

# Elaboración de un modelo pélvico mediante repleción y plastinación: Aplicación académica para la enseñanza detallada de la anatomía del plexo hipogástrico inferior y sus estructuras neurovasculares circundantes

Diego Ricardo Gómez-Ramírez<sup>1</sup>, Fatimata Micaela Si-Alquicira<sup>1</sup>, Xhanil Alejandra Ruelas-Juárez<sup>1</sup>,  
Alejandra Aiko Garduño-Juárez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad La Salle México, Facultad Mexicana de Medicina. Ciudad de México, México.  
gomez.diego@lasallistas.org.mx, fatimatasi@lasallistas.org.mx,  
xhanilruelas@lasallistas.org.mx, lejandraiko.garduno@lasallistas.org.mx

**Resumen.** En la presente investigación se muestra el desarrollo de un modelo pélvico tridimensional para visualizar la morfología del plexo hipogástrico inferior. La investigación se centró en el estudio anatómico de la pelvis, destacando la importancia clínica y epidemiológica del plexo hipogástrico inferior como lo es la neuropatía pudenda y lesiones post quirúrgicas del plexo pélvico. Igualmente se realizó una revisión sistemática del origen embriológico, morfología y relaciones anatómicas del plexo. El procedimiento incluyó la disección de un cadáver masculino de 60 años, preservado con polietilenglicol sobre el cual se diseccionó el plexo pélvico para ser extraído posteriormente y ser sometido a plastinación de fibras nerviosas. Paralelamente, modelos óseos fueron creados utilizando resina epóxica cristal en moldes de sili-cona de alta precisión. El modelo resultante permite visualizar las estructuras nerviosas en relación con los componentes óseos, musculares y viscerales de la pelvis. Se discute la aplicabilidad del modelo como recurso didáctico en la enseñanza de anatomía pélvica y formación médica especializada. Los resultados se correlacionaron con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, destacando su potencial para mejorar la educación médica, promover la salud y reducir desigualdades en el acceso a información anatómica detallada. Se concluye que el modelo desarrollado ofrece una herramienta valiosa para el estudio anatómico del plexo hipogástrico inferior, con implicaciones significativas para la investigación, educación y práctica clínica en el campo de la anatomía pélvica.

**Palabras clave:** Plexo hipogástrico inferior, plastinación, repleción vascular.

## 1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

El estudio anatómico de la región pélvica es crucial debido a su papel como soporte de los contenidos abdominales y punto de transferencia de soporte desde la columna vertebral hacia los miembros inferiores. Este análisis anatómico requiere un abordaje multidisciplinario, dado que el plexo hipogástrico inferior o plexo pélvico, desempeña un papel crítico en la inervación autónoma de los órganos pélvicos, regulando funciones vitales como la micción, la defecación y la reproducción [1]. El plexo hipogástrico inferior, originado durante el desarrollo embrionario a partir de la segmentación de la médula espinal en niveles sacros y coccígeos, es crucial para la inervación sensitiva, motora y autónoma de los órganos pélvicos. Este complejo nervioso regula

---

Memorias del Concurso Lasallista de Investigación, Desarrollo e innovación

Vol. XI, Núm. 1, pp. SAL 43-49, 2024, DOI: 10.26457/mclidi.v11i1.4207 Universidad La Salle México.

DIEGO RICARDO GÓMEZ RAMÍREZ, FATIMATA MICAELA SI ALQUICIRA, XHANIL ALEJANDRA RUELAS JUÁREZ, ALEJANDRA AIKO GARDUÑO-JUÁREZ de la carrera en MÉDICO CIRUJANO de la FACULTAD MEXICANA DE MEDICINA de la UNIVERSIDAD LA SALLE MÉXICO.

ERIC ALEJANDRO GONZÁLEZ SÁNCHEZ fue el asesor de este trabajo.

funciones viscerales como la contracción del músculo liso en los órganos internos, la regulación del flujo sanguíneo y la modulación de respuestas autónomas a estímulos internos y externos [2,3]. Su estudio es fundamental para comprender los mecanismos de control neuro-vegetativo que gobiernan los órganos pélvicos y para abordar clínicamente las patologías que puedan afectar esta región [4].

La zona pélvica así como sus estructuras adyacentes merecen ser un enfoque de estudio, asociado a la vitalidad de los órganos que contiene. Clínicamente la zona tiene alta relevancia epidemiológica, de manera inicial es crucial el conocer la anatomía pélvica para cirugías relacionadas con la zona, la más importante siendo cirugías de reconstrucción pélvica. Cuando se presentan afecciones como la fractura de la fractura pélvica así como dislocación de la unión sacro iliaca, es vital establecer una normalidad anatómica para asegurar la correcta movilidad de los pacientes [5].

Este proyecto de investigación se centra en la extracción y preservación de los nervios del plexo hipogástrico inferior y superior, utilizando técnicas de plastinación sobre modelos óseos. Estos nervios se preservan a temperatura ambiente para crear un modelo anatómico complejo que exponga la ubicación del plexo hipogástrico inferior y sus relaciones anatómicas. El presente trabajo se centra en el estudio anatómico de la pelvis, un área de enfoque científico de la cual se buscan encontrar diversos métodos para realizar intervenciones más efectivas y específicas para cada una de las patologías asociadas al plexo nervioso. Aunado a esto se tiene como objetivo promover la toma de decisiones bien informadas para lograr cumplir el 3er objetivo de la Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) al garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades; debido a que las neuropatías son una patología frecuente y aun así, siendo una patología subdiagnosticada. Por lo que se busca crear conciencia de la relevancia clínica que conlleva el plexo hipogástrico inferior. A su vez se tiene la intención de fortalecer el 4to objetivo de las ODS, con la elaboración del modelo pélvico se busca facilitar la adquisición de conocimiento con respecto a la configuración del plexo hipogástrico inferior desde alumnos de pregrado con interés en el ámbito médico hasta formación en especialidades médicas. Al mismo tiempo se tiene como finalidad promover el 10mo objetivo de la ODS al informar a la población con los datos más recientes y relevantes del plexo pélvico para lograr frenar uno de los principales desafíos que enfrentamos como sociedad el cual parte de la desigualdad de información que existe entre los diversos países.

## **2 Objetivo**

Desarrollar un modelo pélvico mediante la extracción de fibras nerviosas en un modelo biológico, elaboración de modelos sintéticos óseos así como la repleción y plastinación que permita visualizar detalladamente la anatomía del plexo hipogástrico inferior y sus relaciones con estructuras circundantes.

## **3 Propuesta teórico-metodológica**

El estudio examinó a todos los niños diagnosticados de EEO entre enero de 2017 y septiembre de 2023. Según las recomendaciones pediátricas de la Sociedad Americana o la Sociedad Europea de Gastroenterología Pediátrica Hepatología y Nutrición, la EoE se diagnosticó según la presencia de un infiltrado eosinofílico dentro del epitelio esofágico ( $> 15$  EOS/HPF) asociado a un contexto clínico evocador basado en lo siguiente:

El estudio se llevó a cabo utilizando un cadáver masculino de 60 años de edad, provisto por la Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle a través del programa de donación de cuerpos UNAM. El cadáver fue preservado en aldehído polietilenglicol perfundido por la arteria femoral. Se emplearon polímeros pigmentados de color azul para la delimitación de las estructuras venosas y de color rojo para las arteriales.

El procedimiento comenzó con la delimitación precisa de la región abdominal inferior y perineal, realizada con el cadáver en posición de decúbito supino. Se llevó a cabo una incisión mediana supra-umbilical hasta la línea alba, seguida de la separación de la vaina anterior de los músculos rectos abdominales y la apertura del peritoneo para exponer la cavidad abdominal. Durante este proceso, se identificaron y resecaron las inserciones musculares correspondientes, permitiendo así la exposición completa de la región hipogástrica, las fosas ilíacas y la cavidad pélvica como se muestra en la figura 1. Se prestó especial atención a la preservación de estructuras nerviosas clave como los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico, fundamentales para la inervación y función de la región pélvica.

Desde una ventana abdominal, se procedió con el abordaje del plexo hipogástrico superior e inferior. Se separó el peritoneo parietal del tejido retroperitoneal subyacente, avanzando lateral y caudalmente para identificar la bifurcación de la arteria ilíaca común en sus ramas interna y externa. Se utilizó el promontorio sacro como punto de referencia anatómico para localizar el plexo hipogástrico superior, ubicado anteriormente al promontorio entre las arterias ilíacas comunes. Este abordaje permitió la identificación y disección de los nervios hipogástricos descendentes, esenciales para la inervación sensitiva y motora de la pelvis como se observa en la figura 1.

Una vez completada la disección detallada de la anatomía del plexo pélvico, se procedió con la extracción de los complejos nerviosos para su posterior plastinación. Utilizando técnicas de microcirugía, se extrajeron las fibras nerviosas en orden desde las ramas más distales hasta el origen del plexo. Estas fibras nerviosas fueron luego procesadas mediante suspensión en peróxido de hidrógeno durante tres días para su coloración y preservación.

La plastinación de los nervios se realizó mediante un proceso gradual y meticuloso estandarizado en el anfiteatro de la Facultad Mexicana de Medicina. Inicialmente, los especímenes fueron deshidratados en una serie de baños de alcohol etílico de concentraciones crecientes (70%, 80%, 90%, y finalmente 100% de alcohol) durante períodos de 24 horas cada uno. Posteriormente, se procedió con el desengrasados, con cambios regulares de acetona para asegurar una desengrasación completa. Luego, los nervios fueron impregnados con silicona S 10 de von Hagens mediante un proceso de impregnación forzada en una cámara de vacío. Finalmente, se realizó el curado de los nervios plastinados utilizando vapores del endurecedor S6 de von Hagens en una cámara herméticamente sellada durante 36 horas, asegurando un acabado durable y realzando los detalles anatómicos como se observa en la figura 3 y 4 [6,7].

Se procedió a la elaboración de modelos óseos artificiales utilizando resina epóxica cristalina, replicando los huesos originales desarticulados y limpiados del cadáver. Se preparó un molde de silicona de alta precisión alrededor de los huesos originales. La resina epóxica fue vertida en estos moldes de silicona y curada para producir réplicas precisas de los huesos. Finalmente, los nervios plastinados fueron cuidadosamente montados sobre los modelos óseos artificiales, asegurando una representación anatómica precisa y funcional del plexo pélvico como se observa en la figura 2.

## 4 Discusión de resultados

En este estudio, se confirmó que los hallazgos en el modelo biológico respaldan la distribución del plexo hipogástrico descrita en la revisión sistemática previa. Se identificaron las principales ramas del plexo, incluyendo el sacro, tibial, fibular común, pudiendo, así como nervios específicos como los del glúteo superior e inferior, obturador interno y gemelo superior como se observa en la figura 1. La metodología, que incluyó plastinación del segmento pélvico y elaboración de modelos óseos con moldes de silicona y resina, demostró ser eficaz para la preservación y montaje del plexo pélvico. Estos resultados no solo validan conocimientos anatómicos existentes, sino que también proporcionan una herramienta didáctica innovadora para la enseñanza de la anatomía pélvica, con potencial impacto significativo en la formación de profesionales de la salud.

Aunque estos avances podrían influir en la práctica clínica futura, es importante señalar que en esta etapa del proyecto, la aplicación con carácter social se limita principalmente al ámbito educativo. Sin embargo, el estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, contribuyendo al bienestar (ODS 3), promoviendo la educación médica (ODS 4), y fomentando la igualdad de acceso a la información médica (ODS 10). Estos resultados fortalecen las bases del proyecto, abriendo nuevas vías para la investigación y la educación en anatomía pélvica, aunque se reconoce la necesidad de desarrollar futuras aplicaciones con un impacto social más amplio.

## 5 Conclusiones y perspectivas futuras

Este proyecto de investigación profundiza en la anatomía del plexo hipogástrico inferior, destacando su relevancia en cirugías de reconstrucción pélvica y el manejo de patologías como los micro traumas acumulativos y la neuropatía pudenda. Mediante una revisión sistemática, se exploró su origen embriológico, formación anatómica y relaciones estructurales, culminando en la creación de un modelo pélvico tridimensional. Este modelo integra fibras nerviosas extraídas de un modelo biológico para proporcionar una visualización detallada del plexo en su contexto anatómico completo. Se enfatizó también la importancia educativa al vincular este estudio con los ODS, específicamente promoviendo una educación de calidad y reduciendo las disparidades en el acceso al conocimiento médico especializado, de manera que se eficiente recursos al contar con modelos para la enseñanza. Se sugiere como futuro trabajo la creación de un simulador avanzado para la educación clínica, permitiendo a estudiantes estudiar modelos tanto normales como patológicos de manera personalizada. Además, se propone investigar para mejorar la precisión diagnóstica de patologías asociadas así como intervenciones médico-quirúrgicas, con el potencial de mejorar los pronósticos a través de tratamientos más efectivos y oportunos.

## 6 Agradecimientos

Expresamos nuestro más profundo agradecimiento a la Facultad de Medicina por su invaluable apoyo en servicios e instalaciones, fundamentales para la realización de este trabajo. De manera especial, reconocemos la orientación del Dr. Eric Alejandro González Sánchez, así como la generosa contribución de los participantes del programa de donación de cuerpos, cuyo altruismo ha sido esencial para el progreso en nuestra investigación médica.

## 7 Referencias

1. Lovejoy, C. O., Suwa, G., Spurlock, L., Asfaw, B., & White, T. D. (2009). The pelvis and femur of *Ardipithecus ramidus*: the emergence of upright walking. *Science (New York, N.Y.)*, 326(5949), .
2. Gruss, L. T., & Schmitt, D. (2015). The evolution of the human pelvis: changing adaptations to bipedalism, obstetrics and thermoregulation. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 370(1663), 20140063.
3. Strasser, E., Fleagle, J., Rosenberger, A. L., & McHenry, H. (Eds.). (2013). *Primate locomotion: recent advances*.
4. Jungers, W. L. (1988). Relative joint size and hominoid locomotor adaptations with implications for the evolution of hominid bipedalism. *Journal of Human Evolution*, 17(1-2), 247-265. [https://doi.org/10.1016/0047-2484\(88\)90056-5](https://doi.org/10.1016/0047-2484(88)90056-5)
5. Simpson, S. W., Quade, J., Levin, N. E., Butler, R., Dupont-Nivet, G., Everett, M., & Semaw, S. (2008). A female *Homo erectus* pelvis from Gona, Ethiopia. *Science (New York, N.Y.)*, 322(5904), 1089-1092. <https://doi.org/10.1126/science.1163592>
6. Riederer BM. Plastination and its importance in teaching anatomy. *Critical points for long-term preservation of human tissue. J Anat.* 2014 Mar;224(3):309-15. doi: 10.1111/joa.12056. Epub 2013 Apr 29. PMID: 23621482; PMCID: PMC3931543.
7. Sora, M. C., Latorre, R., Baptista, C., & López-Albors, O. (2019). Plastination-A scientific method for teaching and research. *Anatomia, histologia, embryologia*, 48(6), 526-531. <https://doi.org/10.1111/ahe.12493>



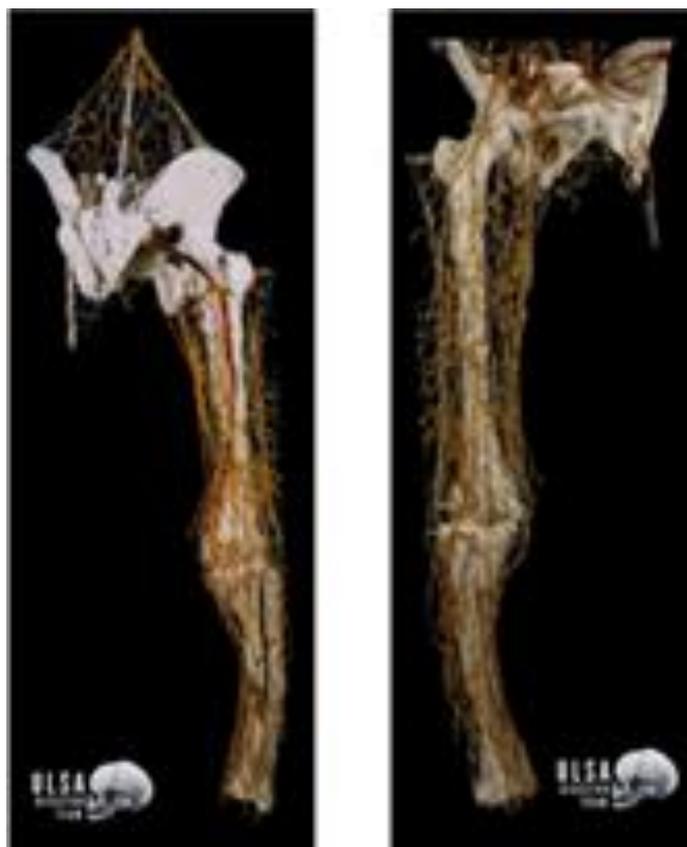
**Figura 1.** Imagen que ilustra las relaciones anatómicas de la región abdominal y pélvica.



Figura 2. Imagen que muestra la elaboración de modelos óseos.



Figura 3. Se muestran las divisiones anatómicas que delimitan al plexo hipogástrico inferior y superior.



**Figura 4.** se muestran los nervios de relevancia del plexo hipogástrico inferior desde una perspectiva lateral.