UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA MATERNO FETAL
MATERNIDAD CONCEPCION PALACIOS

# DISTANCIA CONO MEDULAR – SACRO: NOMOGRAMA POR PERCENTILES EN EL SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE DE LA GESTACIÓN

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de Especialista en Medicina Materno Fetal.

Manuel E. Guevara T.

Caracas, diciembre de 2024

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA MATERNO FETAL
MATERNIDAD CONCEPCION PALACIOS

# DISTANCIA CONO MEDULAR – SACRO: NOMOGRAMA POR PERCENTILES EN EL SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE DE LA GESTACIÓN

Trabajo Especial de Grado que se presenta para optar al título de Especialista en Medicina Materno Fetal.

Manuel E. Guevara T.

Tutora: Carmen Sarmiento

Caracas, diciembre de 2024

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN ..... 9

INTRODUCCIÓN ..... 11

MÉTODOS ..... 26

RESULTADOS ..... 28

DISCUSIÓN ..... 31

AGRADECIMIENTOS ..... 35

REFERENCIAS ..... 36

ANEXOS ..... 41

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**
**FACULTAD DE MEDICINA**
**COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

# VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, para examinar el **Trabajo Especial de Grado** presentado por: **Manuel Emilio Guevara Tejada,** cédula de identidad N° V- 23.629.638, bajo el título **"DISTANCIA CONO MEDULAR-SACRO: NOMOGRAMA POR PERCENTILES EN EL SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE DE LA GESTACIÓN"**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **ESPECIALISTA EN MEDICINA MATERNO FETAL - MCP,** dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 11 de diciembre de 2024 a las 10:00 AM., para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo en el auditorio del hospital de clínicas Caracas, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con las ideas expuestas por el autor, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado

3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE** al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad, siendo un aporte significativo para el desarrollo y actualización de la especialidad de medicina materno fetal en Venezuela con elevado valor científico y académico.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 11 días del mes de diciembre del año 2024, conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado Carmen Sarmiento.

Marielys Andreina Colmenares Marcano
C.I. V-18.206.439
Maternidad Concepción Palacios

Yanireth Alfreina Rodríguez Velásquez
C.I. V-18.473.915
Hospital Dr. Domingo Luciani

Carmen Cruz Sarmiento Guzmán
C.I. V-12.740.489
Maternidad Concepción Palacios
Tutora

**CCSG/ 11/12/2024**

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR PARA LA ENTREGA**
**DEL TRABAJO ACADÉMICO EN**
**FORMATO IMPRESO Y FORMATO DIGITAL**

Yo, Carmen Sarmiento portadora de la Cédula de identidad Nº 12.740.489, tutora del trabajo: DISTANCIA CONO MEDULAR-SACRO: NOMOGRAMA POR PERCENTILES EN EL SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE DE LA GESTACIÓN, realizado por el estudiante Manuel Guevara.

Certifico que este trabajo es la **versión definitiva.** Se incluyeron las observaciones y modificaciones indicadas por el jurado evaluador. La versión digital coincide exactamente con la versión impresa.

Firma del profesor



En Caracas, a los 11 días del mes de diciembre de 2024

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**
**FACULTAD DE MEDICINA**
**COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**AUTORIZACIÓN PARA LA DIFUSIÓN ELECTRONICA DE TRABAJO ESPECIAL DE GRADO, TRABAJO DE GRADO Y TESIS DOCTORAL DE LA FACULTAD DE MEDICINA.**
**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

*Yo,* MANUEL EMILIO GUEVARA TEJADA, autor del trabajo o tesis, DISTANCIA CONO MEDULAR-SACRO: NOMOGRAMA POR PERCENTILES EN EL SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE DE LA GESTACIÓN, *presentado para optar:* al titulo de especialista en Medicina Materno Fetal.

Autorizo a la Facultad de Medicina de la Universidad Central de Venezuela, a difundir la versión electrónica de este trabajo, a través de los servicios de información que ofrece la institución, solo con fines de académicos y de investigación, de acuerdo a lo previsto en la Ley sobre Derecho de Autor, Artículo 18, 23 y 42 (Gaceta oficial Nº 4.638 Extraordinaria, 01-10-1993).

| | |
|---|---|
| | *Si Autorizo* |
| | *Autorizo despúes de 1 año* |
| X | *No autorizo* |
| | *Autorizo difundir solo algunas partes del trabajo* |
| *Indique:* | |

*Firma(s) del autor (es)*



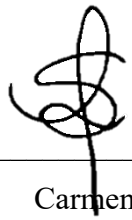
*C.I. Nº 23.629.638*

*e-mail: manueleguevara@gmail.com*

*En Caracas, a los 11 días del mes de diciembre de 2024.*

**Nota:** En caso de no autorizarse la Escuela o Coordinación de Estudios de Postgrado, publicará: la referencia bibliográfica, tabla de contenido (índice) y un resumen descriptivo, palabras clave y se indicará que el autor decidió no autorizar el acceso al documento a texto completo.

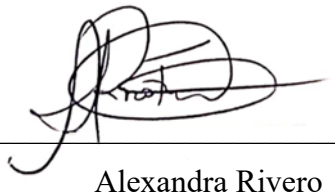
La cesión de derechos de difusión electrónica, no es cesión de los derechos de autor, porque este es intransferible.



Carmen Sarmiento

CI: V-12 740 489 E-mail: sarmiento.clase@gmail.com

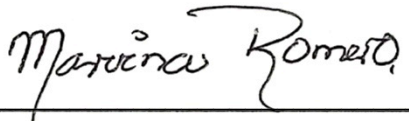
Tutora



Alexandra Rivero

CI: V-15 972 807 E-mail: doctora_rivero@hotmail.com

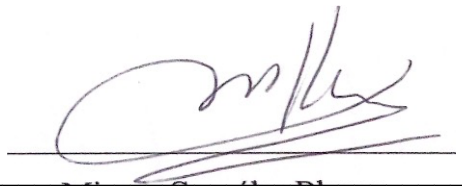
Directora del Programa



Marvina Romero Izaguirre

CI: V-15 267 629 E-mail: m.romerommf@gmail.com

Coordinadora del Programa



Mireya González Blanco

CI: V-4 883 886 E-mail: mireyagonzalezb@gmail.com

Asesor metodológico

**DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios, por demostrarme una vez más que una puerta cerrada no significa el fin de un camino, sino el inicio de muchos planes que estan a su disposión y no de los míos. Solo tú tienes el control de las cosas y sabes los anhelos de mi corazón.

A mis padres, Manuel Emilio y Belkis, quienes son mis cimientos y pilares, cómplices en cada uno de mis propósitos y metas, y aunque sé que en mi carrera profesional hemos tenido altos y bajos, nunca han dejado de creer y acompañarme, brindándome todo el amor y apoyo para forjar las herramientas que me brindarán el futuro que ando buscando. A ustedes y solo ustedes, quienes han ido de la mano conmigo estos largos 12 años de estudios universitarios para llevarme a ser quien quiero ser en la vida, sin ustedes nada de esto fuera posible, es por eso que toda la vida les estaré agradecido, Mamá y Papá.

# DISTANCIA CONO MEDULAR – SACRO: NOMOGRAMA POR PERCENTILES EN EL SEGUNDO Y TERCER TRIMESTRE DE LA GESTACIÓN

Manuel E. Guevara T: V/23.629.638 Sexo: masculino, E-mail: manueleguevara@gmail.com. Telf. 04243783064. Dirección: Maternidad Concepción Palacios, Caracas. Programa de Especialización en Medicina Materno Fetal.

**Tutora**: Carmen Sarmiento: V-12.740.489 Sexo: Femenino. E-mail: sarmiento.clases@gmail.com. Telf. 04160130477 Dirección: Maternidad Concepción Palacios, Caracas. Ginecología Obstetricia. Medicina Materno Fetal. Perinatología

## RESUMEN

**Objetivo:** Elaborar un nomograma por percentiles de la distancia cono medular-sacro en gestantes durante el segundo y tercer trimestre, que acuden al servicio de medicina materno fetal, de la Maternidad Concepción Palacios, en el periodo enero – septiembre 2024. **Métodos:** Estudio prospectivo, descriptivo y transversal; incluyó 420 gestantes entre 20 a 40 semanas, con evolución normal y fetos con crecimiento entre el percentil 10 y 90. Se realizó la medición de la distancia cono medular-sacro y se asoció con el sexo fetal para elaborar nomograma de la distancia cono medular-sacro por percentiles según la edad gestacional. **Resultados:** La distancia cono medular-sacro fetal a las 20 semanas fue 26,7 ± 5,0 mm y a las 40 semanas fue 80,1 ± 6,1 mm, con una diferencia de 53,4 mm, en fetos femeninos fue 52,9 ± 16,2 mm y en masculinos fue 52,9 ±15,1 mm; se evaluó si la estática fetal facilitaba o no la medición de esta distancia, 329 fetos (85,5 %) en presentación cefálica facilitaron la medición *($p = 0,013$)*, la presentación podálica (27 %) y posición posterior (70,3 %) no facilitaron la exploración (*$p < 0,001$)*, valores superiores e un índice de masa corporal materno medio de 27,4 ±4,9 kg/m$^2$ dificultan su medición (*$p < 0,001$)*. **Conclusión:** Se elaboraron los nomogramas planteados, se evidenció un aumento progresivo de la distancia cono medular-sacro con la edad gestacional, duplicando sus valores entre el segundo y el tercer trimestre del embarazo. Factores maternofetales influyeron en su adecuada medición. El sexo fetal no influyó.

**Palabras clave:** Distancia cono medular-sacro, Percentiles, Nomograma distancia cono-medular sacro, cono medular.

## ABSTRACT

**Objective:** To prepare a nomogram by percentiles of the medullary conus-sacral distance in pregnant women during the second and third trimester, who attend the maternal-fetal medicine service, of the Maternidad Concepción Palacios, in the period January 2024 - September 2024. **Methods:** Prospective, descriptive and cross-sectional study; It included 420 pregnant women between 20 and 40 weeks, with normal evolution and fetuses with growth between the 10th and 90th percentile. To elaborate a nomogram of the medullary-sacral cone distance by percentiles according to gestational age, the medullary-sacral cone distance was measured and associated with fetal sex. **Results:** The medullary-sacral cone fetal distance at 20 weeks was 26.7 ± 5.0 mm, and at 40 weeks it was 80.1 ± 6.1 mm, with a difference of 53.4 mm, in female fetuses it was 52.9 ± 16.2 mm and in males it was 52.9 ±15.1 mm. It was evaluated whether or not fetal statics facilitated the measurement of this distance, 329 fetuses (85.5%) in cephalic presentation

facilitated the measurement ($p = 0.013$), breech presentation (27%) and posterior position (70.3%) did not facilitate the examination ($p < 0.001$), higher values and a mean maternal body mass index of 27.4 ±4.9 kg/m2 made it difficult to measure ($p < 0.001$). **Conclusion:** The proposed nomograms were elaborated, and there was a progressive increase in the cone-medullary-sacral distance with gestational age, doubling its values between the second and third trimester of pregnancy. Maternal-fetal factors influenced its proper measurement. Fetal sex did not play a role.

**Keywords**: Medullary conus, cono-sacral distance, Percentiles, Medullary conus-sacral distance nomogram.

## INTRODUCCIÓN

La evaluación fetal por ultrasonido (US) ha sido una herramienta versátil en constante desarrollo y evolución, actualmente el ejercicio médico se ha apoyado en el diagnóstico por imágenes; en el caso de la obstetricia, la evaluación prenatal del crecimiento y anatomía fetal durante el segundo trimestre sirve como un punto de referencia para el inicio de una primera valoración ecográfica y valoraciones sucesivas ante un hallazgo anormal o un diagnóstico perinatal. [1]

El estudio ultrasonográfico se ha utilizado para detectar aneuploidías y malformaciones congénitas. [2] La evaluación anatómica óptima del feto debe realizarse antes de las 24 semanas de gestación, según pautas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la detección temprana de anomalías fetales. [3] Según las directrices del Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos (ACOG), la evaluación ecográfica del segundo trimestre, realizada entre las 18 a 22 semanas, es la modalidad de elección para detectar defectos del tubo neural (DTN) y se recomienda en todos los embarazos.[4] De forma sistemática, se han creado guías o pautas internacionales para normalizar la evaluación prenatal de segundo trimestre; sin embargo, cada país, se encuentra libre de valorar todas las gestantes según sus protocolos; estas evaluaciones ecográficas deberían realizarse por personal entrenado y calificado para emitir un diagnóstico aproximado por US. [1, 5, 6]

Los DTN se definen como un grupo heterogéneo de malformaciones que resultan de un fallo en el cierre normal del tubo neural (TN). Las malformaciones de la columna vertebral van precedidas por un fallo primario a un DTN. [7]

A nivel mundial, la casuística refleja a los DTN como la segunda malformación fetal más frecuente, superada, únicamente, por las cardiopatías congénitas. La incidencia de DTN es de 1/1000 nacidos vivos y estas tienen una etiología multifactorial, que varía desde la edad materna, región geográfica y otros factores predisponentes, como la clase social baja y el déficit de folatos, mutación del gen de la metiltetrahidrofolato reductasa (MTHR), entre otros. Sin embargo, el 90 % a 95 % de los fetos afectos por DTN aparecen en familias sin un antecedente. [7, 8]

Para 2015, la incidencia de malformaciones de la columna vertebral se estimó en 260 000 recién nacidos afectos, aproximadamente. [9] Los DTN pueden clasificarse según Tortori- Donati *et al*. [10] en dos grupos: disrafismo craneal y disrafismo espinal. A su vez, los

espinales pueden subdividirse como tipos abiertos y cerrados, siendo estos últimos cubiertos por piel y categorizados clínicamente por la presencia o ausencia de una masa subcutánea a nivel dorsal. [11] Esta masa se representa como lipomielomeningoceles, lipomieloceles, meningoceles y mielocistoceles terminales, cuyo contenido es la combinación de lipoma, tejido neural y líquido cefalorraquídeo (LCR) que se extiende a través de los elementos vertebrales posteriores defectuosos y se mezcla con el tejido subcutáneo; [10, 12] la grasa subcutánea no se deposita en el feto hasta el tercer trimestre, por lo que el componente lipomatoso no se evidencia en el feto en el cribado de rutina del segundo trimestre [12] y tiene una incidencia de 0,3 a 0,6 por 10 000 nacidos vivos. [13]

Los disrafismos espinales cerrados (DEC), sin masa subcutánea, se clasifican en simples, abarcando patologías como *fillum* terminal engrosado, intradural o intramedular, y complejos, como diastematomielia, síndrome de regresión caudal y seno dérmico dorsal. [10]

La médula espinal anclada, que se diagnóstica muy raro de forma prenatal y se detecta durante la edad adulta por la presencia de sintomatología como dolor, debilidad motora y disfunción vesical, [14, 15] es la manifestación clínica de varios tipos de DEC o una complicación de la corrección quirúrgica del mielomeningocele. [10]

Por medio de la ecografía prenatal y la resonancia magnética nuclear (RMN), la evaluación del cono medular (CM) permite detectar prenatalmente el DEC, [16-18] siendo estandarizada la metodología de medición durante la evaluación de la columna en la ecografía morfológica de rutina [19, 20] por la Sociedad Internacional de Ultrasonido en Obstetricia y Ginecología (ISUOG), [19] en el año 2007.

El CM se puede identificar como una estructura triangular hipoecoica con dos líneas ecogénicas circundantes en el extremo caudal de la médula espinal (ME); a medida que va aumentando el tamaño del feto, el CM se desplaza cranealmente, por lo tanto, un CM bajo, corresponde a un ascenso inadecuado de la columna, lo que genera la sospecha de un DEC. [17] Conocer el nivel del CM ayudará a sospechar cuando este se encuentra bajo. Un CM normal, durante el segundo y tercer trimestre, se estima a nivel de los cuerpos vertebrales L2 – L3, [17,18, 21-24] sin embargo, muchos autores han descrito el nivel del CM (NCM) por edad gestacional (EG). [25, 26] Actualmente, el cribado se ha llevado a la evaluación precoz del primer trimestre, obteniendo un NCM en L4 a las 13 semanas [26] y nuevos estudios lo estiman por encima de la inserción del

cordón umbilical como punto anatómico de referencia, y que este asciende a mayor medida de la longitud cráneocaudal (LCC). [27] La forma directa de valoración usa referencias anatómicas como el polo superior del riñón que se considera está a nivel de la vértebra T11 a T12. [28] En vida neonatal, el NCM se encuentra en L2. [29]

Para una visión más objetiva del NCM, se ha desarrollado una nueva técnica de medición indirecta descrita como la distancia cono medular – sacro (DCS) que se basa en la medición del CM hasta el último punto de osificación sacro, incluyendo al menos tres y cuatro puntos de osificación que deben visualizarse en el segundo y tercer trimestre. La DCS parece tener una buena correlación inversa con la EG y varias medidas biométricas fetales, [17] siendo esta herramienta útil para mejorar la tasa de deteccion de DEC de forma prenatal, cuya prevalencia es del 10 % - 12 % de afectación en la población general [30] y su diagnóstico temprano ayudaría a instaurar una corrección quirúrgica de forma precoz. [31]

**Planteamiento y delimitación del problema**

Actualmente, se desconoce la incidencia exacta de los DEC, aunque se estima una incidencia de 2 a 4 por cada 1000 en vida posnatal, siendo mucho más prevalentes que los DTN abiertos. [32] Frecuentemente, los DEC tienen ausencia de signos indirectos craneales que sugieran una alteración del sistema nervioso central (SNC) y a nivel bioquímico, el comportamiento de un DEC, a diferencia de un defecto espinal abierto, es que la concentración de alfafetoproteína (AFP) y acetilcolinesterasa se encuentran en niveles séricos normales; [18] únicamente se sospecha en el recién nacido cuando se demuestran estigmas cutáneos (signo directo) en la zona lumbar; en los casos aislados, sin alteraciones en la piel, estos pueden ser asintomáticos, no diagnosticándose prenatalmente, [33] y si se tratase de una lesión del CM se pudiese complicar con signos y síntomas de primer y segunda motoneurona durante la vida adulta o incluso sintomatología mixta. [34]

Una de las presentaciones clínicas de los DEC es el síndrome de regresión caudal (SRC), la cual es una anomalía rara que resulta de un fallo en el desarrollo en una porción de la columna vertebral y la ME, aunque se ha detallado una incidencia esporádica, la asociación con hiperglicemia materna resulta ser el teratógeno de mayor importancia, ocurriendo esta patología en el 1 % de los embarazos de madres diabéticas y hasta 22 % de los casos tienen asociación

con diabetes mellitus tipo 1 y 2; una forma grave del SRC puede causar muerte neonatal precoz debido a falla multiorgánica (renal, cardiaca y pulmonar). [35]

El síndrome de medula anclada (SMA) resulta de la fijación de la ME en el canal vertebral debido a la formación de adherencias por la presencia del componente lipoideo del defecto o adquiridas por la resolución quirúrgica de un disrafismo espinal abierto, infecciones o trauma espinal en un 10 %, [30] dichas alteraciones disminuyen la elasticidad del *filum* terminal normal que hace que el CM se desplace libremente y que en dichas circunstancias se mantenga fijo por debajo de la vértebra L2 en vida posnatal, provocando la aparición de disfunción neurológica sensorial, motora, esfinteriana, sexual y ortopédica (síntomas neurouroortopédicos), no todos los DEC desarrollan el SMA. [36]

Otras polimalformaciones se asocian a los DEC, los síndromes complejos como el VACTERL que es el acrónimo en inglés de defectos vertebrales, atresia anal, anomalías cardiacas, fístula traqueo-esofágica, anomalías renales y anomalías en extremidades), o la tríada de Currarino (malformaciones anorrectales, agenesia parcial del sacro y masa presacra). [36] Por otro lado, el Complejo OEIS cuyo acrónimo en inglés significa (onfalocele, extrofia vesical, ano imperforado y defectos espinales), [37] patología con pronóstico muy desfavorable. [38]

La valoración del CM y el diagnóstico prenatal de un DEC permitirá la identificación de aquellos fetos susceptible a terapia y cirugía de corrección intraútero, mejorando así el pronóstico al nacimiento; [13] por su parte, aquellos que no cumplan con los criterios quirúrgicos en vida intrauterina se favorecerán del diagnóstico precoz y posterior corrección posnatal con la demostración de síntomas neurológicos, evitando de esta forma el desarrollo a largo plazo de complicaciones de un descenso alterado del CM como el SRC y el SMA. [39]

En consideración con lo antes expuesto y por no contar con los valores referenciales en Venezuela, el propósito de esta investigación consiste en hacer la evaluación ecográfica del CM por medio de la medición de la DCS, para la elaboración de un nomograma de referencia mediante estadística no paramétrica, para definir en percentiles sus rangos de normalidad en el segundo y tercer trimestre de gestación. Por lo que se crea la interrogante, ¿Cuál es la influencia de la edad gestacional en las medidas de la distancia cono medular – sacro en gestantes durante el segundo y tercer trimestre, que acudan al servicio de medicina materno fetal de la Maternidad Concepción Palacios durante el periodo enero – septiembre de 2024?

**Justificación e importancia**

Los DEC actualmente constituyen un gran grupo heterogéneo de entidades clínicas que pueden ser asintomáticas y pasar desapercibidas durante la evaluación prenatal por el reto diagnóstico que este conlleva, ya que no producen alteraciones de la anatomía intracraneal y los niveles séricos de AFP en líquido amniótico se encuentran normales, esquivando así el diagnóstico intraútero.

La evaluación morfológica prenatal del segundo trimestre forma parte de la práctica obstétrica de calidad, por lo que es necesario y fundamental que cada embarazada cuente con su ecografía anatómica, como lo indican las pautas internacionales, antes de las 24 semanas posmenstruales, ya que esta es una herramienta diagnóstica útil en la detección de anomalías congénitas y defectos estructurales fetales. La valoración detallada de la columna vertebral fetal se encuentra protocolizada durante esta EG como parte de la neurosonografía básica. Idealmente se debe visualizar en tres planos (sagital, coronal y axial), y no se deben visualizar ningún tipo de disrupción a nivel de la línea cutánea ni de las apófisis espinosas y transversas, por otro lado, la visualización del CM, como figura hipoecoica triangular, debe ser parte de la valoración.

Sin embargo, no todas las gestantes tienen acceso a la realización del US morfológico por lo que son evaluadas en edades gestacionales más avanzadas, pero su valoración tardía no justifica la no verificación anatómica normal del feto. Para que toda esta información sea aplicable dentro del protocolo nacional de evaluación de la columna vertebral fetal es importante que se conozcan las medidas de valoración ecográfica del CM, siendo útil el marcador de la DCS en las distintas edades gestacionales y que estas sean distribuidas por percentiles. Por medio de la obtención de estos valores, se reconocerán aquellos casos que se alejan de la normalidad y que pasan a ser sospechosos. De esta forma será necesaria la evaluación de gestantes sanas y la valoración del NCM a través de la DCS para la elaboración de tablas por percentiles según EG.

Se beneficiarán de esta investigación las gestantes sanas candidatas a la evaluación morfológica de rutina, además de aquellas pacientes con captación tardía que no cuenten con un estudio de US detallado, lo que permitirá determinar de esta forma los valores propios de referencia para la población venezolana. Por otro lado, el beneficio bidireccional para el personal sanitario especializado en obstetricia, medicina materno fetal o perinatología, quienes contarán con

valores de referencia de la población nacional para la variable en estudio y que se entrenarán en la detección de fetos afectos con DEC.

**Antecedentes**

Hoopmann *et al*., [17] en Alemania, durante el 2011, describieron por primera vez la DCS como una medida objetiva de evaluación ultrasonográfica del CM fetal como indicar de espina bífida oculta, el cual se evalúa, según su técnica, identificando el NCM. Midió desde el punto más caudal del mismo hasta el último punto de osificación sacro, visualizando al menos tres en el segundo trimestre o cuatro puntos de osificación sacros en el tercer trimestre, en un plano medio sagital de la columna vertebral. Lo aplicó en 254 embarazos, entre las 15 semanas y el término de la gestación, obteniendo recién nacidos sanos y evaluados 72 horas posparto con un examen físico neurológico y de columna vertebral, en el que encontraron cinco casos de disrafismo espinal cubierto por piel y se comparó la DCS con el grupo de recién nacidos sanos, obteniendo una DCS media normal 38,4 ± 15,0 (rango 7,7- 76,7) mm, y en los casos patológicos la DCS estuvo por debajo del percentil (P) 5 y entre -3,2 y -6,3 desviaciones estándar (DE), además, demostró una asociación significativa entre la DCS, la EG, longitud de fémur (LF), circunferencia cefálica (CC), circunferencia abdominal (CA) y que este indicador es útil para detectar espina bífida oculta.

En 2014, en España, Rodríguez *et al.* [40] evaluaron ecográficamente, vía transabdominal, el CM en 101 gestantes sanas entre las 20 a 30 semanas, en cortes sagitales y coronales de la columna vertebral fetal a nivel de la unión lumbosacra. El polo superior del riñón fue considerado en T11 (vertebra torácica 11) y la última costilla como T12 y fueron usados como puntos de reparo anatómico. Consideraron dos metodologías de estudios, una cualitativa donde evidenció el NCM y otra cuantitativa con la medida de la DCS; clasificó el NCM en 5 grupos de acuerdo a la localización relativa a la vértebra lumbar (L), L1-2 (entre la vértebra L1 a L2), L2, L2-L3, L3 y no es posible evaluar el nivel. La reproducibilidad interobservador fue excelente en la valoración cuantitativa debido a su fácil evaluación, además observaron una correlación lineal inversa entre la medida de la DCS, la EG y la LF.

Seguidamente, en 2016, Rodríguez *et al.* [18] valoraron el NCM en 606 gestantes sanas entre edades gestacionales comprendidas de 20 a 35 semanas; utilizaron la DCS y la relacionaron con el índice de masa corporal (IMC) materno, la EG, estática fetal y la LF, logrando identificar el

NCM en 573 pacientes y posibilitando la medición de la DCS en 465 pacientes (81,2 %), la facilidad de evaluación de la DCS fue mejor en pacientes con IMC < 28 Kg/m2 y la estática fetal de mejor evaluación fue la cefálica, la EG óptima fue < 25 semanas. No encontraron asociación estadísticamente significativa al correlacionarlo con la estática fetal, sin embargo, concluyeron que existe una relación lineal entre la DCS/LF y la DCS/EG, definiendo que una medida por debajo de 2 DE o < P5 en la relación DCS/LF podría hacer sospechar de un disrafismo espinal oculto.

He *et al.,* [41] en 2016, estudiaron 548 fetos entre edades gestacionales de 14 a 41 semanas, evaluados por US para la medición del CM por medio de la DCS, encontrando 8 fetos con SMA, confirmados mediante autopsia o ecografía y examen clínico neurológico después del parto. Realizaron un análisis de regresión lineal para la relación entre la DCS por EG, diámetro biparietal (DBP), CC, CA y LF utilizando puntaje Z para estandarizar los datos y compararon la diferencia entre la DCS en fetos sanos y fetos con SMA con resultados estadísticamente significativos, además aportaron una medida media normal de la DCS en los fetos sanos, y en los 8 fetos con SMA definieron una medida por debajo de -1,5 puntajes Z, siendo estas significativamente menores que en fetos sanos, y una herramienta útil para detectar SMA.

Mottet *et al*., en 2016, [22] compararon dos técnicas ecográficas de valoración del CM para diagnóstico de cordón anclado, modificando la técnica DCS descrita por Hoopmann *et al*., [17] en 2011, realizando la medición desde el CM hasta la vértebra sacra 1 (S1) y la técnica de medición normal del *filum* terminal (FT) intradural, obteniendo valores de media para la DCS1 de 20,6 mm y la medida FT de 27,9 mm; encontraron una buena correlación lineal de ambas técnicas según la EG y la biometría fetal (DBP, CC, CA, LF), además detectaron que en fetos con DCS1 y FT por debajo del quinto percentil para la EG se asocia a disrafismo espinal oculto, hallazgos que se correlacionaron posnatalmente.

Otro estudio en China, en 2018, por Dan Zhao *et al.,* [42] compararon la DCS y el NCM para determinar cuál de las dos técnicas ecográficas es mejor para la predicción de lesiones espinales fetales y la aplicaron en 160 fetos entre las EG de 20 a 28 semanas y que posterior al parto, cada neonato se sometió a un examen físico neurológico para excluir defectos de columna; encontraron 27 fetos diagnosticados con lesiones espinales entre las 20 a 33 semanas de gestación, confirmados por RMN o autopsia. Estos fetos presentaron un NCM bajo en L3 o una

DCS por debajo del quinto percentil. Concluyeron que la evaluación rutinaria del CM es factible y reproducible pudiendo ayudar a detectar lesiones espinales ocultas y que ambos métodos de localización del NCM y la DCS son capaces de describir la posición del CM, sin embargo, el NCM es más conveniente ya que ahorra tiempo porque no se necesitan mediciones.

En el año 2019, Zhai *et al*., [43] en China, documentaron la posición del CM en 521 fetos durante el segundo y tercer trimestre de gestación, utilizando la DCS1, en vista de la disyuntiva individual existente en la aparición de las vértebras sacras en el periodo fetal, identificaron claramente el CM y usaron la primera vertebra sacra (S1) como referencia anatómica en exploraciones bidimensionales (2D), midiendo de esta forma la DCS1 y correlacionándola con la EG. Establecieron 7 grupos de NCM según su relación con las vértebras lumbares: L1, L1-2, L2, L2-3, L3, L3-4, L4 (representando el espacio discal L1-2) y la distancia media DCS1 fue 29,11 ± 8,88 mm (rango 7,6-49,6 mm). Se demostró una relación lineal entre el DCS1 a medida que aumenta la EG y que medidas de DCS1 por debajo del quinto percentil o NCM inferior se asocian fuertemente a DEC.

Lakshmy *et al.*, [44] en 2019, evaluaron el NCM por medio de US 2D en fetos > 18 semanas de gestación midiendo la DCS; reportaron 13 fetos con hallazgos compatibles con DEC y encontraron resultados de un NCM por debajo de L3-L4 y con medidas de la DCS por debajo del quinto percentil y que posteriormente fueron corroborados posnatalmente.

En el año 2021, Aboughalia *et al.,* [24] en su estudio de evaluación de anomalía espinal fetal por imagenología multimodal, evidenciaron que en los disrafismo abiertos y cerrados se pueden encontrar, al ultrasonido en EG mayores de 18 semanas, hallazgos sugestivos de defectos craneales o espinales mediante la evaluación del NCM y la DCS. Confirmaron dichos hallazgos con el uso de la RMN y correlacionaron con la evaluación clínica posnatal para confirmar el diagnóstico del disrafismo congénito. Concluyeron que la evaluación radiológica de la columna vertebral es dinámica según la EG y que la DCS incrementa conforme a mayor EG.

Finalmente, Ramírez *et al.*, [27] en 2021, evaluaron el nivel normal del CM durante el primer trimestre en una cohorte de 130 fetos normales antes de las 13 semanas más 6 días, con una longitud cráneo caudal (LCC) entre 45 – 84 mm y translucencia nucal normal; utilizaron ecografía transvaginal 3D, valorando la columna vertebral desde un plano medio sagital. De forma cuantitativa midieron la distancia del CM y el extremo distal del cóccix (dCMC) y

cualitativamente compararon el nivel del CM y la inserción del cordón umbilical trazando una línea perpendicular a la columna fetal que una la punta del CM a la pared abdominal anterior (línea del cono al abdomen) de aproximadamente 90°. Los hallazgos ecográficos obtenidos fueron: una dCMC de $1{,}09 \pm 0{,}16$ mm y un NCM por encima de la inserción del cordón umbilical. Este trabajo reportó una correlación lineal directa entre la dCMC, la LCC y la EG, y lo corroboraron posnatalmente.

Actualmente no se cuenta con trabajos de investigación publicados en las revistas venezolanas de interés científico en medicina, ni en los repositorios de las universidades, disponibles en la web, que pudiesen aportar información para este estudio.

**Marco Teórico**

El desarrollo embriológico normal de la ME tiene su origen en tres etapas, y en cada etapa pueden surgir anomalías que dan disrafismo. Inicia con la gastrulación, es el paso del embrión bilaminar a trilaminar (ectodermo, mesodermo y endodermo) en el cual el ectodermo formará el futuro SNC y la piel. Seguidamente, aparece la notocorda, como una estructura tubular que aparece en la línea media, cuya función es comunicar la vesícula vitelina con la cavidad amniótica por medio del canal neuroentérico, la división patológica de la notocorda puede dar origen a una médula doble. [45]

Durante la formación de los aparatos y sistemas embrionarios, la formación del SNC aparece al comienzo de la tercera semana como una placa de ectodermo engrosada en forma de zapatilla (placa neural) en la región medio dorsal, delante del nódulo primitivo, elevando sus extremos para formar los pliegues neurales. A medida que avanza el desarrollo, los pliegues neurales continúan elevándose hasta acercarse entre sí en la línea media y fusionarse para formar el TN (neuroectodermo). [45]

La fusión inicia en la región cervical y va en dirección céfalocaudal, una vez fusionados, los extremos abiertos del TN forman los neuroporos craneal y caudal, comunicándose con la cavidad amniótica circundante. El cierre del neuroporo craneal (anterior) comienza desde el punto inicial en la región cervical hasta el prosencéfalo, avanzando cranealmente para cerrar la región más rostral del TN y caudalmente para coincidir desde el sitio cervical en la fase de 18 a 20 somitas (día 25) y posteriormente el cierre del neuroporo caudal (posterior) ocurre 72 horas después (día 28), etapa conocida como neurulación primaria; una vez los pliegues del ectodermo

se han unido, el TN se separa del resto del ectodermo destinado a ser piel (ectodermo cutáneo), proceso conocido como disyunción. [17, 45]

En el extremo cefálico del TN aparecen tres dilataciones (vesículas cerebrales primarias), estas son el prosencéfalo (cerebro anterior), mesencéfalo (cerebro medio) y rombencéfalo (cerebro posterior); al mismo tiempo esta forma dos pliegues: el pliegue cervical en la unión con el cerebro posterior y la ME y el pliegue cefálico en la región del cerebro medio. Ya a la quinta semana, las vesículas primarias se dividen en vesículas secundarias, entonces, el prosencéfalo se divide en dos partes (telencéfalo y el diencéfalo), rombencéfalo en dos partes, metencéfalo (futuro tronco encefálico y cerebelo) y mielencéfalo. [45]

La tercera etapa es la neurulación secundaria, es la fase donde se forma la ME terminal, el CM, el *filum* terminal y los elementos de la cola de caballo. Esta cola embrionaria primitiva es un masa de células pluripotenciales ubicadas en la zona más caudal de la ME, que además ayudará a la formación del tracto gastrointestinal inferior y el sistema genitourinario, posteriormente a la aglutinación celular, estas últimas se unirán en el extremo más inferior del TN para completar así la ME que va desde la cola del embrión y que realiza una regresión craneal a medida que avanza el crecimiento embrionario involucionando gradualmente por medio de apoptosis dando como resultado el CM y el *filum* terminal. [17]

La ME es una estructura cilíndrica del SNC entre el tronco del encéfalo y el borde inferior de la primera vértebra lumbar. Recibe información periférica y controla los músculos voluntarios del torso y las extremidades. A pesar de la organización segmentaria, no existen límites macroscópicos entre los segmentos de la ME y en esta etapa solo se extiende al segundo segmento sacro. [46]

El desarrollo de la columna vertebral es paralelo a la ME. Las vértebras se forman mediante osificación endocondral desde estructuras cartilaginosas intermedias, seguidas de centros de osificación que reemplazan el cartílago con hueso a medida que crece el esqueleto. [47]

Los trastornos de la neurulación primaria pueden producirse por un fallo en el cierre del TN o por una anomalía en la etapa de disyunción; el fallo del cierre del TN da como resultado los DTN abiertos, el cierre del neuroporo anterior se expresa como secuencia acraneo-exencefalia-anencefalia y el mielocele se aprecia como un tejido neural aplanado e irregular unido a los bordes de la piel; por otro lado el mielomeningocele consiste en la protrusión a través del defecto

de las meninges y el tejido neural, y cuando estos últimos no se protruyen se denomina meningocele; el fallo del cierre de la columna vertebral se denomina raquisquisis, la alteración de la disyunción provoca tractos de tejido neural conectado a la piel adyacente y se expresa en lipomielocele. (17)

Por otra parte, los trastornos de la neurulación secundaria se representan por la infiltración de tejido lipoideo a nivel del *filum* terminal engrosando este último y afectando de esta forma el CM, (DEC u oculto), estas lesiones también pueden expresarse en alteraciones complejas a nivel del intestino grueso y el sistema genitourinario provocando síndromes como el OEIS (onfalocele, extrofia vesical, ano imperforado y defectos espinales), VACTERL (defectos vertebrales, atresia anal, anomalías cardiacas, fistula traqueo-esofágicas, anomalías renales y de extremidades) o tríada de Currarino (malformaciones anorrectales, agenesia parcial del sacro y masa presacra), otras alteraciones de la neurulación secundaria pueden provocar dilatación de la ME (mielocistocele) o alteración de la formación del CM y dar como consecuencia un SRC.(36)

Los DEC debido a la diferenciación anormal del ectodermo en grasa, se dificulta el cierre apropiado del TN caudal, lo que resulta en una malformación lipomatosa. Además, en comparación con un disrafismo espinal abierto, un DEC se asocia comúnmente con niveles normales de AFP en suero materno y una fosa posterior normal. Los DEC se subdividen en aquellos con y sin masa subcutánea. (12)

Las entidades principales en la subcategoría de los DEC con masa subcutánea incluyen meningoceles, mielocistoceles terminales, lipomielomeningoceles y lipomieloceles; estos últimos se caracterizan por una combinación de un lipoma, tejido neural y LCR, que se extiende a través del defecto vertebral posterior y se mezcla con los tejidos subcutáneos posteriores. La interfaz placoda neural-lipoma permite diferenciar estas entidades de otras. En los lipomieloceles, la placoda neural descansa en los confines del canal espinal, mientras que en los lipomielomeningoceles sobresale a través del defecto disrráfico hacia los tejidos subcutáneos dorsales. La grasa subcutánea no se deposita en el feto hasta el tercer trimestre. En consecuencia, el componente lipomatoso de estas entidades no es evidente en las imágenes del segundo trimestre. (12)

Un meningocele es un defecto cerrado del TN en el que la duramadre, la aracnoides y el LCR se hernian en el tejido subcutáneo. Además, las raíces nerviosas y/o porciones hipertrofiadas del *filum* terminal pueden herniarse a través de este defecto. La ME no se hernia a través del defecto, lo que permite diferenciar los meningoceles de los lipomielomeningoceles. La posición del CM puede ser normal o baja. La causa de los meningoceles no está clara; sin embargo, se cree que están relacionados con la pulsación del LCR que hace que las meninges se hinchen a través de un defecto. [48] La mayoría de los meningoceles son posteriores y se localizan en la región lumbosacra. Los meningoceles anteriores son raros, casi siempre son presacros y se asocian con la tríada de Currarino y la disgenesia caudal. [10, 49, 50]

El mielocistocele, un subtipo raro de DEC, se trata de una siringe muy dilatada en la placoda neural, que se extiende a través de un defecto óseo vertebral hacia los tejidos subcutáneos, y está invariablemente rodeada por un meningocele, lo que da como resultado una masa observada clínica y radiológicamente. Estos pueden ser terminales, en los que el ventrículo terminal en el extremo caudal de la ME está dilatado (siringocele) o no terminales y observarse en la región cervical, torácica o lumbar. El mielocistocele no terminal se subdivide en dos subtipos, un subtipo abortivo, en el que el meningocele forma una parte importante del quiste del LCR asociado, y un subtipo completo, en el que la hidromelia focal forma la mayor parte del quiste del LCR asociado. [51]

La subcategoría DEC sin masa subcutánea incluye múltiples entidades que se pueden clasificar en dos grupos: 1. Simples, como un lipoma intradural, un lipoma intramedular y un lipoma filar y 2. Complejos, como malformaciones de la médula dividida, seno dérmico y disgenesia caudal. [10]

El disrafismo espinal describe anomalías de la columna con diferenciación anómala y/o cierre incompleto de las estructuras de la línea media dorsal. [52] La evaluación de la columna vertebral fetal por medio del US es la modalidad de imagen de elección para detectar anomalías congénitas, según distintos consensos y organizaciones médicas reconocidas en una recomendación de práctica conjunta; además, su evaluación puede realizarse en el tamizaje de aneuploidías del segundo trimestre, abordando la vía transabdominal y transvaginal, la modalidad del transductor se varía entre 3,5 a 5 MHz para convexo y 5 a 8 MHz para

endocavitario, con diferentes vistas multiplanares (sagital, coronal y axial); la elección depende de la posición fetal. [1, 3, 53]

El canal espinal y la ME pueden evaluarse en el plano medio sagital si el dorso fetal se coloca contra la pared uterina, permitiendo evitar interferencias acústicas de los centros de osificación laterales. Como punto de buena práctica, durante la evaluación de la columna vertebral fetal, la capacidad de visualizar el CM que se encuentra en el borde ventral del canal espinal, cerca de los cuerpos vertebrales, es una buena pista para determinar la normalidad de la columna lumbosacra. [54]

En los planos transversal o axial, el examen de la columna es un proceso dinámico, que se realiza barriendo el transductor a lo largo de toda la columna, mientras permanece dentro del plano axial del nivel que se examina. Las vértebras tienen diferentes configuraciones anatómicas a diferentes niveles: las vértebras torácicas y lumbares del feto tienen forma triangular, con los centros de osificación rodeando el canal neural; las vértebras cervicales tienen forma cuadrangular; y las vértebras sacras son planas. [54]

En los planos sagitales, los centros de osificación del cuerpo vertebral y los arcos posteriores forman dos líneas paralelas que convergen en el sacro. Cuando el feto está en decúbito prono, también se puede obtener una sección sagital verdadera, dirigiendo el haz de US a través de la apófisis espinosa no osificada. Esto permite obtener imágenes del canal espinal y de la ME dentro de él. Al final del segundo y tercer trimestre, el CM suele encontrarse al nivel de la segunda/tercera vértebra lumbar (L2-L3). [21, 22]

La integridad del canal neural también se infiere de la disposición regular de los centros de osificación de la columna y de la presencia de tejido blando que la cubre. Si se puede obtener una sección sagital verdadera, visualizar el CM en su ubicación normal fortalece aún más el diagnóstico de normalidad. [54]

En los planos coronales de la columna se ven una, dos o tres líneas paralelas, dependiendo de la orientación del haz de US. Estos corresponden a planos de corte, en dirección ventral-dorsal, a través de los cuerpos vertebrales (una línea), los cuerpos vertebrales y los arcos posteriores (tres líneas) o los arcos posteriores (dos líneas). El US 3D se recomienda en estudios dirigidos o cuando se dificulta obtener una imagen bidimensional. [54]

**Objetivo general**

Elaborar un nomograma por percentiles según la edad gestacional, de la distancia cono medular-sacro en gestantes durante el segundo y tercer trimestre, que acuden al Servicio de Medicina Materno Fetal, de la Maternidad Concepción Palacios, en el periodo enero 2024 – septiembre 2024.

**Objetivos específicos**

1. Registrar la medida de la distancia cono medular – sacro a partir del segundo trimestre hasta el término.
2. Estimar las modificaciones de la distancia cono medular – sacro con la edad gestacional.
3. Relacionar la distancia cono medular – sacro con el sexo fetal.
4. Evaluar la influencia sobre la valoración de la distancia cono medular- sacro de la estática fetal y el índice de masa corporal materno.

**Aspectos éticos**

Esta investigación ameritó la valoración ecográfica con gestantes, fue necesario cumplir con los principios universales de bioética según la declaración de Helsinki. [55]

Se entregó un formulario de consentimiento informado a todas las pacientes el cual fue firmado por la gestante participante en caso de aceptar ser parte del estudio (anexo 1), en este documento se detalló en qué consistía el trabajo de investigación, sus objetivos, beneficios e importancia del estudio y sobre todo que no ameritó de estudios de tipo invasivo. Las pacientes participaron de forma voluntaria y se respetó el deseo de retirarse ejerciendo asi su principio de autonomía, si fuese su decisión.

Este trabajo tuvo como finalidad evaluar el NCM mediante la medición de la DCS en todas las embarazadas para crear un nomograma por percentiles para elevar la sospecha diagnóstica de DEC de forma prenatal, estos fetos son beneficiados de un manejo perinatal multidisciplinario a medida que avanzan en la gestación, por otro lado, permitirá preparar a los progenitores sobre el riesgo existente de un DEC para así localizar la valoración neurológica pediátrica de forma temprana. La evaluación de la gestante se realizó de forma no invasiva, por medio de ultrasonido con un abordaje transabdominal durante la consulta de tamizaje de aneuploidías o el control

prenatal, y en vista del efecto inocuo del US en fetos, se respetaron los principios de beneficencia y no maleficencia.

No hubo ningún tipo de discriminación, todas las pacientes se les ofreció la misma atención y condiciones para ser partícipe o no del estudio, cumpliendo asi con el principio de justicia.

## MÉTODOS

### Tipo de estudio

Se realizó una investigación prospectiva, descriptiva y transversal.

### Población y muestra

La población estuvo conformada por todas las gestantes que acudieron al Servicio de Medicina Materno Fetal de la Maternidad Concepción Palacios en el período de enero 2024 – septiembre 2024. La muestra fue no probabilística, conformada por 420 gestantes que cumplieron con los criterios de inclusión.

### Criterios de inclusión

1. Pacientes de alto y bajo riesgo obstétrico con embarazos simples.
2. Edad gestacional entre 20 a 40 semanas establecidas por fecha de última menstruación, confirmadas por ultrasonido del primer trimestre.
3. Evaluación ecográfica sin evidencia de patología fetal y crecimiento normal entre el P10 y el P90.
4. Longitud del fémur entre el P5 y el P95.

### Criterios de exclusión

1. Edad gestacional con fecha de última menstruación incierta.
2. Cariotipo fetal anormal o malformaciones fetales.
3. Evaluación ecográfica de columna fetal donde no se evidencie el cuarto cuerpo vertebral sacro.
4. Evaluación ecográfica donde no se evidencie el cono medular.

### Procedimiento

Posterior a la autorización del comité académico del programa y del comité de bioética de la institución, se seleccionaron las gestantes que cumplieron con los criterios de inclusión. Se les explicaron los objetivos del estudio y las que decidieron participar voluntariamente, otorgaron su consentimiento de forma verbal y escrita con su firma (anexo 1), seguidamente la información de la participante fue registrada en una ficha diseñada para la base de datos (anexo 2).

Se corroboró la EG y seguidamente se realizó la evaluación ultrasonográfica fetal bidimensional para verificar la vitalidad, estática fetal y la ausencia de patologías, además se estableció el peso estimado fetal el cual fue llevado a tablas de referencia según la fórmula de Hadlock 3 para la EG. Una vez corroborados el cumplimiento de los criterios, se procedió a la medición de la DCS, según la técnica descrita por Hoopmann *et al.,* [17] que se describe a continuación:

En un corte medio sagital de la columna vertebral fetal, con el dorso anterior, se procedió a identificar la indemnidad de la misma evidenciando tres líneas continuas, la primera sería la piel que recubre la columna, seguida de dos líneas interrumpidas que corresponden a los procesos espinosos y trasversos de las vértebras, confirmando de esta forma la indemnidad. Se procedió a evaluar el CM como una estructura triangular hipoecoica con dos líneas ecogénicas circundantes en el extremo caudal de la ME, con el uso de los *calipers* se procedió a medir desde el punto más caudal del CM hasta la última vertebra sacra incluyendo tres o cuatro cuerpos óseos sacros para obtener en milímetros la DCS (anexo 3).

**Tratamiento estadístico**

Se calculó el promedio y la desviación estándar para las variables continuas, mientras que en el caso de las variables nominales se calcularon frecuencia absolutas y relativas.

Se compararon las medias de la distancia cono medular-sacro fetal (mm) entre sexos a través de la prueba T de *Student*. Las variables categóricas fueron comparadas en frecuencia haciendo uso de tablas cruzadas, seguidas de la prueba Chi cuadrado ($\chi^2$). Seguidamente, se determinaron los coeficientes de patrón para cada percentil de distribución (5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95) basados en una regresión logística, con curvas suavizadas. Se consideró un valor de contraste estadísticamente significativo si $p < 0,05$. En el procesamiento de los datos y aplicación de las técnicas de análisis estadístico se utilizaron los programas informáticos Excel® 2019 y SPSS® en su versión 26.

## RESULTADOS

La muestra final estuvo constituida por 420 pacientes, a razón de 20 pacientes por cada edad gestacional, desde las 20 semanas hasta las 40 semanas. Doscientas ochenta pacientes (66,6 %) fueron múltiparas y 140 (33,3 %) fueron primigestas. La edad materna media fue de 28,7 ± 7,1 años (rango: 18-45 años), y el índice de masa corporal materno medio fue 27,4 ± 4,9 kg/$m^2$ (rango: 18-46 kg/$m^2$).

La tabla 1 presenta el promedio, desviación estándar, valor mínimo y máximo de las mediciones ecográficas de la DCS fetal según la EG. Se observa que a medida que se incrementan las semanas de gestación, aumenta el valor de esta distancia. A las 20 semanas se obtuvo un valor medio de 26,7 ± 5,0 mm (19,0 – 34,0 mm); a las 30 semanas, la media fue de 53,5 ± 4,6 mm (44,2 – 62,3 mm) y a las 40 semanas la distancia tuvo un valor medio de 80,1 ± 6,1 mm (71,1 – 92,5 mm). La diferencia total entre la semana 20 y la semana 40 fue cuantificada en 53,4 mm, lo cual es lo suficiente para ser observada fácilmente por la técnica ecográfica.

Se realizó un análisis predictivo de los valores de la DCS fetal con relación a los valores de la EG. De este análisis inferencial, se obtuvo la tabla 2 que presenta la distribución por percentiles (P) de la distancia cono medular-sacro fetal, acorde a la edad gestacional. Se muestran los valores correspondientes para los percentiles 5, 10, 25, 50, 75, 90 y 95, obteniendo que el P50 de la distancia cono medular-sacro fetal a la semana 20 fue de 30,2 mm, a la semana 30 fue 51,7 mm y a la semana 40 fue de 78,6 mm, duplicando el valor de la semana 20.

La gráfica 1, muestra un diagrama de dispersión para esta medición con relación a la edad gestacional. Los valores en rojo representan los límites del gráfico, correspondiente a los percentiles 5 y 95, de abajo hacia arriba. En anaranjado se encuentran representados los percentiles 10 y 90. El p50 se encuentra representado por la línea con valores en el medio del gráfico, en color azul. Los percentiles 25 y 75, se encuentran representados por las líneas continuas en color negro. Como era de esperar, dada la alta correlación de la medida estudiada con la EG, se observa una tendencia al aumento en los valores de la DCS fetal a medida que transcurren las semanas, además la mayoría de los puntos (casos) se encuentran dentro de los límites establecidos por el análisis inferencial, y es luego de las 35 semanas que se pueden observar unos pocos valores atípicos en comparación con la predicción realizada.

Hubo 222 fetos femeninos (52,9 %) y 198 masculinos (47,1 %). La medida de la DCS entre los fetos femeninos fue de 52,9 ± 16,2 mm (19,0 – 90,5 mm) y entre los masculinos fue de 52,9 ± 15,1 mm (20,5 – 92,5 mm). Se observó que no existe una diferencia estadísticamente significativa en la medida de la DCS entre los sexos ($p$ = 0,995), de manera que esta medición parecer ser independiente del sexo fetal, al menos en el periodo estudiado de 20 a 40 semanas. En la tabla 3 se presenta la distribución de pacientes según la DCS diferenciada por sexo. Hubo 50 (22,5 %) fetos femeninos y 43 (21,8 %) masculinos cuya DCS fue menor a 40 mm; así mismo, 42 (18,9 %) femeninos y 27 (13,6 %) masculinos con DCS mayor de 70 mm ($p$ = 0,326). La distribución de las distancias fue bastante similar entre los grupos, especialmente antes de los 60 mm de medición de la DCS fetal.

La tabla 4 presenta la comparación de las medias de la DCS fetal, según el sexo fetal por cada semana de gestación evaluada. Se encontró que la medida de la DCS fetal en los fetos, resultó ser independiente del sexo fetal en cada una de las semanas de gestación ($p$ > 0,05). El aumento de la medida de la distancia esté influenciado por la semana gestacional y no por el sexo del feto.

La tabla 5 presenta las asociaciones entre los parámetros de la estática fetal en compración con la percepción de valoración de la DCS fetal. En lo que respecta a la presentación, se encontró que la posición cefálica fue la más frecuente tanto en el grupo que se dificultó la medición (67,6 %) como en el grupo en la que se facilitó la misma (85,9 %), sin embargo, fue más predominante en este último grupo. Por otro lado, de todas las pacientes en las que se dificultó la medición, el porcentaje de presentación podálica fue mayor (27 %) en comparación con el porcentaje del otro grupo (11,2 %), de manera que la dificultad de la valoración de la distancia parece estar más asociada a la posición podálica ($p$ = 0,013). Se observó que ni la actitud ($p$ = 0,091), ni la situación ($p$ = 0,396), se asociaron con un cambio en la percepción de la valoración de la distancia. No obstante, la presentación y la posición fetal si se asociaron con un cambio en la valoración de esta medida ecográfica. En cuanto a la posición fetal, la dificultad de medición de la distancia, se observó en mayor medida en aquellos con posición en dorso posterior (70,3 %), mientras que la facilidad de medición se asoció con posiciones tanto derecha como izquierda (86,2 %), resultado que fue significativo a nivel estadístico ($p$ < 0,001).

Finalmente, se encontró que el IMC materno, también se asocia con la percepción de valoración de la DCS fetal, ya que todas las pacientes en las que se dificultó la medición presentaron obesidad con IMC > 30 kg/m$^2$, por otra parte, todas las pacientes con un IMC menor a 30 kg/m$^2$, presentaron facilidad a la hora de la valoración ecográfica de la medida (76,6 %) con un valor estadístico significativo ($p < 0,001$).

## DISCUSIÓN

El diagnóstico prenatal de malformaciones fetales se realiza desde edades gestacionales tempranas, la evaluación de estructuras anatómicas en desarrollo permite identificar y sospechar de probables anomalías o disrrupción de algún sistema de órganos. La detección de patología medular se puede sospechar desde el primer trimestre con la medición del nivel de cono medular a partir de las 11 semanas de gestación; esta estructura anatómica tiene un ascenso progresivo a medida que avanza la longitud cráneo caudal. [27] Las malformaciones del SNC a nivel mundial ocupan la segunda causa de patologías congénitas; [7, 8] en el servicio de medicina materno fetal de la Maternidad Concepción Palacios, en Venezuela, recientemente se publicó la casuística de malformaciones por aparatos y sistemas, siendo los defectos del SNC los de mayor incidencia en un 28,9 %, superando a las cardiopatías congénitas. [56] Durante el segundo trimestre, en la evaluación avanzada de la columna vertebral fetal, es posible sospechar de disrafismo espinal cerrado con la evaluación subjetiva del nivel del cono medular. [1, 19, 53, 54] El presente estudio se realizó para elaborar un nomograma por percentiles según la edad gestacional, de la distancia cono medular- sacro en gestantes durante el segundo y tercer trimestre, que acudieron al Servicio de Medicina Materno Fetal, de la Maternidad Concepción Palacios, en el periodo enero 2024 – septiembre 2024.

Hoopmann *et al*. [17] desarrollaron una técnica objetiva para cuantificar la distancia del cono medular hasta la última vertebra sacra llamada DCS, evaluaron 254 fetos entre las 15 semanas hasta el término de la gestación y reportaron una progresión lineal positiva entre esta medida y el aumento de la edad gestacional, lo que refleja una DCS media de 38,4 mm, mientras que los resultados de esta investigación aplicada de forma aleatoria a 420 gestantes, venezolanas, de bajo y alto riesgo, entre las 20 semanas hasta las 40 semanas de gestación arrojó una cifra mayor para la DCS media de 52,9 ± 16,2 mm para fetos femeninos y 52,9 ± 15,1 mm para fetos masculinos, diferencia muy probablemente asociada a la brecha de edad gestacional en la que se inicio este estudio con respecto al trabajo original realizado en el año 2011.

Se identificó que el sexo fetal no tenia reelevancia ni influencia clínica en la medición de la DCS fetal, siendo esta una variable independiente al momento de comparar dicha técnica distribuidas en estratos de medición con DCS fetal, que no variaron antes de los 60 mm, pauta similar fue reportada por Manzone *et al*., [57] en su estudio del año 2020, cuando compararon la

influencia del sexo fetal con respecto al ascenso del nivel del cono medular en edades gestacionales desde las 13 semanas al término de la misma, en la cual no encontraron asociación entre esta medición y el sexo fetal.

En este sentido, se demostró que, durante el desarrollo fetal y el ascenso del CM en su evaluación rutinaria, a medida que avanza la edad gestacional, la DCS fetal se va prolongando, esta misma conducta fue reportada por Rodríguez *et al*. [18] quienes, además, observaron una progresión lineal entre la DCS fetal y los parámetros de la biometría fetal. De esta forma se obtuvo el valor medio de la DCS fetal para las 20 a 40 semanas, destacando que a las 20, 30 y 40 semanas, las medidas fueron $26,7 \pm 5,0$ mm, $53,5 \pm 4,6$ mm y $80,1 \pm 6,1$ mm respectivamente; resultados similares fueron hallados en China por He *et al*. [41] quienes reportaron a las 20, 30 y 40 semanas, valores medios de $27,67 \pm 3,7$ mm, $50,90 \pm 4,1$ mm y $71,29 \pm 3,2$ mm, respectivamente.

La progresión del ascenso del nivel del cono medular a mayores edades gestacionales fue reportada en esta investigación como valores que duplican de forma exponencial la medida obtenida desde las 20 semanas hasta las 40 semanas, con una diferencia de 53,4 mm, sin embargo, no se encontraron resultados cuantitativos similares en referencias consultadas, datos próximos a este hallazgo fueron reportados por Manzone *et al*. [57] quienes concluyeron que el ascenso medio del nivel del cono medular fue de cuatro (4) segmentos vertebrales, es decir, 4 cuerpos y 4 discos óseos durante el primer al segundo trimestre; mientras que un metaanálisis de 2022, realizado por Costa *et al*., [58] en el que revisaron 18 estudios, compararon grupos de trabajo en el que valoraban el ascenso del CM con 2 técnicas de medición cuantitativas, entre ellas, la DCS fetal, y concluyeron que el ascenso del CM ocurre durante todo el embarazo comenzando desde las 13 semanas hasta la fecha probable de nacimiento, demostrando que este proceso esta fuertemente correlacionado con la edad gestacional y afirmando que este mismo desarrollo evolutivo ascendente debe ser el comportamiento normal esperado de fetos dentro del útero al momento de valorar el cono medular.

Para la medición de la DCS fue necesario establecer factores materno y fetales que facilitaban o no la obtención de este parámetro numérico; la influencia del IMC materno fue fundamental para la valoración de los puntos de reparo para esta medición, se pudo constatar que en pacientes obesas con IMC $> 30$ kg/m$^2$ se dificultaba la adecuada cuantificación, resultados análogos

fueron obtenidos por Rodríguez *et al*. [40] quienes describieron que la evaluación era facilitada en gestantes con IMC < 28 kg/m$^2$ y que en rangos superiores se entorpecia su óptima valoración. Por otro lado, la estática fetal tuvo una influencia notable al momento de la medición de la DCS, siendo la presentación cefálica y la posición con dorso anterior, izquierdo o derecho, variables que facilitaban la obtención de calidad para su medición, por el contrario, la presentación podálica y el dorso posterior crearon dificultadades para su perfecta medición, no facilitando la misma. Resultados homólogos fueron documentados en una población de España en la que el 84 % de los fetos valorados se encontraban en posición cefálica y en el resto de la población fetal en presentación podálica se dificultó la excelente medición de la DCS. [40]

La obtención de un nomograma por percentiles resulta útil para la evaluación objetiva de la columna vertebral fetal y determinar el NCM por medio de la DCS, Lei *et al*. [23] estudiaron 150 fetos y encontraron que 14 de ellos cursaron con signos de espina bífida oculta por medio de la medición del NCM y que esta cifra, llevada a percentiles por edad gestacional, encontraron que estos fetos enfermos se ubicaban por debajo del quinto percentil para su edad gestacional; de acuerdo a este hallazgo, es imperiosa la evaluación de los fetos y extrapolarlos a tablas normalizadas para la población nacional, para aumentar la detección y sospecha prenatal de espina bífida oculta en valores de DCS por debajo del percentil 5 para la edad gestacional, con su posterior confirmación posnatal.

La medición de la DCS es un método reproducible y de fácil aplicación con una curva de entrenamiento no complicada que solo amerita la identificación de los reparos anatómicos para su adecuada valoración, siendo esta técnica ecográfica no invasiva y objetiva para evaluar el CM identificado como una estructura triangular hipoecoica con dos líneas ecogénicas circundantes en el extremo caudal de la medula espinal. Este método de evaluación puede introducirse de rutina en la valoración de la columna vertebral fetal y al contar con tablas por percentiles normalizadas para la población venezolana permitirá a los médicos ginecoobstetras, maternofetales y perinatólogos mejorar la sospecha y seguimiento de fetos con probable disrafismo espinal cerrado cuando se obtengan cifras de la DCS menores del quinto percentil para su edad gestacional en vida prenatal y confirmar dichos hallazgos posnatalmente para orientar a las familias de hijos afectados acerca de los signos y síntomas que aparecerán paulatinamente a lo largo de su vida y ofrecer la terapéutica médica o quirúrgica adecuada al caso.

Se concluye que se demostró que, a medida que avanza la edad gestacional, tambien se va prolongando la DCS, comportamiento que se interpreta como el adecuado desarrollo y ascenso del cono medular hasta niveles normales entre la segunda y primera vertebra lumbar. Esta información permitió la elaboración del nomograma con las medidas por percentiles, según la edad gestacional. La evaluación de la DCS no se ve influenciada por el sexo fetal, siendo esta una variable independiente para ambos sexos. Los factores maternos y fetales involucrados que limitaron la óptima medición de la DCS fueron el IMC superior a 30 $kg/m^2$ y fetos en presentación podálica o en dorso posterior.

Se recomienda la utilización de este nomograma disponible de la DCS para aumentar la tasa de detección de espina bífida oculta prenatal y su confirmación posnatal en fetos con medidas menores al percentil 5, además, se cree necesario continuar la línea de investigación utilizando estos resultados durante las evaluaciones morfológicas rutinarias para obtener los índices de rendimiento diagnóstico (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo) de esta técnica para el diagnóstico antenatal de esa patología.

**AGRADECIMIENTOS**

A mi tutora, la Dra. Carmen Sarmiento, quien me recibió desde el primer año de la especialidad y con sus virtudes que la caracterizan se convirtió en un apoyo indispensable para llevar a cabo esta investigación.

A mi asesora metodológica, Dra. Mireya González Blanco, quien con su amplia experiencia y trayectoria obtenida nos brindó directrices para llevar a cabalidad cada palabra aquí plasmada en este manuscrito.

A mi asesor estadístico, Prof. Pablo Hernández, quien nos disipó y organizó cada número obtenido en los resultados, convirtiendolos ahora en una herramienta tangible y valiosa para el desempeño del ejercicio médico desde el punto de vista del diagnóstico prenatal.

## REFERENCIAS


1. Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo C, Hernández-Andrade E, Johnsen SL, *et al.* ISUOG Clinical Standards Committee. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. Ultrasound Obstet Gynecol 2011;37:116-26. DOI: 10.1002/uog.8831.
2. Schwarzler P, Senat MV, Holden D, Bernard JP, Masroor T, Ville Y. Feasibility of the second-trimester fetal ultrasound examination in an unselected population at 18, 20 or 22 weeks of pregnancy: a randomized trial. Ultrasound Obstet Gynecol 1999; 14:92-97. DOI: 10.1046/j.1469-0705.1999.14020092.x
3. Organización Mundial de la Salud. WHO recommendations on antenatal care for a positive pregnancy experience. Ginebra: WHO [Internet]. 2016 [consultado 29 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28079998/
4. Practice Bulletin No. 187: Neural Tube Defects. Obstet Gynecol. 2017;130(6):e279-e290. DOI: 10.1097/AOG.0000000000002412.
5. Nicolaides K, Falcón O. La ecografía de las 11-13+6 semanas [Internet]. Londres: Fetal Medicine Foundation; 2004 [consultado 25 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.fetalmedicine.org/education/11-13-weeks-scan.
6. Reddy UM, Filly RA, Copel JA. Pregnancy and Perinatology Branch, Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development, Department of Health and Human Services, NIH. Prenatal imaging: ultrasonography and magnetic resonance imaging. Obstet Gynecol. 2008;112(1):145-57. DOI: 10.1097/01.AOG.0000318871.95090.d9.
7. Defectos del tubo neural y la columna, capítulo 7. En: Nyberg D, McGahan J, Pretorius D, Pilu G, editores. Ecografia en malformaciones fetales. Madrid: Marban; 2008. p. 242-280.
8. The Fetal Medicine Foundation [Internet]. Londres: Anomalías fetales: Espina bífida abierta; s/f [consultado 25 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.fetalmedicine.org/education/fetal-abnormalities/spine/open-spina-bifida?lang=es
9. Blencowe H, Kancherla V, Moorthie S, Darlison MW, Modell B. Estimates of global and regional prevalence of neural tube defects for 2015: a systematic analysis. Ann N Y Acad Sci. 2018;1414(1):31-46. DOI: 10.1111/nyas.13548
10. Tortori-Donati P, Rossi A, Cama A. Spinal dysraphism: a review of neuroradiological features with embryological correlations and proposal for a new classification. Neuroradiology. 2000;42(7):471–491. DOI: 10.1007/s002340000325
11. Salih MA, Murshid WR, Seidahmed MZ. Classification, clinical features, and genetics of neural tube defects. Saudi Med J [Internet]. 2014 [consultado 27 de septiembre de 2023];35:S5-14. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4362100/
12. Nagaraj U, Bierbrauer K, Peiro J, Kline-Fath B. Differentiating closed versus open spinal dysraphisms on fetal MRI. AJR Am J Roentgenol. 2016;207(6):1316–1323. DOI: 10.2214/AJR.16.16356

13. Sarris C, Tomei K, Carmel P, Ghandi C. Lipomyelomeningocele: Pathology, treatment, and outcomes: A review. Neurosurg Focus. 2012;33(4):E3. DOI: 10.3171/2012.7.FOCUS12224
14. Bui CJ, Tubbs RS, Oakes WJ. Tethered cord syndrome in children: a review. Neurosurg Focus. 2007;23(2):E2. DOI: 10.3171/foc.2007.23.2.2
15. Hertzler D, De Powell J, Stevenson C, Mangano F. Tethered cord syndrome: a review of the literature from embryology to adult presentation. Neurosurg Focus. 2010;29(1):E1. DOI: 10.3171/2010.3.FOCUS1079
16. Robbin ML, Filly RA, Goldstein RB. The normal location of the fetal conus medullaris. J Ultrasound Med. 1994;13(7):541-546. DOI: 10.7863/jum.1994.13.7.541
17. Hoopmann M, Abele H, Yazdi B, Schuhmann MU, Kagan KO. Prenatal evaluation of the position of the fetal conus medullaris. Ultrasound Obstet Gynecol. 2011;38(5):548-552. DOI: 10.1002/uog.8955
18. Rodríguez MA, Prats P, Rodríguez I, Comas C. Prenatal evaluation of the fetal conus medullaris on a routine scan. Fetal Diagn Ther. 2016;39(2):113-116. DOI: 10.1159/000441295
19. Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for performing the 'basic examination' and the 'fetal neurosonogram'. Ultrasound Obstet Gynecol. 2007;29(1):109-116. DOI: 10.1002/uog.3909
20. Eichhorn KH, Schramm T, Bald R, Hansmann M, Gembruch U. DEGUM grade I quality standards in obstetric ultrasound diagnosis during the 19th-22nd week of pregnancy. Ultraschall Med. 2006;27(2):185-187. DOI: 10.1055/s-2006-926622
21. Perlitz Y, Izhaki I, Ben-Ami M. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris at 20 to 24 weeks' gestation. Prenat Diagn. 2010;30(9):862-864. DOI: 10.1002/pd.2572
22. Mottet N, Saada J, Jani J, Martin A, Riethmuller D, Zerah M, *et al*. Sonographic evaluation of fetal conus medullaris and filum terminale. Fetal Diagn Ther. 2016;40(3):224-230. DOI: 10.1159/000443731
23. Lei T, Xie H, Zheng J, Feng J, Du L, Wang N. Prenatal evaluation of the conus medullaris position in normal fetuses and fetuses with spina bifida occulta using three dimensional ultrasonography. Prenat Diagn. 2014;34(6),564-569. DOI:10.1002/pd.4349.
24. Aboughalia H, Noda S, Chapman T, Revzin MV, Deutsch G, Browd S, *et al.* Multimodality imaging evaluation of Fetal Spine Anomalies with postnatal correlation. Radiographics. 2021;41(7):2176-2192. DOI: 10.1148/rg.2021210066
25. Mengchun S, Benzhang T, Gan G, Hui W, Aijia S. Determination of the normal conus medullaris level in term infants: the rol of the MRI in early infancy. J Neurosurg Pediatr. 2021;15:29(1):100-105. DOI: 10.3171/2021.7.PEDS21284
26. Hérbene J, Enoch Q, Araujo E, Borges A, Machado L, Fernandes A. Ultrasonografic evaluation of the fetal central nervous system: review of guidelines. Radiol Bras. 2019;52(3):176-181. DOI: 10.1590/0100-3984.2018.0056
27. Ramirez R, Volpe N, Bertelli E, Amorelli GM, Ferraro L, Schera G, *et al*. Three-Dimensional sonographic evaluation of the position of the fetal conus medullaris at first trimester. Fetal Diagn Ther. 2021;48(6):464–471. DOI: 10.1159/000516516.

28. Beek FJ, van Leeuwen MS, Bax NM, Dillon EH, Witkamp TD, van Gils AP. A method for sonographic counting of the lower vertebral bodies in newborns and infants. AJNR Am J Neuroradiol [Internet]. 1994 [consultado 27 de septiembre de 2023];15(3):445-9. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8334305/

29. Wilson D, Prince J. MR imaging determination of the location of the normal conus medullaris throughout childhood. AJR Am J Roentgenol. 1989;152(5):1029-1032. DOI: 10.2214/ajr.152.5.1029

30. Solmaz I, Izci Y, Albayrak B, Cetinalp E, Kural C, Sengul G, *et al.* Tethered Cord Syndrome in Chilhood: Special Emphasis on the surgical technique and review of the literature with our experience. Turkish Neurosurgery [Internet]. 2011 [consultado 27 de septiembre 2023];21(4):516-521. Disponible en: https://www.turkishneurosurgery.org.tr/pdf/pdf_JTN_900.pdf

31. Huang YS, Lussier EC, Olisova K, Chang YC, Ko H, Chang TY. Prenatal ultrasound diagnosis of neural tube defects in the era of intrauterine repair - Eleven years' experiences. Taiwan J Obstet Gynecol. 2021;60(2):281-289. DOI: 10.1016/j.tjog.2021.01.006.

32. Dick E, Patel K, Owens C, De Bruyn R. Spinal ultrasound in infants. Br J Radiol. 2002; 75(892):384-392. DOI: 10.1259/bjr.75.892.750384

33. Nazar G, Casale A, Roberts J, Linden R. Occult filum terminale syndrome. Pediatr Neurosurg. 1995;23(5):228-235. DOI: 10.1159/000120965

34. Ghandour Fanre D, Camacho Salas A. Patología medular. Protoc diagn pediatr. 2022;1:207-216. Protocolos Diagnósticos y terapéuticos de neurología pediátrica 2022. Capitulo 22. [internet]. 2022 [consultado 30 de octubre 2024]. Disponible en: https://www.aeped.es/documentos/protocolos-diagnosticos-y-terapeuticos-neurologia-pediatrica

35. Yogesh K, Nishant G, Kusum H, Pranav S, Salil S, Puneet K, *et al*. Caudal Regression Syndrom: A case series of a rare congenital anomaly. Pol J Radiol. 2017;82:188-192. DOI: 10.12659/PJR.900971

36. Thompson D. Spinal Disrafic anomalies; classification, presentation and management. Ped Child Health. 2010;20(9):397-403. DOI:10.1016/j.paed.2010.03.011

37. Morioka T, Hashiguchi K, Yoshida F, Matsumoto K, Miyagi Y, Nagata S, *et al*. Neurosurgical management of occult spinal dysraphism associated with OEIS complex. Childs Nerv Syst. 2008; 24(6):723-9. DOI: 10.1007/s00381-007-0519-y.

38. Wong TL, Baki MM, Ishak S, See GB. A bizarre case of accessory larynx in an infant with OEIS syndrome. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2018;114(1):134-137. DOI: 10.1016/j.ijporl.2018.08.037.

39. Arai H, Sato K, Okuda O, Miyajima M, Hishii M, Nakanishi H, *et al*. Surgical experience of 120 patients with lumbosacral lipomas. Acta Neurochir (Wien). 2001;143(9):857-64. DOI: 10.1007/s007010170015

40. Rodríguez M, Prats P, Muñoz A, Rodríguez I, Comas C. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris. Prenatal Diagnosis. 2014; 34(11):1111-1114. DOI:10.1002/pd.4441

41. He SZ, Lv GR, Liu SL, Ruan JX. Prenatal Ultrasound Evaluation of the Position of Conus Medullaris for the Diagnosis of Tethered Cord Syndrome. Ultrasound Q. 2016;32(4):356-360. DOI: 10.1097/RUQ.0000000000000230.

42. Zhao D, Wei Q, Cai A, Xie L, Wang B, Wang X. Prenatal Assessment of the Position of Fetal Conus Medullaris as a Predictor of Fetal Spinal Lesions. J Ultrasound Med. 2018;37(1):201-207. DOI: 10.1002/jum.14326.

43. Zhai J, Cai A, Wei Q, Xie L, Jing C. A method for quantitative 2-dimensional sonographic analysis of the fetal conus medullaris position. J Ultrasound Med. 2019;38(4):929-934. DOI: 10.1002/jum.14771.

44. Lakshmy S, Umapathy T, Ziyaulla. Prenatal assessment of fetal conus medullaris with closed spinal dysraphism. Ultrasound Obstet Gynecol. 2019; 54:84-154. DOI: 10.1002/uog.20779

45. Sadler TW. Langman Embriologia medica. 11ª ed. Baltimore: Wolters Kluwer, Lippincott, Williams and Wilkins; 2010.

46. Bican, O, Minagar A, Pruitt A. The spinal cord: A review of functional neuroanatomy. Neurol. Clin. 2013;31:(1)1–18. DOI: 10.1016/j.ncl.2012.09.009

47. Kaplan KM, Spivak JM, Bendo JA. Embryology of the spine and associated congenital abnormalities. Spine J. 2005;5(5):564–576. DOI: 10.1016/j.spinee.2004.10.044

48. Rossi A, Biancheri R, Cama A, Piatelli G, Ravegnani M, Tortori-Donati P. Imaging in spine and spinal cord malformations. Eur J Radiol. 2004;50(2):177–200. DOI: 10.1016/j.ejrad.2003.10.015

49. Grimme JD, Castillo M. Congenital anomalies of the spine. Neuroimaging Clin N Am. 2007;17(1):1–16. DOI: 10.1016/j.nic.2006.11.002

50. Lee KS, Gower DJ, McWhorter JM, Albertson DA. The role of MR imaging in the diagnosis and treatment of ante-rior sacral meningocele. Report of two cases. J Neurosurg. 1988;69(4):628–631. DOI: 10.3171/jns.1988.69.4.0628

51. Rossi A, Piatelli G, Gandolfo C, Pavanello M, Hoffmann C, Van Goethem JW, *et al.* Spectrum of nonterminal myelocystoceles. Neurosurgery. 2006;58(3):509-515; discussion 509-15. DOI: 10.1227/01.NEU.0000197122.92954.82.

52. Parker SE, Mai CT, Canfield MA, Rickard R, Wang Y, Meyer RE, *et al.;* National Birth Defects Prevention Network. Updated National Birth Prevalence estimates for selected birth defects in the United States, 2004-2006. Birth Defects Res A Clin Mol Teratol. 2010;88(12):1008-16. DOI: 10.1002/bdra.20735.

53. AIUM-ACR-ACOG-SMFM-SRU Practice Parameter for the Performance of Standard Diagnostic Obstetric Ultrasound Examinations. J Ultrasound Med. 2018;37(11):E13-E24. DOI: 10.1002/jum.14831.

54. Paladini D, Malinger G, Birnbaum R, Monteagudo A, Pilu G, Salomon LJ, *et al*. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography. Ultrasound Obstet Gynecol. 2021;57(4):661-671. DOI: 10.1002/uog.23616.

55. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. JAMA. 2013 Nov 27;310(20):2191-4. DOI: 10.1001/jama.2013.281053.

56. Mena R, Sarmiento C, Rivero A, Romero M, Gónzalez Blanco M. Malformaciones congénitas diagnosticadas en el servicio de medicina materno fetal de la Maternidad Concepción Palacios. Rev Obstet Ginecol Venez. 84(3):235-249. DOI: 10.51288/00840305.

57. Manzone P, Guidobono J, Forlino D. Longitudinal development of the spine and the spinal cord in human fetuses. Coluna/columna. 2020;19(1):8-12. DOI: 10.1590/S1808-185120201901221678**.**

58. Costa L, De Sousa Y, Pinheiro A, Costa D. Ascent of the conus medullaris in human foetuses: a systematic review and meta-analysis. Scientific reports. 2022;12:12659. DOI: 10.1038/s41598-022-15130-9.

**ANEXO 1**

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

## NOMOGRAMA DE LA DISTANCIA CONO MEDULAR-SACRO

### Información a la paciente

**Estimada paciente:**

En nombre del posgrado universitario de Medicina Materno Fetal, con sede en la Maternidad Concepción Palacios, y su residente, médico Manuel Guevara Tejada, por medio de su estudio clínico que actualmente lleva en desarrollo, le invita a participar en dicha investigación, cuyo objetivo es elaborar un nomograma de la distancia cono medular-sacro evaluado en fetos. Por lo que se necesita realizar estudios ecográficos entre las 20 a 40 semanas de gestación con el fin de hacer dicha medición. Su participación es prioritaria para el desarrollo de dicho trabajo, por lo que se le invita a ser partícipe de forma libre y voluntaria; los datos obtenidos por el autor serán usados con un único fin académico, para la publicación del trabajo final siempre salvaguardando su identidad (datos personales). Si usted decide no participar, no tendrá ningún tipo de repercusión en la calidad de atención que como paciente merece.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio de este documento y con la única finalidad de la realización del trabajo de investigacion que lleva por titulo **NOMOGRAMA DE LA DISTANCIA CONO MEDULAR-SACRO,** dentro de las normas éticas exigidas a los médicos de la República Bolivariana de Venezuela, consagrado en el Art. 25 de la Ley de Ejercicio de la Medicna, el 23 de agosto de 1983, indica que sin perjuicio de lo que establezcan las disposiciones legales vigentes, los profesionales que ejerzan la medicina están obligados a: 1) informar a los pacientes sobre los procedimientos a realizarle, 2) respetar la voluntad del paciente o de sus representantes manifestada por escrito. Por tanto, con el presente documento, de carácter legal, se pretende informar a usted acerca del procedimiento al cual será sometido, por lo que debe leer con detenimiento lo relativo al procedimiento a realizarle y aportar los datos solicitados con su puño y letra. El personal sanitario a cargo de la investigación se encuentra en la obligatoriedad de disipar cualquier duda o incertidumbre. Procedimiento: se realizará la evaluación ecográfica de la columna vertebral fetal en un corte medio sagital con la finalidad de obtener la medición de la distancia cono medular – sacro, esta es una técnica no invasiva, inocua, de rutina, que no tendrá ningun tipo de repercusión en el bienestar de la madre y el feto.

Nombre y Apellido:_____ C.I:_____

Edad:___años

**DECLARO:**

1. Que el Dr. A cargo de dicho estudio me ha proporcionado la información necesaria en un lenguaje claro, simple y sencillo sobre el trabajo de investigación al cual esta a cargo, entendiendo que no existen riesgos para mi ni sobre el feto que encuentro gestando. Por lo que manifiesto mi conformidad con la información recibida entendiendo el alcance de dicho estudio.
2. Autorizo a las personas encargadas de dicho trabajo a que los resultados obtenidos por medio de la evaluacion ecografica del feto sean publicados en dicho estudio según convengan los autores, siempre resguardando mi identidad en el anonimato a menos que la ley demande lo contrario.
3. Doy mi autorización plena y voluntaria para ser parte de dicho estudio.
4. Los autores se comprometen a ofrecer cualquier tipo de informacion percatada durante la evaluacion sea beneficiosa o no, cualquier anomalia detectada o no, los mismos me orientaran y explicaran el manejo de los hallazgos.
5. Los beneficios obtenidos de dicho estudio estan reservdos para el fortalezimiento intelectual y el provecho de la comunidad médica.
6. Por lo antes expuesto, ACEPTO ser participante de dicha investigación accediendo asi a los procedimientos pertinentes que sean necesarios para la finalidad del estudio.

Firma de la paciente:_____ Firma de Testigo:_____

Firma del médico:_____.

En Caracas, a los __ dias del mes de _____ de 20___.

**ANEXO 2**

## INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
## NOMOGRAMA DE LA DISTANCIA CONO MEDULAR SACRO.

### INFORMACIÓN SOCIOEPIDEMIOLÓGICA

Nombre y apellido:_____ Cédula:_____

Número de historia:_____ Edad de la paciente:____ años

Paridad:_____ FUR:_____ FPP:_____ Edad gestacional:_____

Procedencia:_____ Etnia:_____ IMC:____kg/m2

### DATOS ECOGRÁFICOS

**Estática fetal:**

| Actitud | Presentación | Situación | Posición |
|---|---|---|---|
| | | | |

**Biometria fetal (mm):**

| DBP | CC | CA | LF | PEF (gr) |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |

Edad Gestacional por ecografía:_____Sexo fetal:_____

Distancia cono medular sacro:_____ mm

Nivel del cono medular:_____

**Influencia en la valoración fetal** (marque con una X)

| Indicador | Dificulta | No influye | Facilita |
|---|---|---|---|
| IMC materno | | | |
| Edad gestacional | | | |
| Estática fetal | | | |

**ANEXO 3**

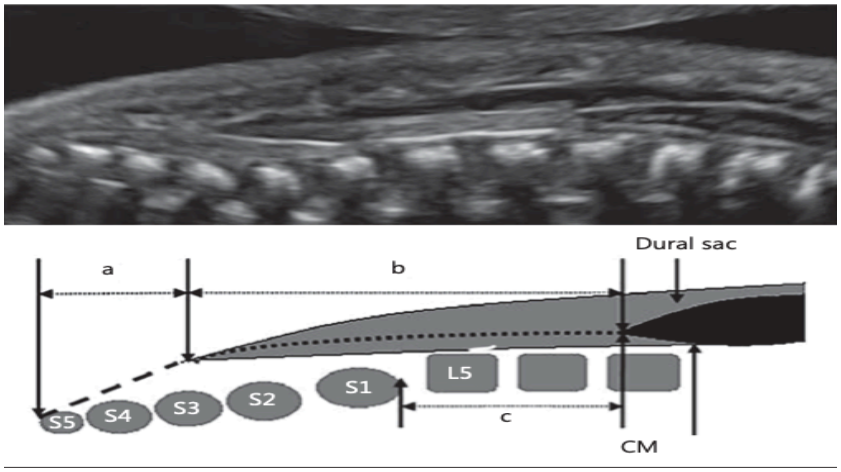
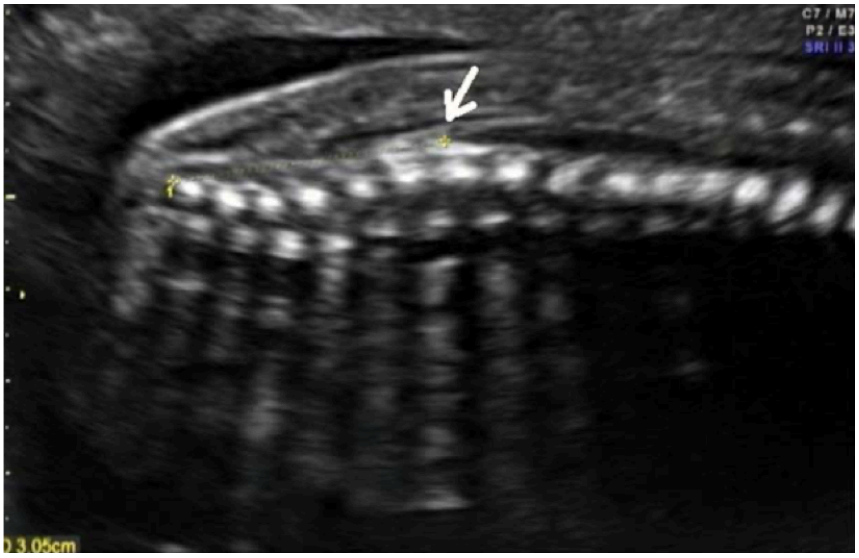



**Imagen 1.** Imagen en 2D para la identificación del nivel del cono medular fetal donde se esquematiza y enumera las vértebras óseas de la columna vertebral y aplicando la medición de la distancia cono medular sacro (DCS). CM: Cono medular, S5: Quinta vértebra sacra. [22]



**Ecofotograma 1.** Corte medio sagital de columna vertebral fetal donde se señala con la flecha blanca una imagen hipoecoica punteaguda con 2 líneas ecogénicas que representan el cono medular, y la medición de la distancia cono medular sacro (DCS) incluyendo cuatro cuerpos vertebrales. [17]

Tabla 1

Distribución de la distancia cono medular-sacro fetal según la edad gestacional

| Semana gestacional | n | Distancia cono medular-sacro fetal (mm) Media ± DE (Mínimo – Máximo) |
|---|---|---|
| 20 | 20 | 26,7 ± 5,0 (19,0 – 34,0) |
| 21 | 20 | 29,9 ± 6,2 (20,9 – 44,6) |
| 22 | 20 | 35,6 ± 5,8 (28,0 – 45,0) |
| 23 | 20 | 36,8 ± 4,2 (30,4 – 45,3) |
| 24 | 20 | 38,5 ± 3,5 (31,9 – 46,0) |
| 25 | 20 | 42,0 ± 4,7 (27,8 – 49,3) |
| 26 | 20 | 43,5 ± 4,3 (35,0 – 51,7) |
| 27 | 20 | 49,0 ± 5,9 (33,5 – 56,5) |
| 28 | 20 | 48,8 ± 6,7 (39,6 – 65,3) |
| 29 | 20 | 50,8 ± 5,9 (40,3 – 61,8) |
| 30 | 20 | 53,5 ± 4,6 (44,2 – 62,3) |
| 31 | 20 | 53,5 ± 4,9 (44,4 – 60,8) |
| 32 | 20 | 55,6 ± 5,5 (45,8 – 65,2) |
| 33 | 20 | 57,7 ± 5,5 (47,5 – 64,4) |
| 34 | 20 | 60,2 ± 5,1 (51,7 – 69,7) |
| 35 | 20 | 67,5 ± 8,5 (52,1 – 86,2) |
| 36 | 20 | 66,6 ± 6,5 (53,1 – 76,4) |
| 37 | 20 | 68,2 ± 7,6 (55,4 – 88,0) |
| 38 | 20 | 73,5 ± 6,5 (58,0 – 89,5) |
| 39 | 20 | 72,8 ± 5,2 (64,8 – 84,9) |
| 40 | 20 | 80,1 ± 6,1 (71,1 – 92,5) |

Tabla 2

Distribución por percentiles de la distancia cono medular-sacro fetal según la edad gestacional

| Semanas de gestación | n | Percentiles de la distancia cono medular-sacro fetal (mm) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 10 | 25 | 50 | 75 | 90 | 95 |
| 20 | 20 | 22,2 | 23,1 | 25,8 | 30,2 | 35,6 | 38,9 | 40,0 |
| 21 | 20 | 23,7 | 24,6 | 27,4 | 32,0 | 37,7 | 41,1 | 42,2 |
| 22 | 20 | 25,2 | 26,1 | 29,0 | 33,9 | 39,8 | 43,3 | 44,5 |
| 23 | 20 | 26,8 | 27,8 | 30,8 | 35,8 | 41,9 | 45,6 | 46,8 |
| 24 | 20 | 28,4 | 29,5 | 32,6 | 37,9 | 44,2 | 48,0 | 49,2 |
| 25 | 20 | 30,2 | 31,3 | 34,5 | 40,0 | 46,5 | 50,4 | 51,7 |
| 26 | 20 | 32,0 | 33,1 | 36,5 | 42,2 | 48,9 | 52,9 | 54,2 |
| 27 | 20 | 33,9 | 35,1 | 38,6 | 44,5 | 51,3 | 55,4 | 56,8 |
| 28 | 20 | 35,9 | 37,1 | 40,7 | 46,8 | 53,8 | 58,0 | 59,4 |
| 29 | 20 | 37,9 | 39,2 | 42,9 | 49,2 | 56,4 | 60,7 | 62,1 |
| 30 | 20 | 40,0 | 41,3 | 45,2 | 51,7 | 59,0 | 63,3 | 64,8 |
| 31 | 20 | 42,2 | 43,6 | 47,6 | 54,2 | 61,6 | 66,0 | 67,5 |
| 32 | 20 | 44,5 | 45,9 | 50,0 | 56,8 | 64,3 | 68,8 | 70,3 |
| 33 | 20 | 46,9 | 48,2 | 52,4 | 59,4 | 67,0 | 71,5 | 73,0 |
| 34 | 20 | 49,3 | 50,7 | 55,0 | 62,1 | 69,7 | 74,3 | 75,8 |
| 35 | 20 | 51,7 | 53,2 | 57,5 | 64,8 | 72,4 | 77,0 | 78,6 |
| 36 | 20 | 54,2 | 55,7 | 60,2 | 67,5 | 75,2 | 79,8 | 81,3 |
| 37 | 20 | 56,8 | 58,3 | 62,8 | 70,3 | 77,9 | 82,5 | 84,1 |
| 38 | 20 | 59,4 | 60,9 | 65,5 | 73,0 | 80,7 | 85,3 | 86,8 |
| 39 | 20 | 62,1 | 63,6 | 68,2 | 75,8 | 83,4 | 87,9 | 89,5 |
| 40 | 20 | 64,8 | 66,3 | 70,9 | 78,6 | 86,1 | 90,6 | 92,1 |

Gráfica 1

Nomograma de la distancia cono medular-sacro fetal por percentiles de edad gestacional

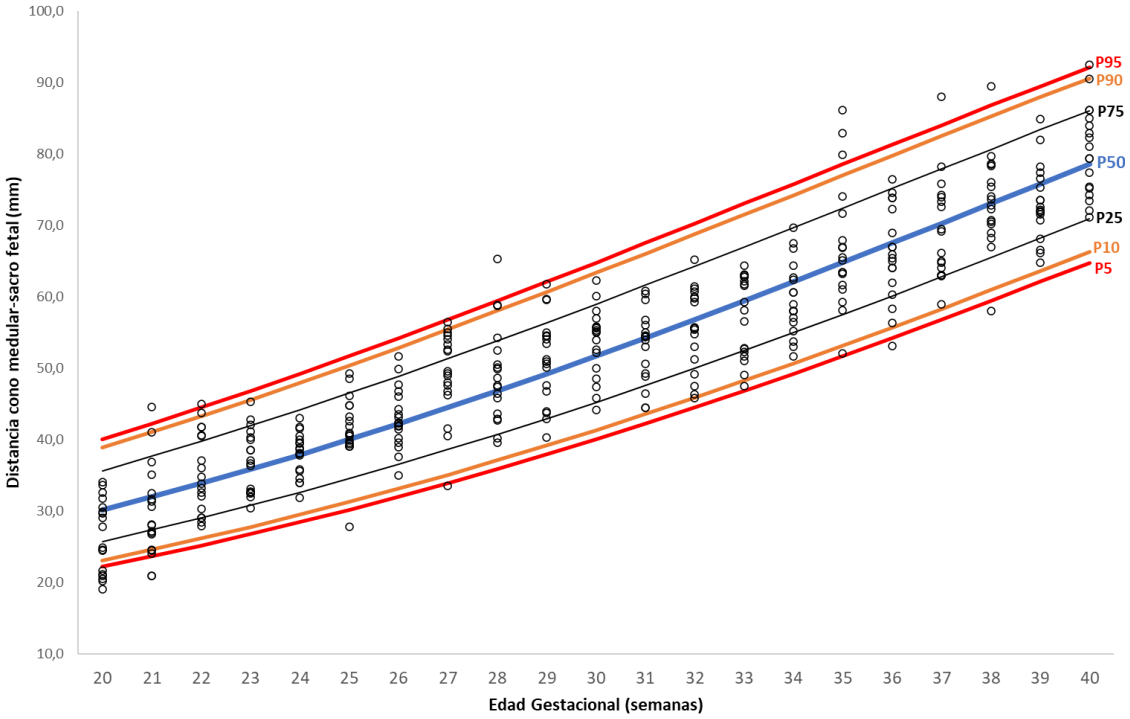


Tabla 3

Distribución de pacientes totales según la distancia cono medular-sacro y el sexo fetal

| Distancia cono medular-sacro fetal (mm) | Total (n = 420) | Femenino (n = 222) | Masculino (n = 198) |
|---|---|---|---|
| < 40 | 93 (22,1) | 50 (22,5) | 43 (21,8) |
| 41-50 | 93 (22,1) | 47 (21,2) | 46 (23,2) |
| 51-60 | 92 (21,9) | 51 (23,0) | 41 (20,7) |
| 61-70 | 73 (17,4) | 32 (14,4) | 41 (20,7) |
| > 70 | 69 (16,5) | 42 (18,9) | 27 (13,6) |

$p = 0,326$

Tabla 4

Distribución de la distancia cono medular-sacro según el sexo fetal

| SG | n | Distancia cono medular-sacro fetal (mm) Media ± DE (Min – Máx) | | *p* |
|---|---|---|---|---|
| | | Femenino | Masculino | |
| 20 | 20 | 26,0 ± 5,2 (19,0 – 33,6) | 27,9 ± 4,8 (20,5 – 34,0) | 0,426 |
| 21 | 20 | 28,3 ± 3,8 (20,9 – 32,9) | 31,5 ± 7,8 (20,9 – 44,6) | 0,268 |
| 22 | 20 | 37,8 ± 5,7 (28,0 – 43,9) | 32,9 ± 4,9 (29,1 – 45) | 0,058 |
| 23 | 20 | 36,8 ± 4,0 (30,4 – 42,8) | 36,9 ± 5,1 (32,0 – 45,3) | 0,965 |
| 24 | 20 | 38,0 ± 2,6 (34,6 – 41,6) | 38,7 ± 3,9 (31,9 – 46,0) | 0,702 |
| 25 | 20 | 42,8 ± 6,2 (27,8 – 49,3) | 41,0 ± 1,9 (39,0 – 44,8) | 0,420 |
| 26 | 20 | 42,0 ± 5,2 (35,0 – 51,7) | 44,9 ± 2,5 (41,9 – 48,7) | 0,132 |
| 27 | 20 | 50,7 ± 4,0 (43,2 – 56,5) | 46,4 ± 7,5 (33,5 – 55,6) | 0,113 |
| 28 | 20 | 49,9 ± 5,1 (42,9 – 58,7) | 47,9 ± 8,0 (39,6 – 65,3) | 0,522 |
| 29 | 20 | 50,0 ± 5,4 (42,9 – 59,6) | 51,7 ± 6,6 (40,3 – 61,8) | 0,541 |
| 30 | 20 | 52,9 ± 4,1 (45,8 – 55,9) | 54,0 ± 5,1 (44,2 – 62,3) | 0,609 |
| 31 | 20 | 52,1 ± 5,0 (44,4 – 60,4) | 55,0 ± 4,6 (46,4 – 60,8) | 0,194 |
| 32 | 20 | 55,2 ± 5,6 (45,8 – 61,1) | 55,9 ± 5,7 (46,3 – 65,2) | 0,806 |
| 33 | 20 | 57,1 ± 6,5 (47,5 – 64,4) | 58,2 ± 4,6 (51,0 – 63,0) | 0,686 |
| 34 | 20 | 58,9 ± 5,4 (51,7 – 69,7) | 61,7 ± 4,4 (55,2 – 67,5) | 0,231 |
| 35 | 20 | 65,5 ± 9,1 (52,1 – 82,9) | 70,5 ± 6,9 (63,2 – 86,2) | 0,210 |
| 36 | 20 | 65,9 ± 8,0 (53,1 – 76,4) | 67,5 ± 4,3 (60,3 – 74,6) | 0,577 |
| 37 | 20 | 68,0 ± 8,6 (55,4 – 88,0) | 68,4 ± 6,6 (59,0 – 78,2) | 0,903 |
| 38 | 20 | 74,6 ± 7,3 (58,0 – 89,5) | 71,4 ± 4,0 (67,0 – 78,6) | 0,296 |
| 39 | 20 | 73,5 ± 5,1 (64,8 – 82,0) | 72,1 ± 5,4 (66,1 – 84,9) | 0,567 |
| 40 | 20 | 79,8 ± 5,5 (71,1 – 90,5) | 80,4 ± 7,2 (72,1 – 92,5) | 0,838 |

Tabla 5

Distribución de pacientes según la influencia de la estática fetal sobre la valoración de la distancia cono medular- sacro

| Estática fetal | Influencia de la estática fetal | | *p* |
|---|---|---|---|
| | Dificulta | Facilita | |
| Actitud | | | 0,091 |
| Extensión | 27 (73,0) | 326 (85,1) | |
| Flexión | 10 (27,0) | 57 (14,9) | |
| Situación | | | 0,396 |
| Longitudinal | 35 (94,6) | 372 (97,1) | |
| Transversal | 2 (5,4) | 11 (2,9) | |
| Presentación | | | 0,013 |
| Cefálica | 25 (67,6) | 329 (85,9) | |
| Podálica | 10 (27,0) | 43 (11,2) | |
| Posición | | | < 0,001 |
| Anterior | 0 (0,0) | 48 (12,5) | |
| Posterior | 26 (70,3) | 5 (1,3) | |
| Derecha | 8 (21,6) | 163 (42,6) | |
| Izquierda | 3 (8,1) | 167 (43,6) | |

Tabla 6

Distribución de pacientes según la influencia del índice de masa corporal materno sobre la valoración de la distancia cono medular- sacro

| Índice de masa corporal materno ($kg/m^2$) | Valoración de la distancia cono medular- sacro | |
|---|---|---|
| | Dificulta | Facilita |
| < 18,5 | 0 (0,0) | 6 (1,5) |
| 18,5 – 24,9 | 0 (0,0) | 150 (36,9) |
| 25 – 29,9 | 0 (0,0) | 155 (38,2) |
| > 30 | 14 (100,0) | 95 (23,4) |

$p < 0,001$