

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE MEDICINA



UANL

**EVALUACIÓN DEL VALOR PREDICTIVO DEL NEUROPOCUS EN EL
DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DEL EVENTO CEREBROVASCULAR
ISQUÉMICO**

Por:

ESTEBAN SOLÍS VIVEROS

Como requisito parcial para obtener el grado de SUBESPECIALIDAD EN
NEUROLOGÍA

Diciembre, 2025



UANL

HOJA DE APROBACIÓN POR EL COMITÉ DE TESIS


**EVALUACIÓN DEL VALOR PREDICTIVO DEL NEUROPOCUS EN EL
DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DEL EVENTO CEREBROVASCULAR
ISQUÉMICO**

**POR
ESTEBAN SOLÍS VIVEROS**


**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
SUBESPECIALIDAD EN NEUROLOGÍA**

**EVALUACIÓN DEL VALOR PREDICTIVO DEL NEUROPOCUS EN EL
DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DEL EVENTO CEREBROVASCULAR
ISQUÉMICO**


Aprobación de la tesis:



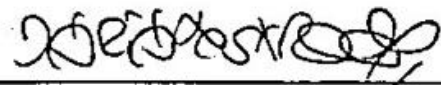
Dr. Fernando Góngora Rivera
Director de tesis



Dr. Ramiro Flores Ramirez
Codirector de tesis (Jefe del Servicio de cardiología)



Dr. Erik Alejandro García Valadez
Codirector de tesis



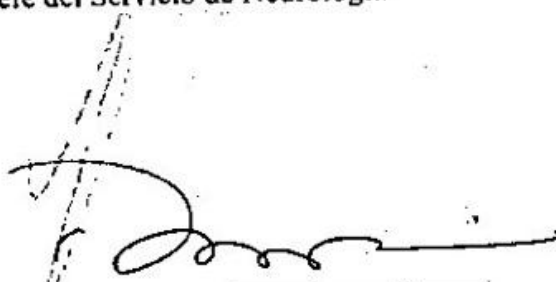
Dra. En C. Ingrid Eloísa Estrada Bellmann
Coordinador de Enseñanza del Servicio de Neurología



Dr. Med. Juan Fernando Góngora Rivera
Coordinador de Investigación del Servicio de Neurología



Dra. Beatriz Eugenia Chávez Luévanos
Jefe del Servicio de Neurología



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



UANL

**HOJA CON LA DECLARACIÓN DE LOS LUGARES EN DONDE SE
DESARROLLÓ EL TRABAJO**

**EVALUACIÓN DEL VALOR PREDICTIVO DEL NEUROPOCUS EN EL
DIAGNÓSTICO ETIOLÓGICO DEL EVENTO CEREBROVASCULAR
ISQUÉMICO**

Este trabajo fue realizado en el área de hospitalización de neurología y en coordinación con el servicio de cardiología, del Hospital "Dr. José Eleuterio González" de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, bajo la Dirección del Dr. Fernando Góngora Rivera y la Codirección del Dr. Ramiro Flores Ramirez y el Dr. Erik Alejandro García Valadez.

Dr. Fernando Góngora Rivera
Director de tesis •

Dr. Ramiro Flores Ramirez
Codirector de tesis (Jefe del servicio de cardiología)

Dr. Erik Alejandro García Valadez
Codirector de tesis

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la fortaleza, la claridad y la oportunidad que me han permitido llegar hasta este momento tan significativo de mi vida.

A mis padres, Abraham Solís Ramírez y Patricia Viveros Cornejo, quienes han sido mi sostén, mi guía y mi primer hogar. A mi padre, el primer médico que tuve como ejemplo, cuyo profesionalismo, compromiso y vocación sembraron en mí el deseo profundo de dedicarme a la medicina. Gracias por mostrarme la dignidad y la entrega que implica esta profesión. A mi madre, por su amor invaluable, por su acompañamiento constante y por ser una fuente inagotable de fortaleza. Tu amor ha sido mi refugio y mi impulso.

A mis hermanos, Abraham y Sarahi, médicos especialistas, cuyo ejemplo de disciplina, esfuerzo y excelencia ha inspirado mi camino desde siempre.

A la Dra. Ingrid Estrada y a la Dra. Beatriz Chávez, por brindarme la oportunidad de formarme como neurólogo y por abrirme las puertas en un momento en que mi camino se encontraba lleno de incertidumbre. Su confianza transformó mi rumbo y me regaló un futuro que hoy valoro profundamente. Toda la vida estaré agradecido con ustedes por esa oportunidad que marcó mi destino profesional y personal.

Al Dr. Fernando Góngora Rivera, director de esta tesis, por enseñarme a comprender la Neurología Vascular con profundidad, rigor y sensibilidad. Su guía, paciencia y exigencia académica han sido pilares fundamentales en mi formación. Gracias a su dirección he llegado a lugares que jamás pensé alcanzar, a experiencias y conocimientos que transformaron mi forma de entender la neurología y mi propia capacidad. Su influencia y acompañamiento han dejado una marca imborrable en mi vida profesional.

Agradezco también al Dr. Ramiro Flores Ramírez, por brindarme la oportunidad de colaborar con el Servicio de Cardiología. Su apoyo enriqueció este proyecto y aportó una visión más amplia a mi formación clínica.

A la Dra. Fernanda Flores y al Dr. Rómulo Ramírez, quienes no solo fueron maestros, sino faros en los momentos más complejos de mi formación. Gracias por su humanidad, por su cercanía y por enseñarme con el ejemplo lo que significa acompañar, formar y sostener. Su confianza, sus palabras y su presencia marcaron profundamente mi residencia. Mi gratitud hacia ustedes es profunda y duradera.

Extiendo también mi reconocimiento a maestros que dejaron huella en este proceso:

Dr. Marfil, Dr. Gil, Dr. Enríquez, Dr. Castillo, Dra. Marcela y Dr. Saldívar.

Gracias por compartir su experiencia, su tiempo y su dedicación con tanta generosidad.

A los profesores del área de Neurología Vascular, Dr. Adrián Infante y Dr. Erik García, por compartir su experiencia, su enseñanza y por acompañarnos con dedicación a lo largo de la residencia.

A mi co-residente Verónica, por su apoyo, compañerismo y por compartir a mi lado los desafíos y aprendizajes de este camino. Tu presencia hizo más llevaderos los momentos más exigentes.

A mi amigo Rafael, actualmente residente de Cardiología, con quien he compartido todos estos años de formación desde Medicina Interna. Gracias por tu amistad, tu apoyo y tu participación activa en mi adiestramiento, especialmente en la enseñanza del POCUS cardiaco, que fue fundamental para este proyecto y para mi crecimiento profesional.

A Dariana y Diana, por su ayuda invaluable y su disposición constante, sin las cuales este proyecto no habría sido posible.

A mis compañeros de residencia —Natalia, Irma, Alfredo, Fátima, Diego, Víctor, Alex y Hugo, así como Daniela, Beto, Luis Daniel, Mariana, Claudia y Javier— gracias por su apoyo, su compañerismo y por contribuir a que este proceso formativo fuera más humano, colaborativo y significativo.

Extiendo mi agradecimiento a todos los maestros y residentes del Servicio de Neurología Pediátrica, quienes con su experiencia y enseñanzas han aportado de manera invaluable a mi desarrollo clínico y académico.

A todo el personal del hospital: enfermería, personal administrativo, técnicos de neurofisiología, médicos adscritos, pasantes, internos, y a cada persona que con su labor diaria contribuye al funcionamiento de la institución.

También es muy importante para mí agradecer al Dr. Gersain Trujillo, mi primer maestro de Neurología, quien durante mi estancia en Medicina Interna despertó en mí el deseo de convertirme en neurólogo. Su influencia y enseñanza fueron el inicio de este camino que hoy culmina, y siempre estaré profundamente agradecido por ello.

Y finalmente a Desiree, sin duda, mi agradecimiento más profundo y especial. Gracias por caminar conmigo en cada etapa de este proceso, por comprender mis ausencias, mis desvelos y mis silencios. Gracias por sostenerme cuando las fuerzas flaquearon y por compartir conmigo cada logro, cada sacrificio y cada esperanza. Tu amor, tu paciencia y tu fortaleza han sido parte esencial de este camino. Este logro también es tuyo, porque has sido luz, apoyo y compañía en los momentos más importantes de esta etapa. Gracias por ser mi compañera de vida.

A todos ustedes, gracias por ser parte de mi historia, por su apoyo y por contribuir a que este logro sea posible.

TABLA DE CONTENIDO

1. Resumen	1
2. Antecedentes	2
2.1 Evento cerebrovascular isquémico	2
2.2 Evaluación del EVC	2
2.3 POCUS	3
3. Justificación	6
4. Pregunta de investigación	7
5. Objetivos e hipótesis	8
5.1 Objetivos	8
5.2 Hipótesis	9
6. Material y métodos	10
6.1 Consideraciones éticas	10
6.2 Diseño del estudio	11
6.3 Población	11
6.4 Criterios de selección	11
6.5 Definiciones	12
6.6 Procedimientos	14
6.7 Análisis e interpretación de datos	15
7. Resultados	17
8. Discusión	24
9. Conclusiones	26
10. Anexos	27
10.1 Aprobación por el Comité de Ética en Investigación	27
10.2 Aprobación por el Comité de Investigación	29
10.3 Hoja de Captura de Datos	31
11. Bibliografía	33
12. Resumen autobiografico	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos generales de la muestra	17
Tabla 2. Resultados de ultrasonidos de carótidas	19
Tabla 3. Resultados de ultrasonidos de corazón	20
Tabla 4. Diagnósticos ASCOD por NeuroPOCUS y Ultrasonido Estándar	21
Tabla 5. Valores calculados para NeuroPOCUS	22
Tabla 6. Curva de aprendizaje de NeuroPOCUS	23

LISTA DE ABREVIATURAS

AIT: Accidente isquémico transitorio

AngioRM: Angioresonancia

AngioTAC: Angiotomografía

ASCOD: Atherosclerosis, Small Vessel Disease, Cardioembolism, Other causes, Dissection

CCD: Carótida común derecha

CCI: Carótida común izquierda

CID: Carótida interna derecha

CII: Carótida interna izquierda

EVC: Evento cerebrovascular

FEVI: Fracción de Eyección del Ventrículo Izquierdo

FN: Falsos Negativos

FP: Falsos Positivos

POCUS: Point of Care Ultrasound

RM: Resonancia magnética

TAC: Tomografía axial computarizada

VN: Verdaderos Negativo

VP: Verdaderos Positivos

VPN: Valor Predictivo Negativo

VPP: Valor Predictivo Positivo

CAPÍTULO I

RESUMEN

Introducción: En México, la aterosclerosis y el cardioembolismo son las dos causas más frecuentes de EVC isquémico. Para determinar estas etiologías del EVC, se requiere la confirmación por ultrasonido de carótidas y de corazón realizados por expertos. La alta demanda asistencial frecuentemente genera un retraso en la realización del diagnóstico. El NeuroPOCUS es un ultrasonido de cribado de carótidas y corazón realizado por el neurólogo en las primeras horas de atención al paciente, con el fin de obtener un diagnóstico preliminar temprano.

Objetivo: Determinar el valor predictivo positivo y negativo del NeuroPOCUS en referencia a los ultrasonidos estándar realizados por el cardiólogo y neurólogo vascular para detectar aterosclerosis carotídea y cardiopatía embólica como causa de EVC isquémico agudo.

Métodos: Se realizó un estudio de acuerdo diagnóstico, prospectivo, longitudinal, observacional y comparativo; en adultos con EVC isquémico que ingresaron a la unidad de cuidados neurovasculares del Hospital “Dr. José Eleuterio González”. Se evaluó la sensibilidad, especificidad, VPP y VPN del NeuroPOCUS.

Resultados: Se obtuvo un total de 100 participantes con EVC isquémico, evaluados mediante NeuroPOCUS y ultrasonidos estándar de carótidas y corazón. El NeuroPOCUS de carótidas obtuvo una sensibilidad de 94.5%, especificidad de 88.8%, VPP de 83.3% y VPN de 96%, y un acuerdo diagnóstico muy bueno ($K=812$, $p<0.001$). El NeuroPOCUS de corazón obtuvo una sensibilidad de 95.7%, especificidad de 86.5%, VPP de 86.7% y VPN de 95.7%; y un acuerdo diagnóstico bueno ($K=0.820$, $p<0.001$). También, el NeuroPOCUS logró ser realizado en el primer día de hospitalización, días antes que los ultrasonidos estándar ($p<0.001$).

Conclusión: El protocolo NeuroPOCUS es una herramienta de tamizaje confiable para determinar una etiología arterial o cardíaca del EVC en las primeras 48 horas, aportando un diagnóstico más temprano en comparación a los métodos habituales.

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES

2.1 Evento cerebrovascular isquémico

En México, el evento cerebrovascular (EVC) tiene una incidencia de 90 casos por cada 100 000 habitantes, y representa la séptima causa de muerte en el país. El EVC isquémico constituye el 87% de los eventos cerebrovasculares. Sus principales grupos etiológicos son: aterosclerosis de grandes vasos, enfermedad de pequeños vasos, cardioembolismo, embolismo de origen desconocido, otras causas conocidas (que incluye cualquier etiología reconocida distinta a aterosclerosis y embolismo) y criptogénico (causa desconocida) (1). En México, la aterosclerosis y el cardioembolismo son las dos causas más frecuentes de EVC isquémico. La Guía de Práctica Clínica recomienda el uso de la clasificación ASCOD (Atherosclerosis, Small-vessel disease- Cardiac pathology, Other causes, Dissection) para la determinación etiológica del EVC. ASCOD es una clasificación fenotípica basada en los hallazgos clínicos y de pruebas diagnósticas, mediante criterios detallados. Toma en cuenta la presencia de múltiples probables causas para un mismo ictus, y el grado de causalidad de cada una. Para concretar la etiología según ASCOD, se requiere la realización de varios estudios diagnósticos, tanto de laboratorio como de imagen (2,3).

2.2 Evaluación del EVC

La aterosclerosis en las arterias carótidas es causante del 15-20% de los EVC isquémicos (4,5). La evaluación de placas carotídeas es esencial para concretar el origen del ictus, ya que son características de la aterosclerosis avanzada (2,6,7). Aunque principalmente se considera una etiología aterotrombótica al demostrar una estenosis >50% de la arteria, las placas que generan una estenosis <50% pero tienen características de alto riesgo pueden explicar algunos casos considerados como EVC criptogénico (1).

La última guía de la American Heart Association (AHA) y American Stroke Association (ASA) del 2021 recomienda la evaluación etiológica completa en las primeras 48 horas desde el inicio de los síntomas del ictus. Recalca la importancia de la identificación de

causas de embolismo cardiogénico y aterotrombótico mediante la realización de estudios de imagen, ya que pueden ser candidatos a revascularización. Para ello, se sugiere el uso de tomografía computada (TAC), resonancia magnética (RM) o ultrasonido (1). El ultrasonido es la modalidad de imagen más utilizada para la evaluación de carótidas, ya que permite valorar la presencia de placas y sus características de manera rápida y costoefectiva (5). Suele ser realizado por un radiólogo en la unidad de imagen y tiene un alto valor predictivo negativo, por lo que es considerado el estudio ideal (1). Durante su realización, se estudian la carótida común, su bifurcación, y las arterias carótidas internas y externas (8). Debido a que el ultrasonido es una prueba rápida en comparación a las otras opciones, permite una detección oportuna de estenosis y placas carotídeas para un diagnóstico temprano y tratamiento eficaz del EVC (1).

Por otro lado, el EVC de origen cardioembólico supone el 30% de los ictus isquémicos. El diagnóstico se basa en la detección de una anomalía cardíaca que pueda generar un émbolo. Las más frecuentes son fibrilación auricular, acinesia del ventrículo izquierdo (relacionada o no a trombosis), disfunción sistólica, endocarditis, valvulopatías, vegetaciones, trombos intracavitarios y foramen oval permeable (9). Hasta en un 52% de los EVC isquémicos se detectan cardiopatías estructurales previamente desconocidas por el paciente, de las cuales una alta proporción son potencialmente embolígenas (10). Tradicionalmente, estas condiciones son detectadas mediante la ecocardiografía transtorácica, realizada por un cardiólogo especialista en ultrasonido.

2.3 POCUS

A pesar de ser esenciales en el abordaje inicial, a nivel mundial existe una alta demanda hospitalaria de los servicios de imagen, lo cual en muchos casos retrasa la realización de estos estudios y por ende el diagnóstico, prolongando la estancia hospitalaria y mermando el pronóstico del paciente (11). Con el propósito de agilizar la atención médica en situaciones de emergencia, se ha desarrollado la ecografía en punto de atención (Point of Care Ultrasound, POCUS), realizada en la cama del paciente y orientada a un diagnóstico específico (12).

Una modalidad del POCUS es la ecocardioscopia, que consiste en la realización de ultrasonido cardíaco dirigido a una cuestión concreta, para orientar el diagnóstico y tratamiento de una situación clínica específica. Pretende detectar alteraciones cardíacas específicas, con un alto valor predictivo y una alta rentabilidad diagnóstica. Es considerada una extensión de la exploración física que pretende mejorar el diagnóstico y pronóstico, sin embargo no sustituye un estudio ecocardiográfico completo. La ecocardioscopia puede ser realizada por un médico certificado que curse un programa de entrenamiento y formación específico. Ésta ha sido aceptada y normada en España (13). La ecocardioscopia realizada por neurólogos fue aprobada por la SEC en 2019, permite identificar una gran cantidad de pacientes con cardiopatías embolígenas, posibilitando un abordaje más enfocado y rápido (14,15).

Al enfocarse en la etiología del EVC, se evalúan los 4 planos ecográficos esenciales, se miden las cavidades cardíacas, se estima la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), y se valora la presencia de valvulopatías, masas o trombos intracavitarios (13). En un estudio realizado por Pergola *et al.* (2015), se determinó una sensibilidad de 95.7% y especificidad de 94.7% al usar la ecocardioscopia para la evaluación etiológica del EVC (14). En otro estudio, se determinó un acuerdo diagnóstico bueno a excelente entre la ecocardiografía y el ultrasonido cardíaco transtorácico (considerado estándar de oro); sin embargo, destaca que este acuerdo es altamente dependiente de la experiencia del clínico que realiza e interpreta el estudio (15). Los neurólogos certificados en ecocardioscopia pueden interpretar el estudio, y en casos necesarios consultar al cardiólogo. Así, se puede aplazar el estudio con ecocardiografía realizada por cardiólogo en muchos casos, disminuyendo la sobrecarga asistencial en las unidades de alto volumen (10). Éste método no ha sido estandarizado, sin embargo los estudios que evalúan su utilidad lo recomiendan (10,11,14).

Similar a la ecocardioscopia, el ultrasonido de carótidas como parte del POCUS para el cribado de aterosclerosis puede agilizar la atención hospitalaria. En este, se evalúa de manera enfocada segmentos específicos para identificar la aterosclerosis como etiología del EVC. Por su parte, el ultrasonido extenso de carótidas ha sido recomendado como parte del abordaje del paciente con EVC, es el método estandarizado no-invasivo para

evaluar aterosclerosis. El ultrasonido extenso de carótidas muestra una sensibilidad del 38.8%, especificidad del 91.6% y certeza del 87.1% para estenosis mayor al 70% de la arteria. Sin embargo, ha mostrado tener la misma variabilidad diagnóstica que el ultrasonido enfocado a un segmento o proyección. Ambos permiten determinar el grado de aterosclerosis e identificar la presencia de placas ateroscleróticas, y caracterizarlas como vulnerables o de alto riesgo según su ecogenicidad y morfología (1,7).

Para ello existen los “ultrasonidos portátiles”, que son dispositivos con capacidad diagnóstica similar al ultrasonido convencional. Estos deben ser usados únicamente como prueba de cribado o para complementar la exploración física. El ultrasonido portátil para la evaluación de las carótidas ha mostrado una sensibilidad del 100% y especificidad del 64% para la aterosclerosis, siendo comparable a la angiografía (16). También, la ecocardiografía realizada con estos dispositivos ha mostrado una sensibilidad de 95.7% y especificidad de 94.7% para el diagnóstico cardioembólico del EVC isquémico (14). Al ser utilizados como método de cribado, todos los pacientes con hallazgos anormales, no concluyentes o con evidencia de cardiopatía deben ser evaluados con un ultrasonido de carótidas extenso o un ecocardiograma completo (12,15).

El abordaje con “Point of Care Ultrasound” o POCUS en la unidad de ictus ha mostrado buenos resultados en otros países, pero su uso en México no se ha normado. Además, en los casos de EVC agudo en los que si se realiza un abordaje POCUS, la ecocardiografía y el ultrasonido de carótidas no siempre son realizados por los neurólogos (11,14).

CAPÍTULO III

JUSTIFICACIÓN

El evento cerebrovascular isquémico constituye un problema de salud importante en nuestro país, debido a su alta incidencia y sus importantes secuelas. Posterior a la confirmación del EVC, el abordaje en busca de la etiología es prioritario para la toma de decisiones en el tratamiento. Actualmente, este abordaje consta en la realización de estudios de laboratorio e imagen, principalmente mediante ecocardiografía, ultrasonido de grandes vasos, Holter de 24 horas, entre otros. Estos estudios, realizados por especialistas, suelen ser motivo de retraso en la atención del paciente debido a la alta demanda de atención y a la saturación de los departamentos de imagenología. Al integrar el ultrasonido de carótidas y corazón realizado por neurólogo al protocolo POCUS del EVC agudo (NeuroPOCUS), y utilizarlo como estudio de cribado de las etiologías principales de EVC en la sala de urgencias, se podría aminorar la dependencia de estudios más extensos y la necesidad de esperar a que sean realizados para poder iniciar un tratamiento enfocado a la causa.

Debido a esto, este estudio propone el protocolo NeuroPOCUS, que consiste en el ultrasonido enfocado a la identificación de aterosclerosis y cardioembolismo como etiología de ictus, según los lineamientos descritos en la clasificación ASCOD. Este será realizado por un neurólogo certificado durante las primeras 24 horas de atención del paciente. Como parte del protocolo que se propone, y según lo recomendado por la literatura, aquellos pacientes con resultados anormales o no concluyentes siempre deberán recibir confirmación mediante un estudio ultrasonográfico completo.

El NeuroPOCUS permitiría el diagnóstico temprano y tratamiento enfocado a la causa, y permitiría la selección de casos que realmente ameriten una evaluación especializada y completa. Esto contribuye a la reducción de los tiempos y costos de atención en los pacientes con EVC isquémico, así como la saturación de los departamentos involucrados.

CAPÍTULO IV

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el valor predictivo positivo y negativo del ultrasonido carotídeo y cardíaco realizado como cribado por neurólogos (neuroPOCUS) comparado con el realizado por cardiólogos/neurólogo vascular (ultrasonido estándar) en la identificación de aterotrombosis y cardioembolismo como causas de EVC isquémico?

CAPÍTULO V

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

5.1 Objetivos

5.1.1 *Objetivo principal*

Determinar el valor predictivo positivo y negativo del NeuroPOCUS (ultrasonido carotídeo y cardíaco realizado por neurólogos) en referencia a los ultrasonidos estándar realizados por el cardiólogo y neurólogo vascular para detectar aterosclerosis carotídea y cardiopatía embólica como causa de EVC isquémico agudo.

5.1.2 *Objetivos específicos*

- Determinar el valor predictivo positivo y negativo del ultrasonido de carótidas realizado por el neurólogo para la identificación de aterosclerosis como causa de EVC, comparado con el ultrasonido completo de carótidas realizado por el neurólogo.
- Determinar el valor predictivo positivo y negativo de la ecocardiografía realizada por el neurólogo para la identificación de cardiopatía embolígena como causa de EVC, comparado con la ecocardiografía realizada por el cardiólogo.
- Determinar la sensibilidad y especificidad del neuroPOCUS para determinar la etiología del EVC isquémico según la clasificación ASCOD.
- Determinar la concordancia diagnóstica entre los ultrasonidos realizados por neurólogos y cardiólogos.
- Definir cuáles son las principales cardiopatías embolígenas que se presentan en los adultos con evento cerebrovascular isquémico en este hospital.
- Comparar el tiempo necesario para la realización del diagnóstico etiológico del EVC, desde la llegada del paciente a la unidad, mediante neuroPOCUS frente al ultrasonido estándar.
- Evaluar la curva de aprendizaje del residente de neurología y su impacto en la calidad diagnóstica.

5.2 Hipótesis

5.2.1 Hipótesis alternativa

El valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo del NeuroPOCUS es adecuado (VPP >80%, VPN >90%) para su utilización como cribado en la identificación de aterosclerosis y cardioembolismo como etiología del EVC isquémico, comparado al ultrasonido estándar.

5.2.2 Hipótesis nula

El valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo del NeuroPOCUS no es adecuado (VPP <80%, VPN <90%) para su utilización como cribado en la identificación de aterosclerosis y cardioembolismo como etiología del EVC isquémico, comparado al ultrasonido estándar.

CAPÍTULO VI

MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Consideraciones éticas

El presente estudio implicó la realización de estudios de imagen no invasivos durante la atención del participante, sin modificar o retrasar el proceso terapéutico, por lo que se considera un estudio de riesgo mínimo.

Todas las acciones relacionadas a este estudio fueron realizadas procurando el cumplimiento de la Declaración de Helsinki (17) y la Ley General de Salud y el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud (18). El presente protocolo fue sometido a evaluación y aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

Previo a la recolección de datos se aseguró el consentimiento informado de cada participante de manera verbal, en el cual se estipula la absoluta confidencialidad de los datos. Se explicó verbalmente el objetivo y procedimiento del estudio, así como la confidencialidad de los datos. Se respondieron todas las preguntas necesarias del participante y/o su familiar. No se incluyó a ningún participante sin corroborar la absoluta comprensión y aceptación de la participación en el estudio.

Las hojas de captura de datos fueron llenadas únicamente por el médico residente responsable de este proyecto (Dr. Esteban Solis), y la información recaudada fue compartida únicamente con el equipo participante, incluyendo los doctores Juan Fernando Góngora, Ramiro Flores, Erik Alejandro García y Diana González.

Los participantes fueron identificados mediante su número “ID”, asignado progresivamente desde el 1 en la hoja de captura de datos. El nombre del participante no fue registrado. Durante el reporte de resultados y descripción de los participantes incluidos, en ningún momento se compartió la identidad de los participantes.

6.2 Diseño del estudio

Se realizó un estudio de acuerdo diagnóstico, de tipo prospectivo, longitudinal, observacional y comparativo; en adultos con evento cerebrovascular isquémico agudo o ataque isquémico transitorio que ingresaron a la unidad de cuidados neurovasculares del Hospital “Dr. José Eleuterio González” en Monterrey, Nuevo León. Para ello, se usó como referencia la Declaración STARD 2015 (Standards for Reporting Diagnostic Accuracy Studies) (19,20).

6.3 Población

Universo: Sujetos adultos con evento cerebrovascular (EVC) isquémico o accidente isquémico transitorio (AIT) sin etiología determinada.

Población: Sujetos con EVC isquémico o AIT atendidos en el hospital “Dr. José Eleuterio González” e ingresados a la sala de cuidados neurovasculares.

Tamaño de la muestra: Para el cálculo de muestra se utilizó la fórmula de Cochran para estimación de proporciones, ya que el objetivo principal es evaluar el valor predictivo positivo (VPP) y el valor predictivo negativo (VPN) de una prueba diagnóstica. Se determinó un tamaño de muestra considerando un margen de error del 10%, un intervalo de confianza del 95%, y una prevalencia estimada de la enfermedad del 30%. La fórmula utilizada fue: $n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot (1 - P)}{d^2}$. Donde n = tamaño de muestra; Z = valor correspondiente al intervalo de confianza del 95% (Z=1.96); P = prevalencia de la enfermedad (P=0.30); y d = margen de error del 10% (d=0.10). El tamaño de la muestra calculado es de 81 participantes.

6.4 Criterios de selección

6.4.1 Criterios de inclusión:

- Participantes de ambos sexos mayores a 18 años atendidos en el Hospital “Dr. José Eleuterio González”, que reciban interconsulta con el servicio de neurología por evento cerebrovascular isquémico e ingresen a la sala de cuidados neurovasculares.

- Diagnóstico establecido de evento cerebrovascular isquémico o accidente isquémico transitorio, con etiología pendiente de determinar.
- Participantes con cualquier estado de conciencia que permita la realización de los ultrasonidos (en aquellos estuporosos o en coma se obtendrá el consentimiento por parte del familiar responsable).

6.4.2 Criterios de exclusión:

- Participantes con contraindicaciones para la realización de ultrasonido estándar o el ultrasonido de NeuroPOCUS.
- Participantes con clasificación ASCOD de A1 por aterosclerosis de carótidas comprobada como la causa.
- Participantes con clasificación ASCOD de C1 por cardiopatía embolígena comprobada como causa.
- Participantes que se nieguen a la realización de algún estudio o dificulten su realización (no cooperativo).
- Participantes que se nieguen ante el consentimiento informado verbal.

6.4.3 Criterios de eliminación:

- Participantes a quienes no se realice la ecocardiografía y el ultrasonido de carótidas por neurólogo.
- Participantes a quienes no se realice ecocardiografía y ultrasonido de carótidas estandarizados por cardiólogo y neurólogo vascular.
- Participantes que fallezcan previo a completar la evaluación.

6.5 Definiciones

NeuroPOCUS de carótidas: ultrasonido de cribado de aterosclerosis de carótidas realizado en las primeras 48 hrs de ingreso hospitalario, por el neurólogo residente tesista (1,7,12,16).

NeuroPOCUS de corazón: ultrasonido de cribado de cardiopatía embolígena realizado en las primeras 48 hrs de ingreso hospitalario, por el neurólogo residente tesista (12–14).

Día del NeuroPOCUS: día de estancia hospitalaria en el que el neurólogo tesista realizó el ultrasonido de carótidas y el ultrasonido cardíaco enfocados en la detección de aterosclerosis y cardiopatía embolígena.

Ultrasonido estándar de carótidas: ultrasonido de carótidas extenso realizado por el neurólogo vascular experto, el cual establece un diagnóstico etiológico definitivo (1,2,8).

Ultrasonido estándar de corazón: ultrasonido de corazón extenso realizado por el cardiólogo, el cual establece un diagnóstico etiológico definitivo (1,9).

Día del ultrasonido estándar: día de estancia hospitalaria en la que el neurólogo vascular realizó el ultrasonido completo de carótidas, así como el día en que el cardiólogo realizó el ecocardiograma.

ASCOD A: Grado de estenosis aterosclerótica detectado por ultrasonido en la carótida ipsilateral al EVC según los niveles descritos en la A de clasificación ASCOD (2):

- A1: Estenosis aterosclerótica del 50-99% ipsilateral al EVC
- A1: Estenosis aterosclerótica <50% con un trombo intraluminal ipsilateral al EVC
- A1: Oclusión arterial con evidencia de placa aterosclerótica ipsilateral al EVC
- A2: Estenosis aterosclerótica del 30-50% ipsilateral al EVC
- A3: Estenosis aterosclerótica <30% ipsilateral al EVC

ASCOD C: Cardiopatía detectada el cardiólogo según las descritas en la C de la clasificación ASCOD (2):

- C1: estenosis mitral, válvula mecánica, trombo mural en cavidad izquierda, fibrilación auricular o aleteo auricular, cardiomiopatía hipertrófica o dilatada, FEVI <35%, masa intracardiaca
 - C2: Acinesia apical del ventrículo izquierdo y FEVI reducida pero >35%
- Tomando los diagnósticos: ningún defecto, valvulopatía, trombo intracavitario, fibrilación o aleteo auricular, cardiopatía hipertrófica o dilatada, FEVI cualitativo <35%, masa intracardiaca y alteraciones de la contractilidad cardíaca.

Diagnóstico por NeuroPOCUS carótidas: estenosis aterosclerótica carotídea estimada y oclusión observada mediante el ultrasonido de carótidas común derecha e izquierda, y

carótidas interna derecha e izquierda; que determina el grado de estenosis aterosclerótica para establecer un nivel de evidencia para A de ASCOD (2,13).

Diagnóstico por NeuroPOCUS corazón: tipo de cardiopatía detectada mediante el ultrasonido de corazón según lo valorable mediante ecocardiografía (cavidades, FEVI, valvulopatías, placas y masas), para determinar el tipo de etiología cardioembólica y el nivel de evidencia para C de ASCOD (2,13).

Diagnóstico por ultrasonido estándar: grados de evidencia para A y C según lo reportado por el neurólogo vascular en el ultrasonido estándar de carótidas y por el cardiólogo en el ultrasonido estándar de corazón. Fue tomado como el diagnóstico “gold standard” o de referencia (1,2).

6.6 Procedimientos

El estudio de cada participante inició a partir de la realización de la interconsulta con el servicio de neurología. Todos los participantes incluidos fueron atendidos priorizando su mejoría clínica y buen pronóstico, y no con el propósito de este estudio. Se obtuvo el Consentimiento Informado de manera verbal y se registraron los datos presentes en el Formato de Captura de Datos (presentado en el capítulo X, anexos).

Se realizó la Historia Clínica del participante por parte del neurólogo que recibió la interconsulta, de donde se obtuvieron los datos correspondientes en el Formato de Captura. La solicitud de estudios ultrasonográficos carotídeo y cardíaco a los servicios de cardiología y neurología vascular se realizaron inmediatamente al iniciar la atención del participante. Posteriormente, el Dr Esteban Solis (tesista, neurólogo responsable del proyecto y con certificación vigente para ecocardiografía) evaluó al participante mediante NeuroPOCUS: ultrasonido de carótidas enfocado a detectar aterosclerosis y ultrasonido cardíaco enfocado a detectar cardiopatía embolígena. El NeuroPOCUS se ejecutó mediante un ultrasonido portátil con sonda versátil tipo Butterfly IQ+/sonda sectorial sonoscape.

El ultrasonido carotídeo del NeuroPOCUS evaluó la presencia de placas o trombos y alteraciones en velocidades pico sistólica y diastólica en la arteria carótida común, arteria

carótida interna derecha y arteria carótida interna izquierda. En base a esta evaluación, se registró la aterosclerosis detectada en cada arteria como: sin aterosclerosis, aterosclerosis <30%, aterosclerosis de 30-50%, aterosclerosis <50% con trombo, aterosclerosis 50-99% u oclusión con placa. Estos resultados fueron tomados en cuenta como cribado.

El ultrasonido cardíaco del NeuroPOCUS evaluó las ventanas subcostal, paraesternal eje largo, paraesternal eje corto y apical de 4 cámaras. Se registró la presencia o ausencia de tumores o masas intracardíacas, anormalidades valvulares, alteraciones en la contracción auricular, cambios en las dimensiones de las cavidades, estimación de la FEVI y alteraciones de la contracción ventricular. Respecto a lo observado, se registraron las siguientes cardiopatías: valvulopatía, trombo intracavitario, fibrilación o aleteo auricular, cardiopatía hipertrófica o dilatada, FEVI cualitativo probable <35%, masa cardíaca y alteraciones en la contractilidad ventricular. Estos resultados fueron considerados como cribado.

Ambos ultrasonidos del NeuroPOCUS fueron realizados en una misma visita, durante las primeras 24 horas del ingreso hospitalario, con una duración promedio de 90 minutos.

En cuanto los ultrasonidos “estándar” fueron realizados, se usó el reporte de ambos para registrar las alteraciones detectadas. El ultrasonido de carótidas fue realizado por un neurólogo vascular. Se describieron la arteria carótida común, carótida interna derecha y carótida interna izquierda, y según el reporte del diagnóstico se registró el diagnóstico del participante, siguiendo las mismas opciones diagnósticas descritas para el NeuroPOCUS de carótidas. Similarmente, el ultrasonido de corazón fue realizado por un cardiólogo, del cual se registró la presencia de cardiopatías embolígenas según lo descrito en su reporte. Estos fueron realizados a la brevedad posible, dependiendo de la disponibilidad de los departamentos responsables. Los diagnósticos emitidos por estos ultrasonidos fueron considerados como el diagnóstico definitivo.

6.7 Análisis e interpretación de datos

Primeramente se comprobó la integridad de los datos, asegurando que no existan datos faltantes o inconsistentes, y verificando que los datos fueron registrados en los formatos

adecuados. Además, se confirmó el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión antes de proceder con el análisis.

Para el análisis estadístico, se exploraron las variables cuantitativas (edad, somatometría, signos vitales, fechas y horas) para evaluar su normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las variables cuantitativas se describieron con mediana y rango intercuartílico o con media y desviación estándar según corresponda. Se determinaron las proporciones de cada diagnóstico en el NeuroPOCUS y en los ultrasonidos estándar.

Para cada grado diagnóstico de ASCOD A y C se crearon tablas de contingencia 2x2 para los resultados de ambas pruebas, considerando el ultrasonido estándar como referencia diagnóstica. A partir de estas tablas, se clasificaron los resultados del NeuroPOCUS en: verdadero positivo (VP), falso positivo (FP), falso negativo (FN) y verdadero negativo (VN). Posteriormente, se calcularon los indicadores de desempeño del NeuroPOCUS de carótidas y de corazón, incluyendo el valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN) de cada uno. De manera complementaria, se calcularon la sensibilidad y especificidad del NeuroPOCUS en relación al ultrasonido estándar. Estos indicadores se reportaron con intervalos de confianza del 95% utilizando la fórmula de Wilson para mejorar la precisión en el cálculo de proporciones.

También, se realizó el análisis de concordancia diagnóstica entre ambos métodos mediante la prueba con estadístico Kappa, para determinar el grado de acuerdo entre el NeuroPOCUS y el ultrasonido estándar. Además, se llevó a cabo una comparación de variables entre el NeuroPOCUS y el ultrasonido estándar, analizando la diferencia en el tiempo de diagnóstico mediante la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney (por la no normalidad de los datos).

Este análisis se realizó utilizando el software SPSS v.27. Los resultados se resumieron mediante tablas y gráficos, texto explicativo de los principales hallazgos e interpretación clínica de lo analizado.

CAPÍTULO VII

RESULTADOS

Se obtuvo un total de 100 participantes con EVC isquémico que fueron evaluados por el protocolo de NeuroPOCUS y por los ultrasonidos estándar de carótidas y corazón. La edad media fue 64.1 (± 13.6) años, 72 (72%) participantes fueron hombres y 28 (28%) fueron mujeres. Las comorbilidades más frecuentes fueron hipertensión (82%), sedentarismo (66%), diabetes mellitus tipo 2 (65%) y tabaquismo (62%).

En promedio, los participantes acudieron al hospital a las 29.6 horas (± 42.2 horas) de iniciado el cuadro clínico, y 15 (15%) recibieron atención en periodo de ventana para trombolisis. La gran mayoría llegó alerta (94%), con alteración del habla (74%), paresia facial (69%) o paresia de un brazo o pierna (68%). La puntuación media de NIHSS al ingreso fue 7.6 (± 5.3), y los días de estancia intrahospitalaria fueron 12.2 (± 5.7).

Se realizaron estudios de imagen a todos los participantes como parte de su atención habitual. El TAC fue realizado en 98 (98%) participantes, donde 67 (68.3%) mostraron isquemia. Asimismo, la RM se realizó en 94 (94%) participantes, de los cuales 92 (97.8%) evidenciaron isquemia. Se determinaron 46 (46%) EVC confinados a 1 territorio vascular, 36 (36%) en más de 1 territorio vascular, y 18 (18%) de tipo lacunar. La arteria más frecuentemente involucrada fue la arteria cerebral media (80%), y las principales áreas afectadas fueron los lóbulos parietales (34%), temporales (29%) y frontales (22%), y el cerebelo (17%). En la **tabla 1** se muestran los datos generales de los participantes y el EVC.

Tabla 1. Datos generales de la muestra		
		Participantes con EVC N = 100 (%)
Edad ^a		64.1 (± 13.6)
Sexo	Hombre	72 (72)
	Mujer	28 (28)
Antecedentes no patológicos	Sedentarismo	66 (66)
	Tabaquismo	62 (62)
	Consumo de alcohol	13 (13)

	Consumo de drogas	1 (1)
Antecedentes personales patológicos	Hipertensión	82 (82)
	Diabetes mellitus	65 (65)
	Dislipidemia	35 (35)
	Sobrepeso/obesidad	20 (20)
	Cardiopatía isquémica	7 (7)
	EVC previo	7 (7)
Horas de evolución al acudir al hospital ^a		29.6 (\pm 42.2)
Llegada en ventana para trombólisis		15 (15)
Días de hospitalización ^a		12.2 (\pm 5.7)
Estado de conciencia	Alerta	94 (94)
	Somnoliento	5 (5)
	Estuporoso	1 (1)
Síntomas	Alteración del habla	74 (74)
	Paresia facial	69 (69)
	Paresia del brazo y/o pierna	68 (68)
	Alteración visual	11 (11)
	Alteración de conciencia	10 (10)
	Otro	2 (2)
NIHSS al ingreso ^a		7.6 (\pm 5.3)
Estudios de imagen	TAC	98 (98)
	TAC con isquemia	67 (68.3 ^b)
	RM	94 (94)
	RM con isquemia	92 (97.8 ^c)
	AngioTAC o AngioRM	58 (58)
Área de isquemia	Parietal	34 (34)
	Temporal	29 (29)
	Frontal	22 (22)
	Cerebelo	17 (17)

	Occipital	15 (15)
	Cápsula interna	12 (12)
	Tallo	11 (11)
	Otro	29 (29)
Arteria afectada	A. Cerebral Media	80 (80)
	A. Cerebral Posterior	6 (6)
	A. Cerebelosa	6 (6)
	A. Basilar/Vertebral	7 (7)
	A. Cerebral Anterior	1 (1)
^a Media (DE) ^b Porcentaje de participantes con TAC realizado ^c Porcentaje de participantes con RM realizada		

Los participantes fueron evaluados con ultrasonido de carótidas y de corazón por especialistas en dichos estudios, y además por el protocolo NeuroPOCUS por el neurólogo residente.

Ambos tipos de ultrasonidos de carótidas (NeuroPOCUS y estándar) evaluaron la carótida común izquierda, común derecha, interna izquierda e interna derecha para evaluar el grado de causalidad y determinar un grado de “A” de acuerdo a ASCOD. En cada arteria, se determinó entre 21 y 27 (21-27%) participantes sin alteraciones, y los hallazgos más frecuentes fueron la aterosclerosis <30% y la aterosclerosis de 30-50% del vaso. Los resultados de los ultrasonidos de carótidas se muestran en la **tabla 2**.

Tabla 2. Resultados de ultrasonidos de carótidas								
	NeuroPOCUS N = 100 (%)^a				US Estándar N = 100 (%)^a			
	CCI	CCD	CII	CID	CCI	CCD	CII	CID
Sin alteraciones	27	22	25	23	26	21	27	23
Aterosclerosis <30%	41	36	39	38	38	34	30	36
Aterosclerosis 30-50%	20	29	10	30	24	37	29	30
Aterosclerosis <50% con trombo	0	1	2	0	0	0	0	1
Aterosclerosis 50-99%	12	12	15	9	12	8	14	10

CCI carótida común izquierda, CCD carótida común derecha, CII carótida interna izquierda, CID carótida interna derecha ^a El porcentaje (%) se asume igual a la N debido a N=100.

Por otra parte, los ultrasonidos de corazón evaluaron parámetros similares con el fin de determinar un grado de “C” según ASCOD. El ultrasonido estándar determinó 51 participantes (51%) sin alteraciones cardíacas, pero las principales detectadas fueron valvulopatía en 31 (31%) participantes, fibrilación auricular en 17 (17%) participantes y alteración de la contractilidad ventricular en 15 (15%) participantes. En la **tabla 3** se muestran los resultados de los ultrasonidos de corazón.

Tabla 3. Resultados de ultrasonidos de corazón		
	NeuroPOCUS N = 100 (%)^a	US Estándar N = 100 (%)^a
Ningún defecto	58	51
Valvulopatía	19	31
Trombo intracavitario	4	3
FA	9	17
Hipertrofia/Dilatacion	4	6
FEVI <35%	11	12
Masa intracardiaca	1	0
Alteración en contractilidad ventricular	7	15
Aurícula izquierda aumentada	8	8
^a El porcentaje (%) se asume igual a la N debido a N=100.		

El NeuroPOCUS de carótidas clasificó 26 participantes con A1, 32 con A2, 23 con A3 y 19 con A0; mientras que el ultrasonido de carótidas estándar determinó 25 participantes con A1, 38 con A2, 22 con A3 y 15 con A0. Por otra parte, el NeuroPOCUS de corazón estableció 32 participantes con C1, 15 con C2 y 53 con C0; mientras que el ultrasonido estándar de carótidas determinó 32 participantes con C1, 20 con C2 y 47 con C0. Ningún participante fue clasificado con C3.

Debido al propósito de tamizaje del NeuroPOCUS, este fue realizado siempre en las primeras 48 hrs desde la llegada del paciente. Por ende, hubo una diferencia significativa entre la mediana de días de realización del NeuroPOCUS y los ultrasonidos estándar

($p < 0.001$). El NeuroPOCUS fue realizado en el día 1 (1-1) de hospitalización, mientras que el ultrasonido estándar de carótidas en el día 5 (4-6) y el ultrasonido estándar de corazón en el día 6 (4-7). En la **tabla 4** se muestran los grados de diagnóstico determinados por el NeuroPOCUS y los ultrasonidos estándar, así como sus días de realización.

Tabla 4. Diagnósticos ASCOD por NeuroPOCUS y Ultrasonido Estándar			
		NeuroPOCUS N = 100 (%)^a	US Estándar N = 100 (%)^a
Carótidas	A1	26	25
	A2	32	38
	A3	23	22
	A0	19	15
	Día ^b	1 (1-1)	5 (4-6)
Corazón	C1	32	32
	C2	15	20
	C3	0	0
	C0	53	47
	Día ^b	1 (1-1)	6 (4-7)
^a El porcentaje (%) se asume igual a la N debido a N=100. ^b Mediana de días (RIQ)			

Considerando A1 y A2 en conjunto, el NeuroPOCUS estableció 56 VP, 2 FP, 35 VN y 7 FN; con una sensibilidad de 94.5%, especificidad de 88.8%, VPP de 83.3% y VPN de 96%, además de un acuerdo diagnóstico muy bueno ($K=812$, $p < 0.001$).

Por su parte, considerando C1 y C2 en conjunto, el NeuroPOCUS de corazón estableció 45 VP, 2 FP, 46 VN y 7 FN; mostró tener una sensibilidad de 95.7%, especificidad de 86.5%, VPP de 86.7% y VPN de 95.7%; y un acuerdo diagnóstico muy bueno ($K=0.820$, $p < 0.001$). En la **tabla 5** se muestran los diagnósticos y los valores calculados para el NeuroPOCUS de carótidas y corazón.

Tabla 5. Valores calculados para NeuroPOCUS		
	NeuroPOCUS Carótidas N = 100 (%)	NeuroPOCUS Corazón N = 100 (%)
VP	56	45
FP	2	2
VN	35	46
FN	7	7
Acuerdo diagnóstico (K)	0.812	0.820
Sensibilidad	94.5	95.8
Especificidad	88.8	86.5
VPP	83.3	86.7
VPN	96.5	95.7
<p><i>VP: verdaderos positivos. FP: falsos positivos. VN: verdaderos negativos. FN: falsos negativos. K: estadístico Kappa. VPP: valor predictivo positivo. VPN: valor predictivo negativo.</i></p> <p>a A positivo considerando A1 + A2 de ASCOD b</p> <p>C positivo considerando C1 + C2 de ASCOD</p>		

Se dividió la muestra total en 3 grupos para evaluar la curva de aprendizaje del neurólogo residente. El grupo 1 consistió en los primeros 33 participantes a quienes se les realizó el NeuroPOCUS, el grupo 2 se formó por los siguientes 33 participantes atendidos, y el grupo 3 se constituyó por los últimos 34 participantes. Se evaluó el efecto de la curva de aprendizaje mediante la comparación de K, sensibilidad, especificidad, VPP y VPN entre los 3 grupos.

En cuanto a la evaluación de carótidas, existieron variaciones en el acuerdo diagnóstico y la predictibilidad del NeuroPOCUS en cada grado de ASCOD. A1 y A0 mostraron mejor acuerdo diagnóstico, sensibilidad, especificidad, VPP y VPN que A2 y A3. Al comparar los grupos, el acuerdo diagnóstico y la especificidad en A2 y A3 aumentaron progresivamente, sin embargo en A0 hubo una disminución del acuerdo diagnóstico, la sensibilidad y el VPN.

Similarmente en la evaluación del corazón, la sensibilidad, especificidad y los valores predictivos fueron variables entre C1, C2 y C0, sobre todo al compararlos entre los 3

grupos de aprendizaje. Al evaluar la curva de aprendizaje, el acuerdo diagnóstico, sensibilidad, especificidad, VPP y VPN de C1, C2 y C0 mejoraron considerablemente en los grupos 2 y 3. En la **tabla 6** se muestra la curva de aprendizaje del NeuroPOCUS.

Tabla 6. Curva de aprendizaje de NeuroPOCUS							
		NeuroPOCUS carótidas			NeuroPOCUS Corazón		
Grupo de aprendizaje		Grupo 1 N = 33	Grupo 2 N = 33	Grupo 3 N = 34	Grupo 1 N = 33	Grupo 2 N = 33	Grupo 3 N = 34
Grado 1	K	1	0.930	1	0.739	0.848	1
	Sensibilidad	100	95.6	100	95	92	100
	Especificidad	100	100	100	76.9	100	100
	VPP	100	100	100	86.3	100	100
	VPN	100	90.9	100	90.9	80	100
Grado 2	K	0.669	0.836	0.822	-0.051	0.872	0.931
	Sensibilidad	95	100	94.4	96.5	100	100
	Especificidad	69.2	77.7	80	0	80	90.9
	VPP	82.6	92.3	89.4	87.5	96.5	95.8
	VPN	90	100	88.8	0	100	100
Grado 0	K	0.891	1	0.370	0.527	0.937	0.937
	Sensibilidad	96.4	100	90.9	61.1	100	95.4
	Especificidad	100	100	100	93.3	95	100
	VPP	100	100	100	91.6	92.8	100
	VPN	83.3	100	25	66.6	100	92.3
<i>K: estadístico Kappa. VPP: valor predictivo positivo. VPN: valor predictivo negativo.</i>							

CAPÍTULO VIII

DISCUSIÓN

En el presente estudio se establecieron proporciones considerablemente más elevadas de etiología aterosclerótica y cardioembólica en comparación a lo usualmente reportado en la literatura. Habitualmente se reconoce la aterosclerosis en arterias carótidas como causa de EVC en 15-20% de los casos, y cardioembolismo en aproximadamente 30% (4,5,9). En nuestra muestra, 63% de los participantes presentaron una etiología aterosclerótica y 52% una etiología cardioembólica. Al considerar cada carótida de manera individual, 3656% de los participantes presentaron una estenosis >50% de la arteria o placas de alto riesgo con estenosis del 30-50% (1). También, las alteraciones cardíacas más frecuentemente relacionadas con el EVC son la fibrilación auricular y acinesia del ventrículo izquierdo (9), sin embargo en el presente estudio la principal cardiopatía encontrada fue la valvulopatía, seguido de la fibrilación auricular.

El NeuroPOCUS se compone por 2 ultrasonidos de cribado que han sido estudiados previamente por separado. Un estudio realizado por Aboyans et al. (2004) determinó una sensibilidad del 100% y especificidad del 64% para el ultrasonido portátil de carótidas en el contexto de un EVC isquémico (16). En contraste, el presente estudio mostró una sensibilidad del 94.5% y especificidad del 88.8%, resultando en una herramienta adecuada para el cribado de aterosclerosis carotídea. Similarmente, un estudio realizado por Pagola et al. (2014) en España determinó que la ecocardiografía de tamizaje realizada por un neurólogo entrenado tiene una sensibilidad del 95.7% y especificidad del 94.7% para el diagnóstico de una etiología cardioembolígena del EVC isquémico (14). Comparable, en este estudio se determinó una sensibilidad del 95.8% y especificidad del 86.5%, sugiriendo la ecocardiografía del NeuroPOCUS como una herramienta útil para el cribado de cardiopatía embolígena. Además, ambos ultrasonidos resultaron tener un VPP >80% y VPN >95%, considerados apropiados para incluirlos como parte del diagnóstico.

Por otra parte, el nivel de acuerdo diagnóstico y valores predictivos fueron variables entre el primer tercio y los últimos dos tercios de participantes evaluados. Cullen et al (2014) mencionan que el acuerdo diagnóstico del ultrasonido es altamente dependiente de la

experiencia clínica del operador (15). De acuerdo, la curva de aprendizaje del neurólogo residente mostró tener un impacto importante en el acuerdo diagnóstico y la eficacia del NeuroPOCUS. No obstante, ambos ultrasonidos del NeuroPOCUS (carótidas y corazón) mostraron un acuerdo diagnóstico general muy bueno ($K > 0.81$ -1) con respecto al ultrasonido estándar correspondiente (21).

También, hubo una importante diferencia en el tiempo en el que se realizó el NeuroPOCUS en comparación a los ultrasonidos estándar. Los ultrasonidos estándar fueron realizados en los días 4 a 6 de hospitalización, probablemente debido a la sobrecarga asistencial y saturación de los correspondientes servicios. El NeuroPOCUS, en cambio, fue realizado en el primer día de hospitalización, lo cual favorece el cumplimiento de las recomendaciones de la AHA y ASA 2021 sobre la evaluación etiológica completa en las primeras 48 horas desde el inicio de los síntomas (1).

Dado que el propósito principal del NeuroPOCUS es detectar tempranamente la etiología del EVC isquémico (13), este mostró ser apto como una extensión de la exploración física y como estudio de cribado para determinar tempranamente la etiología del EVC, y por consiguiente conseguir un diagnóstico más temprano y mejorar el pronóstico.

El abordaje con POCUS en la unidad de ictus, o NeuroPOCUS, ha mostrado buenos resultados en otros países. El presente estudio apoya la implementación de un abordaje POCUS con ultrasonido de carótidas y de corazón portátiles en el servicio de neurología. Esta implementación permite realizar una evaluación etiológica confiable y temprana, lo cual frecuentemente se ve obstaculizado por la saturación de los servicios de radiodiagnóstico en los hospitales mexicanos.

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES




En conclusión, el protocolo NeuroPOCUS es una herramienta de tamizaje confiable para determinar una etiología arterial o cardíaca del EVC en las primeras 48 horas, aportando un diagnóstico más temprano en comparación a los métodos habituales.

La hipótesis nula establecida se rechaza, ya que el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo del NeuroPOCUS es adecuado (VPP >80%, VPN >90%) para su utilización como cribado en la identificación de aterosclerosis y cardioembolismo como etiología del EVC isquémico, comparado al ultrasonido estándar.

CAPÍTULO X

ANEXOS

10.1 Aprobación por el Comité de Ética en Investigación



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO

DR. JUAN FERNANDO GÓNGORA RIVERA
Investigador principal
Servicio de Neurología
Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"
Presente. -

Estimado Dr. Góngora:

En respuesta a su solicitud con número de ingreso **PI25-00014** con fecha del **20 de enero de 2025** recibida en las oficinas de la Secretaría de Investigación Clínica de la Subdirección de Investigación, se extiende la siguiente notificación con fundamento en el artículo 41 BIS de la Ley General de Salud; los artículos 14 inciso VII, 99 inciso I, 102, 109 y 112 del Decreto que modifica el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud publicado el día 2 de abril del 2014; además de lo establecido en los puntos 4.4, 6.2, 6.3.2.8, 8 y 9 de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos; así como por el Reglamento Interno de Investigación de nuestra Institución.

Se le informa que el Comité a mi cargo ha determinado que su proyecto de investigación clínica abajo mencionado cumple con los aspectos éticos necesarios para garantizar el bienestar y los derechos de los sujetos de investigación que la sociedad mexicana demanda, por lo cual ha sido **APROBADO**.

Titulado: "Evaluación del valor predictivo del NeuroPOCUS en el diagnóstico etiológico del evento cerebrovascular isquémico".

Los documentos aprobados en esta solicitud se enlistan a continuación:

NOMBRE DEL DOCUMENTO	VERSIÓN	FECHA
Protocolo escrito en extenso	Versión 3.0	Marzo 2025
Formato de captura de datos	Versión 2.0	Febrero 2025


Por lo tanto, usted ha sido **autorizado** para realizar dicho estudio en el **Servicio de Neurología** del Hospital Universitario como Investigador Responsable. Su proyecto aprobado ha sido registrado con la clave **NR25-00005**. La vigencia de aprobación de este proyecto es al día **04 de abril de 2026**.

Participando además el Dr. Esteban Solís Viveros como **tesista**, Dr. med. Ramiro Flores Ramírez, Dr. Erik Alejandro García Valadez y la estudiante Diana González Bataller como Co-investigadores.

Toda vez que el protocolo original, así como la carta de consentimiento informado o cualquier documento involucrado en el proyecto sufran modificaciones, éstas deberán someterse para su re-aprobación.

Toda revisión y seguimiento serán sujetos a los lineamientos de las Buenas Prácticas Clínicas en Investigación, la Ley General de Salud, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la NOM-012-SSA3-2012, el Reglamento Interno de Investigación de nuestra Institución, así como las demás regulaciones aplicables.

Comité de Ética en Investigación
Av. Francisco I. Madero y Av. Gonzalitos s.n. Col. Mitras Centro, C.P. 64460, Monterrey, N.L. México
Teléfonos: 818329 4050, Ext. 2870 a 2874. Correo Electrónico: investigacionclinica@meduani.com



September 15, 2022



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO

El seguimiento continuo al estudio aprobado será el siguiente:

1. Al menos una vez al año, en base a su naturaleza de investigación.
2. Cuando cualquier enmienda pudiera o claramente afecte el bienestar y los derechos de los sujetos de investigación y/o en la conducción del estudio.
3. Cuando cualquier evento o nueva información pueda afectar la proporción de beneficio/riesgo del estudio.
4. Así mismo llevaremos a cabo auditorías por parte de la Coordinación de Control de Calidad en Investigación aleatoriamente o cuando el Comité lo solicite.
5. Será nuestra obligación realizar visitas de seguimiento a su sitio de investigación para que todo lo anterior se encuentre debidamente consignado. En caso de no apegarse, este Comité tiene la autoridad de suspender temporal o definitivamente la investigación en curso, todo esto con la finalidad de resguardar el bienestar y la seguridad de los sujetos en investigación durante la conducción del proyecto de investigación.

Atentamente,
"Alere Flammam Veritatis"
Monterrey, Nuevo León, a 04 de abril de 2025


DR. med. OSCAR DE LA GARZA CASTRO
Presidente del Comité de Ética en Investigación
No. registro CEI: CONBIOÉTICA 19-CEI-001-20160404

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Comité de Ética en Investigación

Av. Francisco I. Madero y Av. Gonzalitos s/n, Col. Mitras Centro, C.P. 64460, Monterrey, N.L. México
Teléfonos: 81 8329 4050, Ext. 2870 a 2874. Correo Electrónico: investigacionclinica@meduani.com



September 18, 2022

10.2 Aprobación por el Comité de Investigación



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO

DR. JUAN FERNANDO GÓNGORA RIVERA

Investigador principal
Servicio de Neurología
Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"
Presente. -

Estimado Dr. Góngora:

En respuesta a su solicitud con número de ingreso **PI25-00014** con fecha del **20 de enero de 2025** recibida en las oficinas de la Secretaría de Investigación Clínica de la Subdirección de Investigación, se extiende la siguiente notificación con fundamento en el artículo 41 BIS de la Ley General de Salud; los artículos 14 inciso VII, 99 inciso III, 102, 111 y 112 del Decreto que modifica el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud publicado el día 2 de abril del 2014; además de lo establecido en los puntos 4.4, 6.2, 6.3.2.8, 8 y 9 de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos; así como por el Reglamento Interno de Investigación de nuestra Institución.

Se le informa que el Comité a mi cargo ha determinado que su proyecto de investigación clínica abajo mencionado cumple con los la calidad técnica y el mérito científico para garantizar la correcta conducción que la sociedad mexicana demanda, por lo cual ha sido **APROBADO**.

Titulado: **"Evaluación del valor predictivo del NeuroPOCUS en el diagnóstico etiológico del evento cerebrovascular isquémico"**.

Los documentos aprobados en esta solicitud se enlistan a continuación:

NOMBRE DEL DOCUMENTO	VERSIÓN	FECHA
Protocolo escrito en extenso	Versión 3.0	Marzo 2025

Por lo tanto, usted ha sido **autorizado** para realizar dicho estudio en el **Servicio de Neurología** del Hospital Universitario como Investigador Responsable. Su proyecto aprobado ha sido registrado con la clave **NR25-00005**. La vigencia de aprobación de este proyecto es al día **04 de abril de 2026**.

Participando además el Dr. Esteban Solís Viveros como **tesista**, Dr. med. Ramiro Flores Ramírez, Dr. Erik Alejandro García Valadez y la estudiante Diana González Bataller como Co-investigadores.

Toda vez que el protocolo original, así como la carta de consentimiento informado o cualquier documento involucrado en el proyecto sufran modificaciones, éstas deberán someterse para su re-aprobación.

Toda revisión y seguimiento serán sujetos a los lineamientos de las Buenas Prácticas Clínicas en Investigación, la Ley General de Salud, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la NOM-012-SSA3-2012, el Reglamento Interno de Investigación de nuestra Institución, así como las demás regulaciones aplicables.

Comité de Investigación

Av. Francisco I. Madero y Av. Gonzalitos s/n, Col. Mitras Centro, C.P. 64460, Monterrey, N.L. México
Teléfonos: 818329 4050, Ext. 2870 a 2874. Correo Electrónico: investigacionclinica@meduani.com



September 15, 2022



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE MEDICINA Y HOSPITAL UNIVERSITARIO

El seguimiento continuo al estudio aprobado será el siguiente:

1. Al menos una vez al año, en base a su naturaleza de investigación.
2. Cuando cualquier enmienda pudiera o claramente afecte la calidad técnica, el mérito científico y/o en la conducción del estudio.
3. Cuando cualquier evento o nueva información pueda afectar la proporción de beneficio/riesgo del estudio.
4. Así mismo llevaremos a cabo auditorías por parte de la Coordinación de Control de Calidad en Investigación aleatoriamente o cuando el Comité lo solicite.
5. Será nuestra obligación realizar visitas de seguimiento a su sitio de investigación para que todo lo anterior se encuentre debidamente consignado. En caso de no apegarse, este Comité tiene la autoridad de suspender temporal o definitivamente la investigación en curso, todo esto con la finalidad de resguardar la calidad de los datos generados durante la conducción del proyecto de investigación.

Atentamente,

"Alere Flammam Veritatis"

Monterrey, Nuevo León., a 04 de abril de 2025

DR. med. DIANA ELSA FLORES ALVARADO
Presidenta del Comité de Investigación
No. registro COFEPRIS: 15 C-19-038-067

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

Comité de Investigación

Av. Francisco I. Madero y Av. Gonzalitos s/n, Col. Mitras Centro, C.P. 64460, Monterrey, N.L. México
Teléfonos: 81 8329 4050, Ext. 2870 a 2874. Correo Electrónico: investigacionclinica@meduanl.com



September 15, 2022

10.3 Hoja de Captura de Datos



Hospital Universitario
"Dr. José Eleuterio González"
Formato de captura de datos
 NeuroPOCUS en EVC isquémico



Versión: _____ Fecha: _____
 Neurólogo que Interconsulta: _____ IC neurología: ____/____/____ a las ____:____
dd mm aaaa hora minuto

Datos del Paciente

ID del paciente: _____ Sexo: ☐ Hombre ☐ Mujer Edad: _____

Antecedentes

No patológicos: ☐ Tabaco ☐ Consumo de alcohol ☐ Consumo de drogas ☐ Sedentarismo

Patológicos:

- | | | |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> EVC previo | <input type="checkbox"/> Dislipidemia | <input type="checkbox"/> Hepatopatía |
| <input type="checkbox"/> AIT previo | <input type="checkbox"/> Cardiopatía Isquémica | <input type="checkbox"/> Deterioro cognitivo |
| <input type="checkbox"/> Diabetes Mellitus | <input type="checkbox"/> Sobrepeso u obesidad | <input type="checkbox"/> Cirugía reciente |
| <input type="checkbox"/> Hipertensión arterial | <input type="checkbox"/> Enfermedad renal | <input type="checkbox"/> Enfermedad arterial periférica |

Somatometría: Peso: _____ kgs Talla: _____ mts

Datos del EVC

Inicio del EVC:

Inicio de los síntomas: ____/____/____ a las ____:____
dd mm aaaa hora minuto

Atención médica: _____ hrs evolución

Llegada al hospital: ____/____/____ a las ____:____
dd mm aaaa hora minuto

Ventana para trombolisis: ☐ Sí ☐ No

TA: _____ FC: _____ Temp: _____ Glucemia: _____

Estado de conciencia:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Alerta | <input type="checkbox"/> Somnoliento |
| <input type="checkbox"/> Estuporoso | <input type="checkbox"/> Coma/inconsciente |

Síntomas:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Alteración del estado de alerta | <input type="checkbox"/> Paresia facial |
| <input type="checkbox"/> Paresia de brazo y/o pierna | <input type="checkbox"/> Alteración del habla |
| <input type="checkbox"/> Alteración del habla | <input type="checkbox"/> Alteración visual |
| <input type="checkbox"/> Cefalea | <input type="checkbox"/> Otro |

NIHSS al ingreso: _____ pts

Estudios de imagen:

<input type="checkbox"/> TAC cerebral	Fecha: ____/____/____	Resultado: _____
<input type="checkbox"/> RM cerebral	Fecha: ____/____/____	Resultado: _____
<input type="checkbox"/> AngioTAC o AngioRM	Fecha: ____/____/____	Resultado: _____

Tipo de evento:

- ☐ AIT
☐ EVC isquémico
☐ No definido

Área de isquemia:

- ☐ Lóbulo frontal
☐ Lóbulo temporal
☐ Lóbulo parietal
☐ Lóbulo occipital
☐ Ínsula
☐ Corona radiada
☐ Cápsula interna
☐ Núcleos basales
☐ Tálamo
☐ Tallo cerebral
☐ Cerebelo

Distribución de la isquemia:

- ☐ Isquemia global
☐ Isquemia en más de 1 área vascular
☐ Isquemia confinada a 1 área vascular
☐ Isquemia de tipo lacunar

Lado de las lesiones:

- ☐ Derecho
☐ Izquierdo
☐ Bilateral

Vaso afectado:

- ☐ Arteria carótida interna
☐ Arteria cerebral anterior o sus ramas
☐ Arteria cerebral media o sus ramas
☐ Arteria cerebral posterior
☐ Arteria cerebelosa (PICA, AICA, SUCA)
☐ Arteria vertebral
☐ Arteria basilar

Total de días de hospitalización (egreso): _____

NeuroPOCUS realizado por neurólogo**Ultrasonido de carótidas**

Fecha: ____/____/____ # Día EIH: ____

Carótida común izquierda:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Carótida común derecha:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Carótida interna izquierda:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Carótida interna derecha:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Diagnóstico ASCOD: A ____ # Día diagnóstico: ____

*En caso de ser ipsilateral a la lesión isquémica, se considera A1, A2 o A3; en lado contralateral no.

Ultrasonido de corazón

Fecha: ____/____/____

Día EIH: ____

- ☐ Ningún defecto detectado
- ☐ Valvulopatía
- ☐ Trombo intracavitario
- ☐ Fibrilación o aleteo auricular
- ☐ Cardiopatía hipertrófica o dilatada
- ☐ FEVI cualitativa <35%
- ☐ Masa intracardiaca
- ☐ Alteración contractilidad ventricular

Diagnóstico ASCOD: C ____

Día diagnóstico: ____

Ultrasonido estándar (referencia diagnóstica)**Ultrasonido de carótidas**

Fecha: ____/____/____ # Día EIH: ____

Carótida común izquierda:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Carótida común derecha:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Carótida interna izquierda:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Carótida interna derecha:

- ☐ Arteria sin alteraciones (A0)
- ☐ Aterosclerosis <30% (A3)
- ☐ Aterosclerosis 30-50% (A2)
- ☐ Oclusión con placa aterosclerótica (A1)
- ☐ Aterosclerosis <50% con trombo (A1)
- ☐ Aterosclerosis 50-99% (A1)

Diagnóstico ASCOD: A ____ # Día diagnóstico: ____

*En caso de ser ipsilateral a la lesión isquémica, se considera A1, A2 o A3; en lado contralateral no.

Ultrasonido de corazón

Fecha: ____/____/____

Día EIH: ____

- ☐ Ningún defecto detectado
- ☐ Valvulopatía
- ☐ Trombo intracavitario
- ☐ Fibrilación o aleteo auricular
- ☐ Cardiopatía hipertrófica o dilatada
- ☐ FEVI cualitativa <35%
- ☐ Masa intracardiaca
- ☐ Alteración contractilidad ventricular

Diagnóstico ASCOD: C ____

Día diagnóstico: ____

CAPÍTULO XI

BIBLIOGRAFÍA

1. Kleindorfer DO, Towfighi A, Chaturvedi S, Cockcroft KM, Gutierrez J, Lombardi-Hill D, et al. 2021 Guideline for the Prevention of Stroke in Patients With Stroke and Transient Ischemic Attack: A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* [Internet]. 2021 July [cited 2025 Nov 15];52(7). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STR.0000000000000375>
2. Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, Donnan GA, Wolf ME, Hennerici MG. The ASCOD Phenotyping of Ischemic Stroke (Updated ASCO Phenotyping). *Cerebrovasc Dis*. 2013;36(1):1–5.
3. CENETEC. Diagnóstico y Tratamiento inicial de la Enfermedad Vascular Cerebral Isquémica Aguda en el adulto en el segundo y tercer nivel de atención. [Internet]. Instituto Mexicano del Seguro Social; 2022. Available from: <https://www.cenetec-difusion.com/CMGPC/GPC-S-102-22/ER.pdf>
4. Fernández-Alvarez V, Linares Sánchez M, López Alvarez F, Suárez Nieto C, Mäkitie AA, Olsen KD, et al. Evaluation of Intima-Media Thickness and Arterial Stiffness as Early Ultrasound Biomarkers of Carotid Artery Atherosclerosis. *Cardiol Ther*. 2022 June;11(2):231–47.
5. Alexandratou M, Papachristodoulou A, Li X, Partovi S, Davidhi A, Rafailidis V, et al. Advances in Noninvasive Carotid Wall Imaging with Ultrasound: A Narrative Review. *J Clin Med*. 2022 Oct 20;11(20):6196.
6. Nezu T, Hosomi N. Usefulness of Carotid Ultrasonography for Risk Stratification of Cerebral and Cardiovascular Disease. *J Atheroscler Thromb*. 2020 Oct 1;27(10):1023–35.
7. Ho SSY. Current status of carotid ultrasound in atherosclerosis. *Quant Imaging Med Surg*. 2016 June;6(3):285–96.
8. Darabian S, Hormuz M, Latif MA, Pahlevan S, Budoff MJ. The Role of Carotid Intimal Thickness Testing and Risk Prediction in the Development of Coronary Atherosclerosis. *Curr Atheroscler Rep*. 2013 Mar;15(3):306.
9. Pagola J, Pagola C, Juega J, González-Alujas T, Alvarez-Sabin J, Molina CA. The Role of Echocardiography Screening at the Stroke Unit. *Front Neurol*. 2020 Sept 11;11:1003.
10. López-Dequidt I, Martínez-Monzonis A, Peña-Gil C, González-Maestro A,

González-Salvado V, Rodríguez-Castro E, et al. Resultados de un programa de ecocardiografía realizada por neurólogos en el proceso integrado en red de atención al ictus en unidades de imagen cardíaca. *Rev Esp Cardiol*. 2023 Feb;76(2):103–11.

11. Kraft P, Fleischer A, Wiedmann S, Rücker V, Mackenrodt D, Morbach C, et al. Feasibility and diagnostic accuracy of point-of-care handheld echocardiography in acute ischemic stroke patients – a pilot study. *BMC Neurol*. 2017 Dec;17(1):159.
12. Barba Cosials J, Pérez De Isla L. Echocardiography Outside the Cardiology Setting. Position Paper and Recommendations of the Spanish Society of Cardiology. *Rev Esp Cardiol Engl Ed*. 2016 July;69(7):644–6.
13. Pérez De Isla L, Díaz Sánchez S, Pagola J, García De Casasola Sánchez G, López Fernández T, Sánchez Barrancos IM, et al. Documento de consenso de SEMI, semFYC, SEN y SEC sobre ecocardiografía en España. *Rev Esp Cardiol*. 2018 Nov;71(11):935–40.
14. Pagola J, González-Alujas T, Muchada M, Teixidó G, Flores A, De Blauwe S, et al. Stroke Echocan Protocol: A Fast and Accurate Pathway to Diagnose Embolic Strokes. *J Neuroimaging*. 2015 May;25(3):365–9.
15. Cullen MW, Blauwet LA, Vatury OM, Mulvagh SL, Behrenbeck TR, Scott CG, et al. Diagnostic Capability of Comprehensive Handheld vs Transthoracic Echocardiography. *Mayo Clin Proc*. 2014 June;89(6):790–8.
16. Saleem MA, Sadat U, Walsh SR, Young VE, Gillard JH, Cooper DG, et al. Role of carotid duplex imaging in carotid screening programmes – an overview. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008 Dec;6(1):34.
17. Asamblea Médica Mundial. DECLARACIÓN DE HELSINKI DE LA AMM – PRINCIPIOS ÉTICOS PARA LAS INVESTIGACIONES MÉDICAS CON PARTICIPANTES HUMANOS. 2024.
18. Conbioética. DECLARACIÓN DE HELSINKI [Internet]. Secretaría de Salud; 2015. Available from: <https://www.conbioeticamexico.salud.gob.mx/descargas/pdf/helsinki.pdf>
19. Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, et al. STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: explanation and elaboration. *BMJ Open*. 2016 Nov;6(11):e012799.
20. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig L, et al. STARD 2015 – An updated list of essential items for reporting diagnostic accuracy studies.
21. López MÁC, Ramírez MMA. EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE PRUEBAS DIAGNÓSTICAS.

CAPÍTULO XI

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Esteban Solís Viveros: Candidato para grado de Subespecialidad en Neurología. Nací el 30 de enero del año 1994, en Arteaga, Michoacán, México.

Padre: Abraham Solís Ramírez, Madre: Patricia Viveros Cornejo

He vivido la mayor parte de mi vida en Morelia, Michoacán.

Educación básica:

- Primaria: 1999 – 2005
- Escuela Primaria Vasco de Quiroga
- SEP, Arteaga, Michoacán - Secundaria: 2005 – 2008
- Escuela Secundaria Técnica No. 39
- SEP, Arteaga, Michoacán - Preparatoria: 2008 – 2011
- Preparatoria Federal por Cooperación “Melchor Ocampo”
- SEP, Morelia, Michoacán *Educación profesional*
- *Licenciatura en Médico Cirujano y Partero:* 2011 – 2018
- Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Dr. Ignacio Chávez”
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán

Posgrado

- *Especialidad en Medicina Interna:* 2019 – 2023
- Hospital General de Morelia “Dr. Miguel Silva”
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) -

Subespecialidad en Neurología Clínica: 2023 – a la fecha

- Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Monterrey, Nuevo León