

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**MODELO ANIMAL DE HIDROPERITONEO EN RATA WISTAR POR
FASES PARA ENTRENAMIENTO NEUROQUIRÚRGICO DE
NEUROENDOSCOPIA VENTRICULAR**

Por

SAUL RICARDO AMPARAN CARRILLO

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN NEUROCIRUGÍA**

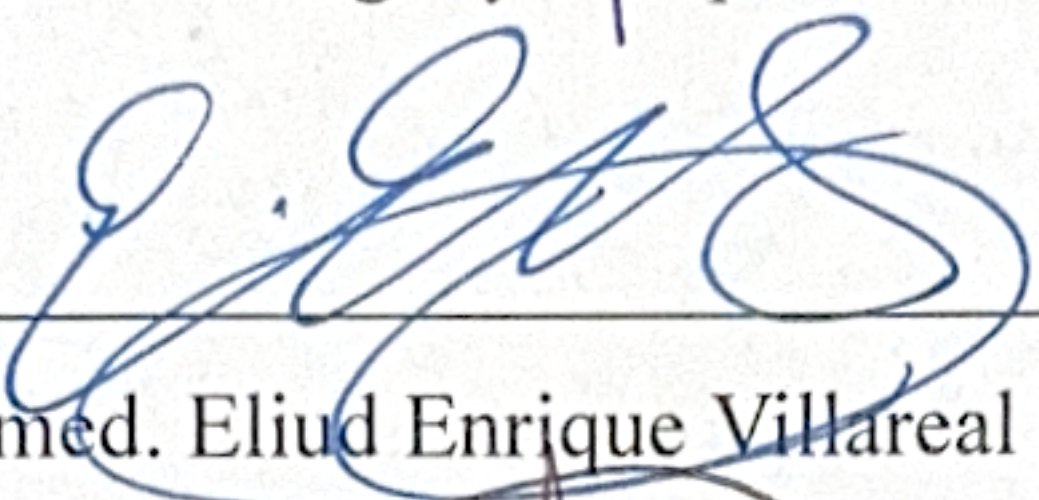
FEBRERO 2026

APROBACIÓN POR EL COMITÉ DE TESIS

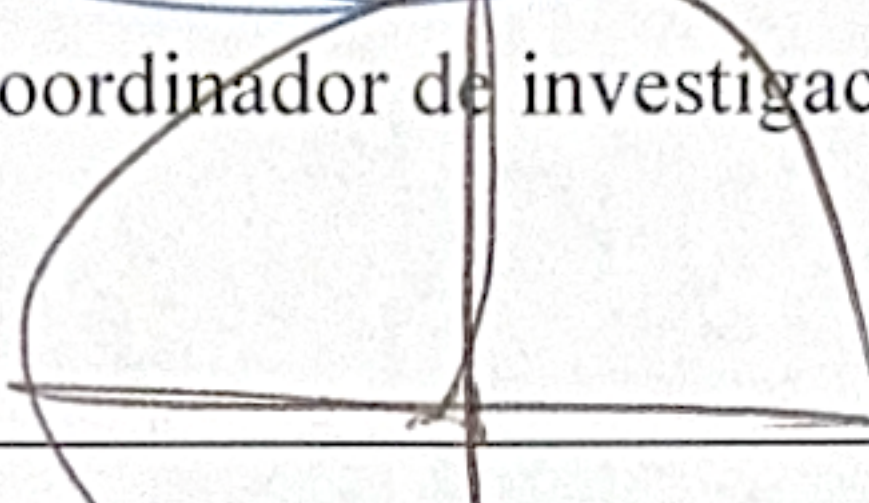


Dr. Med. Ángel R. Martínez Ponce de León

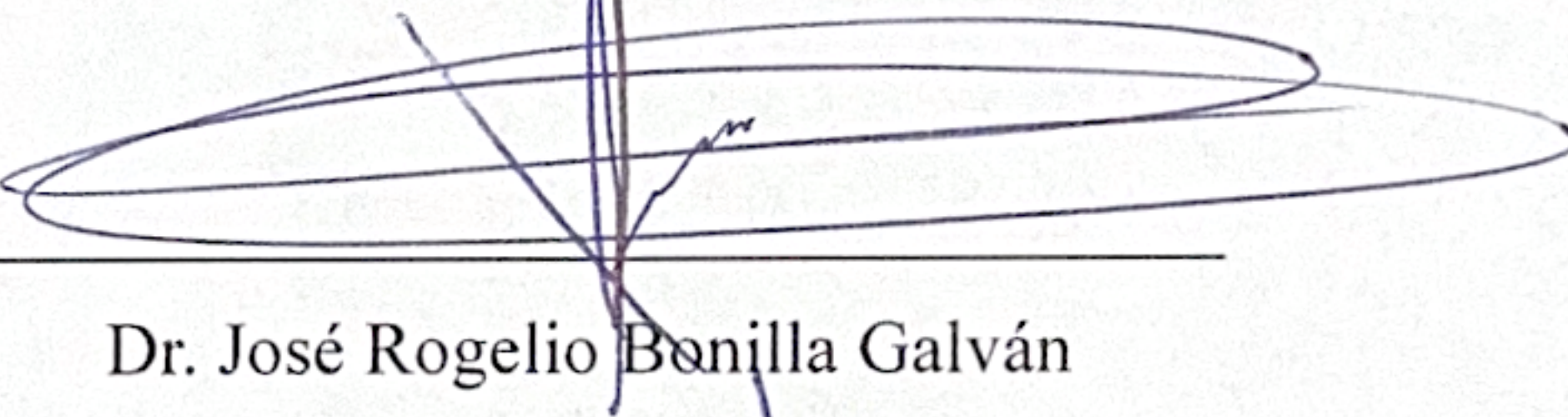
Jefe de Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular Neurológica



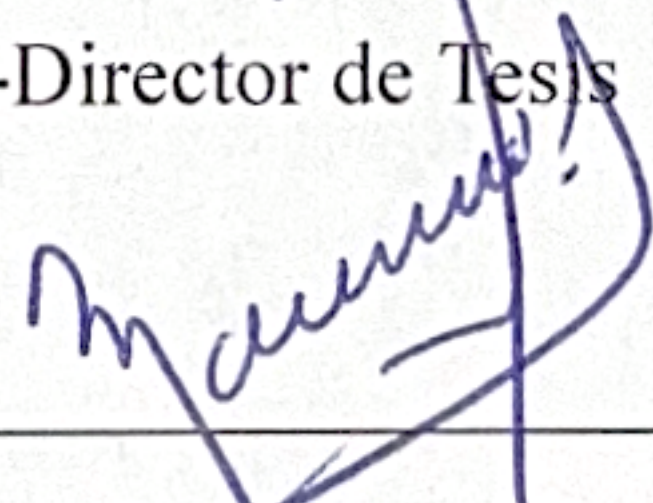
Dr. med. Eliud Enrique Villareal Silva
Coordinador de investigación



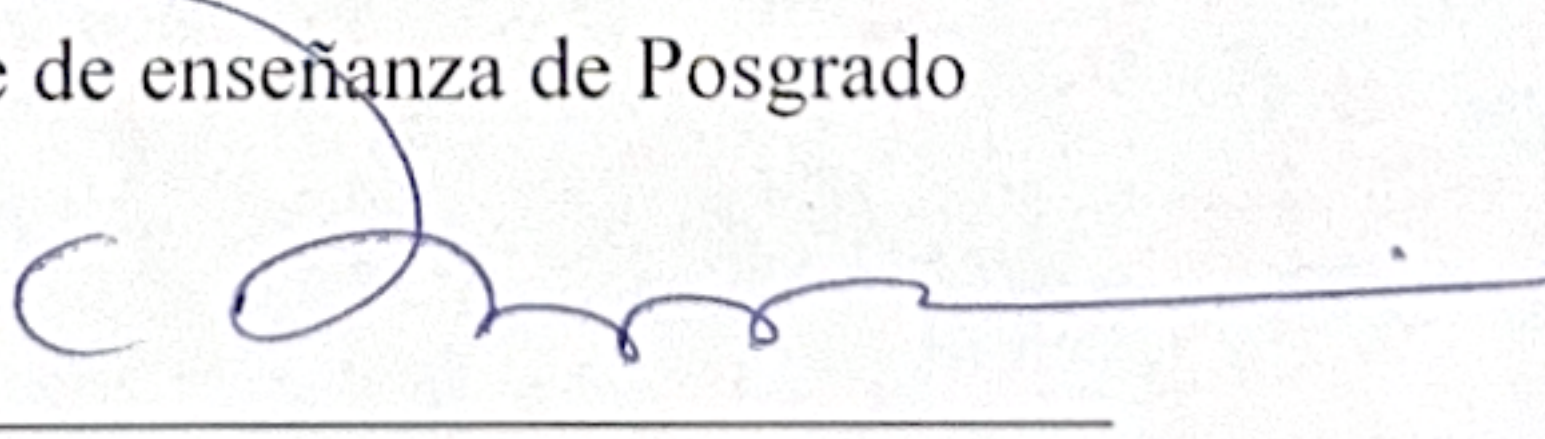
Dr. José Ascención Arenas Ruíz
Director de Tesis



Dr. José Rogelio Bonilla Galván
Co-Director de Tesis



Dr. Mauricio Arteaga Treviño
Jefe de enseñanza de Posgrado



Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

COLABORADORES

Dr. Saul Ricardo Amparan Carrillo

Dr. José Ascención Arenas Ruiz

Dr. Eliud Enrique Villarreal Silva

Dr. med. Ángel Raymundo Martínez Ponce de León

Dr. med. Alejandro Quiroga Garza

Est. Alicia Treviño Rodríguez

1. Universidad Autónoma de Nuevo León, Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular Neurológica, Hospital Universitario, “Dr. José Eleuterio González”.
2. Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Anatomía, Hospital Universitario, “Dr. José Eleuterio González”.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Nuevo León y a la Facultad de Medicina, por la formación y el entorno académico que hicieron posible este trabajo.

A las instituciones que otorgaron los recursos y la beca que sostuvieron este proyecto.

A mi Director de Tesis y a mis maestros, cuyo acompañamiento y enseñanzas fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por su presencia constante y por darme claridad en cada etapa del camino.

A mi familia, cuyo ejemplo de trabajo, apoyo incondicional y fortaleza han sido siempre mi base y mi guía.

A mis amigos, por equilibrar el trayecto cuando más se necesitaba.

Y a quien, en un momento significativo de mi formación, acompañó mis días más exigentes con paciencia y sincero apoyo, dejando un recuerdo que agradezco profundamente.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	iv
LISTA DE ABREVIATURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	10
III. OBJETIVOS	12
IV. MATERIAL Y MÉTODOS	14
V. RESULTADOS	22
VI. DISCUSIÓN	29
VII. CONCLUSIÓN	33
VIII. BIBLIOGRAFÍA	36
IX. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ETV: Ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo

LCR: Líquido cefalorraquídeo

LACEQ: Laboratorio de Anatomía Clínica y Entrenamiento Quirúrgico

CICUAL: Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio

NOM: Norma Oficial Mexicana

RPBI: Residuos Peligrosos Biológicos - Infecciosos

EPS: Poliestireno expandido

VR: Realidad Virtual

UANL: Universidad Autónoma de Nuevo León

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de las características de los modelos de entrenamiento en neuroendoscopia.	6
Tabla 2. Hitos históricos en la evolución de la neuroendoscopia ventricular	7
Tabla 3. Características demográficas y nivel de experiencia de la muestra.	24
Tabla 4. Resumen de Evaluación Cualitativa y Percepción del Modelo	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posicionamiento del biomodelo bajo anestesia	16
Figura 2. Montaje de la torre de endoscopia e instrumental	17
Figura 3. Verificación del sistema de irrigación	18
Figura 4. Creación del hidroperitoneo y técnica de sellado con bolsa de tabaco	19
Figura 5. Fenestración de la vejiga urinaria.	20
Figura 6. Secuencia de simulación de hemorragia y hemostasia.	21
Figura 7. Secuencia de simulación de ventriculostomía endoscópica (ETV).	21
Figura 8. Comparación de tiempo neuroendoscópico total por pareja	25

RESUMEN

Introducción. La neuroendoscopia ventricular conlleva una curva de aprendizaje prolongada y riesgos significativos en la práctica clínica. Los modelos de simulación actuales presentan limitaciones en fidelidad tisular y simulación de sangrado. Este trabajo validó un modelo de simulación de hidroperitoneo en rata Wistar viva como herramienta para el entrenamiento de habilidades neuroendoscópicas y manejo de complicaciones.

Material y Métodos. Estudio piloto, prospectivo, descriptivo y longitudinal en un periodo de cuatro meses. Se incluyó una muestra de seis neurocirujanos estratificados en tres parejas según experiencia, quienes realizaron un procedimiento estandarizado de siete fases (desde montaje hasta ventriculostomía simulada). Se midió el "Tiempo de neuroendoscopia efectivo", éxito técnico en hemostasia y percepción subjetiva mediante escala de Likert y cuestionarios validados.

Resultados. La Pareja 1 redujo su tiempo operatorio total en un 44.8% (de 19:53 a 10:58 minutos) entre sesiones. La Pareja 2 logró una reducción del 26.0%. La Pareja 3 presentó dificultades de adaptación a la interfaz y complicaciones técnicas. En la fase de hemostasia hepática, se logró el control del sangrado en el 100%. La percepción global de utilidad didáctica fue de 9.8/10; el 50% de los participantes reportó mayor seguridad clínica post-entrenamiento, mientras que el 83% otorgó la puntuación máxima al efecto de aprendizaje del modelo..

Discusión. El modelo permitió distinguir eficazmente la competencia tecnológica; los participantes con menor experiencia previa mostraron una curva de aprendizaje acelerada, mientras que los expertos enfrentaron retos ergonómicos por la inversión de ejes en la fase vesical. La capacidad de realizar coagulación bipolar real en medio líquido se identificó como la superioridad técnica principal frente a modelos cadavéricos.

Conclusión. El modelo de hidroperitoneo en rata Wistar es una herramienta factible, de bajo costo y alta fidelidad que permite la adquisición acelerada de destrezas psicomotoras y el manejo realista de hemostasia. Se recomienda su implementación complementaria en programas de residencia, priorizando la fijación rígida del espécimen para optimizar la precisión.

Puntos clave del estudio

1. Validamos el modelo de simulación intraperitoneal en rata Wistar viva como una herramienta accesible y de alta fidelidad que permite reproducir maniobras críticas de la neuroendoscopia ventricular fuera de quirófano.
2. Demostramos una curva de aprendizaje positiva y acelerada en médicos en formación (residentes), objetivada mediante una reducción significativa (hasta 44.8%) en los tiempos de ejecución entre sesiones.
3. Identificamos que la gestión de la hemostasia activa en medio líquido es la mayor fortaleza del modelo frente a simuladores cadavéricos, permitiendo el uso real de coagulación bipolar ante sangrado biológico.
4. Evidenciamos que la adaptación a la interfaz visoespacial y la ergonomía del modelo (inversión de ejes) funcionan como un discriminador de competencia tecnológica, presentando retos únicos incluso para neurocirujanos experimentados.
5. Confirmamos la factibilidad de implementación de este protocolo estandarizado por fases en los programas de residencia para mejorar la seguridad del paciente y la adquisición de habilidades psicomotoras finas.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

La adquisición de habilidades en neuroendoscopia ventricular presenta desafíos significativos debido a la complejidad técnica y la necesidad de seguridad del paciente, lo cual conlleva una curva de aprendizaje prolongada [1]. Los métodos de simulación actuales como cadáveres o realidad virtual poseen limitaciones en costo, disponibilidad y fidelidad, particularmente en la simulación de tejido vivo y sangrado. Este proyecto evalúa un modelo de simulación alternativo y de bajo costo propuesto por Jaimovich et al. [1], utilizando ratas Wistar vivas en las que se induce un hidroperitoneo para recrear la cavidad ventricular, empleando las estructuras intraabdominales (mesenterio, hígado) como análogos anatómicos para la ejecución de maniobras quirúrgicas..

El objetivo principal de esta fase piloto inicial es determinar la factibilidad y el didactismo percibido de este modelo. Para ello, seis neurocirujanos divididos en tres parejas con distintos grados de experiencia y familiarización con el modelo realizarán procedimientos simulados clave (exploración, fenestración, biopsia, hemostasia) en el modelo. La recolección de datos se centrará en el análisis cualitativo de la percepción experta mediante cuestionarios y/o entrevistas, complementado con datos descriptivos observacionales y parámetros de tiempo. Los resultados de esta evaluación inicial por expertos son cruciales para identificar la utilidad práctica, las limitaciones y las mejoras necesarias del modelo, sentando las bases para su posible validación futura y aplicación en programas de entrenamiento neuroquirúrgico.

MARCO TEÓRICO

La neuroendoscopia, es una subespecialidad de la neurocirugía mínimamente invasiva en la cual se utiliza el endoscopio para la visualizar y realizar procedimientos en estructuras intracraneales profundas y/o con trayectorias de acceso estrechas [2].

Desde una perspectiva técnica, estos se distinguen por una configuración física rígida, cualidad necesaria para garantizar la estabilidad operativa y asegurar una transmisión fidedigna de los movimientos manuales ejecutados por el cirujano [3]. Las dimensiones del instrumento son variables y funcionales; por ejemplo, el diámetro

externo —que en la neuroendoscopia ventricular oscila habitualmente entre 2.7 mm y 4 mm— determina directamente tanto la amplitud del campo visual como la capacidad del canal de trabajo [3]. La presencia de uno o más de estos canales es crítica, ya que faculta el paso de instrumental fino y la gestión simultánea de sistemas de irrigación y succión para preservar la claridad del campo durante las maniobras quirúrgicas [3].

Asimismo, la longitud de trabajo estándar se sitúa en los 18 cm, una medida diseñada para permitir el acceso a estructuras intracraneales profundas, ya sea mediante trépanos o abordajes endonasales [4]. Finalmente, la versatilidad óptica del sistema se optimiza mediante la disponibilidad de diversos ángulos en la lente distal (0°, 30°, 45° y 70°); si bien la lente de 0° ofrece una visión directa anterógrada, el uso de ópticas anguladas resulta fundamental para visualizar estructuras que permanecerían ocultas en recesos anatómicos complejos [4].

El equipamiento del sistema de endoscopia es la fuente de luz, cámara de video de alta definición, sistemas de irrigación y succión, instrumental microquirúrgico endoscópico, como pinzas de biopsia, tijeras, electrodos de coagulación monopolar y bipolar entre otros [3, 4].

De acuerdo con los principios generales descritos por Schroeder [4], las intervenciones endoscópicas en el sistema ventricular se categorizan como diagnósticas, terapéuticas o combinadas. Asimismo, el autor establece que el acceso estándar implica la introducción del endoscopio a través del parénquima cerebral mediante un trépano craneal, cuya ubicación se determina estratégicamente utilizando referencias anatómicas específicas para la planificación quirúrgica [4].

Dentro del espectro terapéutico, la literatura destaca las siguientes aplicaciones principales, posicionando a la ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo como el procedimiento angular para el manejo de la hidrocefalia obstructiva, logrando el restablecimiento de la dinámica del líquido cefalorraquídeo mediante la fenestración del

piso ventricular hacia la cisterna interpeduncular [2, 4]. Asimismo, la técnica se emplea eficazmente en la fenestración de quistes aracnoideos, facilitando la comunicación directa de sus paredes con el sistema ventricular o las cisternas basales para mitigar el efecto de masa [4, 5]. En esta misma línea, se aborda el tratamiento de los quistes coloides, los cuales, al ubicarse frecuentemente en la región anterior del tercer ventrículo en proximidad al foramen de Monro, pueden precipitar hidrocefalia obstructiva aguda; en este escenario, la endoscopia faculta la aspiración del contenido y la coagulación o resección de la pared del quiste, constituyendo una alternativa de mínima invasión frente a la microcirugía [4, 6].

Adicionalmente, la versatilidad instrumental del endoscopio faculta la ejecución de maniobras complejas como la septostomía, la obtención de biopsias de lesiones intraventriculares, la remoción de cuerpos extraños y el drenaje de colecciones hemáticas con extensión al sistema ventricular [4]."

En la práctica el neurocirujano trabaja en un espacio tridimensional reducido y con un monitor bidimensional, por lo cual requiere adaptarse a la configuración visoespacial [3, 7]. Esto requiere también demasiada precisión y destreza para respetar estructuras anatómicas y vasculares [3, 4]. Otro de los retos es la hemostasia en un medio líquido (líquido cefalorraquídeo) ya que aunque se trate de un sangrado mínimo puede tener un gran impacto en el campo visual [4, 8]. La orientación dentro del sistema ventricular y el reconocimiento de estructuras anatómicas es primordial para la seguridad y ejecutividad del procedimiento [4]. Esto subraya la existencia de una curva de aprendizaje para nada despreciable asociada a la neuroendoscopia ventricular [7].

Existen múltiples métodos de entrenamiento utilizados en el campo de la neuroendoscopia ventricular, todos con sus ventajas y desventajas [9].

Asistencia en cirugía real: Es el método más común de aprendizaje ("ver uno, hacer uno, enseñar uno") que sí es primordial, tiene limitaciones éticas y de seguridad con riesgo elevado para el paciente asociados a la curva de aprendizaje en su inicio [1, 9].

Modelos cadavéricos: La ventaja radica en la familiarización con la anatomía tridimensional real. A este modelo se le pueden realizar mejoras con la introducción de un sistema de perfusión para la simulación de líquido cefalorraquídeo o flujo sanguíneo [9, 10]. Su desventaja es la carencia de respuesta a los tejidos vivos, su baja disponibilidad y alto costo pueden ser factores determinantes.

Modelos sintéticos o de impresión 3D: Estos brindan plataformas reproducibles y de bajo costo. Entre sus ventajas está el cierto grado de retroalimentación táctil y se pueden simular regiones anatómicas específicas. Su desventaja también es la pobre fidelidad tisular y la limitación en la de las propiedades tisulares. Estas desventajas pueden compensarse en modelos híbridos con tejido animal o cadavérico [9].

Simuladores de realidad virtual: Estos tienen la ventaja de repetir el procedimiento numerosas veces, en un entorno virtual, se pueden emplear para desarrollar destrezas básicas o planificar procedimientos pero no son útiles para la realimentación táctil realista ni para la fidelidad visual [9].

Modelos animales: Se utilizan animales vivos o muertos. En los modelos vivos se tienen la ventaja de manipular tejido biológico real, con respuesta tisular a la manipulación [1, 7, 9]. Se han utilizado modelos porcinos para el entrenamiento endonasal [9] y caninos para cirugía de seno cavernoso [11]. Y específicamente se ha propuesto y validado un modelo utilizando ratas Wistar vivas para simular procedimientos neuroendoscopios[1].

Tabla 1. Comparación de las características de los modelos de entrenamiento en neuroendoscopia.

Modelo de Entrenamiento	Ventajas Principales	Limitaciones / Desventajas
Cadáver Humano	Anatomía real perfecta. Referencias tridimensionales exactas.	No hay sangrado activo. Tejido rígido (si está fijado). Costo elevado y baja disponibilidad.
Realidad Virtual (VR)	Repetición ilimitada. Escenarios variados. Sin riesgo biológico.	Falta de fidelidad háptica (tacto). Gráficos no siempre realistas. Costo inicial alto.
Modelos Sintéticos	Bajo costo. Reproducibles. Portátiles.	Pobre fidelidad de tejidos. Sin respuesta fisiológica.
Animal Vivo (Rata)	Tejido vivo real. Hemostasia activa (sangrado). Dinámica de fluidos real.	Anatomía diferente a la humana. Requiere ética y bioterio. Necesidad de anestesia.

ANTECEDENTES

El desarrollo del 'Lichtleiter' (conductor de luz) a principios del siglo XIX marcó la génesis de la exploración visual de cavidades anatómicas, un hito conceptual atribuido a Bozzini [2,12]; sin embargo, su implementación clínica sistemática se vio imposibilitada por las severas restricciones ópticas y de iluminación prevalentes en aquel periodo [11]. En el contexto neuroquirúrgico de inicios del siglo XX, el acceso al sistema ventricular fue intentado mediante la adaptación de instrumental urológico —como cistoscopios y ureteroscopios—, destacándose en estas aplicaciones pioneras figuras como Victor Lespinasse, Walter Dandy y William Mixter. El término 'ventriculoscopia' fue formalmente acuñado en 1922 tras reportarse una experiencia técnica insatisfactoria con el uso del cistoscopio por Walter Dandy, evolución que culminaría años más tarde con el diseño del primer ventriculoscopio específico descrito por Tracy Putnam y subsecuentemente perfeccionado por John Scarff [2].

La evolución de la imagen óptica experimentó un salto cualitativo en 1959 gracias a la integración de la fibra óptica y los sistemas de lentes de varilla (rod-lens), conceptos desarrollados junto con el lente de zoom por el físico británico Harold Hopkins [12]. Esta transición hacia la neuroendoscopia moderna se consolidó posteriormente mediante la adopción de lentes gran angulares de visión lateral, una

innovación introducida por Michael Apuzzo que optimizó parámetros críticos como la claridad, la iluminación y la maniobrabilidad instrumental. Dicha progresión tecnológica culminó a principios de la década de 1990 con las modificaciones estructurales al canal de trabajo del endoscopio rígido realizadas en París por Philippe Decq, lo cual facultó la ejecución de procedimientos terapéuticos específicos, tales como la ventriculocisternostomía en quistes aracnoideos supraselares y el abordaje endoscópico de quistes coloides [5, 6].

El uso de animales en la formación quirúrgica tiene una larga historia, son viables para prácticas y experiencia en tejido vivo [7, 9]. En neurocirugía un antecedente relevante fue el uso de los animales pequeños como las ratas Wistar en habilidades finas y precisas requeridas en cirugía mínimamente invasiva [13,14].

Sobre esta base y reconociendo la necesidad de un simulador neuroendoscópico accesible y de alta fidelidad, Jaimovich y colaboradores desarrollaron y presentaron en 2015 el modelo de simulación intraperitoneal en rata Wistar viva, en el que no se accede al cerebro de la rata, el entrenamiento consiste en la utilización de la cavidad intraperitoneal generando un hidroperitoneo simulando procedimientos de neuroendoscopia ventricular [1].

Tabla 2. Hitos históricos en la evolución de la neuroendoscopia ventricular

Año	Autor / Pionero	Aportación / Hito
1806	Philipp Bozzini	Invencción del "Lichtleiter" (primer endoscopio primitivo).
1910	V. Lespinasse	Primer uso de cistoscopio en ventrículos laterales.
1922	Walter Dandy	Acuña el término "Ventriculoscopia" y describe la coridoplexectomía.
1959	Harold Hopkins	Desarrollo del sistema de lentes de varilla (Rod-lens) que mejoró la óptica.
1990s	Philippe Decq	Adaptación del endoscopio rígido para quistes aracnoideos y coloides.
2015	Jaimovich et al.	Descripción del modelo de entrenamiento en rata Wistar viva.

Fuente: Elaboración propia basada en Decq et al. [2] y Linder et al. [12]

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La neuroendoscopia ventricular se asocia con una curva de aprendizaje prolongada que requiere una práctica constante para el desarrollo de habilidades psicomotoras y visoespaciales [1, 9]. Realizar esta práctica en pacientes conlleva riesgos de seguridad y preocupaciones éticas importantes.

Para disminuir este riesgo, se han desarrollado diversos modelos de simulación. Sin embargo, las opciones existentes presentan limitaciones para simular de una manera realista una complicación frecuente e importante como el sangrado transoperatorio.

El modelo de simulación intraperitoneal en rata Wistar viva propuesto por Jaimovich et al. [1] surge como una solución accesible, ofreciendo un entorno con tejido vivo dentro de una cavidad líquida simulada y a un costo relativamente bajo [1]. A pesar de su validación inicial, requiere evaluar su efectividad como herramienta de enseñanza en nuestro medio y determinar su utilidad para cirujanos en distintas etapas de formación.

Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿El modelo de simulación intraperitoneal en rata Wistar es una plataforma de entrenamiento eficaz que permite a los neurocirujanos en formación la adquisición de competencias en habilidades técnicas de la neuroendoscopia ventricular incluyendo gestión de eventos transoperatorios como el sangrado y mejora la percepción de seguridad clínica para su aplicación en el entorno clínico?

JUSTIFICACIÓN

La seguridad es primordial en cualquier disciplina quirúrgica. Debido al riesgo elevado derivado de los procedimientos intracraneales, el adquirir habilidades técnicas en un entorno seguro y controlado antes de realizarlo en pacientes es un deber ético y práctico. El entrenamiento basado en la simulación proporciona una oportunidad de

práctica y repetición de tareas así como el aprendizaje sin consecuencias para el paciente, reduciendo así la curva de aprendizaje y mejorando los resultados clínicos.

Existe una necesidad de validación científica de los modelos de simulación abordando las deficiencias de las opciones existentes. El modelo de rata Wistar tiene características distintivas, como la capacidad de simular hemostasia activa en tejido vivo y su viabilidad económica, lo cual justifica evaluar su implementación en nuestro medio.

Capítulo II

HIPÓTESIS

Hi. El modelo será percibido por los participantes como una herramienta didáctica eficaz con una tendencia hacia la reducción en los tiempos de ejecución entre la primera y segunda práctica realizada.

Ho. El modelo NO será percibido por los participantes como una herramienta didáctica eficaz y no presentará una tendencia hacia la reducción en los tiempos de ejecución entre la primera y segunda práctica realizada.

Capítulo III

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la factibilidad y el valor didáctico del modelo de simulación intraperitoneal en rata Wistar viva, a través de su aplicación en un grupo de neurocirujanos con diferentes grados de experiencia, para validarlo como herramienta de formación complementaria en el entrenamiento en neuroendoscopia ventricular.

Objetivos particulares

Describir y estandarizar la metodología para la preparación y uso del modelo de rata Wistar en el entorno del laboratorio local.

Evaluar la factibilidad técnica y logística de implementación del modelo con los recursos disponibles en nuestro medio.

Establecer y evaluar 7 fases distintas del procedimiento simulado para permitir una sistematización y análisis estratificado del entrenamiento.

Medir y analizar descriptivamente el tiempo de ejecución por fase y el tiempo de neuroendoscopia efectiva para cada una de las 6 sesiones prácticas.

Evaluar la percepción subjetiva de los participantes sobre el didactismo, la utilidad para el entrenamiento y el grado de dificultad de cada fase específica y la práctica completa.

Identificar desafíos técnicos, puntos críticos asociados a cada fase del procedimiento.

Recopilar sugerencias cualitativas de los expertos para la optimización del modelo y de cada fase establecida.

Capítulo IV

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de tipo piloto, prospectivo, descriptivo y longitudinal con un diseño de medidas repetidas. El desarrollo experimental tuvo lugar entre septiembre y diciembre de 2025 en las instalaciones del Laboratorio de Anatomía Clínica y Entrenamiento Quirúrgico (LACEQ) del Departamento de Anatomía Humana, en colaboración con el Servicio de Neurocirugía y Terapia Endovascular Neurológica del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El protocolo de investigación (clave PI25-00264) fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación y el Comité de Investigación de la institución. El manejo de los animales se apegó estrictamente a la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 y a los lineamientos del Comité Institucional para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (CICUAL) [15]. Se aplicó el principio de las "Tres Erres", justificando el uso del modelo vivo para evaluar la hemostasia y respuesta tisular, aspectos no replicables en simuladores sintéticos.

La muestra biológica consistió en seis (N=6) ratas Wistar (*Rattus norvegicus*), sexo indistinto, con un peso mayor a 200 g y edad superior a 2 meses. Los especímenes fueron proporcionados por el bioterio del Departamento de Fisiología y trasladados al LACEQ 24 horas antes del procedimiento para su aclimatación. Las condiciones de alojamiento incluyeron ciclos de luz/oscuridad de 12 horas, temperatura controlada (~24°C) y alojamiento en cajas de acrílico con sustrato de aserrín, con acceso libre a agua y alimento previo a la cirugía.

Los participantes humanos fueron seis neurocirujanos divididos en tres grupos experimentales (parejas) según su nivel de experiencia, quienes otorgaron consentimiento informado verbal ante testigos. La estratificación de los grupos se diseñó para representar distintos escenarios de experiencia: un grupo liderado por un neurocirujano experto familiarizado con el modelo, un grupo liderado por un neurocirujano experto sin experiencia previa en el modelo, y un grupo conformado por neurocirujanos en formación sin experiencia previa en la técnica.

La inducción anestésica se administró vía intraperitoneal mediante una combinación de Xilacina al 10% (7 mg/kg) como tranquilizante y Tiletamina con Zolacepam (15 mg/kg) como agente anestésico disociativo.

Se verificó la profundidad anestésica confirmando la ausencia de reflejos podales y corneales. Durante el procedimiento, se monitorizaron cada 5 a 10 minutos los signos vitales (frecuencia respiratoria, coloración de mucosas, tiempo de llenado capilar < 2 segundos y temperatura corporal). Se estableció un protocolo de rescate para casos de superficialización anestésica mediante la administración intramuscular de una microdosis de Xilacina al 10% (0.0004 ml).



Figura 1. Posicionamiento del biomodelo bajo anestesia

Se utilizó una torre de endoscopia con fuente de luz fría, cámara y monitor. Se empleó un endoscopio rígido tipo Hopkins con lente de 0 grados, instrumental de microcirugía, sistema de coagulación bipolar y catéteres Fogarty 3 French. Se utilizó aproximadamente 500 mililitros de solución fisiológica tibía por práctica para mantener la normotermia y el hidroperitoneo.



Figura 2. Montaje de la torre de endoscopia e instrumental

El procedimiento se sistematizó en una secuencia de siete fases con definiciones operacionales precisas para garantizar su reproducibilidad. La fase 1 (montaje) consistió en la preparación y verificación de la torre de endoscopia y sistema de irrigación.

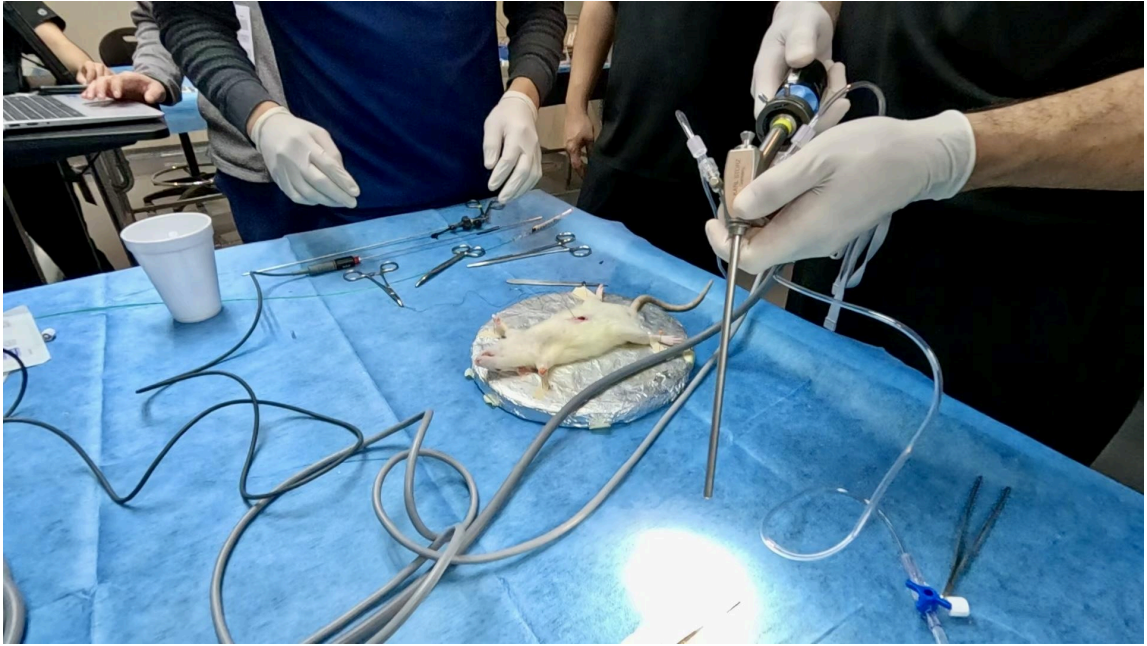


Figura 3. Verificación del sistema de irrigación

En la fase 2 (hidroperitoneo y acceso) bajo anestesia profunda, se realizó una incisión abdominal periumbilical e inserción del endoscopio asegurando el sellado hermético con una sutura en bolsa de tabaco para permitir la creación del espacio de trabajo con solución tibia (100-150 ml).



Figura 4. Creación del hidroperitoneo y técnica de sellado con bolsa de tabaco

Posteriormente en la fase 3 (navegación) se procedió a la exploración sistemática de estructuras análogas identificando hígado, bazo, vejiga y diafragma. La fase 4 (fenestración de vejiga) simuló el manejo de un quiste coloide mediante la realización de cortes controlados en la pared de la vejiga urinaria.

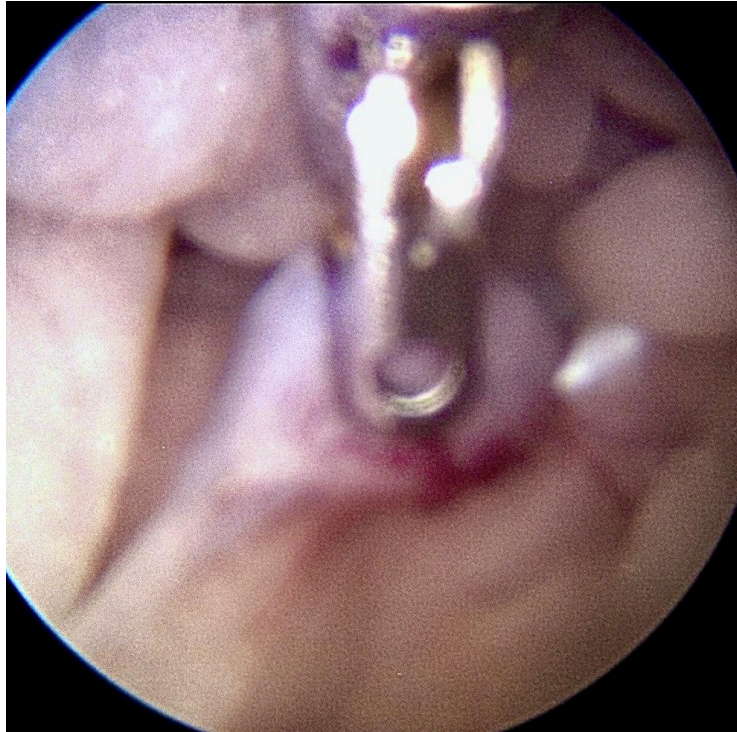


Figura 5. Fenestración de la vejiga urinaria.

Se observa la tracción de la pared vesical mediante pinza de biopsia para simular la apertura de un quiste coloide.

Para la fase 5 (biopsia y hemostasia) se efectuó una resección parcial del borde hepático induciendo sangrado deliberado, seguido de control hemostático mediante irrigación y coagulación bipolar en medio líquido para evaluar la visibilidad y control vascular.

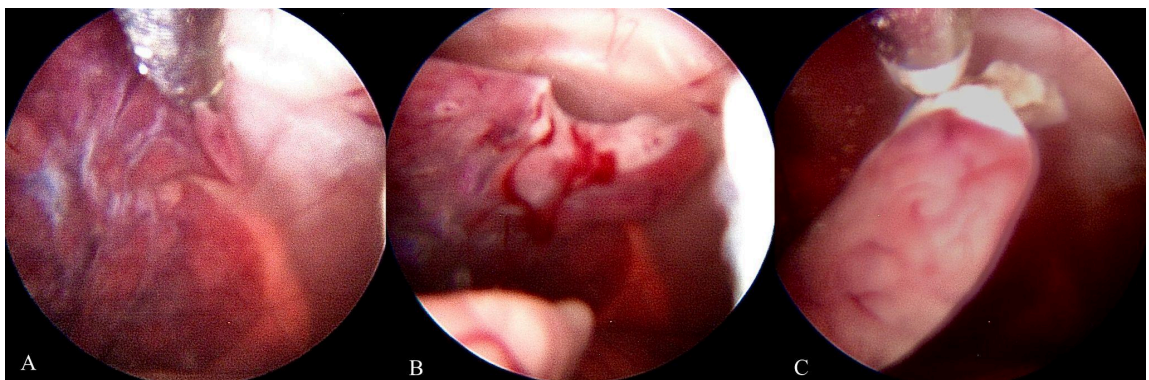


Figura 6. Secuencia de simulación de hemorragia y hemostasia.

A) Toma de biopsia hepática con pinza endoscópica. B) Evidencia de sangrado activo tras la resección del tejido ("marea roja"). C) Control hemostático efectivo mediante coagulación bipolar bajo irrigación continua.

La fase 6 (ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo simulada) implicó la perforación roma del diafragma y dilatación con catéter Fogarty para visualizar la cavidad torácica emulando la fenestración del piso del tercer ventrículo.

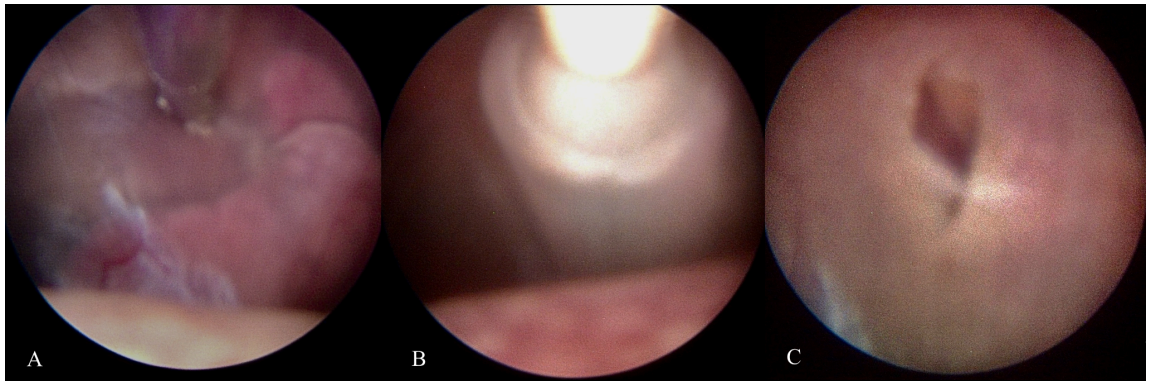


Figura 7. Secuencia de simulación de ventriculostomía endoscópica (ETV).

A) Posicionamiento y presión inicial de la punta roma sobre la superficie diafragmática. B) Dilatación controlada del defecto mediante la insuflación del balón de un catéter Fogarty. C) Visualización del estoma permeable finalizado, análogo a la fenestración del piso del tercer ventrículo.

Finalmente la fase 7 (finalización) comprendió el retiro del material y cierre de pared abdominal .

Al concluir el procedimiento experimental, estando el animal aún bajo anestesia profunda, se realizó la eutanasia humanitaria mediante dislocación cervical supervisada por personal veterinario. Los cadáveres fueron manejados conforme a la NOM-087-ECOL-SSA1-2002 (RPBI).

Se registraron los tiempos de ejecución y éxito técnico por fase. Se evaluó la percepción de los participantes mediante cuestionarios validados. El análisis estadístico descriptivo se centró en la comparación de tiempos entre sesiones para evaluar la curva de aprendizaje .

Capítulo V

RESULTADOS

El estudio incluyó una muestra total de seis neurocirujanos (N=6) organizados en tres grupos experimentales (parejas), generando un total de doce evaluaciones procedimentales y de percepción. El análisis demográfico reveló una distribución heterogénea en cuanto a la experiencia quirúrgica y formación académica, compuesta en un 66.6% por neurocirujanos adscritos y en un 33.4% por médicos residentes en formación de alta especialidad o subespecialidad. En cuanto a la experiencia profesional general, la distribución fue equitativa entre los diferentes rangos de antigüedad: un 16.7% cuenta con más de 15 años de práctica, un 16.7% entre 10 y 15 años, un 16.7% entre 5 y 10 años, y un 16.7% entre 1 y 5 años. El 33.3% restante correspondió a médicos en periodo de formación.

Respecto a la experiencia específica en neuroendoscopia ventricular, se clasificó a los participantes según el volumen de casos acumulados. La distribución resultante fue: un 33.3% de los participantes fueron clasificados como Expertos (>50 procedimientos), un 16.7% como Intermedios (10-50 procedimientos) y un 50% como Principiantes (<10 procedimientos), el 83.3% de la muestra (5 de 6 participantes) reportó no tener experiencia previa con el modelo biológico de rata Wistar utilizado en el protocolo y destacando que dos de los neurocirujanos adscritos con mayor antigüedad no contaban con experiencia previa en esta técnica específica.

Tabla 3. Características demográficas y nivel de experiencia de la muestra.

ID	Grado Académico / Rol	Años de Práctica Neuroquirúrgica	Procedimientos Ventriculares Realizados*	Nivel de Experiencia en Neuroendoscopia**
ID01	Neurocirujano Pediatra (Adscrito)	5 - 10 años	> 100	Experto
ID02	Residente (Fellow R1)	En formación	31	Intermedio
ID03	Neurocirujano Pediatra (Adscrito)	1 - 5 años	> 100	Experto
ID04	Residente (R5 Neurocirugía)	En formación	6	Principiante
ID05	Neurocirujano Adscrito	> 15 años	0	Principiante
ID06	Neurocirujano Adscrito	10 - 15 años	0	Principiante

*Suma aproximada de ventriculostomías, septostomías, fenestraciones y biopsias reportadas

** Clasificación basada en el volumen de casos: Principiante (<10), Intermedio (10-50), Experto (>50).

Para el análisis del desempeño técnico, se calculó el "Tiempo de Neuroendoscopia Efectivo", definido como la sumatoria de los tiempos de las fases de navegación, fenestración, hemostasia y ETV, excluyendo los tiempos de montaje y acceso. Los resultados cronométricos mostraron los siguientes comportamientos por grupo experimental:

La Pareja 1 (ID01 Neurocirujano Pediatra + ID02 Residente R1 neurocirugía pediátrica) registró un tiempo total de 19:53 minutos en la primera sesión y de 10:58 minutos en la segunda, lo que representa una diferencia absoluta de 8 minutos y 55 segundos y una reducción porcentual del 44.8%.

La Pareja 2 (ID03 Neurocirujano pediatra + ID04 Residente R5 neurocirugía) registró un tiempo de 14:51 minutos en la primera sesión y de 10:59 minutos en la

segunda, con una diferencia absoluta de 3 minutos y 52 segundos, equivalente a una reducción del 26.0% .

La Pareja 3 (ID05 y ID06, Neurocirujanos Adscritos) registró un tiempo de 37:27 minutos en la primera sesión y de 46:11 minutos en la segunda sesión. En los registros de observación de este grupo se documentaron incidencias relacionadas con la ergonomía y la fijación del espécimen a la mesa de trabajo. En la primera sesión de este grupo se registró el deceso del biomodelo asociado a hidroperitoneo excesivo, reportando la fase final del procedimiento como incompleta (tiempo cero) en esa ocasión. En la segunda sesión, tras registrar un tiempo de 17 minutos con 42 segundos en la fase de fenestración vesical sin lograr el objetivo técnico, se procedió a realizar las fases siguientes para preservar la viabilidad del modelo, completando exitosamente la hemostasia y la ETV simulada.

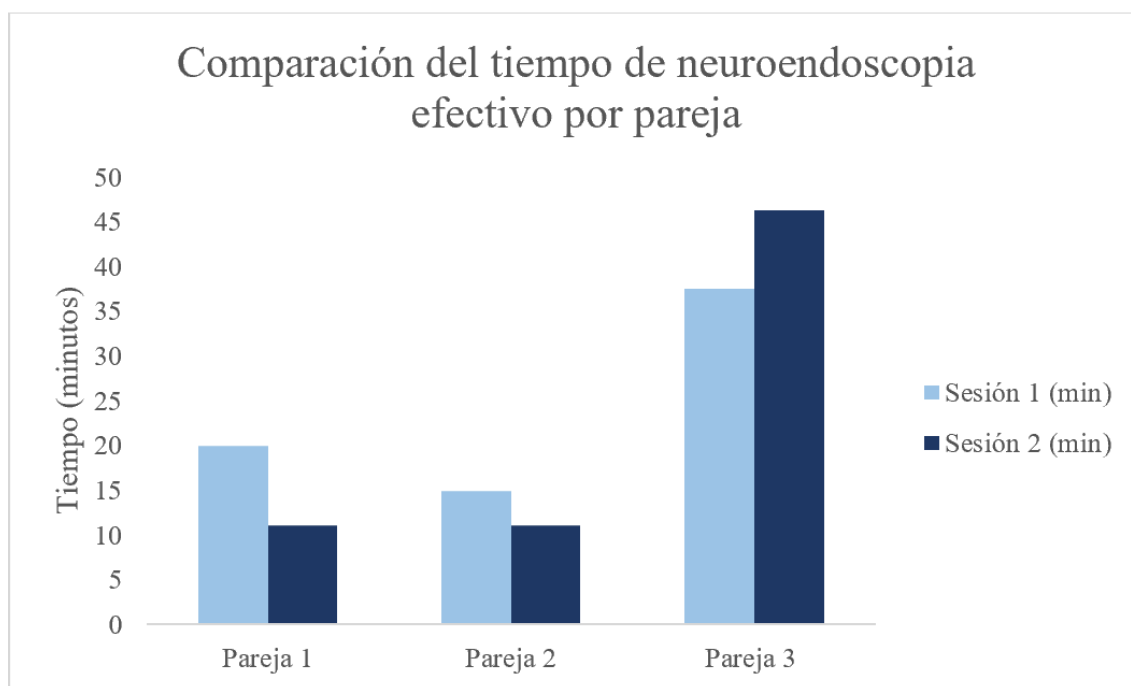


Figura 8. Comparación de tiempo neuroendoscópico total por pareja

En el análisis desglosado por fases procedimentales, se obtuvieron datos específicos que reflejan la evolución técnica. En la fase de navegación, la Pareja 1 redujo el tiempo de exploración de 2 minutos con 20 segundos a 50 segundos, mientras

que la Pareja 3 registró un tiempo de 18 minutos con 08 segundos en la primera sesión y de 3 minutos con 20 segundos en la segunda sesión. Para la fase de hemostasia, en el 100% de los casos donde se realizó la resección hepática (5 de 6 sesiones) se logró el control técnico del sangrado; la Pareja 2 redujo el tiempo de esta maniobra de 3 minutos con 49 segundos a 01 minuto con 43 segundos. La Pareja 3 realizó esta fase únicamente en la segunda sesión, registrando un tiempo de 13 minutos con 09 segundos. En la fase de fenestración vesical, la Pareja 1 redujo su tiempo de 8 minutos con 03 segundos a 02 minutos con 30 segundos; la Pareja 3 reportó fallo técnico en ambas sesiones. Finalmente, en la fase de ETV simulada, la Pareja 1 disminuyó el tiempo de 5 minutos con 11 segundos a 2 minutos con 43 segundos, y la Pareja 3 completó este procedimiento en la segunda sesión con un tiempo de 12 minutos.

Al analizar el desempeño por fases en los grupos que completaron el protocolo estándar (Parejas 1 y 2), se observó una reducción sistemática de los tiempos en todas las tareas críticas. La fase de fenestración vesical mostró la mayor optimización, con una reducción del 51% en el tiempo promedio, seguida por la fase de ETV simulada con una mejora del 39%.

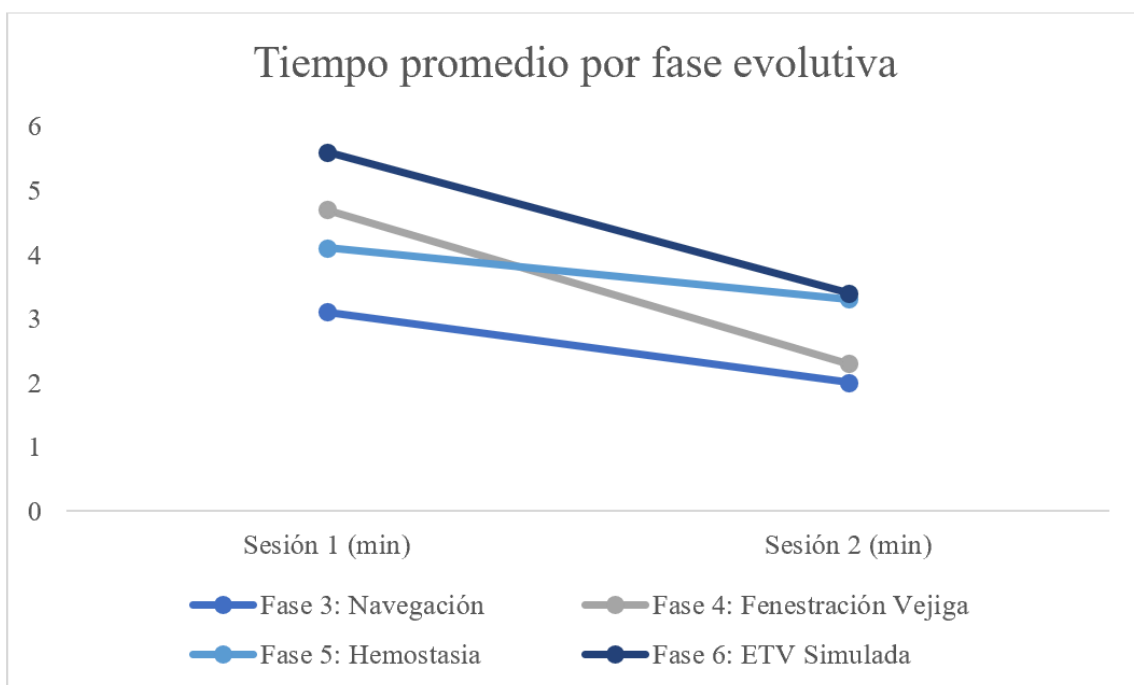


Figura 9. Tiempo promedio por fase evolutiva

Nota: El gráfico representa el promedio de las Parejas 1 y 2. La Pareja 3 fue excluida de este análisis específico debido a incidencias técnicas (falla de fijación y deceso del biomodelo) que generaron tiempos atípicos o incompletos, los cuales se describen detalladamente en el texto.

En la evaluación de validación de contenido mediante escala de Likert, las fases de navegación y biopsia obtuvieron una mediana de 5/5 (Excelente). A la afirmación referente a si el modelo reproduce condiciones de sangrado realistas, el 91% de los participantes respondió "De acuerdo" o "Muy de acuerdo". La fase de fenestración de vejiga obtuvo un promedio de calificación de 3.5/5 en la primera sesión y de 4.5/5 en la segunda sesión.

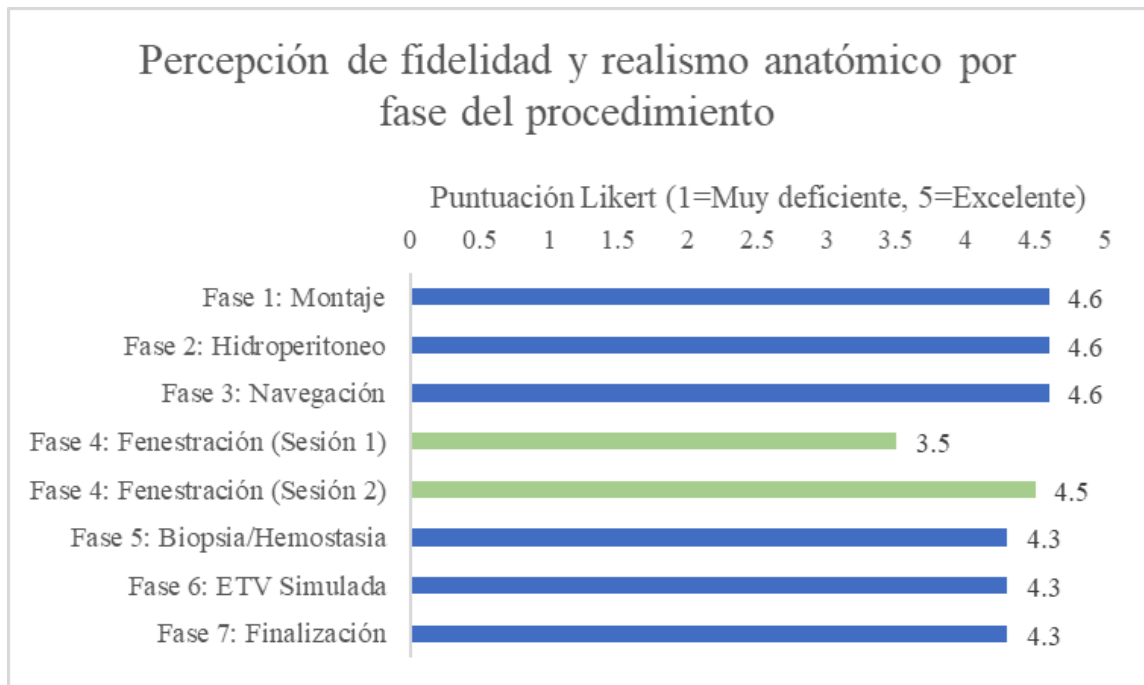


Figura 10. Percepción de realismo por fase

En cuanto a la evaluación de dificultad técnica, las fases de montaje e hidroperitoneo fueron calificadas como de baja complejidad por el 100% de los participantes. Las fases de fenestración y hemostasia fueron calificadas como difíciles o muy difíciles por el 50% de la muestra. En la evaluación de utilidad didáctica, la calificación global promedio otorgada al modelo fue de 9.8/10. El 100% de los participantes respondió afirmativamente sobre la utilidad del modelo para el

entrenamiento. A la pregunta sobre seguridad clínica, el 50% de los encuestados respondió sentirse más seguro para realizar el procedimiento en pacientes reales, mientras que el 50% restante reportó no presentar cambios en su nivel de confianza. No obstante, al evaluar el efecto de aprendizaje general del modelo, el 83% de la muestra otorgó la puntuación máxima de 10/10. En los comentarios abiertos del instrumento de evaluación, tres participantes escribieron sugerencias específicas sobre la necesidad de mejorar el sistema de fijación del modelo a la mesa quirúrgica .

Tabla 4. Resumen de Evaluación Cualitativa y Percepción del Modelo

Dominio de Evaluación	Indicador / Hallazgo Clave	Resultado
Utilidad Didáctica	Calificación Global del Modelo (Escala 1-10)	9.8 / 10 (Promedio)
	Sentimiento de Seguridad Clínica post-entrenamiento	50% "Sí" (Más seguro)
		50% "Sin cambios" (Expertos)
Dificultad Técnica	Fases de Alta Complejidad (>40% de calificaciones como "Difícil")	Fase 4: Fenestración de Vejiga (41.7%)
	Fases de Baja Complejidad (0% de calificaciones como "Difícil")	Fase 1 (Montaje) y Fase 2 (Hidroperitoneo)
Análisis Cualitativo	Principales Fortalezas Reportadas	• "Experiencia muy semejante a la realidad"
		• "Modelo útil para iniciar en endoscopia"
		• "Adecuado y realista"
	Áreas de Mejora (Sugerencias)	• "Mejorar la fijación del modelo a la mesa" (Mencionado por 4 participantes)
		• Mejorar ergonomía para la fase de vejiga
		• Variar modelos de endoscopios

Capítulo VI

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio validan la utilidad del modelo biológico de hidroperitoneo en rata Wistar como una herramienta eficaz para el entrenamiento de habilidades neuroendoscópicas críticas, confirmando lo reportado originalmente sobre la factibilidad de replicar maniobras intraventriculares en la cavidad abdominal [1]. No obstante, nuestros resultados evidencian que la configuración en decúbito supino del modelo introduce variables ergonómicas y tecnológicas únicas que redefinen la curva de aprendizaje, demostrando que la adaptación al simulador no depende solo de la experiencia quirúrgica previa, sino de la familiarización con la interfaz visual.

Uno de los hallazgos más significativos fue la discrepancia en las curvas de aprendizaje entre los grupos conformados por residentes y neurocirujanos en etapas iniciales de su carrera (Parejas 1 y 2) frente al grupo de neurocirujanos de larga trayectoria (Pareja 3). Mientras que los primeros mostraron una reducción sistemática de tiempos operatorios, la pareja 3 experimentó dificultades técnicas que impidieron completar el protocolo en la primera sesión debido al deceso del espécimen y precisaron tiempos prolongados en la segunda para lograr los objetivos en las fases de hemostasia y ETV. Este fenómeno puede interpretarse no como una falta de destreza quirúrgica, sino como una brecha en la adaptación a la configuración visoespacial. La neuroendoscopia requiere superar el "efecto fulcro" y trabajar con una pérdida de percepción de profundidad en monitores bidimensionales, habilidades que se identifican como más intuitivas para las generaciones familiarizadas con interfaces de vídeo [9]. En este sentido, el modelo demostró ser un discriminador eficaz de la competencia tecnológica, sugiriendo que para cirujanos formados en la era pre-endoscópica, la curva de aprendizaje inicial en este simulador es más prolongada debido a la necesidad de reconfigurar sus automatismos microquirúrgicos a un entorno de visión indirecta.

El análisis de las dificultades técnicas durante la fase de fenestración vesical (análogo del quiste coloide) permitió identificar un artefacto ergonómico propio del modelo que no había sido detallado en la literatura precedente. Mientras que en la práctica clínica en humanos el abordaje de los quistes coloides se realiza a través de un agujero de trépano precoronal con una trayectoria directa anteroposterior [6], en nuestro

modelo experimental la disposición anatómica de la rata en decúbito supino obliga al cirujano a dirigir el endoscopio caudalmente y hacia sí mismo para abordar la vejiga. Esta configuración invierte los ejes de movimiento habituales y fuerza una extensión de brazos ergonómicamente desfavorable que no existe en la cirugía humana estándar. Esta dificultad, que resultó en fallos técnicos para el grupo de neurocirujanos de larga trayectoria, no debe considerarse una falla del modelo, sino una variante de entrenamiento de alta complejidad que exige una reconfiguración visomotora compleja del campo quirúrgico, una habilidad visoespacial avanzada descrita como esencial para la navegación intraventricular segura [4].

La gestión de la hemostasia se confirmó como la fortaleza superior de este modelo frente a otras alternativas de simulación. Mientras que la falta de sangrado activo es señalada como la principal limitante de los modelos cadavéricos [7, 10], nuestro estudio demostró que el modelo vivo permite el entrenamiento de coagulación bipolar real en un medio líquido dinámico. El éxito del 100% en el control del sangrado hepático y la reducción de tiempos observada en la Pareja 2 validan la transferencia de esta habilidad crítica. Esta característica es fundamental, ya que el control de la hemorragia intraoperatoria es uno de los desafíos más estresantes en la neuroendoscopia real, donde la turbidez del líquido cefalorraquídeo puede oscurecer el campo visual en segundos [8].

Asimismo, la complicación letal registrada en la primera sesión del tercer grupo, derivada de un hidroperitoneo excesivo, ofrece una lección educativa invaluable sobre la fisiología del sistema cerrado. En la práctica clínica, el desequilibrio entre la irrigación y el drenaje puede conducir rápidamente a hipertensión intracraneal aguda y colapso cardiovascular [4]. El deceso del biomodelo replicó estas consecuencias fisiopatológicas de manera inmediata, reforzando la importancia del manejo hídrico estricto. Lejos de ser un error experimental, este evento subraya la alta fidelidad fisiológica del modelo, evidenciando las consecuencias irreversibles de una técnica deficiente. Además, el trabajo con un ser vivo introduce un factor de responsabilidad ética y carga emocional inherente ("adrenalina quirúrgica") que no es replicable en simuladores sintéticos o

virtuales; la conciencia de estar operando un organismo vivo fomenta una toma de decisiones más cautelosa y realista ante las complicaciones.

Finalmente, es necesario reconocer que las limitaciones logísticas, específicamente la inestabilidad de la fijación del espécimen a la mesa de trabajo, introdujeron una variable de dificultad extrínseca que afectó los tiempos de ejecución, particularmente en las maniobras de disección fina. A diferencia de la fijación craneal rígida utilizada en cirugía humana [3], el movimiento del biomodelo sobre la superficie de Poliestireno expandido (EPS) envuelto en aluminio comprometió la precisión milimétrica requerida. Sin embargo, la percepción subjetiva de los participantes fue contundente: el 100% validó la utilidad didáctica del modelo. En lo referente a la percepción de seguridad clínica, la dicotomía observada en los resultados (50% de mejora frente a 50% sin cambios) no mostró una correlación directa con los años de práctica neuroquirúrgica de los participantes, sino con su grado de exposición previa a la neuroendoscopia ventricular.

El subgrupo que reportó un incremento sustancial en su confianza incluyó tanto a médicos en formación como a neurocirujanos de larga trayectoria pero sin experiencia previa en esta técnica específica. Para este perfil heterogéneo, el modelo fungió como un entorno seguro y controlado, validando su utilidad para vencer la barrera de entrada a la endoscopia independientemente de la experiencia global.

En contraste, el reporte de 'sin cambios' se limitó exclusivamente a los participantes con curvas de aprendizaje neuroendoscópicas ya consolidadas (expertos en la técnica y en el modelo). Para este grupo, la utilidad del simulador no radicó en la ganancia de seguridad —una competencia que ya poseen—, sino en el desafío técnico y ergonómico que representó la adaptación a las variables del modelo vivo.

Esto confirma que, a pesar de los retos ergonómicos y de fijación, la interacción con tejido vivo, la respuesta háptica real y la necesidad de gestionar complicaciones vitales posicionan a este modelo como una herramienta complementaria indispensable en el currículo de formación neuroquirúrgica actual.

Capítulo VII

CONCLUSIÓN

Con base en el análisis de los resultados obtenidos y su contrastación con la literatura, se presentan las siguientes conclusiones:

- 1) El modelo de simulación intraperitoneal en rata Wistar demostró ser una herramienta didáctica efectiva para la adquisición de habilidades neuroendoscópicas. Se comprobó una reducción significativa en los tiempos de ejecución entre la primera y la segunda sesión en los grupos que completaron el protocolo sin incidentes técnicos, evidenciando una curva de aprendizaje positiva y acelerada, particularmente en residentes y neurocirujanos en etapas iniciales de su formación, en quienes además se validó un incremento sustancial en la percepción de seguridad clínica.
- 2) Se concluye que la capacidad del modelo para simular sangrado activo y permitir el uso real de coagulación bipolar en un medio líquido constituye su mayor fortaleza frente a simuladores inanimados o cadavéricos. La reducción del 50% en los tiempos de control de sangrado hepático observada en el estudio confirma la transferencia efectiva de esta habilidad crítica, validando al modelo como un escenario ideal para el manejo de complicaciones hemorrágicas.
- 3) La respuesta fisiológica del biomodelo ante la manipulación, incluyendo la complicación letal secundaria a hidroperitoneo excesivo, valida la alta fidelidad del simulador para enseñar el manejo estricto de la presión intracavitaria y la dinámica de fluidos. Asimismo, el trabajo con un ser vivo introdujo un factor de responsabilidad ética y carga emocional ("adrenalina quirúrgica") que fomentó una toma de decisiones más cautelosa y realista, un componente educativo no replicable en la realidad virtual.
- 4) Las dificultades técnicas experimentadas por el grupo de neurocirujanos de larga trayectoria no invalidan el modelo, sino que evidencian la importancia crítica de la adaptación a la interfaz visoespacial 2D. Se identificó que la posición en decúbito supino del biomodelo genera una inversión de ejes durante la fase vesical que incrementa la complejidad ergonómica, exigiendo una reconfiguración visomotora compleja que sirve como discriminador de competencia tecnológica más que de destreza quirúrgica pura.

5) Se identifica la inestabilidad de la fijación del espécimen a la superficie de trabajo como la principal limitante técnica del estudio, afectando la precisión en maniobras finas. Se recomienda para futuras implementaciones el uso de sistemas de fijación rígida o mesas estereotáxicas, así como la modificación posicional del biomodelo para optimizar la ergonomía en fases específicas. Con estas mejoras, el modelo es viable para su integración institucional como una herramienta de entrenamiento intermedia, accesible y de bajo costo, previa a la práctica clínica en humanos.

Capítulo VIII

BIBLIOGRAFÍA

1. Jaimovich SG, Bailez M, Asprea M, Jaimovich R. Neurosurgical training with simulators: a novel neuroendoscopy model. *Childs Nerv Syst.* 2016 Feb;32(2):345-9.
2. Decq P, Schroeder HW, Fritsch M, Cappabianca P. A history of ventricular neuroendoscopy. *World Neurosurg.* 2013 Feb 1;79(2):S14-e1.
3. Shaikh S, Deopujari C. The endoscope and instruments for minimally invasive neurosurgery. *Mini-invasive Surg.* 2020 Dec 10;4:89.
4. Schroeder HW. General principles and intraventricular neuroendoscopy: endoscopic techniques. *World Neurosurg.* 2013 Feb 1;79(2):S14-e23.
5. Decq P, Brugières P, Le Guerin C, Djindjian M, Kéravel Y, Nguyen JP. Percutaneous endoscopic treatment of suprasellar arachnoid cysts: ventriculocystostomy or ventriculocystocisternostomy? *J Neurosurg.* 1996 Apr 1;84(4):696-701.
6. Decq P, Le Guerin C, Brugières P, Djindjian M, Silva D, Kéravel Y, Melon E, Nguyen JP. Endoscopic management of colloid cysts. *Neurosurgery.* 1998 Jun 1;42(6):1288-94.
7. Fernandez-Miranda JC, Barges-Coll J, Prevedello DM, Engh J, Snyderman C, Carrau R, Gardner PA, Kassam AB. Animal model for endoscopic neurosurgical training. *Minim Invasive Neurosurg.* 2010 Oct;53(05/06):286-9.
8. Kassam A, Snyderman CH, Carrau RL, Gardner P, Mintz A. Endoneurosurgical hemostasis techniques: lessons learned from 400 cases. *Neurosurg Focus.* 2005 Jul 1;19(1):1-6.
9. Hedao K, Sinha M, Chauhan BP, Bajaj J, Ratre S, Swamy MN, Parihar V, Shakya J, Sharma M, Patidar J, Yadav YR. Neuroendoscopy training. *Asian J Neurosurg.* 2025 Mar;20(01):001-9.
10. Olabe J, Olabe J, Sancho V. Human cadaver brain infusion model for neurosurgical training. *Surg Neurol.* 2009 Dec 1;72(6):700-2.

11. Krisht AF, Yoo K, Arnautovic KI, Al-Mefty O. Cavernous sinus tumor model in the canine: a simulation model for cavernous sinus tumor surgery. *Neurosurgery*. 2005 Jun 1;56(6):1361-6.
12. Linder TE, Simmen D, Stool SE. Revolutionary inventions in the 20th century: the history of endoscopy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1997 Nov 1;123(11):1161-3.
13. Martinez AM, Kalach AC, Espinoza DL. Millimetric laparoscopic surgery training on a physical trainer using rats. *Surg Endosc*. 2008 Jan;22(1):246-9.
14. Senger S, Lepshokov M, Tschernig T, Cinalli G, Oertel J. Evaluation of training models for intraventricular neuroendoscopy. *Neurosurg Rev*. 2024 Nov;47(1):844.
15. Comisión Nacional de Bioética (CONBIOETICA). Ética en el manejo de animales para investigación y enseñanza: Pronunciamiento. México; 2023.

Capítulo IX

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

El Dr. Saul Ricardo Amparán Carrillo nació en Ciudad Juárez, Chihuahua, el 15 de agosto de 1993. Cursó sus estudios de educación básica y media superior en su ciudad natal, egresado del CBTis No. 114.

Inició sus estudios universitarios en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez en el año 2011, donde obtuvo el título de Médico Cirujano en 2016. Posteriormente realizó el internado médico de pregrado durante el periodo 2016–2017 y cumplió con el servicio social médico en comunidades rurales del estado de Chihuahua en el ciclo 2017–2018.

En marzo del 2020 inició la especialidad en Neurocirugía en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Durante su residencia participó activamente en congresos, talleres y actividades académicas, enfocando su práctica clínica y quirúrgica en patología neurológica de alta complejidad.

MODELO ANIMAL DE HIDROPERITONEO EN RATA WISTAR POR FASES PARA ENTRENAMIENTO NEUROQUIRÚRGICO DE NEUROENDOSCOPIA VENTRICULAR

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	3%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	3%
2	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1%
3	www.jove.com Fuente de Internet	<1%
4	www.medicina.uanl.mx Fuente de Internet	<1%
5	dgsa.uaeh.edu.mx:8080 Fuente de Internet	<1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 14 words
Excluir bibliografía	Activo		