de Medicina Materno Fetal, quienes durante estos años de estudio me inculcaron los conocimientos y los valores para que pueda ser un mejor profesional. Gracias por dejarme formar parte de su equipo durante mis años de residencia, y por abrir sus puertas para mi formación.

A mis compañeros de generación, en especial a Karina, Lalo, Cris, César y Ale. Hicimos un gran trabajo en equipo, les deseo el mejor de los éxitos.

A todos aquellos que de alguna manera colaboraron y brindaron palabras de aliento durante este tiempo.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-------------------------------------|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| ANTECEDENTES | 3 |
| MATERIAL Y MÉTODOS | 9 |
| Diseño del estudio..... | 9 |
| Ubicación | 9 |
| Población de estudio..... | 9 |
| Criterios de selección..... | 9 |
| Criterios de inclusión..... | 9 |
| Criterios de no inclusión..... | 9 |
| Variables de estudio..... | 10 |
| Muestra | 10 |
| Descripción del procedimiento | 10 |
| Análisis estadístico..... | 11 |
| Procesamiento de datos | 12 |
| RESULTADOS | 13 |
| DISCUSIÓN | 17 |
| CONCLUSIONES..... | 21 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 22 |
| ANEXOS | 26 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Estadística descriptiva de la edad materna, edad gestacional e IMC materno. | 13 |
| Tabla 2. Estadística descriptiva de tabaquismo materno. | 13 |
| Tabla 3. Estadística descriptiva de método de concepción. | 13 |
| Tabla 4. Estadística descriptiva de la elastografía cervical. | 14 |
| Tabla 5. Estadística descriptiva del Capurro al nacimiento. | 15 |
| Tabla 6. Frecuencia de parto pretérmino. | 15 |
| Tabla 7. Precisión diagnóstica de elastografía cervical por presión. | 16 |
| Tabla 8. Resultados perinatales en pacientes índice elastográfico alterado. | 16 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfica 1. Distribución de la variable elastografía cervical. | 14 |
| Gráfico 2. Clasificación de la elastografía cervical por punto de corte. | 15 |

Elastografía cervical por presión para predicción de parto pretérmino

RESUMEN

Antecedentes: La predicción del parto pretérmino permite identificar cuáles son los factores de riesgos y las características propias de la paciente que incrementen el riesgo de padecer esta condición. La medición de la longitud cervical es la evaluación utilizada para detectar este grupo de pacientes, a pesar de su baja sensibilidad, por lo que la elastografía cervical por presión podría constituirse como una estrategia adicional para incrementar la detección.

Objetivo: Determinar la capacidad diagnóstica de la elastografía cervical por presión para predicción de parto pretérmino. **Material y métodos:** Estudio observacional, transversal, prospectivo que incluyó pacientes con embarazo entre las 18.0 y 24.0 SDG, que acudieron a su evaluación ultrasonográfica estructural del segundo trimestre, en el Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”.

Se realizó medición de longitud cervical, así como elastografía por presión con posterior llenado de ficha sobre edad gestacional al nacimiento. Se realizó estadística descriptiva y cálculo de sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de verosimilitud para predicción de parto pretérmino.

Resultados: Para predicción de parto pretérmino antes de la semana 37, la elastografía cervical tuvo una sensibilidad 22.2%, especificidad 83.5%, VPP 13.3% y VPN 90.4% **Conclusiones:** La elastografía cervical por presión puede ser una herramienta útil para detectar pacientes asintomáticas que realmente no tengan riesgo de parto pretérmino.

Palabras claves: parto pretérmino, longitud cervical, elastografía, ultrasonido

Cervical strain elastography for prediction of preterm labor

ABSTRACT

Background: The prediction of preterm birth allows us to identify the risk factors and the characteristics of the patient that increase the risk of suffering from this condition. The measurement of cervical length is the evaluation used to detect this group of patients, despite its low sensitivity, so cervical strain elastography could be established as an additional strategy to increase detection. **Objective:** To determine the diagnostic capacity of cervical strain elastography for the prediction of preterm labor. **Material and methods:** Observational, cross-sectional, prospective study that included pregnant patients between 18.0 and 24.0 GW, who attended their second trimester morphological ultrasound evaluation at the "Isidro Espinosa de los Reyes" National Institute of Perinatology. Cervical length measurement was performed as well as strain elastography with subsequent record of the gestational age at birth. Descriptive statistics and calculation of sensitivity, specificity, predictive values and likelihood ratios for the prediction of preterm birth were performed. **Results:** For the prediction of preterm delivery before 37 weeks, cervical strain elastography had a sensitivity of 22.2%, specificity 83.5%, PPV 13.3% and NPV 90.4% **Conclusions:** Cervical strain elastography can be a useful tool to detect asymptomatic patients who have no risk of preterm labor.

Keywords: preterm labor, cervical length, elastography, ultrasound

ANTECEDENTES

El parto pretérmino es definido como aquel nacimiento de un feto vivo antes de la semana 37. La Organización Mundial de la Salud (OMS) los divide en subcategorías basados en la edad gestacional: extremadamente pretérmino (menos de 28 semanas), muy pretérmino (entre las 28 – 32 semanas), pretérmino moderado a tardío (entre las 32 – 37 semanas) (1).

Se estima que 15 millones de bebés nacen prematuros cada año. Eso es más de 1 de cada 10 recién nacidos; y alrededor de 1 millón de niños mueren cada año debido a complicaciones relacionadas con la prematuridad (2). En México a través de varios estudios retrospectivos se ha establecido la incidencia de parto pretérmino a nivel nacional en 7.7%, con una frecuencia entre 180000 – 200000 nacimientos a nivel nacional antes de la semana 37 (3). La prematuridad no es únicamente una causa importante de defunción, sino también de otros eventos que condicionan la vida de este grupo de niños, ya que pueden presentar alteraciones fisiológicas y del neurodesarrollo; así como en otras complicaciones a nivel inmune, gastrointestinal, cardíacas, metabólicas, respiratorias, entre otras (2).

El parto pretérmino es causado por múltiples etiologías y está asociado a varios factores de riesgo en los que se incluyen tanto componentes ambientales e individuales. La predicción del parto pretérmino permite identificar cuáles son los factores de riesgos y las características propias de la paciente que incrementen el riesgo de padecer esta condición. En base a la determinación de estos se pueden establecer estrategias que pueden prolongar el embarazo y por tanto disminuir el riesgo de morbimortalidad neonatal (4).

El cuello uterino es una estructura de forma cilíndrica y es la puerta de entrada entre el útero y en canal de parto. Un cérvix firme es fundamental para mantener un embarazo saludable (5). Cuando un embarazo llega al término ocurre una

abertura de esta región para permitir el paso del feto durante el trabajo de parto. Incluso se podría considerar al útero como un contenedor de forma elíptica en remodelación activa por la presión del líquido amniótico. Debido a esta carga mecánica, que se incrementa conforme avanza la gestación, las paredes de este órgano se estiran y transmiten las fuerzas mecánicas hacia el orificio cervical que podría considerarse la estructura más débil (6).

Funcionalmente, esto puede contrarrestarse con un aumento local del espesor de la pared, reforzando así la región adyacente al orificio y evitando su dilatación. El cuello uterino también actúa como una barrera que aísla la cavidad uterina del medio vaginal. El cérvix mide aproximadamente 3cm de largo y 2.5cm de diámetro y en comparación con el cuerpo uterino que es principalmente un órgano muscular, el cuello uterino se compone principalmente de tejido conectivo fibroso, con el colágeno como componente principal y responsable de su función mecánica (6). La respuesta del cuello uterino a la mecánica del embarazo, es decir, su posterior deformación dilatación y acortamiento depende de sus propiedades biomecánicas. Los cambios en el colágeno y la densidad de los enlaces cruzados están relacionados con el reblandecimiento progresivo en la gestación (7).

La distensibilidad aumentada del cérvix en los embarazos a término se asocia con una mayor concentración de ácido hialurónico, lo que hace que tejido se hinche y constituya el mecanismo de mayor relevancia para la interrupción de la red de colágena. El inicio del trabajo de parto normalmente inicia cuando existe una dilatación cervical de 2cm, y lo consiguiente progresión va de la mano de las contracciones uterina que empujan la presentación fetal hacia el orificio cervical interno (7).

Se han utilizado hasta el momento varias estrategias para predicción de parto pretérmino. A nivel ultrasonográfico la más utilizada es la medición vía transvaginal de la longitud cervical, que se ha establecido como un buen predictor de riesgo para parto prematuro en embarazos únicos, en donde el umbral de la

longitud cervical para el riesgo de parto pretérmino se definió como 25 mm (percentil 10), con una sensibilidad del 37.3 % y una especificidad del 92.2 % (4).

Por otro lado, tenemos a la elastografía que, a diferencia de la medición de longitud cervical, no es únicamente un estudio morfológico, sino también un método que valora la consistencia y la estructura del cuello uterino. Este estudio ecográfico es utilizado de manera tradicional para observar el tamaño, la ubicación, la región y la rigidez de los tumores de mama, tiroides y próstata (8). Recientemente, algunos investigadores han utilizado esta nueva herramienta para evaluar las lesiones cervicales (9).

La tensión de un tejido se define por el cambio en las dimensiones durante la compresión dividido por las dimensiones antes de la compresión. Los conceptos básicos para la medición de elastografía mediante ultrasonografía son: el examen de la deformación de un tejido debido a la aplicación de una fuerza (elastografía de presión) y, en segundo lugar, la determinación de la velocidad de propagación de una onda de corte a través del tejido (elastografía por onda cortante o velocidad de propagación) (10).

La elastografía por presión involucra una deformación inducida externamente por la compresión manual del tejido, no monitorea ni genera imágenes de vibraciones u ondas en el tejido y, por lo tanto, es una técnica estática. En este tipo de estudio las señales de ultrasonido de radiofrecuencia se obtienen antes y después de aplicar la compresión. Posteriormente se calcula la tasa de deformación en relación con el grado de desplazamiento del tejido de un área a otra. La tensión en los tejidos blandos es grande y la deformación suele ser mayor cerca del compresor y disminuye más allá, de acuerdo con el campo de tensión correspondiente dentro del tejido. Los valores se muestran como una imagen conocida como elastograma de deformación, y la relación entre la fuerza aplicada y la deformación depende de la rigidez del tejido. El estudio no puede proporcionar

un valor absoluto para la rigidez, ya que solo se puede cuantificar la deformación y se desconocen la fuerza aplicada y el campo de tensión correspondiente (11).

En cambio, la elastografía por onda cortante o velocidad de propagación crea imágenes basadas en ondas en movimiento y, por lo tanto, por lo que es considerada una técnica dinámica. La energía de las ondas acústicas (sonido) se pierde a medida que viaja a través del tejido. Si la intensidad de la onda es lo suficientemente alta y la duración del pulso acústico lo suficientemente larga, la fuerza neta sobre el tejido será lo suficientemente grande como para causar un pequeño desplazamiento local del tejido (11).

Esto induce una onda transversal en el tejido y debido a que la velocidad de la onda de corte en los tejidos blandos es de aproximadamente 1 a 10 m/s, y una onda de ultrasonido viaja mil veces más rápido, se pueden usar imágenes de ultrasonido para monitorear la propagación de la onda de corte y medir su velocidad (12).

Es relevante destacar que los resultados son relativamente independientes del operador. Esto es importante porque la elastografía por presión depende de la presión ejercida y aún nadie ha podido estandarizar la fuerza con la que el operador empuja el transductor en el cuello uterino. Además, aunque el estudio por presión funciona muy bien para valorar las diferencias de rigidez, como un tumor rígido dentro del tejido hepático más blando, originalmente no está diseñada para medir las variaciones generales de rigidez, como en el ablandamiento del cuello uterino durante el embarazo (13).

Existen varios estudios que han tenido por objetivo establecer el valor potencial de la evaluación mediante elastografía del cuello uterino para predicción de parto pretérmino. Wozniak et al., publicaron en 2014 un estudio observacional prospectivo que incluyó a 333 mujeres asintomáticas de bajo riesgo que se presentaron para la ecografía de rutina del segundo trimestre entre las semanas

18 y 22 de embarazo. Los exámenes de ultrasonido del cuello uterino se realizaron por vía transvaginal. Sus resultados arrojaron que el número de partos prematuros fue significativamente mayor en aquellas pacientes que presentaron coloración roja y amarilla en el mapeo de colores realizado por el equipo que aquellas pacientes con que mostraron coloración azul y morada. La sensibilidad, especificidad, el valor predictivo negativo (VPN) y el valor predictivo positivo (VPP) para predecir parto prematuro fueron del 85.7%, 97.6%, 98.3% y 81.1% respectivamente (14).

Igualmente, Hernández – Andrade et al., evaluaron ciento ochenta y nueve mujeres de 16 a 24 semanas de gestación. Se utilizó elastografía por ultrasonido para estimar la tensión cervical y sus resultados arrojaron que los valores bajos de tensión en el orificio cervical interno se asociaron con un riesgo significativamente menor de parto prematuro espontáneo <37 semanas de gestación (intervalo de confianza (IC) del 95%, (0,03-0,96) (15).

Sabiani et al, en 2015 publicaron un estudio longitudinal prospectivo de dos años, en donde se evaluó la elasticidad cervical mediante imágenes HI-RTE (elastografía de tejido en tiempo real de Hitachi) durante tres trimestres de embarazo. La medida de resultado principal fue el índice de elastografía, el elastograma cervical codificado por colores y se concluyó que el índice de elastografía cervical se asocia con resultados obstétricos desfavorables, independientemente de la longitud cervical (16).

Desde 2020, en el Departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología se lleva una línea de investigación con el objetivo de determinar la utilidad de la elastografía cervical de manera conjunta con la longitud cervical. Ling et al (17) en 2021 tuvieron por objetivo la estandarización de la elastografía cervical por presión mediante el coeficiente de relación interclase (ICC), sin embargo, sus resultados mostraron una correlación regular atribuida a la

diferencia de presiones ejercidas por el observador, sugiriendo la creación de estrategias para mejorar la reproducibilidad.

Es así como más adelante, Palmeros et al incluyó en el proceso de estandarización la medición el índice elastográfico tanto en labio anterior como el labio posterior del cuello uterino, para determinar cuál de las dos mediciones presentan una mejor correlación entre los observadores. Además, se realizaron ciertas modificaciones para mejorar la correlación que serán descritas en la sección de metodología del presente trabajo. El trabajo de estos autores mostró que existió una correlación regular a buena tanto intraclase como interclase en el labio anterior del cérvix, motivo por el cual se consideró factible continuar a la siguiente etapa de la investigación, para identificar la capacidad diagnóstica de la elastografía cervical por presión (18).

La evaluación oportuna del riesgo de parto prematuro espontáneo sigue siendo uno de los temas pendientes más relevantes en el seguimiento prenatal durante el embarazo. La capacidad de medir de manera objetiva el ablandamiento del cuello uterino durante la gestación podría ayudar a arrojar mucha información sobre los mecanismos subyacentes, un requisito previo para el desarrollo de nuevos tratamientos e intervenciones que podrían mejorar los desenlaces perinatales, por lo que las técnicas de elastografía pueden ser útiles para este propósito (11), por lo que el objetivo de este estudio es determinar la capacidad diagnóstica de la elastografía cervical por presión para predicción de parto pretérmino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Estudio observacional, transversal, prospectivo y analítico.

Ubicación

El estudio se llevó a cabo en el Departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”.

Población de estudio

Mujeres con embarazo entre las 18 a 24 SDG corroboradas por USG o fecha de última menstruación (FUM) confiable, que acudieron a evaluación ultrasonográfica estructural en el Departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes”.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

Mujeres:

- Con embarazo entre las 18 y 24 SDG.
- Con embarazo único.
- Con edad materna mayor a 18 años.
- Sin anomalía fetal o alteración cromosómica previamente identificada.

Criterios de no inclusión

- Pacientes portadoras de cerclaje en embarazo previo o actual.
- Antecedente de dinámica uterina en embarazo actual.
- Paciente en enfermedad de la colágena, antecedente de cirugía de cérvix.
- Paciente con antecedente de parto pretérmino.
- Pacientes cuyas imágenes ultrasonográficas no cumplen con los criterios CLEAR ® de la longitud cervical.

Variables de estudio

- Variables descriptoras: Edad materna, paridad, tabaquismo materno, método de concepción del embarazo, índice de masa corporal, edad gestacional al realizar la evaluación del cérvix.
- Variable independiente: Longitud cervical, índice elastográfico.
- Variables dependientes: tratamiento con progesterona, colocación de cerclaje cervical, edad gestacional al nacimiento, parto pretérmino antes de la semana 34, parto pretérmino antes de la semana 37.

Muestra

Se realizó muestreo por conveniencia.

Descripción del procedimiento

En el Departamento de Medicina Materno Fetal del Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes" se identificó a las pacientes con embarazo entre las 18 y 24 SDG corroboradas por USG o FUM confiable que acudieron a evaluación ultrasonográfica estructural (que incluye la medición vía endovaginal de la longitud cervical) y que cumplieron con los criterios de selección, para ser invitadas a participar en el estudio.

La paciente recibió seguimiento clínico por parte del servicio de Obstetricia del Instituto y los investigadores no tuvieron ninguna injerencia con respecto a su manejo.

Los registros de la longitud cervical y de la elastografía se realizó en el mismo momento con un equipo de ultrasonido con paquetería Doppler Voluson E8 (General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI), por médicos expertos en dichas evaluaciones, los cuales fueron parte de la estandarización de la elastografía cervical en una línea de investigación previa que se realizó en el

Departamento de Medicina Materno Fetal. La medición de la longitud cervical se realizó con base a los criterios CLEAR®, se colocó el transductor endocavitario (GE RIC5–9–D) en fondo de saco anterior ejerciendo ligera presión sobre el labio anterior de cérvix. La imagen tuvo que cumplir con los siguientes criterios, un plano sagital medio de cérvix que ocupara al menos 70% de la imagen, visualizando el canal endocervical y que el diámetro anteroposterior del labio anterior fuera equidistante en todo su trayecto, se tomaron tres mediciones y se reportó la más corta. Posteriormente se aplicó la modalidad de elastografía de acuerdo con los preajustes del equipo (ganancia de 84, “C6/M7” y un “P3/E1”) y se realizó la medición en el punto intermedio de máxima compresión (esto para disminuir el riesgo de sesgo de medición) a continuación se realizó la evaluación en las 2 áreas de interés que fueron equidistantes a 0.5cm del orificio cervical externo e interno en el labio anterior, hasta completar la medición. Para obtener una imagen adecuada, se debía de contar con al menos 5 cuadros de buena calidad (la barra de movimiento jugó un papel importante en el bloqueo de movimientos inadvertidos por parte del operador o del feto; cuando los movimientos estaban dentro del rango predeterminado y la barra de movimiento se volvía verde, se podía generar la imagen elastográfica). Los resultados se obtuvieron de manera semiautomática a través del equipo y se reportaron como la relación entre el área control (la unidad) y las áreas de estudio, dando como resultado un índice elastográfico. El estudio fue indoloro y no causó ninguna molestia a las pacientes. El resultado de dichas mediciones junto con otros datos se registró en una hoja de recolección de datos. Una vez que el embarazo se resolviera, se procedió a completar la hoja de recolección con los datos relacionados a la edad gestacional de nacimiento.

Análisis estadístico

Se realizó estadística descriptiva para las variables de estudio, con frecuencias, medidas de tendencia central y de dispersión. Se evaluó la sensibilidad, especificidad, valores predictivos y razones de verosimilitud de la elastografía con intervalos de confianza del 95% para predicción de parto pretérmino antes de la

semana 34 y antes de la semana 37, de acuerdo con los cortes establecidos por el equipo investigador según la literatura consultada y las líneas de investigación previas realizadas en el Instituto.

Procesamiento de datos

Se utilizó Software Microsoft Excel v. 16.43 para Mac, para la elaboración de la base de datos. El análisis de datos se llevó a cabo con el paquete estadístico SPSS IBM para Mac, Versión 25.

RESULTADOS

Se incluyeron en el estudio 96 mujeres embarazadas que cumplieron con los criterios de selección. La media de edad materna fue de 29 ± 6 años, con una edad mínima de 18 y una máxima de 48 años. La media de la edad gestacional al momento de la evaluación del cérvix fue de 21.5 ± 1.1 SDG, con una edad gestacional mínima de 18.1 y una máxima de 24 SDG. La media del IMC materno fue 27.8 ± 5.9 kg/m² (Tabla 1).

Tabla 1. Estadística descriptiva de la edad materna, edad gestacional e IMC materno.

| | Media | Desviación estándar | Mediana | Mínimo | Máximo |
|----------------------------------|-------|---------------------|---------|--------|--------|
| Edad materna (años) | 29 | 6 | 30.5 | 18 | 48 |
| Edad gestacional (SDG) | 21.5 | 1.1 | 21.5 | 18.1 | 24 |
| IMC materno (kg/m ²) | 27.8 | 5.9 | 27.4 | 16.9 | 45.1 |

SDG: semanas de gestación.

La estadística descriptiva del tabaquismo materno y del método de concepción se muestra en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Estadística descriptiva de tabaquismo materno.

| | | Frecuencia | Porcentaje |
|--------------------|-------|------------|------------|
| Tabaquismo materno | No | 78 | 81.3% |
| | Sí | 18 | 18.8% |
| | Total | 96 | 100% |

Tabla 3. Estadística descriptiva de método de concepción.

| | | Frecuencia | Porcentaje |
|----------------------|---------------------|------------|------------|
| Método de concepción | Espontáneo | 88 | 91.7% |
| | IIU | 4 | 4.2% |
| | FIVTE | 3 | 3.1% |
| | Inducción ovulación | 1 | 1.0% |
| | Total | 96 | 100% |

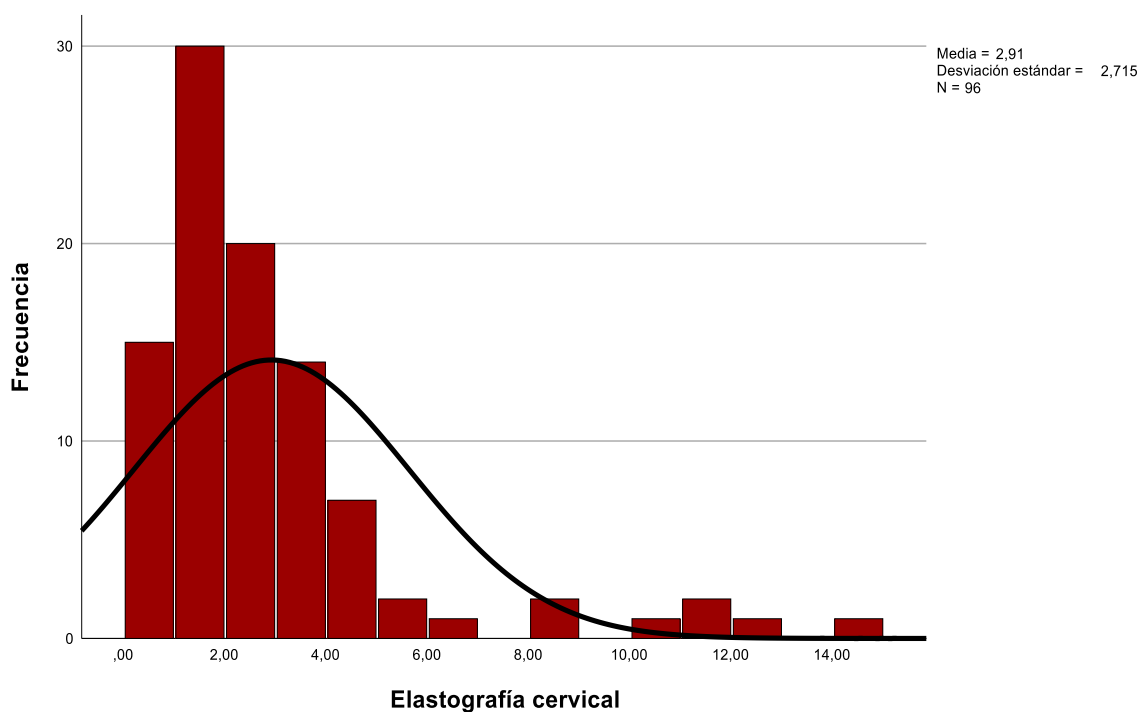
IIU: inseminación intrauterina, FIVTE: fertilización in vitro

La estadística descriptiva de la longitud cervical y de la elastografía cervical se muestra en la tabla 4 y la distribución de esta última en el gráfico 1. Del total de pacientes reclutadas, ninguna recibió manejo con cerclaje cervical y solo 1 recibió tratamiento con progesterona.

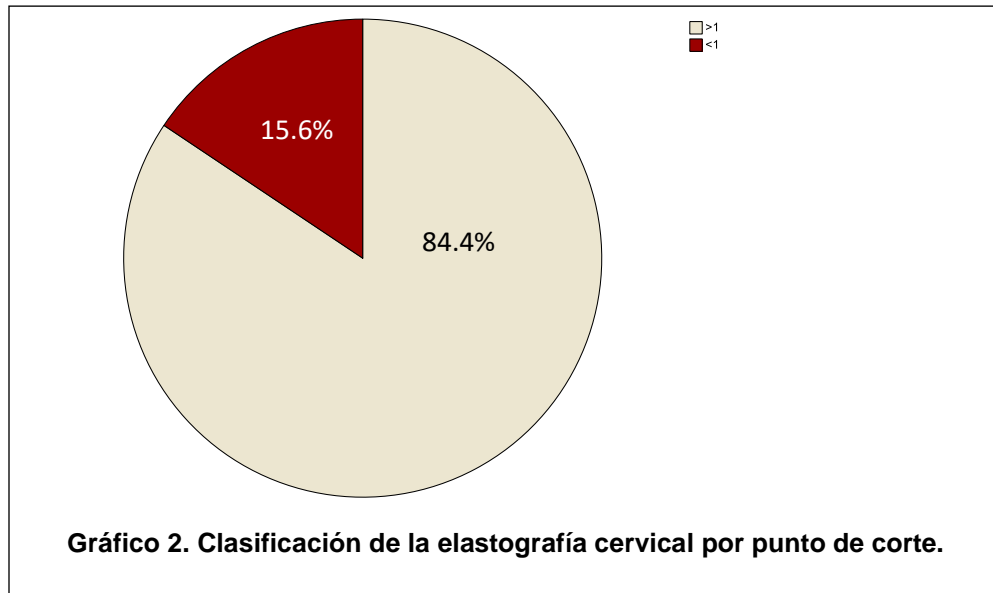
Tabla 4. Estadística descriptiva de la elastografía cervical.

| | Media | Desviación estándar | Mediana | Mínimo | Máximo |
|------------------------|-------|---------------------|---------|--------|--------|
| Índice elastográfico | 2.91 | 2.71 | 2.07 | 0.46 | 14.79 |
| Longitud cervical (mm) | 35.4 | 5.45 | 35.7 | 12.0 | 53.0 |

Gráfica 1. Distribución de la variable elastografía cervical.



En el gráfico 2 se muestra la proporción de pacientes que fueron clasificadas según el punto de corte de la elastografía cervical.



De las 96 pacientes que se incluyeron de manera inicial, se excluyeron 8 pacientes, debido a que nacieron fuera del hospital o se resolvieron por alguna patología materna o fetal independiente de la semana gestacional. La estadística descriptiva del Capurro al nacimiento de los 88 recién nacidos se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Estadística descriptiva del Capurro al nacimiento.

| | Media | Desviación estándar | Mediana | Mínimo | Máximo |
|----------------------|-------|---------------------|---------|--------|--------|
| Capurro (SDG) | 38.0 | 2.3 | 38.2 | 22.0 | 40.5 |

SDG: semanas de gestación.

En la tabla 6 se muestra la frecuencia de parto pretérmino de las pacientes evaluadas.

Tabla 6. Frecuencia de parto pretérmino.

| Parto pretérmino | | N | % |
|---|----|----|-------|
| Parto espontáneo antes de la semana 34 | Sí | 2 | 2.3% |
| | No | 86 | 97.7% |
| Parto espontáneo antes de la semana 37 | Sí | 9 | 10.2% |
| | No | 79 | 89.8% |

En la tabla 7 se muestra la precisión diagnóstica de la elastografía cervical para predicción de parto pretérmino.

Tabla 7. Precisión diagnóstica de elastografía cervical por presión.

| | Parto pretérmino antes de la semana 34 | Parto pretérmino antes de la semana 37 |
|-------------------------------|---|---|
| Sensibilidad (IC 95%) | 0.0% (0.0 – 84.1) | 22.2% (2.81 – 60) |
| Especificidad (IC 95%) | 82.6% (72.9 – 89.9) | 83.5% (73.5 – 90.9) |
| VPN (IC 95%) | 97.2% (90.5 – 99.7) | 90.4% (81.2 – 96.1) |
| VPP (IC 95%) | 0.0% (0.0 – 21.8) | 13.3% (1.66 – 40.5) |
| LR+ (IC 95%) | 0.0 | 1.35 (0.36 – 5.05) |
| LR- (IC 95%) | 1.21 (1.10 – 1.33) | 0.93 (0.65 – 1.34) |

VPN: valor predictivo negativo, VPP: valor predictivo positivo, LR+: razón de verosimilitud positiva, LR-: razón de verosimilitud negativa, IC: Intervalo de confianza.

En la tabla 8 se muestra los resultados perinatales en pacientes con longitud cervical o índice elastográfico alterados.

Tabla 8. Resultados perinatales en pacientes índice elastográfico alterado.

| | Resultados perinatales | N | % |
|---|-------------------------------|----------|----------|
| Parto espontáneo antes de la semana 37 en pacientes sólo índice elastográfico < 1 | Sí | 1 | 8.4% |
| | No | 11 | 91.6% |

Además de las pacientes analizadas existieron 3 que presentaron de manera simultánea longitud cervical menor a 25 mm y índice elastográfico menor 1, de las cuales dos llegaron al término y otro nació en la semana 35.

DISCUSIÓN

El parto pretérmino conduce a la morbimortalidad perinatal, y su predicción continúa siendo un desafío para los médicos maternos fetales. La sensibilidad de la medición de cuello uterino en segundo trimestre es baja, y aún así se ha extendido ampliamente como una estrategia de vigilancia para aquellas pacientes que se encuentren en el grupo de alto riesgo. Debido a la capacidad limitada de esta prueba han surgido diferentes grupos que han intentado establecer otras pruebas diagnósticas, entre estas la elastografía cervical por este estudio puede determinar la rigidez del tejido cervical y así pudiese constituirse como una posible herramienta para tamizaje de parto prematuro.

Durante la primera etapa de la estandarización Ling et al (17) en 2021 no logró una correlación adecuada motivo por el cual se establecieron ciertas recomendaciones que más adelante Palmeros et al (18) implementó logrando una correlación regular a buena y cuyas estrategias fueron descritas en la sección de metodología del presente trabajo. Este grupo reportó una correlación interclase de 0.79 en la medición del índice elastográfico de labio anterior del cérvix.

En este estudio se incluyeron 96 mujeres embarazadas que cumplieron con los criterios de selección. La media de la edad materna en este estudio fue de 29 ± 6 años, muy cercana a la identificada en otros estudios tales como el reportado en 2021 por el grupo de Sabiani, cuyas pacientes tenían en promedio 31.4 ± 0.73 (16).

La edad gestacional al momento de la evaluación del cérvix fue de 21.5 ± 1.1 SDG; con la particularidad que solamente se incluyó gestaciones que se encontraban hasta la semana 24; a diferencia de la mayoría de los estudios reportados en los que se incluyeron embarazos entre la semana 18 - 22 como por ejemplo en el reporte de Wozniak et al. (14), en el que se estudiaron embarazos entre este rango, o en otros estudios como el de Du en 2019; en el que utilizaron

mediciones de la elastografía cervical durante el tamizaje de primer trimestre (21). La razón de nuestro equipo investigador de considerar este rango de edad gestacional va de la mano con los lineamientos para la evaluación estructural de segundo trimestre en el departamento.

Así mismo se identificó que un 15.6% de las pacientes estudiadas en esta investigación presentaron un índice elastográfico menor a 1, que fue el corte utilizado para definir un resultado alterado. De todos los estudios revisados, existe una disparidad en cuanto a los puntos de corte, y tiene relación con el tipo de elastografía utilizada, el equipo ultrasonográfico y la línea de investigación de cada uno de los grupos. Por ejemplo, Du (21) utilizó en su investigación la relación de dureza (HR), que es el porcentaje del 30% superior del área de píxeles rojos (duros) dentro de toda la región de interés cervical y representa el área de píxeles duros en la región de interés. Feng et al en su estudio publicado en 2022 realizó una curva de características operativas del receptor (ROC), para posteriormente determinar que aquellos valores por debajo del percentil 10 tenían un mejor rendimiento para la predicción de parto pretérmino; del total de su población estudiada, un 9.8% presentaron un valor por debajo del percentil 10, lo cual difiere los hallazgos encontrados en este trabajo (22).

Con respecto a la variable descriptiva neonatal estudiada las medias reportadas correspondientes a la edad según Capurro, no difieren en gran medida con las reportadas en otras investigaciones tales como la de Hernández Andrade et al. cuya edad al nacimiento tuvo una media de 39.0 (15).

Al analizar de manera descriptiva la frecuencia de parto pretérmino en la población estudiada la cual fue de 2.3% para antes de la semana 34 y 10.2% para antes de la semana 37; estas difieren con respecto a lo reportado por otros autores. Feng et al. estimó en su frecuencia en 0.8% y 4.9% respectivamente (22). Así mismo, Patberg estimó una frecuencia en su población de 6.6% (23). Esto diferencia probablemente se atribuya al hecho que el Instituto Nacional de Perinatología es

un hospital de tercer nivel y de referencia para la zona centro del país y que por lo tanto atiende pacientes de alta complejidad incluidas quienes presentan factores de riesgo para parto prematuro.

Al realizar la evaluación de la precisión diagnóstica de la elastografía cervical por presión para parto pretérmino, es importante resaltar el rendimiento aceptable en cuanto a especificidad y valor predictivo negativo, que van a la par a lo reportado por otros autores. Wozniak reportó en su estudio una especificidad de 99% y un valor predictivo negativo de 96.4% (14). Parra – Saavedra et al (20), realizó un análisis similar en cuanto a distinción a semanas gestacionales al nacimiento; para parto pretérmino antes de las 34 semanas, la elastografía mostró una especificidad de 98.4% y un valor predictivo negativo de 99.2%. La especificidad y valor predictivo negativo para parto prematuro antes de la semana 37 fue de 99.8% y 95.5% respectivamente. Al contrario, un estudio realizado en Venezuela por Reyna et al., si muestra una diferencia en cuanto a la precisión pronóstica del estudio, con una sensibilidad bastante alta y una especificidad mucho menor pero los autores realizaron sus mediciones en base a su propio algoritmo desarrollado (24). Igual discrepancia mostró la revisión realizada por Wang et al, quienes reportaron que la elastografía cervical por presión tuvo una sensibilidad del 84% y una especificidad del 82%, mejor que la medición del cuello uterino (25).

Entre los potenciales beneficios de medir la elastografía cervical durante la evaluación estructural es la capacidad de la prueba para detectar a las pacientes que verdaderamente no tengan riesgo de parto prematuro, y así evitar el sobret ratamiento o implementación de estrategias innecesarias. La detección de pacientes de alto riesgo continúa siendo un desafío para el equipo obstétrico y materno fetal. La principal limitación de nuestro estudio es el tamaño de la muestra ya que, debido a esta, no se reflejó adecuadamente la sensibilidad de la prueba en especial en pacientes que tuvieron parto prematuro antes de la semana 34; no obstante, está planeado continuar con la recolección de pacientes candidatas al

estudio hasta lograr una muestra significativa estimándose en 190, en base la prevalencia de esta patología en el Instituto.

Por otro lado, la técnica y el dispositivo utilizado constituyen una limitante debido a que se debe tener en cuenta la forma de la sonda y como puede influir en la deformación del tejido cervical en función de la presión; además, la estructura del cérvix es muy heterogénea, formada por una serie de capas y microestructuras con presencia de quistes, vasos sanguíneos e incluso el canal cervical, que pueden provocar una variación del resultado. A pesar de esto, se decidió utilizar esta modalidad de elastografía porque fue la que se estandarizó en el Departamento, y si bien existen estudios que no encontraron diferencias entre una modalidad y otra para la evaluación de lesiones mamarias (26); no existe hasta el momento una comparación específica en la evaluación de cérvix.

Este trabajo abre el camino para continuar este proyecto más adelante con un tamaño de muestra suficiente o incluso crear nuevas estrategias para que en su momento, la prueba sea implementada de manera conjunta con la medición de la longitud cervical en el tamizaje de parto pretérmino para así disminuir la morbimortalidad neonatal estableciendo abordajes de manera oportuna.

CONCLUSIONES

Este trabajo muestra que la elastografía cervical por presión puede ser una herramienta útil para detectar pacientes asintomáticas que realmente no tengan riesgo de parto pretérmino. Este estudio es un procedimiento fácil, no invasivo y económico; que eventualmente puede ser incluido dentro del tamizaje de parto pretérmino en conjunto con la medición de la longitud cervical.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WHO Recommendations on Interventions to Improve Preterm Birth Outcomes. Geneva: World Health Organization; 2015.
2. Liu L, Oza S, Hogan D, Chu Y, Perin J, Zhu J, Lawn JE, Cousens S, Mathers C, Black RE. Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000-15: an updated systematic analysis with implications for the Sustainable Development Goals. *Lancet*. 2016 Dec 17;388(10063):3027-3035. doi: 10.1016/S0140-6736(16)31593-8.
3. Minguet-Romero R, Cruz-Cruz PR, Ruíz-Rosas RA, Hernández-Valencia M. Incidencia de nacimientos pretérmino en el IMSS (2007-2012). *Ginecol Obstet Mex* 2014;82:465-471
4. Oskovi Kaplan ZA, Ozgu-Erdinc AS. Prediction of Preterm Birth: Maternal Characteristics, Ultrasound Markers, and Biomarkers: An Updated Overview. *J Pregnancy*. 2018 Oct 10;2018:8367571. doi: 10.1155/2018/8367571.
5. Danforth DN. The morphology of the human cervix. *Clin Obstet Gynecol*. 1983;26:7–13.
6. House M, Kaplan DL, Socrate S. Relationships between mechanical properties and extracellular matrix constituents of the cervical stroma during pregnancy. *Semin Perinatol*. 2009 Oct;33(5):300-7. doi: 10.1053/j.semperi.2009.06.002.
7. Myers K, Socrate S, Tzeranis D, House M. Changes in the biochemical constituents and morphologic appearance of the human cervical stroma during pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2009 May;144 Suppl 1:S82-9. doi: 10.1016/j.ejogrb.2009.02.008.
8. Itoh A, Ueno E, Tohno E, Kamma H, Takahashi H, Shiina T, Yamakawa M, Matsumura T. Breast disease: clinical application of US elastography for diagnosis. *Radiology*. 2006 May;239(2):341-50. doi: 10.1148/radiol.2391041676.

9. Lu R, Xiao Y, Liu M, Shi D. Ultrasound elastography in the differential diagnosis of benign and malignant cervical lesions. *J Ultrasound Med*. 2014 Apr;33(4):667-71. doi: 10.7863/ultra.33.4.667.
10. Shiina T, Nightingale KR, Palmeri ML, Hall TJ, Bamber JC, Barr RG, Castera L, Choi BI, Chou YH, Cosgrove D, Dietrich CF, Ding H, Amy D, Farrokh A, Ferraioli G, Filice C, Friedrich-Rust M, Nakashima K, Schafer F, Sporea I, Suzuki S, Wilson S, Kudo M. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 1: basic principles and terminology. *Ultrasound Med Biol*. 2015 May;41(5):1126-47. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.03.009.
11. Fruscalzo A, Mazza E, Feltovich H, Schmitz R. Cervical elastography during pregnancy: a critical review of current approaches with a focus on controversies and limitations. *J Med Ultrason* (2001). 2016 Oct;43(4):493-504. doi: 10.1007/s10396-016-0723-z.
12. Palmeri ML, Feltovich H, Homyk AD, Carlson LC, Hall TJ. Evaluating the feasibility of acoustic radiation force impulse shear wave elasticity imaging of the uterine cervix with an intracavity array: a simulation study. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2013 Oct;60(10):2053-64. doi: 10.1109/TUFFC.2013.2796.
13. Molina FS, Gómez LF, Florido J, Padilla MC, Nicolaidis KH. Quantification of cervical elastography: a reproducibility study. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2012 Jun;39(6):685-9. doi: 10.1002/uog.11067. Epub 2012 May 22.
14. Wozniak S, Czuczwar P, Szkodziak P, Milart P, Wozniakowska E, Paszkowski T. Elastography in predicting preterm delivery in asymptomatic, low-risk women: a prospective observational study. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2014 Jul 21;14:238. doi: 10.1186/1471-2393-14-238.
15. Hernandez-Andrade E, Romero R, Korzeniewski SJ, Ahn H, Auriolles-Garibay A, Garcia M, Schwartz AG, Yeo L, Chaiworapongsa T, Hassan SS. Cervical strain determined by ultrasound elastography and its association with spontaneous preterm delivery. *J Perinat Med*. 2014 Mar;42(2):159-69. doi: 10.1515/jpm-2013-0277.

16. Sabiani L, Haumonte JB, Loundou A, Caro AS, Brunet J, Cocallemen JF, D'ercole C, Bretelle F. Cervical HI-RTE elastography and pregnancy outcome: a prospective study. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2015 Mar;186:80-4. doi: 10.1016/j.ejogrb.2015.01.016.
17. Ling García, José Pablo (2021). Estandarización de la medición de elastografía cervical por presión en el Instituto Nacional de Perinatología. Coordinación General de Estudios de Posgrado, UNAM; Facultad de Medicina, UNAM. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3584354>
18. Palmeros Morales, Sergio de Jesús (2021). Estandarización y correlación del índice OCE/OCI de labio cervical anterior y posterior por elastografía por presión en el 2 trimestre. Coordinación General de Estudios de Posgrado, UNAM; Facultad de Medicina, UNAM. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3560512>
19. Zamora ER. Retomar la Excelencia: el reto en el INPer. *Ginecol Obstet Mex.* 2016;84(03).
20. Parra-Saavedra M, Gómez L, Barrero A, Parra G, Vergara F, Navarro E. Prediction of preterm birth using the cervical consistency index. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011 Jul;38(1):44-51. doi: 10.1002/uog.9010.
21. Du L, Zhang LH, Zheng Q, Xie HN, Gu YJ, Lin MF, Wu LH. Evaluation of Cervical Elastography for Prediction of Spontaneous Preterm Birth in Low-Risk Women: A Prospective Study. *J Ultrasound Med.* 2020 Apr;39(4):705-713. doi: 10.1002/jum.15149.
22. Feng Q, Chaemsaitong P, Duan H, Ju X, Appiah K, Shen L, Wang X, Tai Y, Leung TY, Poon LC. Screening for spontaneous preterm birth by cervical length and shear-wave elastography in the first trimester of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 2022 Sep;227(3):500.e1-500.e14. doi: 10.1016/j.ajog.2022.04.014.
23. Patberg ET, Wells M, Vahanian SA, Zavala J, Bhattacharya S, Richmond D, Akerman M, Demishev M, Kinzler WL, Chavez MR, Vintzileos AM. Use of cervical elastography at 18 to 22 weeks' gestation in the prediction of

- spontaneous preterm birth. *Am J Obstet Gynecol.* 2021 Nov;225(5):525.e1-525.e9. doi: 10.1016/j.ajog.2021.05.017.
24. Reyna-Villasmil E, Mejía-Montilla J, Reyna-Villasmil N, Torres-Cepeda D, Rondón-Tapia M, Briceño-Pérez C. Índice de consistencia cervical o longitud cervical en la predicción de parto pretérmino inminente en pacientes sintomáticas. *Revista chilena de obstetricia y ginecología* 2021, 86(3), 274-281. <https://dx.doi.org/10.24875/rechog.m21000004>
 25. Wang B, Zhang Y, Chen S, Xiang X, Wen J, Yi M, He B, Hu B. Diagnostic accuracy of cervical elastography in predicting preterm delivery: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2019 Jul;98(29):e16449. doi: 10.1097/MD.00000000000016449.
 26. Chang JM, Won JK, Lee KB, Park IA, Yi A, Moon WK. Comparison of shear-wave and strain ultrasound elastography in the differentiation of benign and malignant breast lesions. *AJR Am J Roentgenol.* 2013 Aug;201(2):W347-56. doi: 10.2214/AJR.12.10416.

ANEXOS

|  INSTITUTO NACIONAL DE PERINATOLOGÍA “ISIDRO ESPINOSA DE LOS REYES” UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE MEDICINA MATERNO FETAL | |
|---|--|
| CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN | |
| Nombre del estudio: | ELASTOGRAFÍA CERVICAL POR PRESIÓN PARA PREDICCIÓN CON PARTO PRETÉRMINO |
| Patrocinador externo (si aplica): | No aplica |
| Lugar y fecha: | Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes” |
| Número de registro: | |
| Justificación y objetivo del estudio: | La elastografía cervical se ha constituido como una herramienta que podría ser útil para detectar el riesgo de parto pretérmino en este grupo de pacientes. El objetivo del estudio determinar la capacidad diagnóstica de la elastografía cervical para predicción de parto pretérmino, lo que en el futuro pudiera ser utilizado como un método confiable. |
| Procedimientos | Se le realizará un ultrasonido endovaginal en donde se medirá la longitud y la consistencia del cuello del útero |
| Posibles riesgos y molestias: | No hay ningún riesgo para usted o para su bebé. Los estudios que se le van a hacer no le producen ningún dolor ni ninguna molestia. |
| Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio: | El participar no ofrece ningún beneficio extra para usted o su hijo, sin embargo, contribuye a la generación de conocimiento sobre la potencial utilidad del índice elastográfico para la predicción de parto pretérmino. |
| Información sobre resultados y alternativas de tratamiento: | Se anexarán a una base de datos y en caso de que lo solicite se le puede facilitar una copia a través de los procedimientos establecidos por el hospital. |
| Participación o retiro: | Usted como paciente puede participar o retirarse del estudio en forma voluntaria es decir cuando quiera y si así lo desea participa o se retira, sin que esto interfiera con el manejo establecido por el servicio tratante y se reitera que no afecta ni interfiere con su manejo en el INPer, ni afecta los beneficios que usted tiene como paciente. |
| Privacidad y confidencialidad: | La confidencialidad de los datos será absoluta, los resultados solo serán empleados para este estudio, la presentación de los resultados de este estudio en cualquier variedad, tesis, conferencia o artículo nunca evidenciará los nombres o información personal. |
| En caso de colección de material biológico (si aplica): No aplica. | |
| _____ Si autorizo participar en este estudio. | |
| Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica): | No aplica |
| Beneficios al término del estudio: | Alternativas de diagnóstico y tratamiento |
| En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a: | |
| Investigador Responsable: | Dr. Juan Manuel Gallardo Gaona, Teléfono 5555209900 extensión 112. Horario de 08:00 a 14:00 hrs. |
| Colaboradores: | Dr. Héctor Andrés Moreno Yépez, Teléfono 5555209900 extensión 112. Horario de 8:00 a 14:00 hrs. |
| _____ | _____ |
| Nombre y firma del sujeto | Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento |
| _____ | _____ |
| Testigo 1 | Testigo 2 |
| Nombre, dirección, relación y firma | Nombre, dirección, relación y firma |