



Artículo de investigación

## Utilidad del volumen o la longitud cervical en la predicción de parto pretérmino inminente en pacientes sintomáticas

### Usefulness of cervical volumen or cervical length in predicting impending preterm delivery in symptomatic patients

Eduardo Reyna-Villasmil MD<sup>a</sup>  
Jorly Mejía-Montilla MD<sup>b</sup>  
Nadia Reyna-Villasmil MD<sup>c</sup>  
Duly Torres-Cepeda MD<sup>d</sup>  
Martha Rondón-Tapia MD<sup>e</sup>  
Carlos Briceño-Pérez MD<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Doctor en Medicina Clínica, Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Central "Dr. Urquinaona", Maracaibo, Venezuela.

<sup>b</sup> Doctora en Medicina Clínica, Facultad de Medicina de La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

<sup>c</sup> Doctora en Ciencias Médicas, Adjunto del Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Central "Dr. Urquinaona", Maracaibo, Venezuela.

<sup>d</sup> Esp. en Ginecología y Obstetricia, Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Central "Dr. Urquinaona", Maracaibo, Venezuela.

<sup>e</sup> Doctor en Ciencias Médicas, Facultad de Medicina de La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

#### RESUMEN

**Introducción:** el volumen cervical es un indicador del proceso de remodelación del cuello uterino. Investigaciones previas han señalado que puede superar la precisión pronóstica de la longitud cervical en la predicción del parto pretérmino. **Objetivo:** establecer la utilidad del volumen cervical comparado con la longitud en la predicción de parto pretérmino inminente en pacientes sintomáticas. **Materiales y métodos:** estudio prospectivo realizado de junio 2014 a mayo 2020 en pacientes con diagnóstico de amenaza de parto pretérmino. A todas se les realizó la cuantificación del volumen y longitud cervical por ecografía transvaginal en la hora siguiente a la admisión. Fueron clasificados en aquellas con partos antes de 7 días (grupo A) y con más de 7 días (grupo B). **Resultados:** para el análisis final se incluyeron 326 pacientes, 152 (31,7%) pertenecieron al

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

*Historia del artículo:*  
Fecha recibido: noviembre 8 de 2021  
Fecha aceptado: mayo 9 de 2022

*Autor para correspondencia:*  
Dr. Eduardo Reyna  
sippenbauch@gmail.com

*DOI*  
10.31260/RepertMedCir.01217372.1298

grupo A y 251 al B. Las primeras presentaron valores menores de volumen cervical y longitud cervical comparadas con las del grupo B ( $p < 0,0001$ ). El volumen mostró un valor de área de 0,897 comparado con 0,977 de la longitud cervical para la predicción de parto pretérmino inminente ( $p < 0,0001$ ). *Conclusión:* el volumen cervical es menos útil que la longitud en la predicción de parto pretérmino inminente en pacientes sintomáticas.

*Palabras clave:* volumen cervical; longitud cervical; parto pretérmino inminente; predicción.

© 2022 Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS.  
Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## ABSTRACT

*Introduction:* cervical volume is an indicator of the remodeling process undergone by the uterine cervix during pregnancy. Previous research has indicated that it may surpass the pragmatic accuracy of cervical length in predicting preterm delivery. *Objective:* to establish the usefulness of cervical volume compared with cervical length in predicting impending preterm delivery in symptomatic patients. *Materials and methods:* A prospective study conducted from June 2014 to May 2020 in women with a diagnosis of threatened preterm labor. All patients underwent cervical volume and length measurement by transvaginal ultrasound within one hour of admission. They were classified into those who delivered within less than 7 days (group A) and those who delivered in more than 7 days (group B). *Results:* the final analysis included 326 patients, 152 (31.7%) belonged to group A and 251 to group B. The former presented lower cervical volume and cervical length measures compared to those in group B ( $p < 0.0001$ ). Area Under the Curve was 0.897 for cervical volume and 0.977 for cervical length, in predicting impending preterm delivery ( $p < 0.0001$ ). *Conclusion:* cervical volume is less useful than cervical length in predicting impending preterm delivery in symptomatic patients.

*Key words:* cervical volume; cervical length; impending preterm labor; prediction.

© 2022 Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS.  
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## INTRODUCCIÓN

El parto pretérmino (PP) y sus efectos sobre la mortalidad neonatal, morbilidad infantil y costos de atención sanitaria, constituye uno de los problemas más importantes de la práctica clínica.<sup>1</sup> A pesar de las mejoras diagnósticas y terapéuticas, la fisiopatología sigue siendo desconocida y la prevalencia no ha disminuido en las últimas décadas.<sup>2</sup> Por ello la identificación de factores de riesgo y la prevención son materia importante de investigación. La remodelación del cuello uterino incluye cambios en la longitud, diámetro, volumen y consistencia de los tejidos. Este proceso lento y continuo precede al parto tanto a término como pretérmino.<sup>2</sup> La ecografía transvaginal es útil para controlar los cambios en la longitud del cuello uterino.<sup>3</sup> Existen varios estudios centrados en la medición de la longitud cervical (LC) para la predicción al PP. Esta es una prueba útil para identificar a las embarazadas con alto y bajo riesgo de PP.<sup>4,5</sup> Los valores de LC por debajo del percentil 10 tiene baja sensibilidad, bajo valor predictivo positivo y alto valor predictivo negativo en el PP espontáneo en embarazadas de alto riesgo. Sin embargo, en la población obstétrica general la capacidad de predicción es menor<sup>6,7</sup>, por lo cual es necesario buscar otras características cervicales que puedan mejorar la capacidad de predicción.

El volumen cervical (VC) es de importancia clínica, ya que es un índice de reserva funcional y un indicador sensible del proceso de remodelación del cuello uterino.<sup>8</sup> Los cambios en el VC pueden evaluarse por ecografía tridimensional o bidimensional convencional. Varios investigadores han propuesto que su medición puede superar la precisión pronóstica de la LC en la predicción del PP<sup>9</sup>, aunque algunos de esos estudios presentaron diferentes deficiencias metodológicas.<sup>10-14</sup> El objetivo de esta investigación fue establecer la utilidad del volumen cervical comparada con la longitud cervical en la predicción de parto pretérmino inminente en pacientes sintomáticas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio prospectivo realizado en el Hospital Central "Dr. Urquinaona", Maracaibo, Venezuela, de junio 2014 a mayo 2020. Fueron seleccionadas en forma consecutiva mujeres con embarazos simples entre 24 y 35 semanas, determinados por ecografía del primer trimestre, con diagnóstico clínico de amenaza de PP (hasta 3 contracciones uterinas en 30 minutos, dilatación cervical menor de 3 centímetros,

borramiento menor de 80% y membranas íntegras). El estudio fue aprobado por el comité de ética del hospital. El consentimiento informado por escrito fue obtenido en el momento de la selección de cada participante.

Los criterios de exclusión fueron: embarazos múltiples, antecedentes de uso de progesterona o cualquier otro tocolítico en el embarazo actual, insuficiencia cervical conocida o antecedente de cerclaje, rotura prematura de membranas, anomalías uterinas, placentación anormal, alteraciones cardíacas maternas, enfermedad inflamatoria o infecciosa activa, hipertensión y diabetes pregestacional o gestacional, restricción del crecimiento intrauterino del feto, anomalías fetales congénitas, alteraciones del volumen de líquido amniótico, corioamnionitis aguda y edad gestacional desconocida. También fueron excluidas del estudio las que se negaron a participar. En la hora siguiente a la admisión hospitalaria, y antes del inicio de cualquier tratamiento, a las participantes se les examinó el cuello uterino con espéculo estéril, realizando pruebas de hehecho y papel de nitracina para descartar rotura de membranas. Luego se practicó el examen digital por el personal de guardia y confirmado de inmediato por uno de tres investigadores para evaluar dilatación, maduración, consistencia y posición del cuello uterino, además del encajamiento fetal para calcular el puntaje de Bishop. Luego fueron sometidas a evaluación ecográfica fetal transabdominal para determinar presentación fetal, sitio de inserción placentaria, medición de la circunferencia cefálica y abdominal fetal, longitud del fémur e índice de líquido amniótico. Después se inició el monitoreo de la frecuencia cardíaca fetal y la evaluación de las características de las contracciones uterinas por tocodinamometría.

Las imágenes se obtuvieron con equipo de ecografía Voluson® V730 Expert (GE Healthcare, EE. UU.) y transductor vaginal volumétrico y multifrecuencia (2 a 10 MHz). La cuantificación del VC fue calculada obteniendo la imagen sagital con presión suave para obtener una imagen clara, evitando el alargamiento artificial del cuello uterino. Los ejes cervicales fueron medidos en los planos sagital y axial. Luego, el sistema fue cambiado al modo tridimensional, el transductor se rotó 90° midiendo los diámetros anteroposterior y transversal del plano axial mayor del cuello uterino con calibradores electrónicos. El segmento uterino inferior, las paredes vaginales y las arterias uterinas fueron excluidos al dibujar los contornos. El VC fue calculado por la fórmula:  $\text{volumen} = D1 \times D2 \times D3 \times 0.523$ .<sup>15</sup> En el caso de tunelización, el volumen real que refleja el tejido cervical verdadero fue estimado restando el volumen del embudo al VC total en un método de 2 pasos.

La evaluación de la LC por ecografía transvaginal se hizo después de la determinación del VC, colocando el transductor de 7,5 MHz en el fórnix vaginal anterior, retirándolo en forma lenta para obtener la vista sagital del cuello uterino. En ausencia de contracciones uterinas todas las mediciones fueron realizadas orientando el transductor

para ver los orificios interno y externo en el mismo plano. La imagen fue ampliada a 75% de la pantalla y la longitud se midió como la línea recta entre dos marcadores electrónicos con los puntos más alejados e identificada por la sonolucencia del canal cervical. Se obtuvieron tres imágenes y la que mostraba la longitud más corta fue la utilizada. Todas las mediciones ecográficas fueron realizadas por un solo especialista en medicina materno-fetal perteneciente a la investigación y que no participó en la atención clínica. La duración de la evaluación fue menor de 10 minutos y los miembros del equipo hospitalario que realizaban la atención desconocían los resultados. Por lo tanto, las mediciones ecográficas no influyeron en el manejo de las participantes. Todas las embarazadas seleccionadas fueron ingresadas para tratarlas con reposo en cama en decúbito lateral izquierdo e hidratarlas con 500 mL de solución de Ringer lactato. Si se documentaban cambios cervicales progresivos o las contracciones persistían al menos por 2 horas, se hospitalizaban y se iniciaba tratamiento tocolítico con bloqueadores de los canales de calcio como terapia de primera línea. Durante la hospitalización se administraron dos dosis de 12 mg de betametasona intramuscular, con intervalo de 24 horas para inducir maduración pulmonar fetal. Los tocolíticos se suspendieron 48 horas después de la primera dosis de esteroides.

Se elaboró un formulario que incluía los siguientes datos: número de identificación, edad materna, edad gestacional al momento del examen, paridad, presencia de sangrado, antecedentes de PP, examen cervical digital con determinación de dilatación y borramiento, estación, consistencia y posición cervical, valores del volumen y LC. La principal variable del estudio fue la frecuencia de parto inminente (en los 7 días siguientes a la evaluación). También fueron incluidos datos sobre el peso de los recién nacidos al nacer y el intervalo de tiempo entre la evaluación y el parto, todo lo cual se registró y almacenó para el análisis posterior.

La distribución de datos se evaluó con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Las variables categóricas se analizaron usando las pruebas *chi-cuadrado* o prueba U de Mann-Whitney. Las variables continuas con distribución normal fueron comparadas con la prueba *t* de Student. Aquellas variables con distribución diferente a la normal fueron comparadas con la prueba suma de rangos de Wilcoxon. Se utilizaron las curvas operador-receptor (COR) para determinar el mejor punto de corte y evaluar la precisión diagnóstica del VC y LC en la predicción del PP inminente. La prueba de Hanley McNeil fue utilizada para comparar las diferencias en las áreas de la COR de ambas pruebas. La sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y positivo y las razones de probabilidad positivas y negativas con sus intervalos de confianza (IC) de 95% en la predicción de PP inminente fueron calculadas para el corte óptimo basado en la COR. El nivel alfa de significancia estadística fue de  $p < 0,05$ . Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SPSS® versión 22.0 (SPSS Inc., EE. UU.).

**RESULTADOS**

Para el análisis final de la investigación se incluyeron 326 pacientes de las cuales 152 (31,7%) presentaron PP inminente (grupo A) y 251 (68,3%) parto luego de 7 días (grupo B). En la **tabla 1** se muestran las características generales de las pacientes de cada grupo. No se encontraron diferencias en cuanto a edad materna, nuliparidad, antecedente de PP, hábito tabáquico antes del embarazo y valor de índice de masa corporal ( $p = ns$ ). La edad gestacional al momento de la evaluación para el grupo A fue 29,4 +/- 2,7 semanas y para el B de 29,9 +/- 2,9 semanas ( $p = ns$ ). El intervalo entre la evaluación y el parto fue de 4,0 +/- 1,6 días para las pacientes del grupo A y 66,2 +/- 25,4 días para las del B ( $p < 0,0001$ ). El peso de los recién nacidos del A fue significativamente menor que en las del grupo B ( $p < 0,0001$ ). Con relación a las variables ecográficas, las del grupo A presentaron valores

menores de VC (11,4 +/- 2,1 cm<sup>3</sup> y 15,5 +/- 2,9 cm<sup>3</sup>; (**figura 1**) y LC (18,0 +/- 5,8 milímetros y 34,4 +/- 5,7 milímetros; (**figura 2**) comparado con las B. Ambas diferencias se consideraron con significancia estadística ( $p < 0,0001$ ). En la **figura 3** se muestran la COR de las variables para la predicción de PP inminente. El VC mostró un valor de área bajo la curva de 0,897 (IC 95%; 0,871 – 0,923) mientras que el valor del área bajo la curva de la LC fue de 0,977 (IC 95%; 0,966 – 0,987). La diferencia de la capacidad de discriminación entre las áreas bajo la curva de cada prueba fue considerada estadísticamente significativa ( $p < 0,0001$ ). Los valores de corte, sensibilidad, especificidad, valores predictivos, razones de probabilidad y eficacia pronóstica para cada uno de las pruebas se muestran en la **tabla 2**.

**Tabla 1.** Características generales

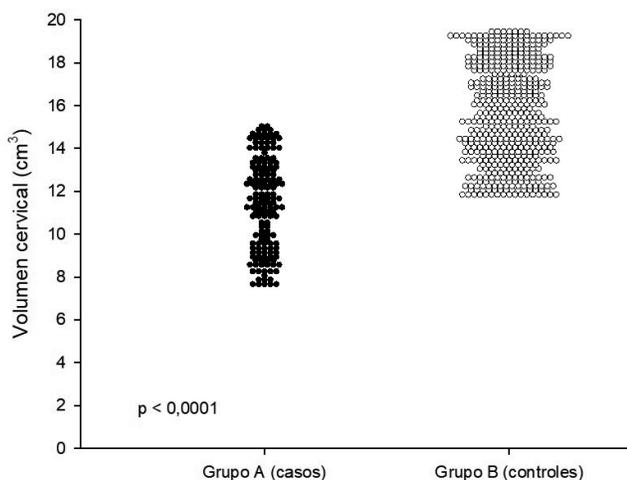
Promedio +/- desviacion estandar	GRUPO A Parto antes de 7 días (n = 152)	GRUPO B Parto después de 7 días (n = 505)	P
Edad materna, años	29,3 +/- 5,7	30,4 +/- 7,2	0,0846
Nuliparidad, n (%)	83 (54,6)	298 (59,0)	0,3495
Antecedente de parto pretérmino, n (%)	31 (17,7)	70 (13,8)	0,0549
Habito tabáquico antes del embarazo, n (%)	22 (14,4)	76 (15,0)	1,0000
Índice de masa corporal, K/m <sup>2</sup>	25,3 +/- 4,4	25,7 +/- 5,0	0,3741
Edad gestacional al momento de la evaluación, semanas	28,8 +/- 2,8	28,9 +/- 3,0	0,7358
Intervalo entre la evaluación y el parto, días	4,1 +/- 1,5	62,6 +/- 27,2	0,0001
Sangrado genital, n (%)	78 (51,3)	212 (41,9)	0,0603
Uso de corticosteroides, n (%)	96 (63,1)	277 (54,8)	0,0763
Peso del recién nacido al nacer, gramos	1914 +/- 832	2834 +/- 767	0,0001

Fuente: los autores.

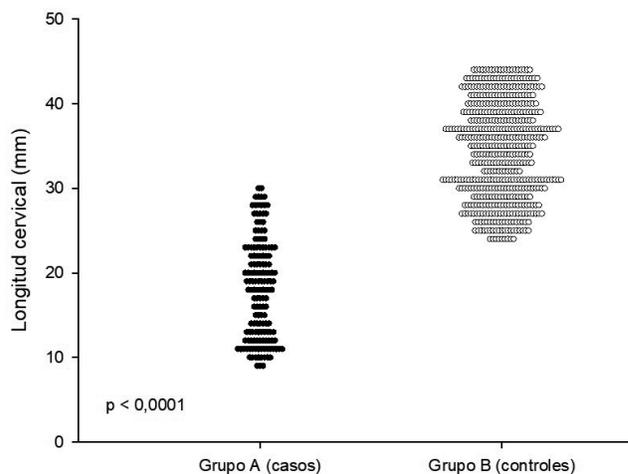
**Tabla 2.** Precisión pronóstica del parto antes de 7 días: índice de ángulo útero-cervical y longitud cervical

% (IC95%)	Área bajo la curva	Valor de corte	Sensibilidad	Especificidad	Valor predictivo positivo	Valor predictivo negativo	Razón de probabilidad positiva	Razón de probabilidad negativa	Exactitud pronóstica
Volumen cervical	0,897 (0,871 – 0,923)	14 cm <sup>3</sup>	83,1 (73,2 – 89,9)	62,4 (58,4 – 66,3)	22,7 (18,2 – 27,9)	96,5 (94,2 – 98,0)	2,21 (1,91 – 2,56)	0,27 (0,16 – 0,45)	64,8 (61,1 – 68,4)
Longitud cervical	0,977 (0,966 – 0,987)	25 mm	84,4 (74,7 – 90,9)	83,6 (80,4 – 86,4)	40,6 (33,3 – 48,4)	97,6 (95,8 – 98,6)	5,15 (4,19 – 6,34)	0,19 (0,11 – 0,31)	83,7 (80,7 – 86,3)

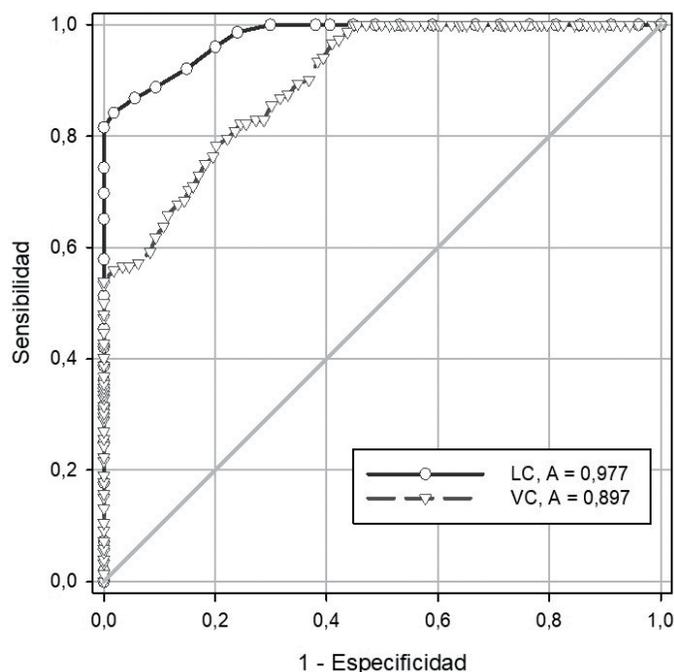
Fuente: los autores.



**Figura 1.** Valores del volumen cervical en cada uno de los grupos. Fuente: los autores.



**Figura 2.** Valores de longitud cervical en cada uno de los grupos. Fuente: los autores.



**Figura 3.** Curva operador-respuesta de la capacidad pronóstica del volumen y la longitud cervical en la predicción de parto pretérmino inminente en pacientes sintomáticas (VC, volumen cervical; LC, longitud cervical). Fuente: los autores.

## DISCUSIÓN

Los resultados de la investigación demuestran que el VC tiene menor utilidad para la predicción de PP inminente comparado con la LC. Dado que el proceso de modificación del cuello uterino previo al parto depende de diferentes

factores relacionados con la morfología de este, puede ser útil la medición de diferentes características para mejorar la precisión pronóstica del PP.<sup>15,16</sup> La LC, la tunelización y los ángulos cervicales son parámetros que suelen evaluarse,

pero con resultados contradictorios para la predicción de PP en pacientes de alto riesgo.<sup>17</sup>

La medición ecográfica de la LC es útil en la predicción del PP y dependiendo del valor del corte seleccionado, las cifras de sensibilidad varían entre 68 - 100% y de especificidad de 44 - 79%.<sup>18</sup> Sin embargo, esta tiene algunas limitaciones cuando se utiliza como predictor único de cribado en la población general debido a la baja sensibilidad y bajo valor predictivo positivo.<sup>9</sup> Sería de gran utilidad disponer de nuevos parámetros para identificar a las embarazadas que tengan riesgo real de PP. El cuello uterino puede tener diferentes formas: cilíndrica, cónica y de barril.<sup>19</sup> El número de partos, los procedimientos quirúrgicos o la infección local pueden dar lugar a alteraciones de las características morfológicas del cérvix.<sup>20</sup> Con el desarrollo de la ecografía, el VC puede cuantificarse de forma fiable durante la evaluación prenatal.<sup>10</sup> Varios estudios han calculado la utilidad del VC en la predicción del PP como alternativa de la LC.<sup>21,22</sup> y son tres informes los que compararon el VC con la LC.<sup>11,12</sup> Uno no encontró diferencias significativas aunque solo incluyó 30 participantes en cada grupo, lo que podría indicar sesgo de selección.<sup>11</sup> Otro comparó el volumen y la LC en embarazos múltiples, sin hallar diferencias en la capacidad de predicción.<sup>13</sup> En contraste, la tercera investigación sugirió que el VC tendría mayor capacidad predictiva que la LC<sup>12</sup>, cuyo valor de corte de la LC fue 24 milímetros bajo la curva, comparado con 0,897 para 14 cm<sup>3</sup> del VC, siendo la diferencia significativa entre ambas características, lo que indica que tiene menor capacidad de predicción. El valor bajo la curva de la LC por ecografía para la predicción de PP fue similar a investigaciones previas<sup>23,24</sup>, pero difieren de otros resultados reportados.<sup>12</sup> Aunque el VC está asociado con el PP inminente en este estudio, la LC como prueba de cribado es más útil.

La sensibilidad y especificidad de la LC para predecir el PP varían entre los diferentes puntos de corte para predicción,<sup>9,18</sup> Un valor de corte de 35 milímetros tiene sensibilidad de 66% y especificidad de 62% para la predicción de PP, mientras que un valor de corte de 30 milímetros tiene sensibilidad y especificidad de 30% y 86%, respectivamente.<sup>18</sup> Otra investigación informó que el punto de corte de 25 milímetros tenía una sensibilidad de 37% y especificidad de 92%, con un valor predictivo positivo de 18%.<sup>6</sup> La ventaja de la medición ecográfica de la LC es su alta especificidad y valor predictivo negativo, los cuales no están afectados por el número o la vía de parto.<sup>6,9,18</sup> Además, la técnica de medición ha sido bien descrita y tiene ventajas relacionadas con reproducibilidad y fiabilidad de los resultados<sup>7</sup>, pero su principal desventaja es la posición variable del eje cervical y la movilidad limitada de la sonda transvaginal.<sup>10</sup>

En esta investigación fue utilizada la fórmula geométrica de estudios previos para el cálculo del VC por método manual.<sup>25</sup> En informes anteriores sobre úteros no gestantes en los que se comparaba el método manual con la resonancia magnética,

no se encontraron diferencias estadísticas significativas.<sup>26,27</sup> Los cambios en el VC pueden deberse a variaciones del radio secundario al adelgazamiento del cuello uterino, modificaciones en la LC durante el acortamiento o a cambios en ambos parámetros debido al borramiento. En este estudio fue utilizada la fórmula geométrica de cono truncado en lugar de cilindro uniforme, considerando la forma del cuello uterino propuesta para tratar de establecer el valor real del VC. De igual forma, si se observaba un embudo durante la evaluación, para evitar un dato falso, el volumen de este embudo se midió por separado y luego se restó del total para calcular el verdadero valor.<sup>25</sup>

Este estudio tiene varias fortalezas, fue realizado con un número de pacientes con diagnóstico de PP mayor que el conocido hasta la fecha, incluyendo embarazadas sintomáticas con alto riesgo de PP inminente. Pero también tiene limitaciones. Entre ellas está que la técnica para la evaluación del VC puede ser difícil al tratar de definir los límites cervicales con el segmento uterino inferior y el tejido vaginal circundante, lo que podría llevar a cálculos inexactos y sobreestimación de los valores, lo que puede corregirse con entrenamiento del personal y equipos de alta resolución. Otra limitación del uso es el elevado costo de los equipos ecográficos y su escasa disponibilidad en centros de atención no especializados. Por último, la falta de estandarización de la técnica puede dificultar la correcta extrapolación de los resultados a otras poblaciones de riesgo.

## CONCLUSIONES

Con base en los hallazgos de esta investigación, se puede concluir que el volumen cervical es menos útil que la longitud cervical en la predicción de parto pretérmino inminente en pacientes sintomáticas.

## REFERENCIAS

1. Machado JS, Ferreira TS, Lima RCG, Vieira VC, Medeiros DS. Premature birth: topics in physiology and pharmacological characteristics. *Rev Assoc Med Bras* (1992). 2021;67(1):150-155. doi: 10.1590/1806-9282.67.01.20200501.
2. Wong TTC, Yong X, Tung JSZ, Lee BJY, Chan JMX, Du R, Yeo TW, Yeo GSH. Prediction of labour onset in women who present with symptoms of preterm labour using cervical length. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2021;21(1):359. doi: 10.1186/s12884-021-03828-z.
3. Reicher L, Fouks Y, Yogev Y. Cervical Assessment for Predicting Preterm Birth-Cervical Length and Beyond. *J Clin Med*. 2021;10(4):627. doi: 10.3390/jcm10040627.

4. Wang Y, Ding J, Xu HM. The Predictive Value of Cervical Length During the Second Trimester for Non-Medically Induced Preterm Birth. *Int J Gen Med.* 2021;14:3281-3285. doi: 10.2147/IJGM.S311390.
5. Wagner P, Sonek J, Heidemeyer M, Schmid M, Abele H, Hoopmann M, Kagan KO. Repeat Measurement of Cervical Length in Women with Threatened Preterm Labor. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 2016;76(7):779-784. doi: 10.1055/s-0042-104282.
6. Kluwgant D, Wainstock T, Sheiner E, Pariente G. Preterm Delivery; Who Is at Risk? *J Clin Med.* 2021;10(11):2279. doi: 10.3390/jcm10112279.
7. He JR, Ramakrishnan R, Lai YM, Li WD, Zhao X, Hu Y, Chen NN, Hu F, Lu JH, Wei XL, Yuan MY, Shen SY, Qiu L, Chen QZ, Hu CY, Cheng KK, Mol BWJ, Xia HM, Qiu X. Predictions of Preterm Birth from Early Pregnancy Characteristics: Born in Guangzhou Cohort Study. *J Clin Med.* 2018;7(8):185. doi: 10.3390/jcm7080185.
8. Tantengco OAG, Richardson LS, Medina PMB, Han A, Menon R. Organ-on-chip of the cervical epithelial layer: A platform to study normal and pathological cellular remodeling of the cervix. *FASEB J.* 2021;35(4): e21463. doi: 10.1096/fj.20200259ORRR
9. Kuusela P, Jacobsson B, Hagberg H, Fadl H, Lindgren P, Wesström J, Wennerholm UB, Valentin L. Second-trimester transvaginal ultrasound measurement of cervical length for prediction of preterm birth: a blinded prospective multicentre diagnostic accuracy study. *BJOG.* 2021;128(2):195-206. doi: 10.1111/1
10. Merz E, Abramowicz JS. 3D/4D ultrasound in prenatal diagnosis: is it time for routine use? *Clin Obstet Gynecol.* 2012;55(1):336-51. doi: 10.1097/GRF.0b013e3182446ef7.
11. Hoesli IM, Surbek DV, Tercanli S, Holzgreve W. Three dimensional volume measurement of the cervix during pregnancy compared to conventional 2D-sonography. *Int J Gynaecol Obstet.* 1999;64(2):115-9. doi: 10.1016/s0020-7292(98)00252-5.
12. Rozenberg P, Rafii A, Sénat MV, Dujardin A, Rapon J, Ville Y. Predictive value of two-dimensional and three-dimensional multiplanar ultrasound evaluation of the cervix in preterm labor. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2003;13(4):237-41. doi: 10.1080/jmf.13.4.237.241.
13. Strauss A, Heer I, Fuchshuber S, Janssen U, Hillemanns P, Hepp H. Sonographic cervical volumetry in higher order multiple gestation. *Fetal Diagn Ther.* 2001;16(6):346-53. doi: 10.1159/000053939.
14. Dilek TU, Gurbuz A, Yazici G, Arslan M, Gulhan S, Pata O, Dilek S. Comparison of cervical volume and cervical length to predict preterm delivery by transvaginal ultrasound. *Am J Perinatol.* 2006;23(3):167-72. doi: 10.1055/s-2006-934102.
15. Gudicha DW, Romero R, Kabiri D, Hernandez-Andrade E, Pacora P, Erez O, Kusanovic JP, Jung E, Paredes C, Berry SM, Yeo L, Hassan SS, Hsu CD, Tarca AL. Personalized assessment of cervical length improves prediction of spontaneous preterm birth: a standard and a percentile calculator. *Am J Obstet Gynecol.* 2021;224(3): 288.e1-288.e17. doi: 10.1016/j.ajog.2020.09.002
16. Chao AS, Chao A, Hsieh PC. Ultrasound assessment of cervical length in pregnancy. *Taiwan J Obstet Gynecol.* 2008;47(3):291-5. doi: 10.1016/S1028-4559(08)60126-6.
17. Thain S, Yeo GSH, Kwek K, Chern B, Tan KH. Spontaneous preterm birth and cervical length in a pregnant Asian population. *PLoS One.* 2020;15(4): e0230125. doi: 10.1371/journal.pone.0230125.
18. Berghella V, Palacio M, Ness A, Alfirevic Z, Nicolaides KH, Saccone G. Cervical length screening for prevention of preterm birth in singleton pregnancy with threatened preterm labor: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials using individual patient-level data. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;49(3):322-329. doi: 10.1002/uog.17388.
19. Reicher L, Fouks Y, Yogev Y. Cervical Assessment for Predicting Preterm Birth-Cervical Length and Beyond. *J Clin Med.* 2021;10(4):627. doi: 10.3390/jcm10040627.
20. Yellon SM. Contributions to the dynamics of cervix remodeling prior to term and preterm birth. *Biol Reprod.* 2017;96(1):13-23. doi: 10.1095/biolreprod.116.142844.
21. Athulathmudali SR, Patabendige M, Chandrasinghe SK, De Silva PHP. Transvaginal two-dimensional ultrasound measurement of cervical volume to predict the outcome of the induction of labour: a prospective observational study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2021;21(1):433. doi: 10.1186/s12884-021-03929-9.
22. Jo YS, Jang DG, Kim N, Kim SJ, Lee G. Comparison of cervical parameters by three-dimensional ultrasound according to parity and previous delivery mode. *Int J Med Sci.* 2011;8(8):673-8. doi: 10.7150/ijms.8.673.
23. O'Hara S, Zelesco M, Sun Z. A comparison of ultrasonic measurement techniques for the maternal cervix in the second trimester. *Australas J Ultrasound Med.* 2015;18(3):118-123. doi: 10.1002/j.2205-0140.2015.tb00211.x.
24. Domin CM, Smith EJ, Terplan M. Transvaginal ultrasonographic measurement of cervical length as a predictor of preterm birth: a systematic review with meta-analysis. *Ultrasound Q.* 2010;26(4):241-8. doi: 10.1097/RUQ.0b013e3181fe0e05.
25. Ahmed AI, Aldhaheri SR, Rodriguez-Kovacs J, Narasimhulu D, Putra M, Minkoff H, Haberman S. Sonographic Measurement of Cervical Volume in Pregnant Women at High Risk of Preterm Birth Using a Geometric Formula for a Frustum Versus 3-Dimensional Automated Virtual Organ Computer-Aided Analysis. *J Ultrasound Med.* 2017;36(11):2209-2217. doi: 10.1002/jum.14253.
26. Dumanli H, Fielding JR, Gering DT, Kikinis R. Volume assessment of the normal female cervix with MR imaging: comparison of the segmentation technique and two geometric formula. *Acad Radiol.* 2000;7(7):502-5. doi: 10.1016/s1076-6332(00)80322-0.
27. Gerges B, Mongelli M, Casikar I, Bignardi T, Condous G. Three-dimensional transvaginal sonographic assessment of uterine volume as preoperative predictor of need to morcellate in women undergoing laparoscopic hysterectomy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;50(2):255-260. doi: 10.1002/uog.15991.