

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PORCINO NO VIVO
DE ENTRENAMIENTO NEUROMICROQUIRÚRGICO**

Por

MOISÉS JACOB LÓPE JUÁREZ

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN NEUROCIRUGÍA

DICIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PORCINO NO VIVO
DE ENTRENAMIENTO NEUROMICROQUIRÚRGICO**

Por

MOISÉS JACOB LÓPE JUÁREZ

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN NEUROCIRUGÍA

DICIEMBRE 2025

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO PORCINO NO VIVO
DE ENTRENAMIENTO NEUROMICROQUIRÚRGICO**

Aprobación de tesis:



Dr. med. Ángel Raymundo Martínez Ponce de León
Director de tesis



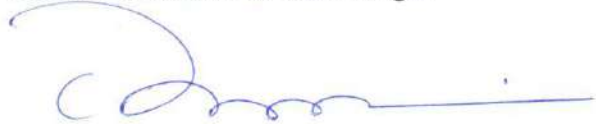
Dr. Mauricio Arteaga Treviño
Coordinador de Enseñanza



Dr. med. Eliud Enrique Villarreal Silva
Coordinador de Investigación



Dr. med. Ángel Raymundo Martínez Ponce de León
Jefe del Servicio de Neurocirugía



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

**“La Neurocirugía no es solo técnica: es arte, paciencia, disciplina y amor absoluto por el
cerebro humano.”**

— Prof. M. Gazi Yasargil

(Padre de la microcirugía moderna)

COLABORADORES

Autor Principal: Dr. med. Ángel Martínez Ponce de León¹

Coautores: Dr. Moisés Jacob López Juárez¹, MPSS. Héctor Erasmo Alcocer Mey², MPSS
Alicia Treviño Rodríguez², Estudiante. Jesús Carlos Herrera Pacheco³

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, Médico Pasante del Servicio Social Hospital Universitario, “Dr. José Eleuterio González”
3. Universidad Autónoma de Nuevo León, Estudiante de Medicina Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de Nuevo León.

DEDICATORIA

A DIOS POR PERMITIRME HABER CULMINADO ESTA ETAPA DE MI VIDA

A MIS PADRES POR TODO EL APOYO INCONDICIONAL PROPORCIONADO EN ESTE CAMINO DE SACRIFICIOS

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	01
Introducción	04
Marco Teórico	05
Antecedentes	05
Planteamiento del problema	06
Justificación	07
Hipótesis nula.....	09
Hipótesis alternativa	09
Objetivos del estudio	10
Objetivo general	11
Objetivos secundarios	11
Material y Métodos.....	12
Criterios de selección	20
Análisis estadísticos	21
Aspectos éticos.....	22
Resultados	24
Discusión	35
Conclusión	38
Bibliografía	42
Anexos	46
Resumen Biográfico	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla #1: Escala de evaluación global OSATS.....	pag.19
Tabla #2: Coeficiente de correlación intraclase para cada fase.....	pag.27
Tabla #3: Pruebas de homocedasticidad y t de Student.....	pag.31
Tabla #4: Evaluación similitud del modelo porcino.....	pag.33
Tabla #5: Evaluación satisfacción del modelo porcino.....	pag.35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura #1: Incisión y elevación del colgajo.....	pag.14
Figura #2: Craneotomía.....	pag.15
Figura #3: Durotomía.....	pag.16
Figura #4: Disección interhemisférica superficial.....	pag.17
Figura #4: Disección interhemisférica profunda.....	pag.18

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado completo
HU	Hospital Universitario
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León
Qx	Quirúrgico
CEI	Comité de Ética e Investigación del Hospital Universitario
IC	Intervalo de confianza
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences (software de análisis estadístico)
p	Nivel de significancia estadística
H₀	Hipótesis nula
H₁	Hipótesis alternativa
OSATS	Evaluación Estructurada Objetiva de las Habilidades Técnicas para la Cirugía
ICC	Coeficiente de correlación intraclase

RESUMEN

Introducción. El escenario de entrenamiento neuroquirúrgico actual requiere de la estandarización y refinamiento de los procesos de enseñanza quirúrgica. La pandemia por SARS-CoV-2, la disminución de tiempos de trabajo en hospital y quirófano, así como la falta de disponibilidad de cadáveres humanos para las prácticas quirúrgicas interfieren en el proceso de entrenamiento^{3,7}.

Material y métodos. Se realizará un estudio observacional, transversal y comparativo con los Médicos Residentes de Neurocirugía de mayor y menor grado durante el período de estudio en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, los datos fueron recolectados en hoja de recolección, digitalizados y analizados en base de datos de Excel.

Resultados. Durante el período de estudio se evaluaron a 14 Médicos Residentes de Neurocirugía, de los cuales todos cumplieron los criterios de inclusión para su análisis. Se dividieron en 2 grupos, 7 Médicos Residente de mayor grado, de los cuales cuatro correspondieron al cuarto año y tres al quinto año y 7 Médicos Residentes de menor grado, de los cuales cuatro correspondieron al segundo año, tres al tercer año y uno al primer año. El sexo masculino fue el predominante en el 92.86% de los casos. El procedimiento realizado fue el Abordaje Interhemisférico Transcalloso, el cual se evaluó en 5 fases mediante la Evaluación Estructurada Objetiva de las Habilidades Técnicas para la Cirugía (Objective Structured Assessment of Technical Skills for Surgery (OSATS), las simulaciones fueron evaluadas por 5 Neurocirujanos del Hospital Uniersitario “Dr. José Eleuterio González”, de los cinco bloques analizados, sólo en la Fase 1 se observaron diferencias estadísticamente significativas en el desempeño, con residentes de mayor grado obteniendo calificaciones promedio más altas. En cuanto a la percepción de la similitud entre el abordaje neuromicroquirúrgico porcino y humano, existe un elevado porcentaje de acuerdo a los Médicos Residentes de Neurocirugía.

La satisfacción al realizar la práctica es aceptable por ambos grupos de Médicos Residentes de Neurocirugía.

Discusión. Podemos afirmar que las simulaciones en modelos biológicos no vivos, son una herramienta que permite a los Médicos Residentes de Neurocirugía un mejor desempeño de sus actividades educativas con repercusión en el futuro del especialista en su práctica profesional.

Conclusión. Al observar los resultados obtenidos mediante la evaluación con la escala OSATS, se pueden discernir los aspectos que requieren una mejoría, los cuales son la relación tiempo y movimiento, así como la planificación ampliada del movimiento y respeto por el tejido. Cada persona presenta un tipo diferente de inteligencia, siendo la habilidad de destreza quirúrgica, relacionada con la inteligencia corporal-kinestésica, diferente con la capacidad de retención de información y conocimientos.

INTRODUCCIÓN

MARCO TEÓRICO

El escenario de entrenamiento neuroquirúrgico actual requiere de la estandarización y refinamiento de los procesos de enseñanza quirúrgica. La pandemia por SARS-CoV-2, la disminución de tiempos de trabajo en hospital y quirófano, así como la falta de disponibilidad de cadáveres humanos para las prácticas quirúrgicas interfieren en el proceso de entrenamiento^{3,7}.

En las últimas dos décadas el entrenamiento en ambientes controlados (práctica deliberada), se ha convertido en una valiosa herramienta para la adquisición de habilidades quirúrgicas, uno de los instrumentos de medición para la evaluación objetiva usada y validada es la evaluación.

ANTECEDENTES

El uso de simuladores en el entrenamiento neuro microquirúrgico reduce tiempos quirúrgicos y genera un alto nivel de autonomía en el quirófano en Residentes de Neurocirugía⁶. Entre los simuladores utilizados destacan los biológicos como el modelo murino, bovino y porcino. Estos modelos han sido estandarizados para la práctica y estandarización de la curva de aprendizaje inicial en el entrenamiento quirúrgico. El uso del modelo porcino ha sido empleado ampliamente debido a su semejanza con el ser humano en la neuroanatomía, crecimiento y desarrollo en comparación de otros modelos biológicos. Esta semejanza ha sido demostrada en estructuras corticales, subcorticales y el tronco encefálico⁹. De este modo el modelo porcino es una opción viable para la implementación inicial de un modelo que desarrolle habilidades básicas de cirugía craneal.

En los modelos porcinos se han entrenado abordajes quirúrgicos de base de cráneo, fronto-

temporal, suboccipital en la línea media, retrosigmoidea, clipaje de aneurismas, exposición del nervio facial y vestibulococlear en fosa posterior del cráneo^{1,2,5,13,15}.

En el modelo porcino no vivo se ha evaluado similitud, satisfacción, calidad del procedimiento y el ambiente quirúrgico por medio de cuestionarios. La percepción del uso de este modelo en el progreso de habilidades quirúrgicas es alta debido a que imita la práctica neuro microquirúrgica diaria. Estos cuestionarios son necesarios para dar validez y reproducibilidad al modelo¹⁵.

El concepto de “aprender haciendo” representa un problema ético al momento del entrenamiento quirúrgico. Para el refinamiento de las habilidades básicas en cirugía craneal, la asesoría personalizada y la repetición sistematizada son necesarias. Para lograr estos objetivos los modelos no vivos permiten una mayor versatilidad y un menor costo. Esto fundamenta la necesidad del estudio y desarrollo de modelos para su entrenamiento y capacitación.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La correcta ejecución de un procedimiento quirúrgico craneal exige realizarse con alta precisión y refinamiento técnico. Para ello es de utilidad el desarrollo de simuladores en el entrenamiento microquirúrgico. Actualmente la disponibilidad y acceso a estos modelos es limitada debido a la falta de implementación en nuestro medio. La estandarización de estos modelos y la sistematización de su uso derivará en un mejor entrenamiento neuro microquirúrgico.

JUSTIFICACIÓN

El entrenamiento neuro microquirúrgico en el cadáver humano en la Residencia de Neurocirugía se ha limitado por razones económicas, legales y éticas. El uso de modelos biológicos no vivos es una alternativa para el desarrollo de las habilidades quirúrgicas necesarias para la realización de intervenciones más precisas y seguras. El modelo porcino es un simulador idóneo por su semejanza con el ser humano en la anatomía craneofacial y base de cráneo.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H_0):

Durante la ejecución del Abordaje Interhemisférico Transcalloso en el modelo porcino no vivo la habilidad técnica evaluada por la escala “Evaluación Estructurada Objetiva de las Habilidades Técnicas para la Cirugía” en el grupo de Médicos Residentes de Neurocirugía de mayor grado no es diferente en comparación con los de menor grado.

Hipótesis alterna (H_1):

Durante la ejecución del Abordaje Interhemisférico Transcalloso en el modelo porcino no vivo la habilidad técnica evaluada por la escala “Evaluación Estructurada Objetiva de las Habilidades Técnicas para la Cirugía” en el grupo de Médicos Residentes de Neurocirugía de mayor grado es diferente en comparación con los de menor grado.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Comparar la habilidad técnica entre Médicos Residentes de Neurocirugía del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de mayor grado contra residentes de menor grado utilizando la escala “Evaluación Estructurada Objetiva de las Habilidades Técnicas para Cirugía en el abordaje neuro microquirúrgico interhemisférico transcalloso en el modelo porcino no vivo.

Objetivos secundarios:

- 1.- Evaluar la percepción de los participantes en la similitud del abordaje neuro microquirúrgico interhemisférico transcalloso del modelo porcino no vivo en relación con el modelo humano.
- 2.- Evaluar la satisfacción de los participantes en el abordaje neuro microquirúrgico interhemisférico transcalloso en el modelo porcino no vivo.

MATERIAL Y

MÉTODOS

Por medio de un consenso entre 5 expertos de Neurocirugía se decidió abordaje interhemisférico transcalloso. Dicho abordaje se realizó con la asistencia técnica con el uso de microscopio quirúrgico, bisturí número 10, suturas quirúrgicas, elevador de periostio, retractores, perforador de baja revolución, disector de Penfield, gubias de Leksell y Kerrison. Los participantes del estudio recibieron una capacitación en forma de video sobre los abordajes quirúrgicos a realizar sobre el modelo porcino previo a realizarlos.

La realización del procedimiento neuromicroquirúrgico fue en 14 especímenes cerdos con una ventana de edad comprendida entre 6 y 9 meses, con una envergadura ponderal situada en el intervalo entre 10 y 20 kg, pertenecientes a la variedad *scrofa domesticus* dentro de las 12 horas post mortem, los cuales pasaron por un proceso de fijación con formaldehído con una infiltración previa de látex en vasos arteriales en el Laboratorio de Anatomía Clínica y Entrenamiento Quirúrgico del Departamento de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Descripción de la técnica del Abordaje Interhemisférico Transcalloso.

1. Incisión cutánea: Se realizará una incisión a lo largo de la sutura coronal.



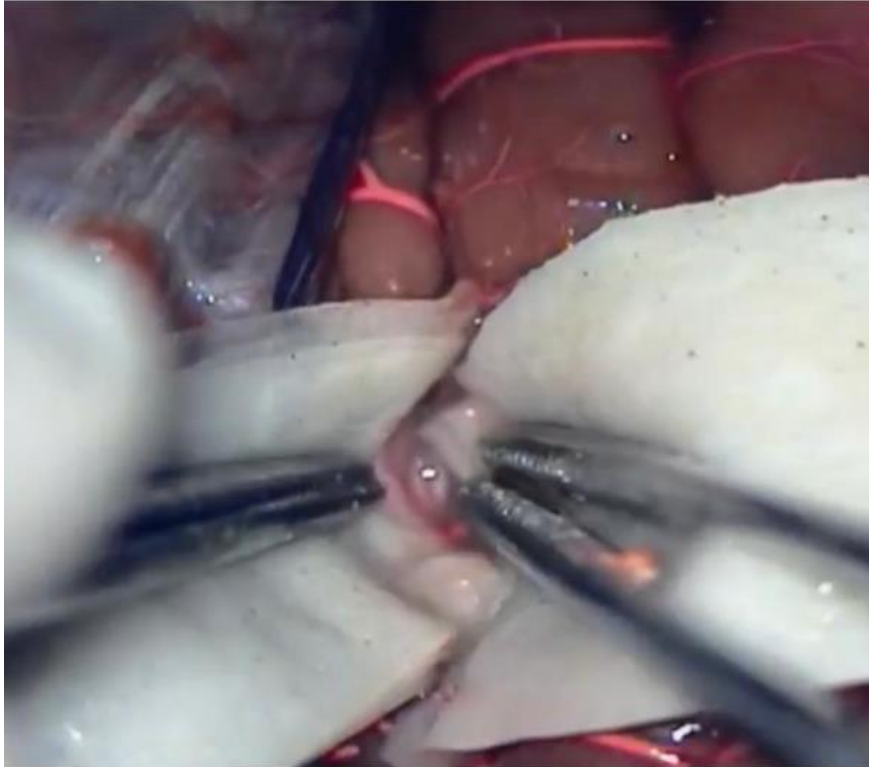
2. Craneotomía: Se realizará una craneotomía fronto parietal 1 cm lateralmente al seno sagital, 4 cm anteriormente y 2 cm posteriormente a la sutura coronal.



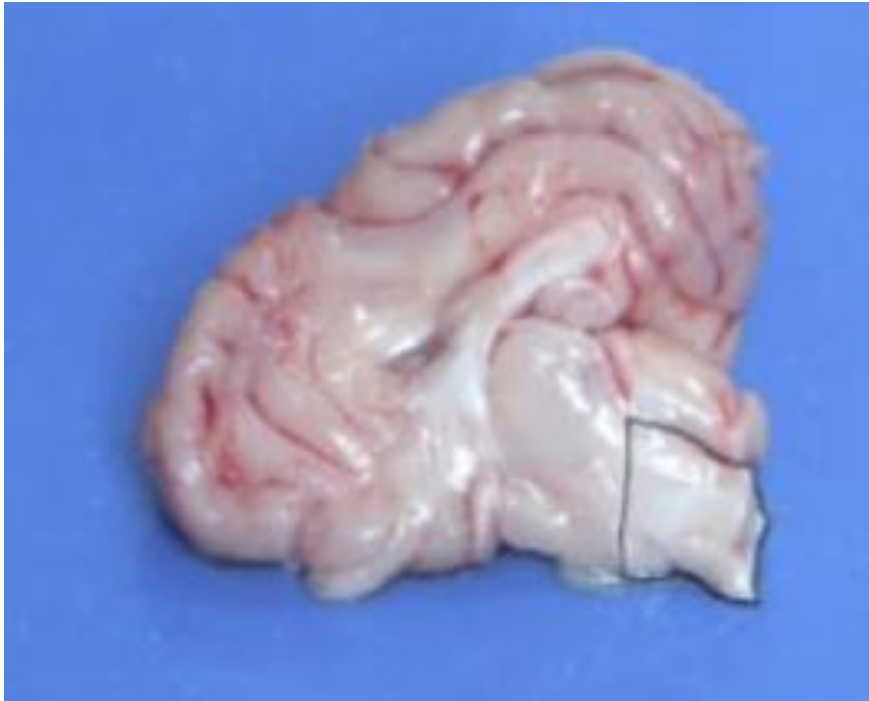
3. Apertura de la duramadre: La duramadre se cortará de forma curvilínea y se retraerá medialmente.



4. Disección superficial: Se disecará la fisura interhemisférica



5. Disección profunda: Se realizará una pequeña callosotomía posterior a la rodilla (20 mm de longitud)



Por medio de la escala Evaluación Estructurada Objetiva de las Habilidades Técnicas para la Cirugía (Objective Structured Assessment of Technical Skills for Surgery (OSATS)) se evaluarán a Médicos Residentes de la Especialidad de Neurocirugía del Servicio de Neurocirugía del Hospital Universitario “José Eleuterio González”.

Cada uno de estos ítems fue evaluado en una escala de calificación que oscilaba entre 1 y 5, según el nivel de desempeño demostrado por los residentes (siendo 1 el nivel más bajo y 5 el nivel más alto).

Ítem/Puntos	1	2	3	4	5
<i>Respeto por el tejido</i>	Frecuentemente usa fuerza innecesaria sobre el tejido o causa daño por el inapropiado uso de los instrumentos	Intermedio entre 1 y 3	Manipulación cuidadosa del tejido, pero ocasionalmente causó daño inadvertido	Intermedio entre 3 y 5	Constantemente manipula los tejidos de manera adecuada con un daño mínimo
<i>Tiempo y movimiento</i>	Muchos movimientos innecesarios	Intermedio entre 1 y 3	Tiempo / movimiento eficiente, pero hace algunos movimientos innecesarios	Intermedio entre 3 y 5	Economía de movimientos y máxima eficiencia
<i>Manejo de instrumentos</i>	Repetidamente hace movimientos tentativos o incómodos con los instrumentos	Intermedio entre 1 y 3	Uso competente de los instrumentos a pesar de que ocasionalmente parecía rígido e incómodo	Intermedio entre 3 y 5	Movimientos fluidos con los instrumentos y sin dificultad
<i>Conocimiento de los instrumentos</i>	Frecuentemente pregunta por el instrumento incorrecto o usa el instrumento inapropiado	Intermedio entre 1 y 3	Conoce los nombres de los instrumentos y usa el instrumento apropiado para la tarea	Intermedio entre 3 y 5	Está obviamente familiarizado con los instrumentos necesarios y sus nombres
<i>Uso de asistentes</i>	Asistentes colocados consistentemente mal o no usaron asistentes	Intermedio entre 1 y 3	Buen uso de asistentes la mayor parte del tiempo	Intermedio entre 3 y 5	Usa estratégicamente a los asistentes para obtener la mejor ventaja en todo momento
<i>Flujo de operación y planificación anticipada</i>	Frecuentemente detiene la operación o necesita discutir el próximo movimiento	Intermedio entre 1 y 3	Demuestra capacidad para la planificación anticipada con una progresión constante de la operación	Intermedio entre 3 y 5	Curso de la operación obviamente planeado con movimientos fluidos y sin esfuerzo al pasar de uno a otro movimiento
<i>Conocimiento de procedimientos específicos</i>	Conocimiento deficiente. Necesita instrucciones específicas en la mayoría de pasos operativos	Intermedio entre 1 y 3	Conoce todos los aspectos importantes de la operación	Intermedio entre 3 y 5	Demuestra familiaridad con todos los aspectos de la operación

Tabla 1. Escala de evaluación global OSATS

Previo a la participación del estudio se detallará la información del estudio de investigación a los Médicos Residentes de Neurocirugía, posteriormente se les entregará un consentimiento informado. En caso de acceder y firmar el consentimiento informado se procederá la inclusión del Médico Residente de Neurocirugía como participante del proyecto de investigación.

Criterios de inclusión

- 14 Médicos Residentes de Neurocirugía Hospital Universitario “José Eleuterio González” con participación en el abordaje neuro microquirúrgico transcalloso en el modelo porcino no vivo.

Criterios de exclusión

- Modelo porcino con evidencia de enfermedades que puedan afectar la arquitectura de la base de cráneo y parénquima cerebral.

Criterios de eliminación

- Videograbaciones que contengan artefactos o daños que no permitan un correcto análisis por parte de los evaluadores.
- Participantes que concluyan el procedimiento neuro microquirúrgico establecido.

Análisis estadístico

Los datos serán capturados y analizados usando SPSS Statistics para Windows 10. Todas las pruebas estadísticas serán de dos colas con un valor alfa <0.05 que será considerado estadísticamente significativo. El análisis descriptivo se realizará mediante porcentaje y frecuencia para variables categóricas, media y estándar desviación para variables continuas. Se harán comparaciones utilizando una prueba de Chi-cuadrado o exacta de Fisher para variables categóricas. Se realizarán pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov. La comparación entre grupos se realizará mediante la prueba de t-student para grupos independientes o U de Mann-Whitney dependiendo de los resultados de las pruebas de normalidad.

Se realizó el cálculo del tamaño de muestra utilizando la fórmula de estimación de una media de dos poblaciones con el objetivo de comparar la habilidad técnica entre residentes de neurocirugía de mayor grado contra residentes de neurocirugía con menor grado utilizando la escala “Evaluación Estructurada Objetiva de las Habilidades Técnicas para Cirugía”. Se determinó un valor de la media de 28 para el grupo 1 y un valor de 24 para el grupo 2 en la escala mencionada, se utilizó una desviación estándar esperada de 2 para el grupo 1 y 3 para el grupo 2 según la literatura publicada en el artículo realizado por Ereso et al. en 2010 doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2010.05.014. Lo anterior, junto con un valor de Z de 1.96 dado por una significancia de 0.05 y un poder de 80%,

se requieren al menos 7 sujetos de estudio por grupo. La selección se realizará por muestreo no probabilístico por conveniencia.

Consideraciones éticas y consentimiento informado

Se obtendrán especímenes adultos de *scrofa domesticus* dentro de las 12 horas post mortem, los cuales pasarán por un proceso de fijación con formaldehído con una infiltración previa de látex en vasos arteriales.

Previo a la participación del estudio se detallará la información del estudio de investigación a los residentes de neurocirugía, posteriormente se les entregará un consentimiento informado.

Se le explicará que su participación es completamente voluntaria, el motivo del estudio, se le dará la oportunidad de hacer preguntas y tiempo suficiente para decidir sobre su participación, además de con quién debe comunicarme si tiene más preguntas.

En caso de acceder y firmar el consentimiento informado en presencia de dos testigos, se le entregará una copia de este. Al firmar este documento, usted autoriza el uso y revelaciones de la información acerca de su estado de salud y tratamiento identificado en esta forma de consentimiento. No perderá ninguno de sus derechos legales como sujeto de investigación.

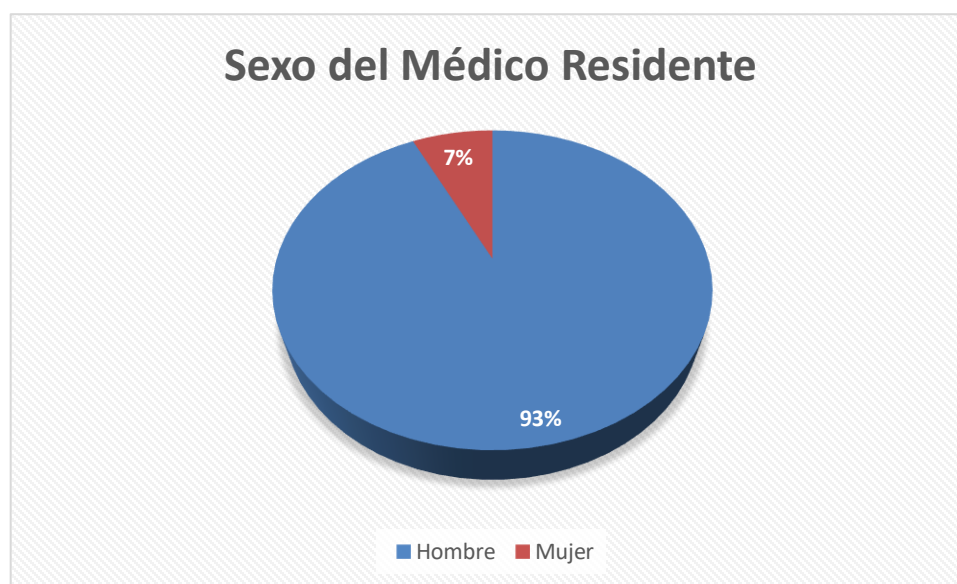
Posteriormente se procederá la inclusión del residente de Neurocirugía como participante del proyecto de investigación. Toda la información será utilizada de manera confidencial y únicamente con fines de investigación. Las videograbaciones serán analizadas de forma ciega y confidencial por

cinco observadores. Los sujetos de investigación podrán tener acceso a sus videos y sus puntajes en caso de solicitarlo. No se revelarán los datos personales de quienes participen en el estudio. El proyecto no tiene fines lucrativos y no se encuentra financiado, por lo que los autores declaran ausencia de conflictos de interés.

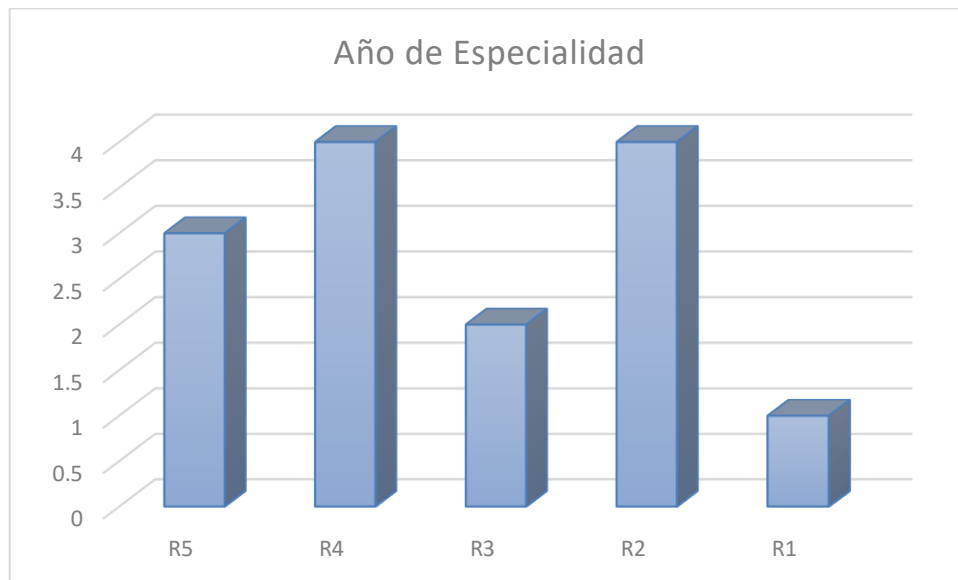
RESULTADOS

Durante el período comprendido entre julio de 2024 y diciembre de 2024, los 14 Médicos Residentes de Neurocirugía participaron en una sesión de entrenamiento neuro microquirúrgico especializado en el abordaje interhemisférico transcalloso, utilizando el modelo porcino no vivo como herramienta formativa. En los catorce casos, se llevó a cabo el procedimiento de manera completa.

De los 14 Médicos Residentes de Neurocirugía, el 93% eran de sexo masculino (n = 13). Gráfica 1. Posteriormente se dividieron en 2 grupos; 7 en el grupo de residentes de menor jerarquía y 7 en el grupo de residentes de mayor jerarquía. Gráfica 2.



Gráfica 1. Distribución de Médicos Residentes por sexo



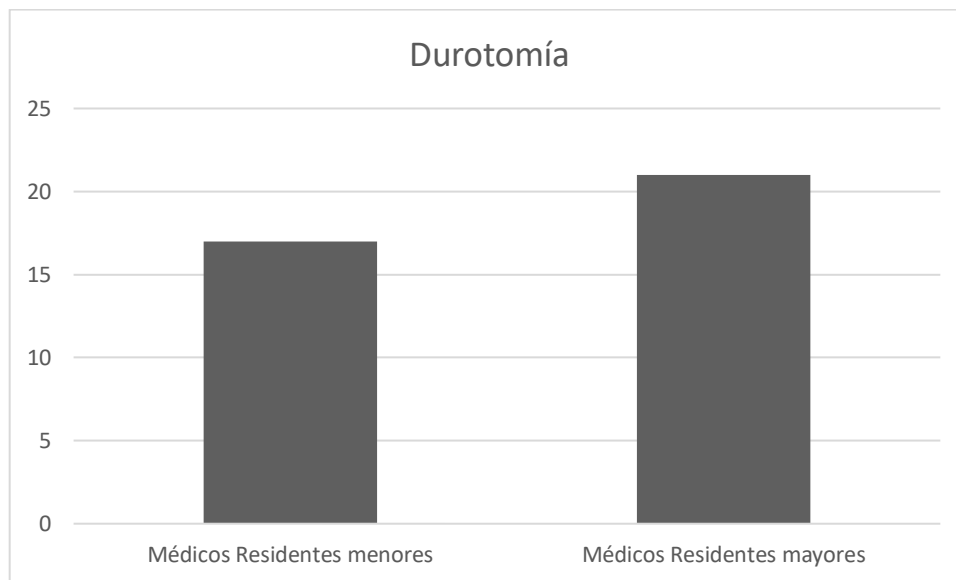
Gráfica 2. Número de Médicos Residentes de acuerdo al año de la Especialidad

La media de la evaluación de los 5 Neurocirujanos expertos fue de 86.62; las calificaciones globales de acuerdo a cada Neurocirujano se muestra en la Gráfica 3.



Gráfica 3. Calificación global de acuerdo a los Neurocirujanos evaluadores

Dentro de la evaluación de cada fase del entrenamiento; los resultados obtenidos en la fase 3 del Abordaje Interhemisférico Transcalloso, la cual corresponde a la durotomía, mostraron puntuaciones diferentes inter-evaluador entre los grupos de Médicos Residentes de mayor y menor jerarquía. Gráfica 4.



Gráfica 4. Puntajes obtenidos en la Fase 3 del entrenamiento de acuerdo al grupo de Médicos Residentes de Neurocirugía

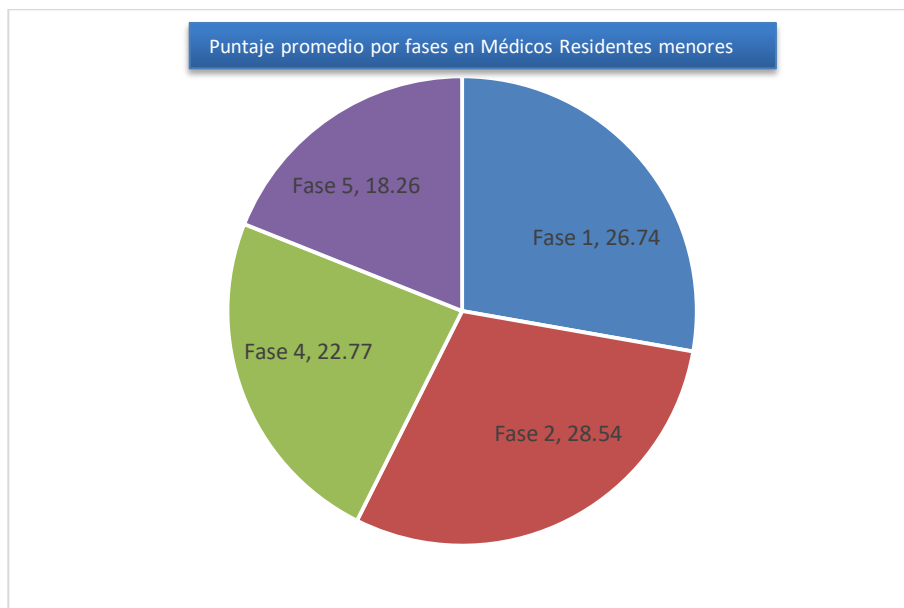
Por lo cual se determinó el coeficiente de correlación intraclase y el intervalo de confianza, observando una alta concordancia en la fiabilidad de las evaluaciones. Ver Tabla 1.

Fase	ICC	Intervalo de confianza 95%	p- valor	Interpretación
Fase 1	0.794	0.554 – 0.925	< 0.001	Consistencia moderada
Fase 2	0.255	-0.613 – 0.728	0.220	Consistencia baja
Fase 3	0.817	0.605 – 0.933	< 0.001	Consistencia alta
Fase 4	0.249	-0.625 – 0.726	0.225	Consistencia baja
Fase 5	0.216	-0.697 – 0.714	0.257	Consistencia baja
Global	0.581	0.092 – 0.847	0.014	Consistencia moderada

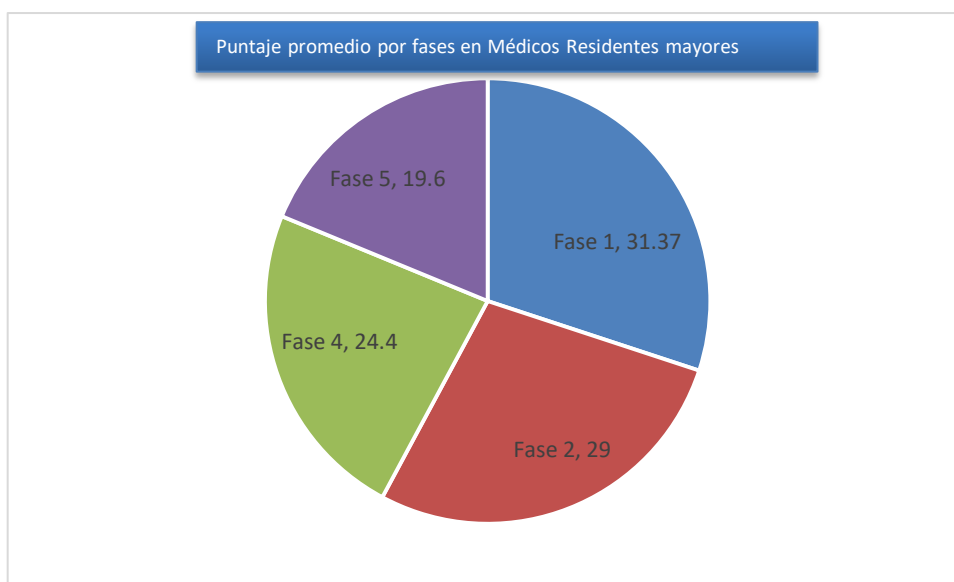
Tabla 2. Coeficiente de correlación intraclase para cada fase del abordaje y su interpretación

Distribución de los datos

Se evaluó la distribución de las calificaciones promedio por fase para residentes mayores y menores con la prueba de Shapiro-Wilk. Se asumió normalidad cuando $p > 0.05$. Ver Gráficas 5 y 6.

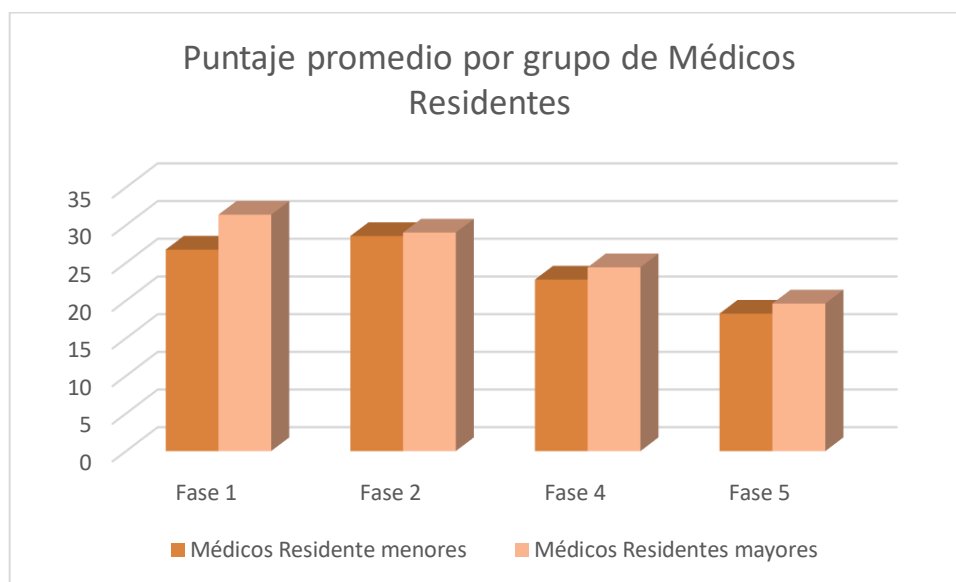


Gráfica 5. Puntaje promedio por fases en Médicos Residentes menores

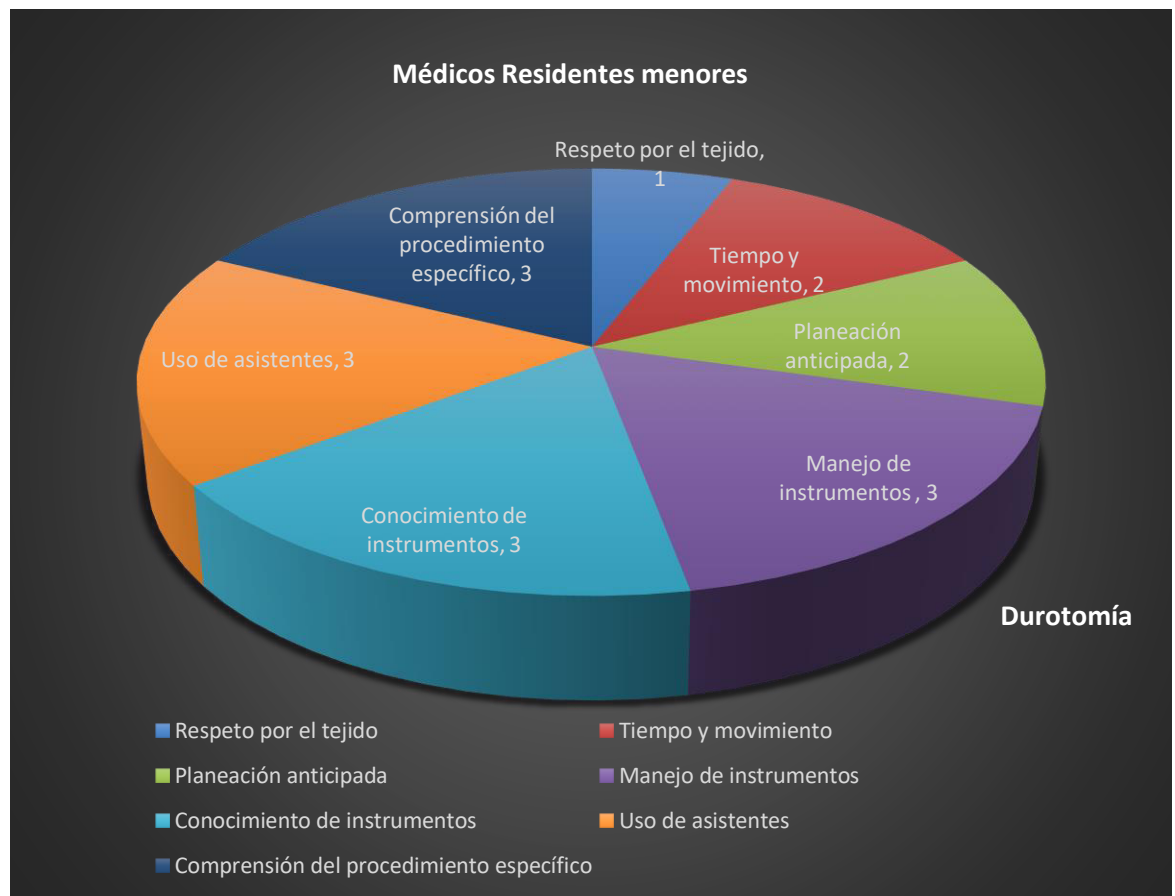


Gráfica 5. Puntaje promedio por fases en Médicos Residentes mayores

Todos los subconjuntos por fase presentaron distribución normal, lo cual se visualiza en la Gráfica 6; excepto el grupo de residentes menores en la Fase 3 ($p = 0.04966$), por lo cual se decidió utilizar pruebas no paramétricas para esa fase. Ver gráfica 7.



Gráfica 6. Puntaje promedio por fases en ambos grupos de Médicos Residentes



Gráfica 7. Puntajes en la Fase 3 “Durotomía” en el grupo de Médicos Residentes menores de acuerdo a la Escala OSATS

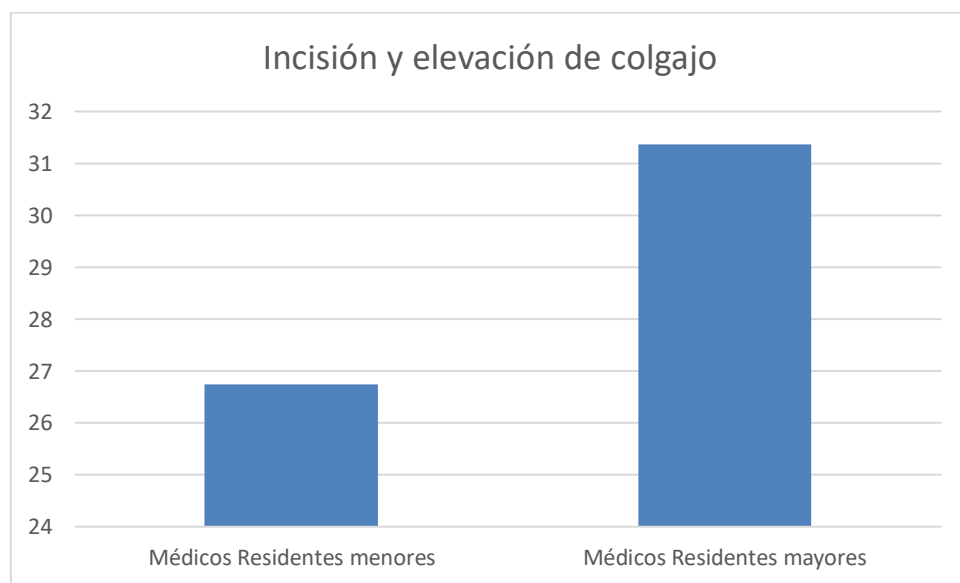
Comparación de medias

Previo a aplicar la prueba t de Student en fases con datos normales, se aplicó la prueba de Levene. En ningún caso se rechazó la hipótesis de igualdad de varianzas ($p > 0.05$), por lo cual se utilizó la versión clásica del t-test asumiendo varianzas iguales.

En la tabla 2 se muestran los resultados de las pruebas t de Student para todas las fases excepto la fase 3.

Fase	p-valor de Levene	t	p-valor de t	Media (menores)	Media (mayores)
Fase 1	0.1149	-2.3175	0.03894*	26.74	31.37
Fase 2	0.7249	-0.2824	0.7824	28.54	29.00
Fase 4	0.0701	-0.94646	0.3626	22.77	24.40
Fase 5	0.3369	-0.98705	0.3431	18.26	19.60

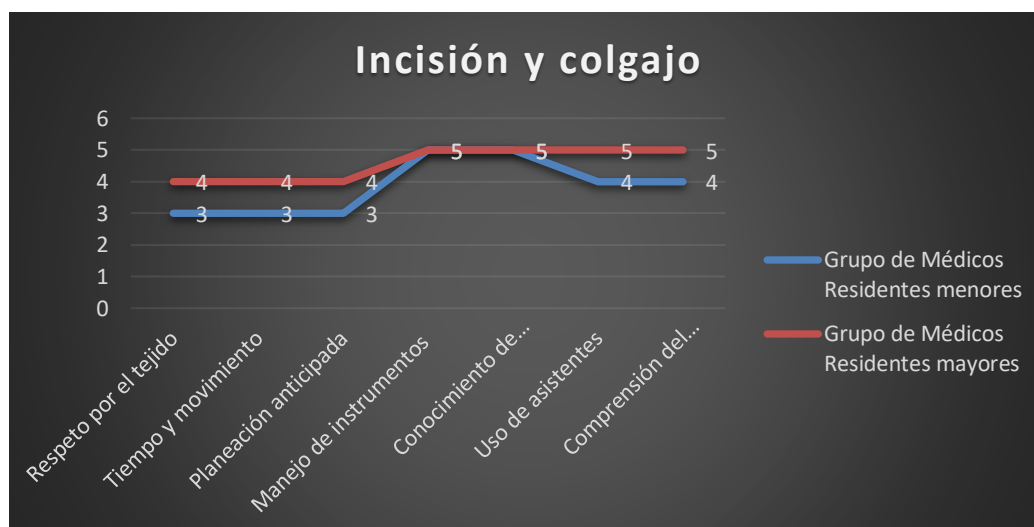
Tabla 3. Pruebas de homocedasticidad y pruebas t de Student en las fases 1, 2, 4 y 5



Gráfica 8. Puntaje promedio en la Fase 1 “Incisión y colgajo” en ambos grupos de Médicos Residentes

De los cinco bloques analizados, sólo en la Fase 1 se observaron diferencias estadísticamente significativas en el desempeño, con residentes mayores obteniendo calificaciones promedio más altas.

El resto de las fases no mostró diferencias estadísticamente significativas entre grupos.



Gráfica 9. Puntajes en la Fase 1 “Incisión y colgajo” en ambos grupos de Médicos Residentes de acuerdo a la escala OSATS

Similitud del modelo porcino con el ser humano

Se aplicó una encuesta a los 14 residentes participantes para la evaluación de su percepción del modelo y su similitud con el ser humano. La encuesta enfatiza las habilidades quirúrgicas que pueden ser obtenidas en el abordaje empleado. Las respuestas se midieron a través de una escala tipo Likert de 5 niveles. Los resultados en frecuencias se muestran en la tabla 3.

Ítem	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. La realización de la incisión quirúrgica es similar con el humano	5 (35.70%)	5 (35.70%)	3 (21.42%)	0 (0.00%)	1 (7.14%)
2. La realización de la craneotomía es similar con el ser humano	5 (35.70%)	5 (35.70%)	4 (28.56%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
3. La apertura de la duramadre es similar con el ser humano	6 (42.84%)	3 (21.42%)	2 (14.28%)	3 (21.42%)	0 (0.00%)
4. La disección de la cisura interhemisférica es similar con el ser humano	2 (14.28%)	5 (35.70%)	5 (35.70%)	1 (7.14%)	1 (7.14%)
5. La callosotomía es similar con el ser humano	3 (21.42%)	4 (28.56%)	5 (35.70%)	2 (14.28%)	0 (0.0%)

Tabla 4. Resultados de la evaluación respecto a la similitud del modelo porcino no vivo

Satisfacción de los sujetos de investigación en la realización del entrenamiento

Se realizó una encuesta a los 14 residentes participantes para la medir su satisfacción en la realización del entrenamiento en el modelo porcino. Las respuestas se midieron a través de una escala tipo Likert de 5 niveles. Los resultados en frecuencias se muestran en la tabla 4.

Ítem	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. La calidad del experimento fue buena	10 (71.40%)	2 (14.28%)	2 (14.28%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
2. Pienso que completé los objetivos quirúrgicos	5 (35.70%)	6 (42.84%)	3 (21.42%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
3. Me sentiría cómodo(a) si se me colocara en un escenario similar, en una cirugía real	6 (42.84%)	4 (28.56%)	4 (28.56%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
4. Me sentí familiarizado(a) con el uso del instrumental quirúrgico	8 (57.12%)	5 (35.70%)	1 (7.14%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
5. Me sentí cómodo(a) al realizar los procedimientos quirúrgicos	8 (57.12%)	5 (35.70%)	0 (0.00%)	1 (7.14%)	0 (0.00%)

Tabla 5. Resultados de la evaluación respecto a la satisfacción de los Médicos Residentes al realizar el entrenamiento en el modelo porcino no vivo

DISCUSIÓN

Las habilidades microquirúrgicas se pueden mejorar con el aprendizaje y la práctica. La curva de aprendizaje de esta técnica se vuelve difícil cuando se limita a la observación y casos pocos frecuentes. La simulación se ha implementado como herramienta de enseñanza estandarizada para la adquisición de habilidades complejas, así como para disminuir la curva de aprendizaje en médicos residentes en formación, además de no poner en riesgo la seguridad de los pacientes.

Los Médicos Residentes en formación con competencia neuromicroquirúrgica deben dedicar horas en la práctica para desarrollar habilidades microquirúrgicas.

En nuestro estudio se contó con el laboratorio y las condiciones apropiadas para poder llevar a cabo la simulación, sin embargo, se pueden realizar simulaciones con múltiples modelos porcinos no vivos para poder llevar a cabo las destrezas neuromicroquirúrgicas que han demostrado mejoras estadísticamente significativas¹³.

Yarsargil recomendó a los neurocirujanos jóvenes que pasaran al menos un año en un laboratorio, capacitándose en anatomía quirúrgica y técnica microquirúrgica².

Achar et al. Propusieron un modelo interesante de entrenamiento de anastomosis vascular utilizando el esófago y la tráquea de un pollo muerto. Hino describió un ejercicio de entrenamiento para anastomosis microarterial utilizando la arteria del ala de un pollo¹². Estos métodos demostraron ser útiles para el aprendizaje de técnicas microquirúrgicas y se pueden observar varias ventajas, como su bajo costo y su facilidad de manejo.

El cerebro de cerdo es comparable al humano en cuanto a anatomía macroscópica, histología y vascularización, con algunas diferencias.

El peso del cerebro de cerdo adulto oscila entre 80 y 180 g, y puede ser comparable a la masa cerebral de varias especies de primates no humanos utilizados con fines experimentales¹⁵. Por lo tanto, parece ser lo suficientemente grande como para permitir la formación en Neurocirugía.

Dentro de los resultados obtenidos en nuestro estudio, podemos afirmar que la Fase 3 “Durotomía”, fue dónde se observó un menor puntaje en el grupo de Médicos Residentes de menor grado, esto en relación con el respeto al tejido, planeación anticipada, así como tiempo y movimiento, debido a que la exposición quirúrgica de acuerdo a su año es limitada.

En la Fase 1 “Incisión y colgajo”, se observó mayor puntaje en el grupo de Médicos Residentes de mayor grado, creemos que esto se debe a que realizan los procedimientos neuro microquirúrgicos con pericia, a diferencia de los Médicos Residentes de menor grado, debido a que se encuentran ansiosos por operar.

Hablando de ambos grupos de Médicos Residentes, es decir menor y mayor grado, existe conocimiento de los instrumentos y manejo de los mismos, esto en relación porque desde los primeros años de la Especialidad se encuentran expuestos al entorno de la cirugía.

Podemos afirmar que las simulaciones en modelos biológicos no vivos, son una herramienta que permite a los Médicos Residentes de Neurocirugía un mejor desempeño de sus actividades educativas con repercusión en el futuro del especialista en su práctica profesional.

CONCLUSIÓN

En cuanto a la habilidad quirúrgica en el Abordaje Interhemisférico Transcalloso en modelo porcino no vivo, al observar los resultados obtenidos mediante la evaluación con la escala OSATS, los Médicos Residentes de Neurocirugía de ambos grupos presentaron un mayor puntaje en el área de conocimientos de los instrumentos y manejo instrumental, así mismo, se pueden discernir los aspectos que requieren una mejoría, los cuales son la relación tiempo y movimiento, la planeación anticipada, así como el respeto por el tejido en los Médicos Residentes de menor grado, lo que nos sugiere que esto podría mejorar con mayor tiempo en prácticas quirúrgicas. Cada persona presenta un tipo diferente de inteligencia, siendo la habilidad de destreza quirúrgica, relacionada con la inteligencia corporal-kinestésica, diferente con la capacidad de retención de información y conocimientos.

El nivel de satisfacción y similitud al realizar el Abordaje Interhemisférico Transcalloso en el modelo porcino no vivo fue mayor del 80% en los 2 grupos de Médicos Residentes de Neurocirugía de acuerdo a las encuestas aplicadas.

Una de las debilidades de nuestro estudio fue el haber contado con una muestra de estudio de Médicos Residentes de distintos grados académicos de Neurocirugía, no pudiendo evaluar la destreza quirúrgica en una población con características homogéneas.

La segunda limitante que encontramos en cuanto al uso de la escala OSATS en nuestro estudio, es que únicamente se realizó una evaluación basal.

Una de las fortalezas que encontramos en nuestro estudio fue la oportunidad de contar con modelos biológicos porcinos no vivos para la realización de las simulaciones del Abordaje Interhemisférico Transcalloso, la cual es una herramienta que permitió a los sujetos de nuestro estudio poder demostrar sus destrezas quirúrgicas lo más apegada a la realidad al

permitirles trabajar con tejidos biológicos, a diferencia de los estudios que contaron únicamente con simuladores virtuales o con modelos sintéticos, los cuales no permiten obtener una experiencia tan apegada a la realidad en el manejo de tejidos biológicos.

La segunda fortaleza que se encuentra en este estudio, la encontramos al momento de la evaluación de las destrezas quirúrgicas mediante la escala OSATS, la escala fue calificada por 5 Médicos Especialistas en Neurocirugía, comparando así el resultado de todas las calificaciones, evaluando de manera subsecuente el nivel de concordancia inter observador obteniendo resultados más significativos.

Dentro de las consideraciones que se deben de tomar en cuenta en un futuro, es que no se encuentra una correlación entre el desempeño de la destreza quirúrgica al realizar una simulación, el conocimiento teórico previo medido con evaluaciones y el año académico cursado, de acuerdo a lo publicado en la literatura, factor que habría que analizar en un futuro para poder determinar la misma y si esta presenta significancia estadística o no.

Otra perspectiva futura sería reproducir el Abordaje Interhemisférico Transcalloso en modelos de simulación porcinos no vivos y evaluar la destreza quirúrgica mediante la escala OSATS, replicando el mismo abordaje en múltiples ocasiones, comparando los puntajes obtenidos por los sujetos de estudio y valorar con que número de procedimientos se realiza una simulación con puntuaciones más elevadas y con significancia estadística.

La microcirugía es una competencia útil en la formación de un Médico Residente de Neurocirugía, que requiere de alta precisión y habilidades quirúrgicas para la resolución de múltiples patologías, se logra de mediante la práctica deliberada y continua. La inclusión de

la simulación, se considera un pilar fundamental para generar confianza en las habilidades neuromicroquirúrgicas y generar destrezas posteriores al término de preparación como Médico Residente de Neurocirugía, de igual manera generar una enseñanza estandarizada en Neuro microcirugía, ampliar el conocimiento y experiencia por parte de maestros e instructores y además de identificar a aquellos con interés, talento y aptitud particular para la microcirugía, más importante aún contribuye a aumentar la seguridad del paciente.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Aurich, L. A., Silva Junior, L. F., Monteiro, F. M., Ottoni, A. N., Jung, G. S., & Ramina, R. (2014). Microsurgical training model with nonliving swine head. Alternative for neurosurgical education. *Acta Cir Bras*, 29(6), 405-409. doi:10.1590/s0102-86502014000600010
- 2.- Elsayed, M., Torres, R., Sterkers, O., Bernardeschi, D., & Nguyen, Y. (2019). Pig as a large animal model for posterior fossa surgery in oto-neurosurgery: A cadaveric study. *PLoS One*, 14(2), e0212855. doi:10.1371/journal.pone.0212855
- 3.- Ganju, A., Aoun, S. G., Daou, M. R., El Ahmadieh, T. Y., Chang, A., Wang, L., . . . Bendok, B. R. (2013). The role of simulation in neurosurgical education: a survey of 99 United States neurosurgery program directors. *World Neurosurg*, 80(5), e1-8. doi:10.1016/j.wneu.2012.11.066
- 4.- Hadley, C., Lam, S. K., Briceno, V., Luerssen, T. G., & Jea, A. (2015). Use of a formal assessment instrument for evaluation of resident operative skills in pediatric neurosurgery. *J Neurosurg Pediatr*, 16(5), 497-504. doi:10.3171/2015.1.PEDS14511
- 5.- Jarrahy, Reza, Shahinian, Hrayr K, Young, John, & Berci, George %J Journal of Investigative Surgery. (1999). Endoscopic skull base surgery II: a new animal model for surgery of the posterior fossa. 12(6), 335-339.

- 6.- Kim, S. C., Fisher, J. G., Delman, K. A., Hinman, J. M., & Srinivasan, J. K. (2016). Cadaver-Based Simulation Increases Resident Confidence, Initial Exposure to Fundamental Techniques, and May Augment Operative Autonomy. *J Surg Educ*, 73(6), e33-e41. doi:10.1016/j.jsurg.2016.06.014
- 7.- Klingensmith, M. E., & Lewis, F. R. (2013). General surgery residency training issues. *Adv Surg*, 47, 251-270. doi:10.1016/j.yasu.2013.05.001
- 8.- Kneebone, Roger %J Academic medicine. (2005). Evaluating clinical simulations for learning procedural skills: a theory-based approach. 80(6), 549-553.
- 9.- Lind, N. M., Moustgaard, A., Jelsing, J., Vajta, G., Cumming, P., & Hansen, A. K. (2007). The use of pigs in neuroscience: modeling brain disorders. *Neurosci Biobehav Rev*, 31(5), 728-751. doi:10.1016/j.neubiorev.2007.02.003
- 10.- Martin, JA, Regehr, Glenn, Reznick, Richard, Macrae, Helen, Murnaghan, John, Hutchison, Carol, & Brown, M %J Journal of British Surgery. (1997). Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. 84(2), 273-278.
- 11.- Martínez-Anda, Jaime Jesús, Muñoz-Romero, Ildefonso, Pineda-Martínez, Diego, Avendaño-Pradel, Rafael, Domínguez-Higareda, Jorge, & Alfonso-de Leo Vargas, Roberto. (2017). *Uso de simuladores para entrenamiento en neurocirugía: cambio en el paradigma de entrenamiento quirúrgico.*

- 12.- Meling, T. R., & Meling, T. R. (2021). The impact of surgical simulation on patient outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Neurosurg Rev*, 44(2), 843-854. doi:10.1007/s10143-020-01314-2
- 13.- Olabe, J., Olabe, J., & Roda, J. (2011). Microsurgical cerebral aneurysm training porcine model. *Neurol India*, 59(1), 78-81. doi:10.4103/0028-3886.76872
- 14.- Regelsberger, J., Heese, O., Horn, P., Kirsch, M., Eicker, S., Sabel, M., & Westphal, M. (2011). Training microneurosurgery - four years experiences with an in vivo model. *Cent Eur Neurosurg*, 72(4), 192-195. doi:10.1055/s-0030-1261906
- 15.- Regelsberger, Jan, Eicker, Sven, Siasios, Ioannis, Hänggi, Daniel, Kirsch, Matthias, Horn, Peter, Dufour, Henry %J Neurosurgical review. (2015). In vivo porcine training model for cranial neurosurgery. 38(1), 157-163.

ANEXOS

Ítem/Puntos	1	2	3	4	5
<i>Respeto por el tejido</i>	Frecuentemente usa fuerza innecesaria sobre el tejido o causa daño por el inapropiado uso de los instrumentos	Intermedio entre 1 y 3	Manipulación cuidadosa del tejido, pero ocasionalmente causó daño inadvertido	Intermedio entre 3 y 5	Constantemente manipula los tejidos de manera adecuada con un daño mínimo
<i>Tiempo y movimiento</i>	Muchos movimientos innecesarios	Intermedio entre 1 y 3	Tiempo / movimiento eficiente, pero hace algunos movimientos innecesarios	Intermedio entre 3 y 5	Economía de movimientos y máxima eficiencia
<i>Manejo de instrumentos</i>	Repetidamente hace movimientos tentativos o incómodos con los instrumentos	Intermedio entre 1 y 3	Uso competente de los instrumentos a pesar de que ocasionalmente parecía rígido e incómodo	Intermedio entre 3 y 5	Movimientos fluidos con los instrumentos y sin dificultad
<i>Conocimiento de los instrumentos</i>	Frecuentemente pregunta por el instrumento incorrecto o usa el instrumento inapropiado	Intermedio entre 1 y 3	Conoce los nombres de los instrumentos y usa el instrumento apropiado para la tarea	Intermedio entre 3 y 5	Está obviamente familiarizado con los instrumentos necesarios y sus nombres
<i>Uso de asistentes</i>	Asistentes colocados consistentemente mal o no usaron asistentes	Intermedio entre 1 y 3	Buen uso de asistentes la mayor parte del tiempo	Intermedio entre 3 y 5	Usa estratégicamente a los asistentes para obtener la mejor ventaja en todo momento
<i>Flujo de operación y planificación anticipada</i>	Frecuentemente detiene la operación o necesita discutir el próximo movimiento	Intermedio entre 1 y 3	Demuestra capacidad para la planificación anticipada con una progresión constante de la operación	Intermedio entre 3 y 5	Curso de la operación obviamente planeado con movimientos fluidos y sin esfuerzo al pasar de uno a otro movimiento
<i>Conocimiento de procedimientos específicos</i>	Conocimiento deficiente. Necesita instrucciones específicas en la mayoría de pasos operativos	Intermedio entre 1 y 3	Conoce todos los aspectos importantes de la operación	Intermedio entre 3 y 5	Demuestra familiaridad con todos los aspectos de la operación

Escala de evaluación global OSATS

Ítem	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. La realización de la incisión quirúrgica es similar con el humano					
2. La realización de la craneotomía es similar con el ser humano					
3. La apertura de la duramadre es similar con el ser humano					
4. La disección de la cisura interhemisférica es similar con el ser humano					
5. La callosotomía es similar con el ser humano					

Escala tipo Likert para la percepción de la similitud del modelo porcino no vivo

Ítem	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
1. La calidad del experimento fue buena					
2. Pienso que completé los objetivos quirúrgicos					
3. Me sentiría cómodo(a) si se me colocara en un escenario similar, en una cirugía real					
4. Me sentí familiarizado(a) con el uso del instrumental quirúrgico					
5. Me sentí cómodo(a) al realizar los procedimientos quirúrgicos					

Escala tipo Likert para la satisfacción del entrenamiento con el modelo porcino no vivo

RESUMEN BIOGRÁFICO

Nací en la Ciudad de México, un lugar que siempre me ha enseñado a moverme entre el ritmo acelerado y la diversidad infinita. Desde joven tuve claro que quería dedicarme a la medicina; esa mezcla de ciencia, humanidad y reto constante me atrapó desde el primer día. Por eso estudié Medicina en la UNAM, donde descubrí no solo mi vocación, sino también la disciplina y la curiosidad que seguirían marcando mi camino.

Más adelante llegué al HRAEO de Oaxaca para formarme en Cirugía General. Ahí, entre guardias, quirófanos y aprendizajes que dejan huella, terminé de entender que la cirugía no es solo una técnica: es una forma de pensar y de vivir. Fue también en esa etapa cuando la neurocirugía comenzó a llamarme cada vez con más fuerza. La precisión microquirúrgica, la concentración absoluta y la disciplina que requiere cada procedimiento se convirtieron en mi motor. Descubrí en la Neurocirugía un arte que combina mente, manos y corazón en un mismo propósito.

Hoy sigo avanzando en ese camino, con la misma pasión que empezó hace años y con el compromiso de perfeccionar cada día lo que hago. Mi historia sigue en construcción, pero algo tengo claro: Elegí la especialidad que me reta, me inspira y me hace sentir que estoy exactamente donde debo estar.