

ORIGINAL

Estado de la neurosonología en España. Un estudio de la Sociedad Española de Neurosonología (SONES)



J. Rodríguez-Pardo^{a,*}, J. Carneado-Ruiz^b, M. Martínez-Martínez^c, J.M. Moltó-Jordá^d, P. Irimia^e, J. Serena-Leal^f, Ó. Ayo-Martín^g, P. Martínez-Sánchez^h, J. Pagolaⁱ, J. Fernández-Domínguez^j y en nombre de la Sociedad Española de Neurosonología (SONES)

^a Servicio de Neurología y Centro de Ictus, Hospital Universitario La Paz, Universidad Autónoma de Madrid, Instituto de Investigación IdiPaz, Madrid, España

^b Servicio de Neurología, Hospital Universitario Puerta de Hierro, Universidad Autónoma de Madrid, Majadahonda, Madrid, España

^c Servicio de Neurología, Hospital Universitario Infanta Sofía, Universidad Europea de Madrid, San Sebastián de los Reyes, Madrid, España

^d Servicio de Neurología, Hospital Virgen de los Lirios, Alcoy, Alicante, España

^e Servicio de Neurología, Clínica Universidad de Navarra, Pamplona, Navarra, España

^f Servicio de Neurología, Hospital Josep Trueta, Girona, España

^g Servicio de Neurología, Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, Albacete, España

^h Servicio de Neurología, Hospital Universitario Torrecárdenas, Universidad de Almería, Almería, España

ⁱ Unitat d'Ictus, Servei de Neurologia, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Vall d'Hebron Institut de Recerca, Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona, España

^j Servicio de Neurología, Centro Médico Asturias, Oviedo, Asturias, España

Recibido el 22 de febrero de 2023; aceptado el 18 de junio de 2023

Accesible en línea el 19 de mayo de 2025

PALABRAS CLAVE

Neurosonología;
Ecografía;
Doppler;
Ultrasonidos

Resumen

Introducción: La neurosonología es la disciplina que estudia las técnicas ultrasonográficas aplicadas a la neurología. En 1997 se fundó la Sociedad Española de Neurosonología —SONES— con el objetivo de promover la formación de neurólogos en estas técnicas, especialmente en el campo de las enfermedades cerebrovasculares. Veinticinco años después, la generalización de otras técnicas más avanzadas de neuroimagen vascular y el desarrollo de la ultrasonografía en otros campos de la neurología han modificado el papel que clásicamente se ha atribuido a esta disciplina. Desde la SONES analizamos el estado actual de la neurosonología en España.

Métodos: Estudio transversal mediante una encuesta en línea dirigida a residentes de neurología y neurólogos ejercientes en España, que aborda cuestiones de formación y práctica diaria e incluye un análisis de debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades —DAFO—.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jrpardodendonlebon@salud.madrid.org (J. Rodríguez-Pardo).

Resultados: Participaron 178 neurólogos y 34 residentes. Reflejaron una amplia experiencia en neurosonología vascular (90% de los servicios) y escasa en parénquima cerebral (34%), ecocardiografía (25%), técnicas ecoguiadas (24%) y ecografía de nervio (14%). El 53% afirmó disponer de un laboratorio de neurosonología a tiempo completo y solo el 14% de los facultativos se dedicaba en exclusiva a la neurosonología. La mayoría (53%) afirmó que la formación continuada en neurosonología es escasa, y el 97% cree necesario potenciar alguna de las técnicas. Las principales DAFO fueron la necesidad de experiencia, la falta de tiempo, la versatilidad y el manejo integral del paciente neurológico, respectivamente.

Conclusiones: La neurosonología vascular está ampliamente implantada en España, pero la implementación de laboratorios dedicados y la formación en técnicas no vasculares es aún escasa.

© 2025 Sociedad Española de Neurología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la CC BY-NC-ND licencia (<http://creativecommons.org/licencias/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Neurosonology;
Echography;
Doppler;
Ultrasound

Status of Neurosonology in Spain. A study from the Spanish Society of Neurosonology (SONES)

Abstract

Introduction: Neurosonology is the field of study of the ultrasound techniques applied to neurological diseases. The Spanish Society of Neurosonology –SONES– was funded in 1997 to promote training and education in these techniques, especially focused on the study of cerebrovascular diseases. After 25 years, the increased use of other advanced neurovascular imaging techniques and the emergence of novel applications of ultrasound in other fields of neurology have modified the classic role of neurosonology. From the SONES we aimed to evaluate the current status of neurosonology in Spain.

Methods: Cross-sectional survey of neurologists and neurology residents working in Spain regarding training, education, and local daily practice, including a strengths, weaknesses, opportunities and threats –SWOT– analysis.

Results: One-hundred seventy-eight neurologists and 34 neurology residents participated in the survey. A wide experience in vascular neurosonology (90% of respondents' Neurology departments) and limited experience in brain parenchyma sonography (34%), cardiac echoscopy (25%), ultrasound-guided techniques (24%), and nerve ultrasound (14%) was reported. Fifty-three percent of the participants reported to have a full-time neurosonology lab in their department and only 14% reported to have neurologists dedicated exclusively to neurosonology. Most participants (53%) reported to lack continuous learning opportunities, and 97% to need training in one or more neurosonology techniques. Main SWOT were requiring expertise, shortage of time, versatility and comprehensive management of the neurological patient, respectively.

Conclusions: Vascular neurosonology is widely instituted in Spain, but the implementation of full-time neurosonology labs and training in non-vascular neurosonology techniques is yet scarce.

© 2025 Sociedad Española de Neurología. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Los inicios de la neurosonología en España son precoces, aunque con poco impacto en una neurología que en aquel entonces, con alguna excepción, mostraba escaso interés en el diagnóstico y tratamiento del ictus.

En los años 80 se había generalizado el estudio carotídeo con Doppler continuo cervical y periorbitario por neurólogos^{1–3}, y en menor grado el estudio eco-Doppler (combinando modo B y Doppler), que se expandía esencialmente en el ámbito de la radiología y cirugía vascular, pero limitados esencialmente al estudio carotídeo. En estos pri-

meros años, con honrosas excepciones, la neurología tuvo muy escaso acceso a la realización de imagen en modo B. La revolución inicial en este campo, y en particular en las enfermedades cerebrovasculares, vino de la mano del Doppler transcraneal, una técnica que no resultaba interesante a otras especialidades, pero que se convertiría en un instrumento imprescindible en el manejo del ictus.

El estudio Doppler transcraneal fue introducido por Aaslid et al. en 1982⁴. En 1986, ya se había demostrado su utilidad en la enfermedad cerebrovascular, ya que permitía el análisis de la repercusión hemodinámica intracraneal en la estenosis carotídea, la estenosis intracraneal y la hemorra-

gia subaracnoidea⁵. Este fue el impulso que precipitó su rápida implantación en nuestro entorno.

La introducción del estudio Doppler transcraneal en España se produce en 1989, con la creación del primer gabinete específico de ultrasonografía por iniciativa del Dr. Alberto Gil Peralta. Centrado en la enfermedad vascular, fue referente en la formación de numerosos neurólogos que constituyeron el núcleo para la difusión de la neurosonología dentro de la especialidad, la formación de neurólogos vasculares, y su aplicación tanto en el área asistencial como investigadora.

A partir de los años 90 se generaliza su utilización, con el apoyo y de la mano del Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología (SEN)⁶. Se apostó por la implantación del Doppler transcraneal y carotídeo en cada unidad de ictus, en manos de neurólogos expertos como parte del manejo del ictus agudo, y por la formación de nuevos neurosonólogos, culminando en la formación de la Sociedad Española de Neurosonología (SONES) en 1997. La SONES tenía como fin la difusión y la formación en el desarrollo de técnicas ultrasonográficas aplicadas a la neurología. En 2003, la SONES se convierte en sociedad adherida a la SEN. En 2007, el programa formativo oficial de la especialidad subraya la importancia de la neurosonología y recoge de forma específica la obligada formación en estas técnicas⁷.

De forma paralela, se extiende el uso de nuevas tecnologías como la combinación de la ecografía en modo B con el Doppler-color para el estudio transcraneal (dúplex)⁸. En 2010, desde la SEN se crea el examen de Capacitación en Neurosonología, que avala al neurólogo capacitado y entrenado para realizar de manera completa las técnicas de neurosonología vascular. Mientras tanto, se produce el auge de la ultrasonografía en enfermedades neurológicas no vasculares, como en el diagnóstico diferencial de parkinsonismos⁹ o el estudio de neuropatías periféricas¹⁰. En 2011 se publica el primer texto que reúne todos los conocimientos contenidos en la disciplina hasta la fecha, elaborado por la SONES con la colaboración de los mayores especialistas de la neurosonología en España¹¹. En este libro ya se incluyen, además del estudio vascular, la evaluación ultrasonográfica del parénquima cerebral, del nervio periférico y de la órbita. Otras publicaciones relevantes de la SONES son las recomendaciones para el uso del Doppler transcraneal como apoyo al diagnóstico de muerte encefálica¹² y las recomendaciones para la evaluación ultrasonográfica de la estenosis carotídea¹³. En 2016 se define el concepto «ecocardiografía» como el estudio ultrasonográfico del corazón complementario a la exploración física o ecografía cardíaca focalizada —FOCUS, por sus siglas en inglés *focused cardiac ultrasound*—¹⁴. En 2018, se publica un documento de consenso entre la SEN/SONES y la Sociedad Española de Cardiología para la definición, objetivos y formación para certificar al neurólogo en ecocardiografía¹⁵. En 2019 se crea la primera edición del Curso de Experto Universitario en Neurosonología avalado por la SONES, que incluye, además de las técnicas antes mencionadas, formación en ecografía muscular y tratamientos ecoguiados.

La situación de pandemia por COVID-19 supuso un importante revés para el desarrollo de la neurosonología en España. Además del colapso del sistema sanitario, dado que se trata de una disciplina que requiere un estrecho contacto

con el paciente, quedó relegada a un segundo plano en los protocolos de prevención de contagios¹⁶. No obstante, la SONES elaboró un documento de recomendaciones para la práctica de la neurosonología durante la pandemia¹⁷.

Paralelamente a la extensión del uso de la neurosonología para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades degenerativas, neuromusculares y otras aplicaciones distintas de la neurología vascular, en el ictus agudo se producía el auge de las técnicas de neuroimagen avanzada que desplazarían al Doppler como herramienta fundamental en el estudio de la circulación cerebral¹⁸. La generalización de las técnicas de trombectomía mecánica y las sucesivas ampliaciones de las indicaciones de tratamientos de revascularización en el ictus agudo exigían la realización precoz de pruebas de radiología como la angio-TC, la resonancia magnética y los estudios de difusión/perfusión. Por todo ello, creemos fundamental conocer cuál es el estado de la neurosonología en la actualidad, cuál es su uso en la práctica clínica diaria de nuestro país y con qué herramientas contamos para su fomento y desarrollo.

Métodos

Estudio transversal a través de una encuesta en línea dirigida a residentes de neurología y neurólogos ejercientes en España, sobre su contacto con la neurosonología. La encuesta se elaboró utilizando la herramienta certificada para uso en investigación Research Electronic Data Capture —REDCap—^{19,20}, y se compartió por correo electrónico a todos los miembros de la SEN, así como de forma pública en el Twitter de la SONES (@neurosonologia), en bases de datos independientes. Para evitar la multiplicidad de respuestas se restringió a una respuesta por participante. Se recogieron datos demográficos (categoría profesional, región, nivel de hospital) y de formación previa (acreditación) de forma individual. Se recogieron datos de actividad del servicio donde ejercen: tipo de estudios neurosonológicos realizados de forma habitual; posicionamiento del servicio con respecto a radiología y cirugía vascular en la realización de dúplex de troncos supraaórticos, y con respecto a cardiología, en la realización de detección de *shunt* derecha-izquierda y ecocardiografía; recursos administrativos (laboratorio de neurosonología, agendas, visor/almacenamiento de imágenes) y humanos (personal dedicado); formación continuada y necesidades formativas, necesidades a considerar por la SONES y retos futuros. En el caso de los residentes, se incluyeron, en lugar de las preguntas de posicionamiento y recursos administrativos, preguntas sobre su formación (año de primera rotación específica, meses totales de rotación, grado de aprendizaje en las distintas técnicas). Se realizó asimismo un análisis DAFO²¹ para determinar tanto las ventajas y fortalezas como las debilidades y amenazas de la neurosonología en el momento actual. También, para plantear las oportunidades y la estrategia más apropiada para ayudar desde la SONES a los distintos entornos asistenciales. Se realizó un análisis estadístico para valorar las diferencias en las necesidades formativas entre los grupos de residentes y facultativos utilizando el test de Chi-cuadrado, y considerando significativas aquellas diferencias con valor

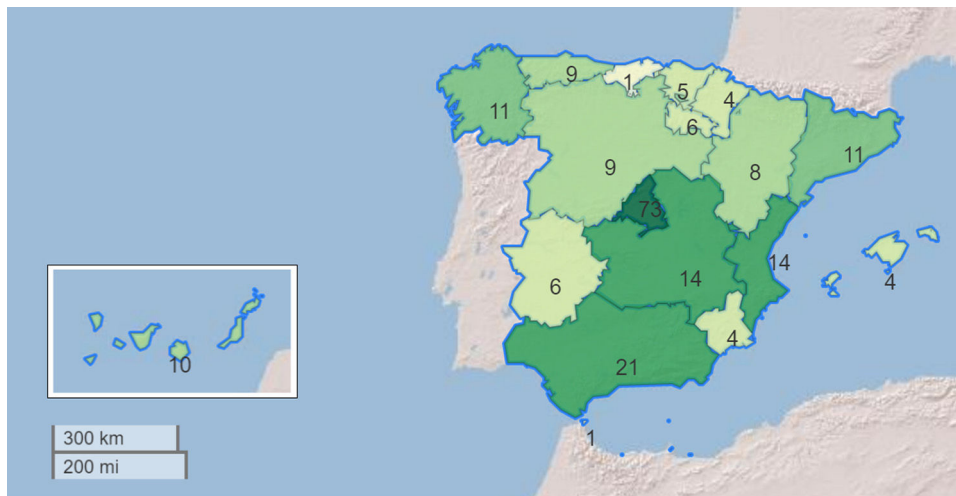


Figura 1 Mapa de participación. Se muestra el número de participantes de cada autonomía. Un participante no indicó su origen.

de $p < 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa IBM® SPSS® Statistics 21.0 (Armonk, NY, EE. UU.).

Resultados

La población objetivo de la encuesta fueron 2.914 socios numerarios y 340 socios en formación de la SEN. Sin embargo, no nos es posible determinar el número de receptores reales por diferentes motivos (falta de acuse de recibo, no cumplir los requisitos de la encuesta, como encontrarse en activo en nuestro país, etc.). Se registraron 193 respuestas entre los socios de la SEN y 24 entre usuarios de Twitter. Cinco respuestas no fueron analizadas por estar incompletas ($N = 212$). Participaron 178 neurólogos (entre ellos, 19 jefes de servicio/sección) y 34 residentes de neurología. La distribución geográfica de las respuestas fue muy heterogénea, concentrándose una proporción significativa de los participantes en la Comunidad de Madrid (34%), seguida por Andalucía (10%) y la Comunidad Valenciana (7%), aunque obteniendo representación de neurólogos de todas las regiones de España (fig. 1). La mayoría de los participantes ejercían la neurología en un hospital de tercer nivel (68%), aunque se obtuvo representación de hospitales de segundo (22%) y primer nivel (5%), y de centros privados (5%).

Sobre el nivel de acreditación en neurosonología, solo el 49% de los neurólogos afirmaron haber realizado algún curso acreditado por la Comisión de Formación Continuada, el 38% poseer la capacitación en neurosonología de la SEN, y un 7% alguna acreditación internacional.

Con respecto a la actividad de los servicios, el 90% de los neurólogos afirmó que en su servicio se realizan estudios de neurosonología vascular, aunque la mayoría de los dúplex de troncos supraaórticos solicitados por otros servicios se atribuyen a radiología (fig. 2). Con mucha menos frecuencia se afirmó disponer de técnicas como la ecografía de parénquima (34%), la ecocardiografía (25%), técnicas ecoguiadas (24%) o la ecografía de nervio (14%) (fig. 3). El 51% de los neurólogos atribuyó la detección del *shunt* derecha-izquierda a su servicio, mientras que el 46% indicó que habitualmente era identificado por cardiología, y un 3% que esta técnica no

se realizaba por ningún servicio. Con respecto a la ecocardiografía, 45 (25%) de los neurólogos afirmaron contar con esta técnica en su servicio. De ellos, 16 (36%) respondieron que se realiza únicamente de forma puntual, 15 (33%) que se realiza a menudo pero siempre seguida de un ecocardiograma transtorácico reglado (ETT), 12 (27%) como *screening* (solo se realiza ETT en caso de alteración) y 2 (4%) como sustituto del ETT.

Sobre la existencia de un laboratorio de neurosonología en el centro, solo el 53% de los neurólogos afirmó disponer de un espacio dedicado en exclusiva, y un 19% ni siquiera dispone de uno (fig. 4). Solo el 14% de los neurólogos afirmaron disponer en su servicio de facultativos dedicados. Sobre el almacenamiento y revisión de imágenes de los estudios de neurosonología, el 23% respondió que las imágenes no se almacenan en ningún formato, el 55% que se almacenan únicamente en la máquina o servidores internos, y solo el 22% que se encuentran disponibles para su visualización a través de estación clínica o visor radiológico.

Neurosonología en la residencia

Con respecto a los residentes de neurología, se obtuvieron 34 respuestas procedentes de 13 comunidades autónomas (no se obtuvieron respuestas de residentes de Murcia, Extremadura, Castilla y León, y Cantabria), con mayor representación de la Comunidad de Madrid (38%), seguida de Castilla-La Mancha (12%) y Andalucía (9%). La mayoría (52%) afirmó tener su primera rotación de neurosonología en el segundo año de residencia, el 33% el primer año y el 15% el tercer año. Un 15% de los residentes refirieron que su formación específica en neurosonología era de un mes o menos (fig. 5). Todos los participantes afirmaron tener contacto con la neurosonología fuera de su rotación específica, aunque solo el 32% con asiduidad. Con respecto a su habilidad técnica, el 82% de los residentes respondió tener un nivel bueno o muy bueno en neurosonología vascular al terminar la residencia, mientras que solo el 9% consideraban bueno o muy bueno el nivel adquirido en neurosonología no vascular.

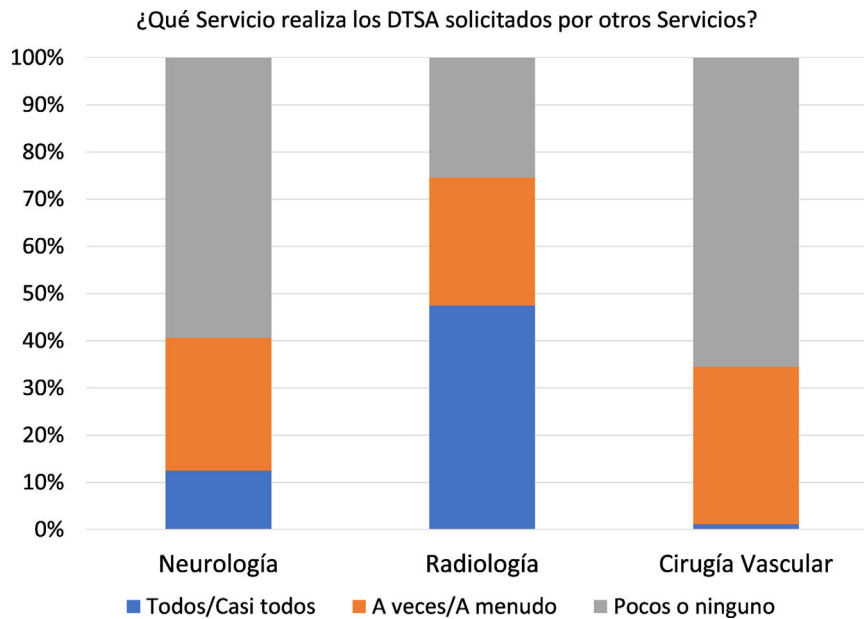


Figura 2 Posicionamiento de diferentes servicios en el estudio dúplex de troncos supraaórticos. Se preguntó acerca de cada servicio individualmente.

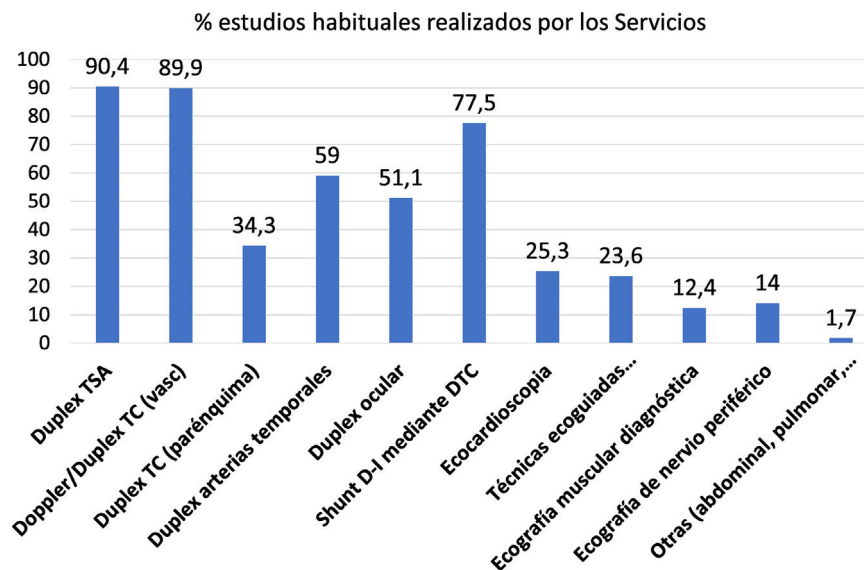


Figura 3 Cartera de prestaciones de neurosonología de los servicios de neurología. Los participantes debían marcar en la lista todos aquellos estudios realizados habitualmente en su servicio.

Necesidades formativas

Sobre la disponibilidad de cursos de formación específica en neurosonología (incluyendo neurólogos y residentes), el 28% respondió contar con cursos en su propio hospital y el 19% en hospitales próximos, mientras que el 53% afirmó que tendría que viajar para asistir a alguno. El porcentaje de participantes que afirmó tener que viajar fue superior al 80% en 12 comunidades autónomas, y significativamente mayor en el grupo de facultativos que en el de residentes (57 vs. 38%, $p = 0,04$). Con respecto a la formación continuada para facultativos, el 53% respondió que apenas existe formación continuada en neurosonología en sus centros, el 33% que

existe pero orientada a técnicas o facultativos concretos, y solo el 14% consideró que existe una formación orientada a todos los facultativos del servicio. Hasta el 97% de los neurólogos encuestados refirió necesitar aprender o potenciar alguna técnica de la neurosonología, aunque fuera en otro centro, especialmente técnicas no vasculares (fig. 6), mientras que solo el 10% considera que su hospital puede ofrecer formación en técnicas no vasculares a especialistas procedentes de otros centros (57% para técnicas vasculares). No hubo diferencias significativas entre las necesidades de aprendizaje referidas por facultativos y residentes en cuanto al tipo de técnica, salvo por la ecografía de nervio, que fue más solicitada por residentes (74 vs. 53%, $p = 0,03$). Con res-

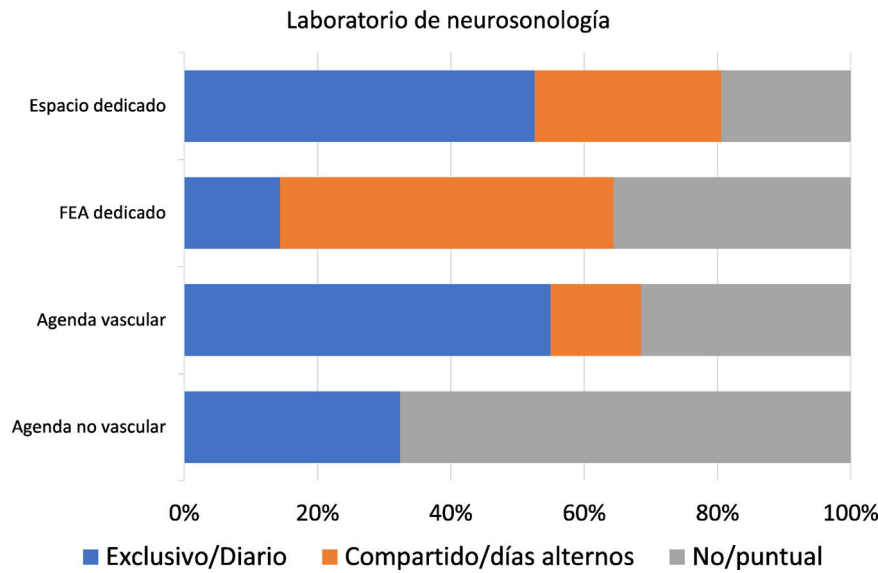


Figura 4 Dotación de los laboratorios de neurosonología. Se preguntó sobre espacios, agendas y recursos humanos individualmente.

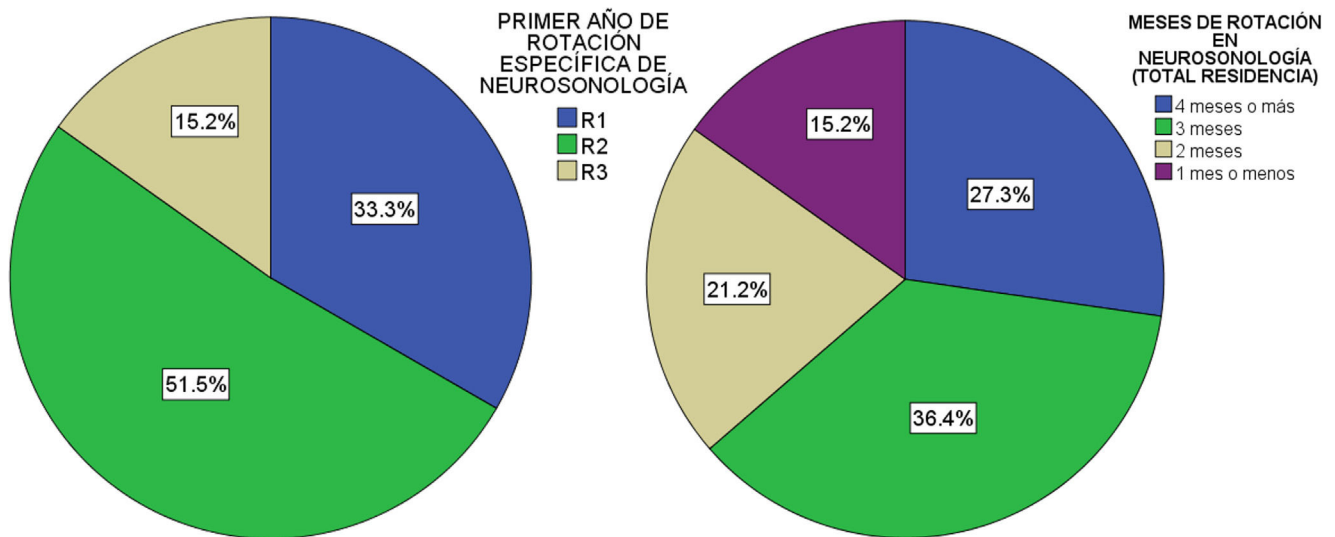


Figura 5 Neurosonología durante la residencia.

pecto a la posible aportación de la SONES, el 83% de los encuestados aboga por cursos presenciales periódicos (especialmente los residentes, con un 97% de respuestas frente al 80% de los facultativos, $p=0,02$), el 60% por cursos en línea periódicos, y el 47% por contactos para planificar rotaciones externas (especialmente los facultativos, con un 51 frente al 27% de los residentes, $p=0,01$).

Análisis DAFO

En las [tablas 1 y 2](#) se muestran los resultados del análisis DAFO. Destacan como debilidades de la neurosonología la necesidad de mucha formación y experiencia (76% de los encuestados) y el consumo de tiempo para el explorador (35%). Destacan como amenazas la dificultad para programar agendas específicas de neurosonología (66%) y la presión competitiva por el desarrollo de otras técnicas diagnósti-

cas (42%). Destacan como fortalezas su versatilidad (62%), ya que puede realizarse a la cabecera del paciente como prolongación de la exploración neurológica, y su eficiencia (43%), por su bajo coste y similar efectividad que otras técnicas diagnósticas, favoreciendo la autonomía y la gestión de recursos por el neurólogo. Destacan como oportunidades el manejo integral del paciente neurológico (72%), como en las clínicas de accidente isquémico transitorio basadas en técnicas de neurosonología, y la expansión de sus indicaciones (52%), como la ecocardiografía, el estudio del parénquima y la administración de toxina botulínica ecoguiada.

Retos futuros

Tras el análisis de riesgos y oportunidades basados en las DAFO, consideramos que las acciones más adecuadas en las condiciones actuales serían: a) publicar protocolos de estu-

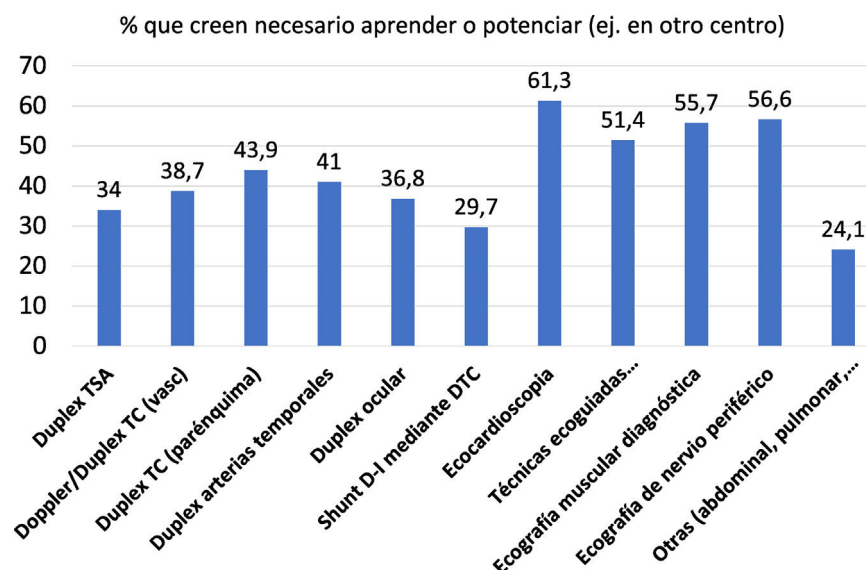


Figura 6 Necesidades de formación. Los participantes debían marcar en la lista todos aquellos estudios que consideraran necesario aprender o potenciar, aunque supusiera tener que formarse en otro centro.

Tabla 1 Análisis DAFO (parte 1): debilidades, amenazas y evaluación del riesgo

	Descripción del riesgo	Gravedad (1-3)	Probabilidad (1-3)	Influencia (1-3)	Nivel de riesgo (1-27)
Debilidades	La exploración consume mucho tiempo al explorador	2	1	3	9
	Requiere equipos costosos	2	2	1	4
	Necesita otras pruebas confirmatorias	1	1	1	2
Amenazas	Precisa de mucha formación	3	2	3	15
	La falta de tiempo en las agendas	3	3	2	12
	La necesidad de expertos en neurosonología	2	2	3	12
	Los avances de otras técnicas de diagnóstico	3	3	1	6
	La asociación por parte de la dirección de la ecografía al servicio de radiología	3	2	1	5

dios integrales (por ejemplo: protocolos de estudio en la clínica de accidente isquémico transitorio y urgencias) y protocolos abreviados de estudios dirigidos (por ejemplo: para el seguimiento del paciente con estenosis carotídea y *stent* carotídeo); b) promocionar la eficiencia de la neurosonología mediante estudios de coste-efectividad, y c) promover programas de formación y actualización en neurosonología.

Discusión

En esta encuesta se refleja por primera vez el estado de la neurosonología en España. Consideramos que la participación ha sido mayor de la esperada ($N=212$) para el tipo de encuesta (convocada a través de correo electrónico masivo, y sobre una disciplina muy específica), y con representa-

tividad de todas las regiones del país, aunque no permite un análisis pormenorizado dada la sobrerrepresentación de algunas regiones como la Comunidad de Madrid y la escasa participación en otras. Aunque no se realizó inicialmente un cálculo del tamaño muestral requerido, el número de respuestas en el grupo de facultativos ($n=178$) correspondería a un margen de error del 7% para la población objetivo y una confianza del 95%, lo que consideramos aceptable en términos de representatividad. No así en el caso de los residentes ($n=34$), donde el margen de error para dicha confianza es del 16%. Observamos que a pesar de la larga trayectoria de la formación en neurosonología, su inclusión en los planes docentes de la especialidad, y los esfuerzos de la SEN y la SONES por ofrecer la capacitación en la técnica, solo el 38% de los neurólogos participantes ha obtenido dicha acreditación y menos de la mitad refiere haber realizado algún curso acreditado de formación continuada. Con respecto a

Tabla 2 Análisis DAFO (parte 2): fortalezas, oportunidades y evaluación de la oportunidad

	Descripción de la oportunidad	Gravedad (1-3)	Probabilidad (1-3)	Influencia (1-3)	Nivel de riesgo (1-27)
Fortalezas	Se puede realizar a la cabecera del paciente	3	3	3	18
	Es la prueba de <i>screening</i> ideal	3	1	3	12
	Ofrece al neurólogo total autonomía	2	2	3	12
	Cada vez ofrecen mayor portabilidad	1	1	1	2
Oportunidades	Protocolos de manejo integral del paciente neurológico	3	3	3	18
	Sus indicaciones están en expansión	1	2	2	6
	Su uso como <i>screening</i> va a ser más necesario que nunca en el futuro	2	1	1	3
	Los avances técnicos en los equipos permitirán nuevos protocolos	2	1	1	3

la práctica habitual, es patente que la gran mayoría de los servicios tienen amplia disponibilidad de técnicas de neurosonología vascular (Doppler/dúplex de troncos supraaórticos y transcraneal), pero escasa en técnicas no vasculares como la ecografía de parénquima o neuromuscular. Nos llama la atención en este sentido la infrautilización (o desconocimiento) del test de detección de *shunt* derecha-izquierda mediante Doppler transcraneal, que a pesar de la evidencia existente (mayor sensibilidad que el ecocardiograma)²² solo sustituye al ecocardiograma para el 51% de los encuestados. Una técnica en auge como la ecocardiografía es habitual solo para el 25% de los encuestados, y su uso parece todavía limitado en la práctica diaria. Otro dato llamativo es la escasa disponibilidad de laboratorios de neurosonología, que tienen actividad diaria solo para el 53% de los encuestados, y el 31% refirió carecer de agenda para estudios vasculares o realizarlos de forma puntual. Los facultativos dedicados a la neurosonología, por su parte, compaginan casi siempre esta actividad con otras de tipo asistencial; solo el 14% se dedica en exclusiva y hasta el 36% de los encuestados no considera que existan facultativos dedicados a la neurosonología en sus centros. Estos datos en conjunto reflejan una desproporción entre el espacio que consideramos que debe ocupar la neurosonología en la práctica habitual y los escasos recursos materiales y humanos que se ponen a disposición de los servicios para su práctica. Si consideramos que, por ejemplo, existen unidades de ictus en más del 80% de los hospitales que ofrecieron formación MIR en neurología en 2022²³, el porcentaje de laboratorios de neurosonología dedicados debería ser al menos equivalente. Otro claro defecto en la reivindicación de la importancia de los estudios neurosonológicos es la falta de registro y disponibilidad de los mismos, reflejado en que solo el 22% de los encuestados refirió compartir los estudios realizados en visores clínicos. Creemos que es fundamental que la actividad de los laboratorios de

neurosonología se registre de forma pormenorizada y en agendas dedicadas, y sea accesible para el resto del personal clínico del propio y otros servicios. Hacer patente y visible la labor de los laboratorios de neurosonología es necesario para la consecución de recursos materiales, humanos y formativos. Con respecto a la actividad de los residentes, el peso de la neurosonología vascular en su formación fue la esperable, aunque preocupa que un 15% de ellos refirieron dedicar un mes o menos a la rotación específica de neurosonología en toda su residencia, considerando que forma parte obligada del programa formativo de la especialidad. Esto podría explicarse, sin embargo, por la ausencia de espacios y agendas dedicadas, lo que obliga al residente (al igual que ocurre con los facultativos) a compartir esta actividad con otras tareas formativas. La formación continuada para facultativos también es escasa para los encuestados. Son necesarios mayores esfuerzos para mejorar la accesibilidad de talleres y cursos de neurosonología en nuestra geografía, dado que la mayoría de los encuestados no cuenta con opciones formativas en su entorno. Existe un importante desequilibrio entre la demanda de formación en neurosonología y la oferta de los propios servicios, especialmente en técnicas de neurosonología no vascular. Uno de los objetivos de la SONES para los próximos años es mejorar el número y distribución de los cursos de formación en las diferentes técnicas, aunque los recursos económicos y humanos son limitados. Otras acciones que considerar tras el análisis DAFO son la publicación de protocolos estandarizados de los diferentes procedimientos neurosonológicos y la realización de estudios de coste-efectividad. Este estudio presenta varias limitaciones: el formato de la encuesta impedía realizar un adecuado seguimiento de su recepción y existió gran heterogeneidad geográfica en las respuestas, siendo además insuficiente el número de respuestas en la categoría de residentes para considerar el resultado representativo.

Conclusiones

La neurosonología vascular está ampliamente implantada en España, pero la implementación de laboratorios dedicados es aún escasa. Existe un gran interés en la aplicación de técnicas no vasculares en toda nuestra geografía, pero la oferta formativa disponible es insuficiente en este campo. Es necesario un esfuerzo de los especialistas por hacer visible esta disciplina, así como demandar mayores recursos materiales y humanos para su desarrollo. La SONES debe facilitar el acceso de los neurólogos a actividades de formación continuada.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A los doctores Alberto Gil Peralta, Carlos Jiménez Ortiz, Jaime Gallego Cullere, Gabriel Delgado Bona, Antoni Dávalos Herrando, Carlos Molina, Antonio Alayón, José Antonio Egido Herrero, Jorge Matías-Guiu, Eduardo Martínez Vila, José Álvarez Sabin, Exuperio Díez Tejedor, Ángel Chamorro, Mariano Rebollo Álvarez-Amandi, Tomás Segura y José M. Tembl por su importante contribución al desarrollo de la neurosonología. A Henar Martín Santos, por la labor de diseño gráfico del infograma.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.nrl.2023.06.012](https://doi.org/10.1016/j.nrl.2023.06.012).

Bibliografía

- Gil-Peralta A, González-Marcos J, Martín-Alburquerque L, Mayol A. Valor de la ultrasonografía Doppler en el diagnóstico y clasificación hemodinámica del síndrome de robo de la arteria subclavia. *Arch Neurobiol (Madr)*. 1985;48:343–4.
- Dávalos A, Matías-Guiu J, Torrent O, Torrent J, Codina A. Computed tomography in reversible ischaemic attacks: Clinical and prognostic correlations in a prospective study. *J Neurol*. 1988;235:155–8.
- Gil Peralta A. La ultrasonografía doppler en el estudio de la patología vascular cerebral [tesis]. Sevilla: Universidad de Sevilla; 1990.
- Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg*. 1982;57:769–74.
- Wechsler LR, Ropper AH, Kistler JP. Transcranial Doppler in cerebrovascular disease. *Stroke*. 1986;17:905–12.
- Gallego J, Delgado G, Irimia P. El desarrollo de la neurología en España. *Revista del Grupo de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología*. 2010;3–7.
- Orden SCO/528/2007, de 20 de febrero, por la que se aprueba y publica el programa formativo de la especialidad de Neurología. BOE núm. 59, de 9 de marzo de 2007. pp. 10298–306.
- López Hernández L, García Escrivá A, Moltó Jordà JM. [Study of the diameter of the third ventricle with transcranial sonography] Spanish. *Neurología*. 2007;22:507–10.
- Vlaar AMM, Bouwmans A, Mess WH, Tromp SC, Weber WEJ. Transcranial duplex in the differential diagnosis of parkinsonian syndromes: A systematic review. *J Neurol*. 2009;256:530–8.
- Kerasnoudis A, Tsigoulis G. Nerve ultrasound in peripheral neuropathies: A review. *J Neuroimaging*. 2015;25:528–38.
- Irimia P, Segura T, Serena J, Moltó JM. Neurosonología. Aplicaciones diagnósticas para la práctica clínica. 1.^a ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2011.
- Calleja S, Tembl JI, Segura T. [Recommendations of the use of transcranial Doppler to determine the existence of cerebral circulatory arrest as diagnostic support of brain death] Spanish. *Neurología*. 2007;22:441–7.
- Serena J, Irimia P, Calleja S, Blanco M, Vivancos J, Ayo-Martín O. [Ultrasound measurement of carotid stenosis: Recommendations from the Spanish Society of Neurosonology] Spanish. *Neurología*. 2013;28:435–42.
- 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;69:644–6.
- 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 Española Cardiol*. 2018;71:935–40.
- Rodríguez-Pardo J, Fuentes B, Alonso de Leciana M, Campollo J, Calleja Castaño P, Carneado Ruiz J, et al. Atención al ictus agudo durante la pandemia por COVID-19. Recomendaciones Plan Ictus Madrid. *Neurología*. 2020;35:258–63.
- Sociedad Española de Neurosonología. Recomendaciones de la SONES para la realización de estudio ecograficos en pacientes con patología neurológica durante la pandemia coronavirus COVID-19 (SARS-CoV2). SONES; 2020. Disponible en: https://www.sen.es/pdf/2020/Recomendaciones_SONES_estudio_ecograficos_coronavirus.pdf.
- Puig J, Shankar J, Liebeskind D, Terceño M, Nael K, Demchuk AM, et al. From “time is brain” to “imaging is brain”: A paradigm shift in the management of acute ischemic stroke. *J Neuroimaging*. 2020;30:562–71.
- Harris PA, Taylor R, Thielke R, Payne J, Gonzalez N, Conde JG. Research electronic data capture (REDCap)—A metadata-driven methodology and workflow process for providing translational research informatics support. *J Biomed Inform*. 2009;42:377–81.
- Harris PA, Taylor R, Minor BL, Elliott V, Fernandez M, O’Neal L, et al. The REDCap consortium: Building an international community of software platform partners. *J Biomed Inform*. 2019;95:103208.
- Teoli D, Sanvictores T, An J. SWOT analysis. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.

22. Palazzo P, Ingrand P, Agius P, Belhadj Chaidi R, Neau JP. Transcranial Doppler to detect right-to-left shunt in cryptogenic acute ischemic stroke. *Brain Behav.* 2019;9: e01091.
23. Ministerio de Sanidad. Formación sanitaria especializada. Las plazas ofertadas [consultado 16 Ene 2023]. Disponible en: <https://fse.mscbs.gob.es/fseweb/view/public/convactual/plazasOfertadas/busquedaPlazas.xhtml>.