



# Aprendizaje remoto para procedimientos neuro-endovasculares durante la pandemia COVID-19

## Remote learning for neuro-endovascular procedures during the COVID-19 pandemic

Giancarlo Saal-Zapata<sup>1, a</sup>, Rodolfo Rodríguez-Varela<sup>1, a</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Neurocirugía, Servicio de Neurocirugía Endovascular. Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, Lima, Perú.

<sup>a</sup> Médico Neurocirujano

### Correspondencia

Giancarlo Saal-Zapata  
gsaal1987@gmail.com

Recibido: 22/07/2021

Arbitrado por pares

Aprobado: 29/11/2021

Citar como: Saal-Zapata G, Rodríguez-Varela R. Aprendizaje remoto para procedimientos neuro-endovasculares durante la pandemia COVID-19. *Acta Med Peru.* 2021; 38(4): 279-82. doi: <https://doi.org/10.35663/amp.2021.384.2160>

### RESUMEN

Durante la pandemia COVID-19 se ha incrementado el uso de la telemedicina y de plataformas virtuales en el campo de la medicina, por ello, en nuestra institución contamos con un sistema multicámara que permite la visualización en vivo de procedimientos endovasculares. Se realizaron once casos de aneurismas, malformaciones arteriovenosas y hematomas subdurales crónicos que fueron tratados y transmitidos en vivo sin problemas técnicos a través de la plataforma Zoom®. El tiempo promedio de transmisión y del número de participantes fue de 2.5 horas y 6 participantes, respectivamente. En todos los casos se discutió la técnica empleada y las complicaciones ocurridas. El aprendizaje remoto con plataformas en línea es hoy en día una herramienta importante, pero no un sustituto del aprendizaje práctico para procedimientos endovasculares. Recomendamos su implementación durante la pandemia de COVID-19 como un sustituto temporal, especialmente para los médicos en entrenamiento que no tienen acceso a intervenciones endovasculares avanzadas.

**Palabras clave:** Aneurisma, Malformaciones Arteriovenosas, Hematoma Subdural Crónico, Telemedicina.

### ABSTRACT

During the COVID-19 pandemics there has been a substantial increase in the use of telemedicine and virtual platforms in the medical field. For this reason, we have in our institution a multi-camera system that allows us live visualizing endovascular procedures. Eleven cases dealing with aneurysms, arteriovenous malformations and chronic subdural hematomas were treated and broadcasted live with no technical problems using the Zoom® platform. The average time for transmissions was 2.5 hours, and the average number of participants was 6 persons. The used technique and occurring complications were discussed for all cases. Remote learning using online platforms is nowadays a very important tool, but it is not a substitute for practical learning when performing endovascular procedures. We recommend to implement such techniques during COVID-19 pandemics as a temporary substitute for live learning, particularly for young in-training physicians who may not have access to advanced endovascular interventions.

**Key words:** Aneurysm, Arteriovenous Malformations, Hematoma Subdural Chronic, Telemedicine

## INTRODUCCIÓN

La telemedicina ha sido una herramienta complementaria en el manejo de patologías vasculares tratadas por vía endovascular, especialmente en el campo del ictus.<sup>[1-3]</sup> Por otra parte, la telemedicina sumada a la teleproctoría han sido una práctica novedosa en los últimos meses dadas las órdenes restrictivas de movilización a nivel mundial debido a la pandemia COVID-19, generando la imposibilidad de viajar y aprender nuevas técnicas o en su defecto, traer un proctor para realizar procedimientos in-situ.

Artículos previos han informado acerca de los beneficios de la supervisión remota para procedimientos endovasculares utilizando plataformas en línea<sup>[1,4,5]</sup>, mientras que otros propusieron el uso de plataformas y aplicaciones más simples para la telemedicina como Zoom, WhatsApp<sup>[6]</sup> o Google Glass<sup>[6,7]</sup>.

En el escenario de las restricciones del COVID-19, la telemedicina surgió como una potencial nueva herramienta con fines de aprendizaje y enseñanza para los profesionales de la salud de nuestra institución. Por lo tanto, nuestro estudio tuvo como objetivo describir nuestra experiencia con el aprendizaje a distancia para procedimientos endovasculares durante la pandemia COVID-19.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Desde octubre 2020 hasta febrero 2021, en el Departamento de Neurocirugía del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen, se transmitieron en vivo 11 casos de patología vascular cerebral, tanto de emergencia como programados, incluidos aneurismas intracraneales, malformaciones arteriovenosas y hematomas subdurales crónicos. Se analizó retrospectivamente el tiempo de transmisión, el número promedio de participantes, la factibilidad de la transmisión, el detalle de los procedimientos realizados y las complicaciones intraoperatorias.

Para ello, instalamos un sistema multicámara dentro de nuestra sala de angiografía con fines de aprendizaje para neurocirujanos visitantes, residentes y estudiantes de medicina.

Esta configuración de cámaras incluye lo siguiente:

- Una cámara inclinada fijada en el techo proyecta la punción de la arteria femoral o radial. Además, esta cámara muestra la disposición de los materiales que se utilizan dentro de la sala.
- Una cámara fija de alta definición frente a los monitores de angiografía proyecta el *road mapping* en vivo, la sustracción digital y las imágenes fluoroscópicas mientras el operador realiza la navegación de los dispositivos. Esta cámara de alta resolución permitió una buena visualización del despliegue de los *coils*, la colocación del *stent* y la inyección de agentes embolizantes.
- Se colocó una cámara fija en la esquina de la sala y una cámara lateral con el propósito de evaluar los movimientos

del cirujano, el desplazamiento del equipo quirúrgico y una visión general de la sala. Se colocó una cámara adicional en la estación de trabajo de post-procesamiento de imágenes para evaluar las reconstrucciones de las angiografías.

En general, se utilizaron las 4 cámaras principales (techo, monitores de angiografía, esquina y lateral) para transmisión en vivo con una buena visualización y alta definición de las imágenes (Figura 1). El angiógrafo biplanar consta de seis monitores de alta resolución y dos monitores adicionales en las esquinas superiores para ver las reconstrucciones 3D y las tomografías computarizadas a través del sistema PACS®, que se conectan a la sala de la estación de trabajo de post-procesamiento (Figura 2). Una conexión a internet de banda ancha fue necesaria para evitar un audio inestable o imágenes de mala calidad.

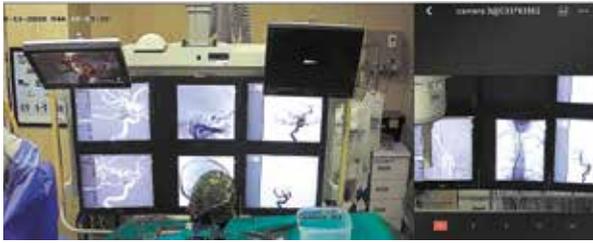
Un enlace de reunión de Zoom® fue creado por el panelista anfitrión, que en nuestro caso es el jefe del Servicio de Neurocirugía Endovascular (RR-V), y luego fue enviado a miembros de la Sociedad Peruana de Neurocirugía, neurocirujanos y residentes de diferentes hospitales. Tras la aceptación y antes del inicio del procedimiento, algunas diapositivas de PowerPoint mostraron un breve resumen de la presentación clínica y las imágenes preoperatorias más relevantes del paciente. Después de la presentación del caso, el procedimiento se transmitió en vivo con interacción en línea con otros médicos. En la sala de angiografía, el neurocirujano endovascular tratante se conectó a través de Zoom® en línea y narró los pasos críticos del procedimiento. La conexión en línea fue posible desde el principio hasta el final del procedimiento. Las preguntas de cada panelista fueron respondidas por el panelista anfitrión o por el neurocirujano tratante.

### Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron en medias con desviación estándar, las variables cualitativas se expresaron en porcentajes. Se utilizó el software estadístico Stata para el análisis.



**Figura 1:** Sistema multicámara en la sala de angiografía: Arriba a la izquierda: Cámara lateral que muestra la configuración y los movimientos del operador endovascular principal. Arriba a la derecha: cámara de techo inclinada que muestra la mesa de operaciones y la configuración de los dispositivos. Abajo a la izquierda: cámara fija frente a las pantallas que muestra imágenes de sustracción, fluoroscopia y road mapping. Esta es la cámara principal de toda la transmisión. Abajo a la derecha: Cámara lateral para mostrar los movimientos del equipo endovascular.



**Figura 2:** Cámara fija de alta resolución que proyecta las 8 pantallas del angiógrafo biplanar. Esta es la cámara principal para transmisión en vivo que proyecta el road mapping, fluoroscopia, sustracción digital y las reconstrucciones tridimensionales. En este caso, se está tratando un aneurisma de la arteria comunicante posterior.

## RESULTADOS

Se transmitieron en vivo once casos a través de Zoom®. El tiempo medio de transmisión fue de 2.5 horas. Una media de 6 participantes se conectó durante cada sesión. Se utilizó el chat para hacer preguntas durante el procedimiento. Se programaron y trataron tres malformaciones arteriovenosas cerebrales mediante un abordaje trans-arterial que requirió un mayor tiempo de transmisión debido a consideraciones técnicas para el cateterismo de los vasos aferentes y tiempos de inyección de agentes embolizantes. Se trataron seis aneurismas intracraneales rotos como casos de emergencia de la siguiente manera: tres con *coils* asistido por *stent*, dos con *coils* asistido por balón y uno con divisor de flujo. Se programaron dos hematomas subdurales crónicos para tratamiento endovascular: se realizó el cateterismo de la arteria menígea media y se utilizaron los agentes embolizantes PHIL (Microvention, USA) y Squid 18 (Balt, Montmorency, Francia) (Figura 3). En casos de emergencia, la fecha y la hora de la transmisión se fijaron con poco tiempo, lo que fue una desventaja para el inicio de sesión.



**Figura 3:** Transmisión en vivo del tratamiento endovascular de un hematoma subdural crónico. (a) El panelista anfitrión presenta el caso con una diapositiva en PowerPoint que muestra el historial médico del paciente y las tomografías computarizadas preoperatorias. (b) Las 4 cámaras principales proyectan el procedimiento en vivo.

Ocurrió un caso de trombosis *intra-stent* después del despliegue del *stent*, que requirió la administración inmediata de Alteplasa intra-arterial. El control final mostró la recanalización de la arteria y la evolución del paciente transcurrió sin incidentes. Este caso fue ampliamente discutido. Todos los casos se transmitieron en vivo sin problemas técnicos. Hubo una retroalimentación que se recopiló e implementó después de los primeros casos.

## DISCUSIÓN

La telemedicina es una forma accesible de difundir conocimiento en el campo endovascular, sumado al hecho que sus aplicaciones se han incrementado durante la pandemia COVID-19 incluyendo la teleproctoría remota, capacitación remota, supervisión de nuevos procedimientos y consultas por video con el uso de diferentes plataformas.<sup>[1,2,8]</sup> La telemedicina para el tratamiento del accidente cerebrovascular isquémico agudo ha demostrado beneficios en los resultados clínicos y funcionales cuando se aplica correctamente, especialmente en áreas de acceso remoto donde no hay centros de atención integral.<sup>[3]</sup> Otras aplicaciones reportadas incluyeron la supervisión de cirugías robóticas.<sup>[9]</sup>

En nuestra experiencia inicial, 11 casos tratados por vía endovascular fueron transmitidos en vivo con éxito para el aprendizaje remoto a neurocirujanos y residentes con fines exclusivamente didácticos. Algunas de las ventajas de los procedimientos endovasculares en vivo para el aprendizaje remoto fueron: los invitados tienen comunicación interactiva con el panelista anfitrión y el cirujano principal del procedimiento, también tienen la oportunidad de hacer preguntas sobre el procedimiento y compartir sus experiencias en casos similares. Usamos la plataforma Zoom®, que es relativamente económica de adquirir y permite iniciar sesión a una gran cantidad de invitados desde sus computadoras personales o teléfonos inteligentes si la aplicación se descargó previamente. Otro beneficio potencial es que el panelista anfitrión pudo manipular las cámaras y acercar o alejar el zoom según el caso, mostrando detalles técnicos del procedimiento. Esta ventaja es similar a otras plataformas en línea como TEGUS Medical (Hamburgo, Alemania).<sup>[1,4,5]</sup>

Las limitaciones tecnológicas son motivo de preocupación durante la transmisión en vivo, como retrasos audiovisuales o imágenes de mala calidad, sin embargo, esto nunca ocurrió debido a la conexión a Internet de banda ancha ubicada dentro de nuestra sala de angiografía. Como se menciona en el artículo de Orru' et al, la teleproctoría es una herramienta para disminuir los efectos adversos y mitigar los costos, especialmente en países en desarrollo como el nuestro.<sup>[5]</sup> Bechstein et al publicaron la primera experiencia con soporte remoto de transmisión en vivo (RESS, por sus siglas en inglés) usando simuladores para trombectomía, quienes demostraron que no había diferencias entre la supervisión remota e in-situ.<sup>[1]</sup> Las siguientes experiencias con teleproctoría en el tratamiento endovascular fueron descritas por Bechstein et al, quienes informaron el tratamiento de tres aneurismas utilizando el dispositivo WEB

con una configuración sencilla de cámaras que permitieron al supervisor monitorear y controlar el zoom y los ángulos con el software TEGUS Medical.<sup>[4]</sup> Esta primera experiencia clínica real demostró la viabilidad de realizar procedimientos exitosos con guía remota. Además, recientemente se reportaron experiencias internacionales con supervisión remota, con buenos resultados clínicos y angiográficos.<sup>[5]</sup> No encontramos trabajos previos de experiencias latinoamericanas con telemedicina o teleproctoría para procedimientos endovasculares, lo que hace de esta primera experiencia un aporte a la literatura en el campo endovascular en nuestra región.

Finalmente, en nuestro estudio, mostramos las ventajas de un sistema multicámara sencillo para el aprendizaje remoto de neurocirujanos no especializados y residentes de neurocirugía. Esta modalidad de difundir nuevos conocimientos es de suma importancia para aquellos neurocirujanos que no están familiarizados con los nuevos dispositivos y técnicas endovasculares. De hecho, en muchos hospitales de nuestro país los procedimientos endovasculares básicos se realizan bajo la guía de un arco en C con adquisiciones de sustracción digital. Por otro lado, las formas sencillas de conectarse a la sala de angiografía y ver la transmisión en vivo en línea de los procedimientos endovasculares desde una computadora personal o teléfono inteligente utilizando una plataforma virtual (Zoom) es un nuevo concepto de enseñanza para otros profesionales de la salud. Los panelistas no realizaron pagos.

En países en vías de desarrollo como el nuestro, la teleproctoría es una alternativa para que los médicos en entrenamiento aprendan de los expertos en tratamientos altamente especializados que pueden no tener en sus instituciones o están limitados por las restricciones debido a la pandemia del COVID-19. Sin embargo, esta herramienta no sustituye a la formación presencial con pacientes reales.

Este estudio tiene limitaciones: se realizaron un número limitado de casos con esta tecnología en un corto período de tiempo. Se requiere un mejor sistema multicámara en la sala de angiografía con una resolución más alta para una mejor visualización del procedimiento. La validación de esta nueva forma de aprendizaje debe evaluarse en función de la experiencia y el desempeño de los alumnos para comparar los resultados y examinar su impacto en escenarios futuros.

## CONCLUSIONES

El aprendizaje a distancia es una nueva herramienta y una alternativa en el campo endovascular, pero no sustituye a la formación presencial. La implementación de esta nueva forma de aprendizaje es un sustituto temporal o un complemento de las técnicas tradicionales de aprendizaje presencial para los médicos en entrenamiento que no tienen acceso a procedimientos endovasculares avanzados durante la pandemia de COVID-19.

**Contribuciones de autoría:** GS-Z concibió y diseñó la investigación, recolectó los datos, redactó y aprobó la versión final del artículo.

GS-Z analizó los datos y redactó las tablas y gráficos; GS-Z y RR-V revisaron críticamente el artículo. Los autores se responsabilizan por el contenido del artículo y se comprometen a responder adecuadamente las preguntas que pudieran ser necesarias para garantizar la precisión de los datos e integridad de cualquier parte de su investigación.

**Conflictos de interés:** Ninguno

**Fuente de financiamiento:** Autofinanciado

## ORCID

Giancarlo Saal-Zapata, <https://orcid.org/0000-0002-4622-7118>  
Rodolfo Rodríguez, <https://orcid.org/0000-0001-6361-3451>

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bechstein M, Buhk J-H, Frölich AM, Brooks G, Hanning U, Erler M, et al. Training and Supervision of Thrombectomy by Remote Live Streaming Support (RESS). *Clin Neuroradiol.* 2019. doi:10.1007/s00062-019-00870-5.
2. Lin JC, Humphries MD, Shutze WP, Aalami OO, Fischer UM, Hodgson KJ. Telemedicine platforms and their use in the coronavirus disease-19 era to deliver comprehensive vascular care. *J Vasc Surg.* 2021;73:392–8. doi:10.1016/j.jvs.2020.06.051.
3. Pedragosa À, Alvarez-Sabín J, Rubiera M, Rodriguez-Luna D, Maisterra O, Molina C, et al. Impact of Telemedicine on Acute Management of Stroke Patients Undergoing Endovascular Procedures. *Cerebrovasc Dis.* 2012;34:436–42. doi:10.1159/000345088.
4. Bechstein M, Elsheikh S, Wodarg F, Taschner CA, Hanning U, Buhk J-H, et al. Interhospital teleproctoring of endovascular intracranial aneurysm treatment using a dedicated live-streaming technology: first experiences during the COVID-19 pandemic. *BMJ Case Rep.* 2020;13:e016722. doi:10.1136/bcr-2020-016722.
5. Orru' E, Marosfoi M, Patel N V, Coon AL, Wald C, Repucci N, et al. International teleproctoring in neurointerventional surgery and its potential impact on clinical trials in the era of COVID-19: legal and technical considerations. *J Neurointerv Surg.* 2020;:neurintsurg-2020-017053. doi:10.1136/neurintsurg-2020-017053.
6. McCullough MC, Kulber L, Sammons P, Santos P, Kulber DA. Google Glass for Remote Surgical Tele-proctoring in Low- and Middle-income Countries: A Feasibility Study from Mozambique. *Plast Reconstr Surg Glob open.* 2018;6:e1999–e1999. doi:10.1097/GOX.0000000000001999.
7. Kaliyadan F, Al Ameer M, Al Ameer A, Al Alwan Q. Telemedicine Practice in Saudi Arabia During the COVID-19 Pandemic. *Cureus.* 2020;12:e12004–e12004. doi:10.7759/cureus.12004.
8. Li H-L, Chan YC, Huang J-X, Cheng SW. Pilot Study Using Telemedicine Video Consultation for Vascular Patients Care During the COVID-19 Period. *Ann Vasc Surg.* 2020;68:76–82. doi:10.1016/j.avsg.2020.06.023.
9. Lenihan J, Brower M. Web-connected surgery: using the internet for teaching and proctoring of live robotic surgeries. *J Robot Surg.* 2012;6:47–52. doi:10.1007/s11701-011-0304-5.