



**DIRECCIÓN DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
HOLGUÍN**

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS “MARIANA GRAJALES COELLO”

**PROYECTO PARA RESULTADO CIENTÍFICO DE TRABAJO DE TERMINACIÓN
DE LA ESPECIALIDAD (TTE) EMBRIOLOGIA CLINICA**

Título del proyecto: Caracterización morfométrica del desarrollo de la médula espinal en embriones y fetos desde la octava hasta la duodécima semana del desarrollo.

Entidad ejecutora principal: Facultad de Ciencias Médicas de Holguín “Mariana Grajales Coello”

Jefe del proyecto: Dra. Adacheli Escalona González
Teléfono: 56190621
E-mail: adacheli.escalona@nauta.cu

Sustituto del jefe de proyecto (Tutor): Dra. Vilma Bárbara Cuenca Besga
Teléfono: 53632603
E-mail: vilmacuenca@infomed.sld.cu

Holguín 2025

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

CÓDIGO Y TÍTULO DEL PROGRAMA: Sólo para proyectos asociados a programas (PAP). Escribir el código del programa (Ver en el Manual: codificación de Programas y Proyectos) y su título.

CODIGO Y TÍTULO DEL PROYECTO: Caracterización morfométrica del desarrollo de la médula espinal en embriones y fetos desde la octava hasta la duodécima semana del desarrollo.

CLASIFICACIÓN DEL PROYECTO: De Resultado Científico. TTE.

PRIORIDAD ESTABLECIDA AL NIVEL QUE RESPONDE: De Terminación de Especialidad.

ENTIDAD EJECUTORA PRINCIPAL: Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello".

OACE, EN, OSDE, Consejo de Gobierno Provincial o Consejo de Administración Municipal: Universidad de Ciencias Médicas de Holguín (UCMHo)

Director: George Augusto Velázquez Zúñiga

Dirección: Avenida Lenin # 4, esquina Aguilera, Holguín

Teléfono(s): 24471617

E-mail: decanatohlg@ucm.hlg.sld.cu

Firma del Director y cuño

JEFE DEL PROYECTO:

Nombres y apellidos: Adacheli Escalona González

No. CI: 99072418337

Grado:

Categoría Científica:

Categoría Docente:

Teléfono: 56190621

E-mail: adacheli.escalona@nauta.cu

Resumen de CV:

Dra. Adacheli Escalona González graduada como Médico General en el año 2024, durante la etapa de pregrado participó en diversas actividades investigativas: Fórum Científico Estudiantil de base, 2018. El embarazo en la adolescencia, un problema en la actualidad. (Mención), Fórum Científico Estudiantil de Base 2019. Comportamiento del embarazo en la adolescencia en consultorios del Policlínico Pedro Díaz Coello, 2018. (Participación), actividades culturales: Festival de Artistas Aficionados de la FEU, otras actividades: Bastión Estudiantil 2017. Operación Tributo. XIX Jornada Científica Provincial de medicina familiar 2018. Trabajo Comunitario Integrado a la Pesquisa. 2020. En estos momento residente de 1er año de Embriología Clínica, Miembro de las cátedras de nutrición y de fertilidad y embriología (FERTILEM) por lo cual me motivé a investigar las características morfométrica del desarrollo de la médula espinal en embriones y fetos desde la octava hasta la duodécima semana del desarrollo.

ENTIDADES EJECUTORAS PARTICIPANTES: Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello".

OACE, EN, OSDE, Consejo de Gobierno Provincial o Consejo de Administración Municipal: Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. (UCMHo)

Director: George Augusto Velázquez Zúñiga

Dirección: Avenida Lenin # 4, esquina Aguilera, Holguín

Teléfono(s): 24471617

E-mail: decanatohlg@ucm.hlg.sld.cu

DURACIÓN:

Fecha de inicio: Septiembre 2025 Fecha de terminación: Enero 2029

RESUMEN DEL PROYECTO:

Introducción: La médula espinal humana presenta importantes cambios morfométricos entre la octava y la duodécima semana del desarrollo, etapa crucial para la organización estructural del sistema nervioso central. Esta etapa es fundamental para la formación adecuada de la médula espinal, cuyos cambios tempranos pueden influir en el desarrollo neurológico posterior.

Objetivo: Caracterización morfométrica del desarrollo de la médula espinal desde la octava hasta la duodécima semana del desarrollo prenatal.

Material y métodos: Se realizará un estudio de serie de casos que responde a un proyecto de investigación, en embriones y fetos humanos desde la octava hasta la duodécima semana, procedentes de abortos voluntarios inducidos por misoprostol en el hospital general docente Vladimir Illich Lenin de la provincia de Holguín, durante el período comprendido entre Abril de 2017 a Marzo de 2018. La muestra será de tipo intencionada y quedará constituida por embriones y fetos que cumplan con los criterios de inclusión. El sistema de métodos para la recogida de la información, quedará integrado por métodos teóricos, empíricos y procedimientos estadísticos.

Resultados esperados: Enriquecer y profundizar en el conocimiento que se posee en cuanto a la forma y crecimiento de la médula espinal y su propio desarrollo, facilitar precisiones en los resultados y un acercamiento más exacto a las dimensiones reales de este órgano en las etapas embrionaria y fetal en sus estadios iniciales.

Palabras clave: médula espinal, morfometría, embriones, fetos

1. FUNDAMENTACIÓN DEL PROYECTO

PROBLEMA A RESOLVER

Problema científico: ¿Qué indicadores morfométricos distinguen el desarrollo de la médula espinal en embriones y fetos humanos entre la octava y la duodécima semana?

Objeto de estudio: Médula espinal

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO:

El estudio del desarrollo embrionario y fetal del sistema nervioso central representa una de las áreas más dinámicas y fundamentales dentro de la morfología humana. En este contexto, la médula espinal constituye una estructura clave, ya que desde las primeras semanas del desarrollo cumple funciones esenciales de organización neural y conducción eléctrica que condicionan el establecimiento de los circuitos neuromusculares primarios.

La caracterización morfométrica de esta estructura durante etapas específicas del periodo embriofetal temprano, particularmente entre la octava y la duodécima semana, permite comprender los patrones de crecimiento, segmentación y diferenciación que son críticos para su función posterior y para la identificación temprana de alteraciones congénitas.

Durante este intervalo del desarrollo, la médula espinal experimenta cambios significativos en longitud, grosor, curvatura y proporción respecto a otras estructuras del canal raquídeo. Estos cambios, que responden a mecanismos genéticos y epigenéticos bien orquestados, pueden ser cuantificados mediante técnicas morfométricas aplicadas a modelos anatómicos, imágenes histológicas o estudios de imagen prenatal.

Los estudios sobre la morfometría de la médula espinal en etapa embrionaria han abordado principalmente la relación entre las medidas externas del embrión y el desarrollo interno de órganos y estructuras, incluyendo el sistema nervioso. A nivel mundial, investigaciones recientes han demostrado correlaciones significativas entre variables biométricas externas y el crecimiento de órganos internos, lo que sugiere una armonía en el desarrollo embrionario.

Sin embargo, la morfometría específica de la médula espinal ha sido menos explorada en comparación con otros órganos como el corazón o los pulmones, aunque se reconoce la importancia de analizar el grosor y la forma del tubo neural, precursor de la médula espinal, durante las primeras semanas de gestación.^{1,2}

Investigaciones recientes como la de Santos et al. describen detalladamente las etapas de neurulación primaria y secundaria.³ A través de resonancia magnética (RM) postmortem de alta resolución, Miao et al. demostraron que el crecimiento cefalocaudal de la médula espinal fetal guarda una correlación lineal con la edad gestacional.⁴

Además, Zhang et al. corroboran el incremento volumétrico del raquis entre las semanas 17 y 42 mediante RM 3.0T.⁵ También se ha determinado que el cono medular asciende progresivamente hacia L2 a medida que avanza la gestación.⁶ El desarrollo de técnicas como la imagen por tensor de difusión ha facilitado el estudio de la mielinización in utero⁷, aunque limitaciones como artefactos por movimiento fetal y muestras pequeñas siguen afectando la precisión de los estudios.

Asimismo, estudios en modelos animales han permitido correlacionar etapas del desarrollo medular con procesos histogénéticos humanos. La neurogénesis del cordón espinal en primates comparte marcadores morfométricos clave con el humano, lo que permite validar el uso comparativo de datos experimentales. Estos enfoques, sumados al avance en tecnologías de reconstrucción tridimensional y RM de campo ultraalto, están impulsando nuevas líneas de investigación sobre defectos congénitos espinales y desarrollo axial central.⁸

En América Latina, la producción científica relacionada con la morfometría medular fetal es reducida. Manzone et al., desde Argentina, utilizaron RM en cadáveres fetales para medir la longitud de la médula lumbar entre las semanas 13 y 22, evidenciando un ascenso del cono medular desde S1 hasta L2.⁹ Otros estudios han priorizado las malformaciones del tubo neural mediante RM o ultrasonido, como lo destaca Nagaraj et al. al evaluar la utilidad de la RM fetal en defectos estructurales.

Sin embargo, son escasos los reportes que incluyan series de fetos normales con fines puramente morfométricos. La falta de protocolos estandarizados y la escasez de equipos de RM fetal limitan el avance del conocimiento regional. Esto revela la necesidad de generar curvas de referencia locales y de promover proyectos multicéntricos con tecnología de imagen avanzada.

En países como Brasil y México, centros de investigación anatómica han comenzado a trabajar con registros de imágenes fetales en tercera dimensión para caracterizar patrones poblacionales. Estas iniciativas aún son incipientes pero abren la posibilidad de establecer curvas de normalidad regionales. A pesar del limitado acceso a tecnologías de punta, existe un creciente interés en aplicar herramientas como fotogrametría y escaneo 3D en embriología digital, lo cual puede complementar los estudios morfométricos clásicos.¹⁰

Los estudios realizados han profundizado en la morfología y cuantificación del desarrollo del tubo neural, especialmente en la porción caudal que dará origen a la médula espinal. Han empleado técnicas de microscopía y morfometría digital para evaluar el grosor de las paredes del tubo neural y la forma de su cavidad en embriones humanos entre la cuarta y octava semana de desarrollo. Estos trabajos han evidenciado el proceso de cierre del tubo neural y el incremento progresivo del grosor de sus paredes, destacando la transformación morfológica que conduce a la formación de la médula espinal.^{11,12}

En Cuba, los estudios sobre morfometría fetal han sido tradicionalmente anatómicos, aunque recientes publicaciones específicas sobre médula espinal en embriones o fetos son escasas. Históricamente se han analizado aspectos del tubo neural, pero

actualmente no se han encontrado mediciones sistemáticas sobre la longitud medular, diámetros ni localización del cono en muestras fetales.

Las limitaciones tecnológicas y éticas para el uso de muestras humanas prenatales en investigación obstaculizan el avance. A pesar de contar con formación sólida en embriología esta carencia resalta un vacío científico local, el cual podría subsanarse con apoyo institucional para la obtención y análisis ético de muestras prenatales con fines académicos.

Cabe destacar que instituciones como el Instituto de Neurología y Neurocirugía en La Habana han expresado interés en incorporar la neuroimagen prenatal para estudiar trastornos del desarrollo del sistema nervioso central, aunque estos programas están en fase de diseño. Además, en el contexto de formación médica, los planes de estudio en embriología avanzada promueven la necesidad de desarrollar proyectos de investigación enfocados en el sistema nervioso fetal.

En Holguín, provincia del oriente cubano, los estudios sobre morfometría embrionaria se han centrado en la correlación entre biometría externa e interna, aunque con un enfoque más amplio que incluye órganos como el corazón, hígado y pulmones. No obstante, se ha reconocido la necesidad de realizar investigaciones más detalladas sobre la médula espinal embrionaria para comprender mejor su desarrollo y posibles variaciones morfométricas locales.

No se han identificado investigaciones recientes relacionadas con la morfometría de la médula espinal fetal. Una revisión de tesis universitarias y publicaciones locales no arroja evidencia sobre estudios morfométricos espinales. Esta falta puede estar relacionada con la limitada disponibilidad de tecnología de imagen prenatal avanzada y con restricciones para acceder a muestras fetales.

A nivel hospitalario, la aplicación clínica se centra en la detección de malformaciones, pero no en la obtención de parámetros cuantitativos del desarrollo normal. Se requiere impulsar proyectos colaborativos con centros académicos y hospitalarios, que recopilen datos antropométricos regionales. Esto permitiría establecer valores de referencia específicos y fortalecer la investigación embriológica en la región. A nivel educativo, la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín ha manifestado la intención de actualizar sus líneas de investigación en morfología con enfoque en desarrollo fetal.

El acceso a datos obstétricos provenientes del Hospital Lenin podría ser una vía útil para estudios retrospectivos si se incorporan herramientas de análisis por imágenes como ecografía. La creación de un banco de imágenes fetales con consentimiento ético permitiría sistematizar el análisis morfométrico regional.

Estos estudios cubanos contribuyen a la base de datos morfométricos nacionales y regionales, apoyando la predicción del tamaño y desarrollo de órganos a partir de medidas externas del embrión.^{13,14}

Uno de los métodos introducidos con el fin de lograr mayor conocimiento sobre el desarrollo de la médula espinal prenatal es el método morfométrico. La morfometría permite realizar estudios cuantitativos variados con una proyección bidimensional en el espacio del objeto que se analiza, lo cual contribuye a corroborar lo planteado por los estudios con enfoque cualitativo. Su base es la realización de mediciones directas e indirectas: fotografía, radiografía o imagen digitalizada y asignar valores para detectar variaciones mínimas en la morfología.¹⁵

Los parámetros morfométricos constituyen una herramienta que permite la mejor comprensión de las relaciones entre los procesos de desarrollo-forma y estructura-función, así como procesos patológicos. Cuando estas técnicas se aplican a la morfología embrionaria y fetal aportan datos cuantitativos de órganos y tejidos, favorece la precisión de los resultados y facilita las comparaciones.¹⁶

Profundizar en la morfología cuantitativa del periodo embrionario y fetal precoz constituye hoy una necesidad, por la perspectiva real de implementar cada vez más tempranamente en la gestación, los procedimientos de la medicina prenatal. Pero para ello se hace necesario poseer conocimientos precisos de su morfología, crecimiento y desarrollo, que también sirvan de referencia para el diagnóstico prenatal histopatológico y ecográfico.^{17,18}

Las indagaciones teóricas realizadas por la autora demostraron que no se recogen antecedentes de estudios morfométricos en médula espinal humana procedentes de embriones y fetos en la provincia Holguín. Ello contrasta con la necesidad de profundizar en la anatomía cuantitativa de la médula espinal en etapas tempranas del desarrollo, en pos de instaurar la medicina embrionaria y fetal en este medio.

Este hecho se contradice con la necesidad de establecer referentes importantes ante la evidente proximidad de los medios de diagnóstico prenatal es estadios cada vez más precoces, para el establecimiento de patrones estándares en el crecimiento de órganos vitales como la médula espinal. De esa forma, se genera una contradicción que origina el problema práctico del estudio que se presenta y constituye la principal motivación para realizar el mismo.

BENEFICIARIOS DIRECTOS: Ministerio de Salud Pública de Cuba (MINSAP).

CLIENTES o USUARIOS: MINSAP

Nombre de la entidad: Universidad de Ciencias Médicas de Holguín.

Siglas: UCMHo

Director: George Augusto Velázquez Zúñiga

Dirección: Avenida Lenin # 4, esquina Aguilera, Holguín

Teléfono(s): 24471617

E-mail: decanatohlg@ucm.hlg.sld.cu

2. ESTRATEGIA DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL: Determinar los indicadores morfométricos que distinguen el desarrollo de la médula espinal humana desde la octava hasta la duodécima semana del desarrollo prenatal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinar indicadores cuantitativos del crecimiento de la médula espinal en humanos.
2. Evaluar la relación entre el crecimiento de la médula espinal y parámetros de la biometría externa.

RESULTADOS: Además del carácter novedoso de la investigación en el contexto donde se llevará a cabo, se considera que la misma contribuirá a enriquecer y profundizar en el conocimiento que se posee en cuanto a la forma y crecimiento de la médula espinal y su propio desarrollo.

IMPACTOS ESPERADOS: Desde el punto de vista práctico permitirá las comparaciones con estudios similares, lo cual es necesario para facilitar precisiones en los resultados y un acercamiento más exacto a las dimensiones reales de este órgano en las etapas embrionaria y fetal en sus estadios iniciales. De forma general constituirá junto al resto de las investigaciones realizadas en este sentido, un referente necesario para el progreso actual de la medicina prenatal.

RIESGOS Y ACCIONES PARA SU MITIGACIÓN:

No existen.

METODOLOGÍAS, TECNOLOGÍAS, NORMAS Y MÉTODOS:

Correspondiendo al diseño requerido, incluya los acápites siguientes:

Clasificación del proyecto según resultados esperados:
(saber o hacer):

Investigación

Paradigma de la investigación: Mixto.

Según el tipo de investigación clínico epidemiológica:

Descriptiva.

Series de casos

Diseño general.

Contexto temporal y geográfico.

Embriones y fetos humanos desde la octava hasta la duodécima semana, procedentes de abortos voluntarios inducidos por misoprostol en el hospital general docente Vladimir Illich Lenin de la provincia de Holguín, durante el período comprendido entre Abril de 2017 a Marzo de 2018. El objetivo será la caracterización morfométrica del desarrollo de la médula espinal desde la octava hasta la duodécima semana del desarrollo prenatal.

Control de los sesgos del diseño.

Previo consentimiento informado, a las mujeres sometidas a este método abortivo se les proporcionarán instrucciones y condiciones para la recolección del producto abortado, que incluirá documentos para la obtención de sus datos y frascos con formol al 10%. Los frascos con el producto del aborto y los documentos serán recogidos de forma personal por la autora de la investigación.

Definición del universo de estudio:

La muestra será de tipo intencionada y quedará constituida por embriones y fetos que cumplan con los siguientes criterios de inclusión:

- Ausencia de antecedentes maternos adversos al crecimiento embriofetal
- Rasgos de normalidad en su aspecto externo (ausencia de signos de maceración o malformación)

Se excluirán del estudio aquellos donde se produzcan errores en el procesamiento técnico y exista mala calidad de la imagen de la médula espinal en el examen microscópico de la serie histológica obtenida.

Muestreo no probabilístico de tipo intencionado.

Justificación del tipo de muestreo: El muestreo intencionado en este estudio se justifica pues permite seleccionar a los embriones y fetos que cumplen con los criterios identificados para los fines del estudio que se desea realizar, permite concentrar el análisis en los objetivos planteados y optimizar los recursos para realizar dicha investigación.

Métodos científicos aplicados. Explicar su empleo.

Teóricos:

Análisis y síntesis: En la revisión bibliográfica de la literatura relacionada con: embriogénesis de la médula espinal, desarrollo normal y patológico de la médula espinal, diagnóstico prenatal, método morfométrico.

Histórico-Lógico: En el análisis de la literatura y documentación especializada, con el objetivo de examinar los antecedentes históricos que han caracterizado al objeto de estudio.

Inducción-Deducción: Al realizar el tránsito del objeto al campo de acción, así como de lo general a lo particular y viceversa.

Empíricos:

Observación: Para la obtención de información primaria, se empleará la técnica de observación directa mediante el estudio morfométrico.

Principales variables de estudio, dependiente e independientes.

Variable Independiente: Edad embrionaria

Variable Dependiente: Área de la médula espinal, área del espacio entre el hueso vértebra y el límite de la médula, área de la sustancia gris, distancia antero posterior

Concepto de las variables, dimensiones e indicadores, definición de las escalas.

Edad embrionaria: tiempo en semanas definido por la evaluación externa de cada embrión o feto. Variable cuantitativa continua. Escala: Razón

Morfometría microscópica: Incluirá las siguientes variables cuantitativas continuas medidas en escala de Razón.

1. Área de la médula espinal: se determinará delineando la superficie transversal total delimitada por el contorno externo de la médula espinal, observada en un plano axial. Esta variable se mide en milímetros cuadrados (mm^2).

2. Área del espacio entre el hueso vértebra y el límite de la médula: se obtendrá al medir el espacio subaracnoideo visible en el plano axial, comprendido entre la superficie interna del canal vertebral y la superficie externa de la médula espinal. Se expresará en milímetros cuadrados (mm^2).

3. Área de la sustancia gris: será calculada al medir la superficie ocupada por la sustancia gris espinal en un corte transversal, caracterizada por su forma de mariposa o "H" central. Se cuantifica en milímetros cuadrados (mm^2).

4. Distancia Antero Posterior: Se medirá la distancia lineal tomada desde el punto más anterior (ventral) hasta el más posterior (dorsal) de la médula espinal en un plano axial. Se expresa en milímetros (mm).

Procedimientos para la recolección de datos.

Las variables incluidas en el estudio serán seleccionadas según las características y necesidades de la investigación. Posteriormente se realizará una amplia búsqueda bibliográfica y documental acerca del tema investigado, tanto en el marco nacional e internacional, apoyada en las redes de salud On-line y Centros de Información de Ciencias Médicas.

Se accederá a estos a través de medios de búsqueda, empleando descriptores biomédicos y estructurando búsquedas avanzadas en las diferentes páginas Web o a través de revisiones bibliográficas realizadas en las bases de datos con estos fines.

Sobre la obtención de la información, describir los instrumentos según los métodos:

Observación (guía de observación)

Dimensiones e ítems de la Guía de Observación

1. Edad embrionaria

2. Área de la médula espinal

3. Área del espacio entre el hueso vértebra y el límite de la médula

4. Área de la sustancia gris

5. Distancia antero posterior

La guía de observación se aplicará a los embriones y fetos que cumplan con los criterios del estudio. Esta observación se realizará de manera sistemática mediante la guía previamente elaborada que recoge las principales variables del estudio.

Métodos de procesamiento de los datos:

Clasificación de los especímenes según edad embrionaria: Se realizará a partir de los criterios de longitud cráneo raquis así como características morfológicas externas previamente definidos por la literatura especializada. Para la clasificación de embriones en la octava semana, se tomará como referencia la Tabla: Estadíos de Carnegie del desarrollo embrionario humano precoz (semanas 1-8). Los fetos de nueve semanas en adelante serán identificados tomando en cuenta el cuadro: Somatometría externa fetal

de la semana 9 a la 20 de gestación 3 y aspectos morfológicos externos propios para cada semana.

Procesamiento de la muestra:

- fijación con formol neutro al 10 % de cada embrión o feto sumergidos en frascos independientes durante 24 horas, deshidratación en alcoholes de concentraciones crecientes, aclaración en Xilol.
- inclusión en parafina fundida a 56 grados celcius.
- cortes seriados en micrótopo vertical con micraje de 10 micras, en planos sagital y transversal.
- colocación de los cortes en láminas y tinción con Hematoxilina y Eosina.

Análisis de la información y técnicas a utilizar.

Revisión de la serie histológica obtenida: se realizará una observación minuciosa del aspecto morfológico interno de cada embrión o feto mediante el microscopio óptico Motic, para determinar la calidad y normalidad en los mismos, así como evaluar la totalidad de los cortes a digitalizar. Esta fase permitirá contrastar las características internas con las descritas en relación a cada semana del desarrollo.

Procedimiento estadístico.

Los datos morfométricos microscópicos, disponibles en bases de datos Excel, serán llevados a SPSS para Windows versión 15.0. Para dar cumplimiento al primer objetivo específico, se realizará análisis descriptivo de cada variable medida por morfometría microscópica, obteniendo mínimo, máximo, media y desviación estándar de las mismas por cortes realizados en cada una de las semanas del desarrollo. El cálculo de coeficiente de correlación de Pearson permitirá evaluar posibles relaciones entre las variables morfométricas macroscópicas y microscópicas para cada una de las semanas, con lo cual se dará salida al segundo objetivo de la investigación.

Herramientas informáticas empleadas

Digitalización de imágenes: serán digitalizados la totalidad de los cortes de donde aparezca tejido medular mediante cámara digital Motic acoplada a estereoscopio Panonaramic (objetivo 4x).

Estudio morfométrico: las mediciones se realizarán utilizando los sistemas morfométricos ImageJ y Motic Images plus 3.0. Para el estudio se utilizarán las variables área, longitud del hueso vertebral al límite de la médula y se obtendrá el promedio de las mismas por corte.

Forma de presentar los resultados.

En tablas.

Aspectos éticos:

Se tuvo en cuenta los Principios Éticos para la Investigación Médica con datos provenientes de seres humanos de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial – Principios éticos para las investigaciones médicas con participantes humanos y adoptada por la 75ª Asamblea General, Helsinki, Finlandia, octubre 2024.

PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO: Parte de un diseño metodológico de la investigación que se conforma.

Objetivos específicos (No.)	Resultado esperado	Actividades	Responsable	Fecha Inicio	Fecha Fin	Indicadores verificables del Resultado
--------------------------------	--------------------	-------------	-------------	-----------------	--------------	---

1. Determinar indicadores cuantitativos del crecimiento de la médula espinal en humanos.	1	1.1	Adacheli Escalona González			
2. Evaluar la relación entre el crecimiento de la médula espinal y parámetros de la biometría externa	2	2.1	Adacheli Escalona González			

RECURSOS MATERIALES DEL PROYECTO.

Objetivos específicos (No.)	Recurso necesario	Resultado esperado
1. Determinar indicadores cuantitativos del crecimiento de la médula espinal en humanos.		
2. Evaluar la relación entre el crecimiento de la médula espinal y parámetros de la biometría externa		

RECURSOS HUMANOS

Personal participante	Grado especialidad o Título Académico	Categoría Científica, Docente	Institución a que pertenece
Jefe de Proyecto: Dra. Adacheli Escalona González	Residente de primer año de Embriología Clínica	Residente	Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello."
Tutor: Dra. Vilma Bárbara Cuenca Besga			Facultad de Ciencias Médicas "Mariana Grajales Coello."
Otros técnicos			
Cantidad de Participantes			

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO:

1. Vila Bormey María Aimée, Martínez Lima María Nelia, Alfonso Águila Belkis, Silverio Ruiz Larissa, Surí Santos Yanelly, Santana Machado Alfredo. Estudio morfométrico correlacional en embriones humanos. Embrioteca de la Universidad de Ciencias Médicas, Villa Clara. Mediceletrónica [Internet]. 2018 Dic [citado 2025 Mayo 9]; 22(4): 323-334. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S102930432018000400002&lng=s
2. Rodríguez AR, Domínguez S, Cantín M, Rojas M. Embriología del sistema nervioso. Int J Med Surg Sci [Internet]. 2015 [citado 2025 Mayo 9]; 2(1):385-400. Disponible en: <https://revistas.uaautonoma.cl/index.php/ijmss/article/download/200/197/204>
3. Santos CV, Henriques SD, Ferreira C, Correia-Pinto J, Sá SA. Spinal neural tube formation and tail development in human embryos. eLife [Internet]. 2024 [citado 2025 mayo 24];13:e151273. Disponible en: <https://elifesciences.org/articles/151273>
4. Miao M, et al. Morphometric study of fetal spinal cord using postmortem MRI. Acta Radiol.[Internet]. 2019 [citado 2025 Mayo 24]; 60(3):323–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0284185118791197>
5. Zhang S, et al. Evaluation of fetal vertebral development with MRI. Prenat Diagn. [Internet]. 2021 [citado 2025 Mayo 24]; 41(3):332–4. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/pd.5984>
6. Almeida HS, et al. Position of the conus medullaris in fetal age. Sci Rep. [Internet]. 2022 [citado 2025 Mayo 24]; 12(1):85–90. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15130-9>
7. Corroenne R, et al. Diffusion tensor imaging of the fetal spinal cord. Ultrasound Obstet Gynecol. [Internet]. 2023[citado 2025 Mayo 24]; 53(2):343–50. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/uoq.26208>
8. Patel RV, et al. Spinal cord development in fetuses. Curr Opin Neurol. [Internet]. 2021[citado 2025 Mayo 24]; 34(2):162–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000969>
9. Manzone PJ, et al. Fetal lumbar spinal cord growth. Coluna/Columna. [Internet]. [Internet]. 2020[citado 2025 Mayo 24]; 19(2):136–44. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-185120201901221678>
10. Nagaraj UD, et al. Fetal MRI for spinal anomalies. Pediatr Radiol. [Internet]. 2025[citado 2025 Mayo 24]; 55(1):139–47. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00247025062872>
11. Correo Científico Médico. Estudio morfológico del tubo neural y formación de la médula espinal en embriones humanos. Cocmed [Internet]. 2025 [citado 2025 Mayo 9]; No. 94. Disponible en: <http://www.cocmed.sld.cu/no94/n94ori5.htm>
12. AccessMedicina. Desarrollo del sistema nervioso: médula espinal [Internet]. 2025 [citado 2025 Mayo 9]. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1476§ionid=9522473>
13. MedlinePlus. Desarrollo fetal: médula espinal [Internet]. 2025 [citado 2025 Mayo 9]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002398.htm>
14. Universidad Católica de la Santísima Concepción. Embriología del sistema nervioso [Internet]. 2025 [citado 2025 Mayo 9]. Disponible en: <https://www7.uc.cl/medicina/cursos/Anatomia/cursoenlinea/down/embrio.pdf>
15. Vila Bormey MA, Martínez Lima MN, Alfonso Águila B, Silverio Ruiz L, Surí Santos Y, Santana Machado A. Relación entre la biometría del embrión y algunos de sus órganos en la octava semana del desarrollo. Morfovirtual 2016: Tercer congreso virtual de ciencias morfológicas; Nov 2016. La Habana: CENCOMED; [Internet] 2016 [citado 2025 Mayo 9]

Disponible https://www.morfovirtual2016.sld.cu/index.php/morfovirtual/2016/paper/view/351 16.Vila Bormey MA, Martínez Lima MN, Alfonso Águila B, Silverio Ruiz L, Surí Santos Y, Santana Machado A. Estudio morfométricos correlacional en especímenes humanos pertenecientes a la embrioteca de la Universidad de ciencias médicas de Villa Clara. Morfovirtual 2018: IV congreso virtual de Ciencias Morfológicas; La Habana [Internet] 2018. [citado 2025 May 9] Disponible en: http://www.morfovirtual2018.sld.cu/index.php/morfovirtual/2018/paper/view/156/173 17.Vila Bormey MA, Surí Santos Y, Martínez Lima MN, Alfonso Águila B, Sarasa Muñoz N, Santana Machado A. Los estadios embrionarios 20, 22 y 23 de Carnegie: una perspectiva cuantitativa. Medisur [Internet]. 2015 [citado 2025 May 9] ; 13(3): 406-416. Disponible en: http://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/2841 18.Access Medicina. Desarrollo del sistema nervioso: médula espinal [Internet]. McGraw-Hill; 2024 [citado 2025 May 9]. Disponible en: https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1476&sectionid=9522473 19. Kenhub. Médula espinal: Anatomía, estructura, vías y función [Internet]. 2023 Oct 30 [citado 2025 May 9]. Disponible en: https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/medula-espinal-es	en:
--	------------