

# Implications in Neuroanesthesia during the COVID-19 pandemic

## Implicaciones en Neuroanestesia durante la pandemia por COVID-19

Martínez-de los Santos C A.<sup>a</sup>  | Manrique-Carmona L.<sup>b</sup> | Rivera-Lara L.<sup>c</sup> | Cuevas-García J.<sup>b</sup>  
Cruz-Cruz E F.<sup>d</sup> | Mejía-Arguelles O.<sup>d</sup>

a. Departamento de Investigación, Hospital Universitario de Saltillo

b. Departamento de Neuroanestesia, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suarez

c. Division of Neurocritical Care, The Johns Hopkins University School of Medicine.

d. Medicina Privada

### Correspondence

Dr. Cesar Alejandro Martínez-de los Santos. Departamento de Investigación, Hospital Universitario de Saltillo de la Universidad Autónoma de Coahuila. Calzada Francisco I. Madero #1291. Zona Centro. Saltillo, C.P. 25000. México.

 cesarmtx.md@gmail.com

### Abstract

COVID-19, declared a pandemic by the World Health Organization in March 2020, has generated more than 11,000,000 cases and 500,000 deaths worldwide. The risk of operation in aerosol-generating procedures and stay in prolonged procedures has impacted neurosurgical and endovascular care, generating important implications for neuroanesthesiologists and perioperative care in general due to the risk of infection of patients and staff and the association of SARS-CoV-2 with neurosurgical patients. Objective. Present a series of recommendations based on current evidence on the implications for neuroanesthesiologists and the perioperative management of the neurocritical and neurosurgical patient during the COVID-19 pandemic.

Material and methods. Bibliographic review through systematic search of keywords related to neuroanesthesiology and perioperative management of the neurosurgical and neurocritical patient during the COVID-19 pandemic.

Results. The neurosurgical and neurocritical patient poses important challenges that imply the capacity for rapid response, establishment of management protocols, multidisciplinary stratification, availability of infrastructure, PPE and personnel to ensure their care.

Conclusions. The role of the neuroanesthesiologist is fundamental in the organization and management of the pandemic; it must be kept safe, protected and updated in the specific considerations of the neurocritical patient in this "new normal".

**Key Words:** *Neuroanesthesia, neurosurgery, neurocritical, COVID-19, SARS-CoV-2, safety*

### Resumen

El COVID-19, declarado pandemia por la Organización Mundial de la Salud en marzo de 2020 ha generado más de 11,000,000 casos y 500,000 muertes a nivel mundial. El riesgo de infección en procedimientos generadores de aerosoles y estancia en procedimientos prolongados, ha impactado la atención neuroquirúrgica y endovascular generando importantes implicaciones para neuroanestesiólogos y atención perioperatoria en general debido al riesgo de infección de pacientes y personal y la asociación del SARS-CoV-2 con pacientes neuroquirúrgicos.

Objetivo. Presentar una serie de recomendaciones basadas en la evidencia actual sobre las implicaciones para neuroanestesiólogos y el manejo perioperatorio del paciente neurocrítico y neuroquirúrgico durante la pandemia por COVID-19.

Material y métodos. Revisión bibliográfica mediante búsqueda sistemática de palabras clave relacionadas con neuroanestesiología y manejo perioperatorio del paciente neuroquirúrgico y neurocrítico durante la pandemia por COVID-19.

Resultados. El paciente neuroquirúrgico y neurocrítico plantea importantes retos que implica rápida capacidad de respuesta, establecimiento de protocolos de manejo, estratificación multidisciplinaria, disponibilidad de infraestructura, EPP y personal que aseguren su atención.

Conclusiones. El rol del neuroanestesiólogo es fundamental en organización y manejo de la pandemia; se debe mantener seguro, protegido y actualizado en las consideraciones específicas del paciente neurocrítico en esta "nueva normalidad".

**Palabras clave:** *Neuroanestesia, neurocirugía, neurocrítico, COVID-19, SARS-CoV-2, seguridad*

“Si quieres ir rápido, ve solo. Si quieres llegar lejos, ve acompañado”  
Proverbio africano

## Introducción

En diciembre de 2019, se detectó un nuevo coronavirus (COVID-19) en Wuhan, China<sup>1</sup> con elevada transmisibilidad por vía respiratoria superior<sup>2</sup> generando la Enfermedad por Coronavirus 2019<sup>3</sup> o coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) generando gran morbimortalidad a nivel mundial.<sup>4,5</sup> Hasta noviembre de 2020, el virus y la enfermedad se extendieron a más de 185 países con 11,317,637 casos y 531,728 muertes a nivel mundial aumentando de manera exponencial a través del tiempo.<sup>5-7</sup>

Algunos virus tienen la capacidad de desencadenar una respuesta autoinmune sobre el sistema nervioso central (SNC) y/o periférico, así como neurotropismo en seres humanos y el COVID-19 quizá sea uno de ellos<sup>8,9</sup>. Además de los signos y síntomas clínicos descritos inicialmente, COVID-19 se ha asociado con cefalea, mareos, delirio, confusión y alteración de la conciencia, accidente cerebrovascular isquémico, trastornos neuromusculares y otros síntomas neurológicos especialmente en pacientes más graves<sup>10-12</sup>. Los pacientes infectados, pueden cursar con encefalitis/encefalopatía hipóxica infecciosa y un posible neurotropismo del virus que podría contribuir a la insuficiencia respiratoria refractaria por afección del centro cardiorrespiratorio del tallo cerebral<sup>2,13</sup> y desregulación homeostática sistémica<sup>14</sup>, aumentando el mal pronóstico y la tasa de mortalidad<sup>15</sup>, sin embargo; se necesitan más estudios para determinar la asociación con nuevo virus<sup>16</sup>.

Hasta septiembre de 2020, se han reportado solo dos casos de meningitis/encefalitis asociados, sin embargo, no se ha demostrado su presencia consistente en SNC. Autopsias de pacientes con COVID-19 que muestran hallazgos histopatológicos como edema cerebral y degeneración neuronal sugieren encefalopatía tóxica secundaria a hipoxemia que pudieran ser la etiología de la confusión.<sup>8,11,17</sup> Pacientes neurocríticos y neuroquirúrgicos siguen presentándose en los hospitales independientemente de la pandemia; sus comorbilidades y compromiso multisistémico aumentan el riesgo de resultados adversos<sup>18</sup>. A pesar que es difícil clasificar a los pacientes con trastornos neurológicos<sup>19</sup>, la mayoría de los centros han establecido protocolos y recomendaciones de manejo de pacientes neurocríticos y neuroquirúrgicos con estratificación, programación y reestructuración del servicio<sup>20-22</sup>, disminución de personal en áreas quirúrgicas y hospitalización, prevención

de infección por transmisión nosocomial<sup>23-25</sup> y participación y difusión de investigación neuroquirúrgica referente a COVID-19.<sup>3</sup> En nuestro país, la *Sociedad Mexicana de Cirugía Neurológica*, publicó una Guía de sugerencias en el manejo de urgencias neuroquirúrgicas, con un protocolo de bioprotección y clasificación en cirugía neurológica, bajo la premisa MÁXIMA PROTECCIÓN + MÍNIMA EXPOSICIÓN = MÁXIMA SEGURIDAD.<sup>26</sup>

A nivel internacional, las sociedades y grupos de neuroanestesia han establecido consenso de expertos y guías de recomendaciones para el manejo del paciente neuroquirúrgico, mediante el uso de algoritmos en emergencias neurológicas, reconversión hospitalaria y toma de decisiones conforme a las necesidades cambiantes de la pandemia.<sup>18, 25, 27, 28</sup>

El objetivo de este trabajo es presentar una serie de recomendaciones con base en la evidencia científica actual y la literatura disponible sobre las implicaciones para neuroanestesiólogos y el manejo anestésico perioperatorio del paciente neurocrítico y neuroquirúrgico durante la pandemia por COVID-19. Se propone una guía de estratificación con ejemplos, tiempo máximo y recomendaciones para el procedimiento, así como un algoritmo de apoyo para la programación de estos pacientes (Tabla 1 y Figura 1).

## Consideraciones perioperatorias

Pacientes portadores con SARS-CoV-2, pueden tener un pronóstico desfavorable, además de exponer a otros pacientes y personal de salud.<sup>29</sup> Debe establecerse una “sala COVID” con máximas precauciones, sistema de presión negativa, uso de equipo de protección personal (EPP) adecuado<sup>24,30</sup> y realizar las pruebas tan pronto como sea posible sin retrasar el manejo independientemente del estado de riesgo<sup>25,27</sup>, contar con protocolo de transporte en circuito cerrado<sup>18,25</sup> y planificación del destino del paciente<sup>21</sup>. Estratificar la necesidad quirúrgica en: emergente, urgente y electiva, estado COVID-19 (positivo, sospechoso o negativo), gravedad de la infección, riesgo de transmisión/infección<sup>19,21</sup>, incluida la prioridad de neurocirugía oncológica<sup>33</sup> y considerar EPP en 3 niveles según riesgos de la cirugía.<sup>34</sup> Separar casos positivos, negativos y sospechosos y posponer pacientes positivos hasta que los resultados sean negativos, siempre que sea posible<sup>23, 28</sup>; en neurocirugía de emergencia/urgencia y accidentes cerebrovasculares (ACV) deben ser tratados como COVID-19 positivo hasta que se demuestre lo contrario.<sup>31-32</sup>

14% de pacientes con COVID-19 requieren oxígeno (O<sub>2</sub>) y al menos 5% ingreso en la unidad de cuidados intensivos (UCI), intubación traqueal (IT) y ventilación mecánica (VM).<sup>35-36</sup>

**Tabla 1:** Estratificación de pacientes neurocríticos y neuroquirúrgicos

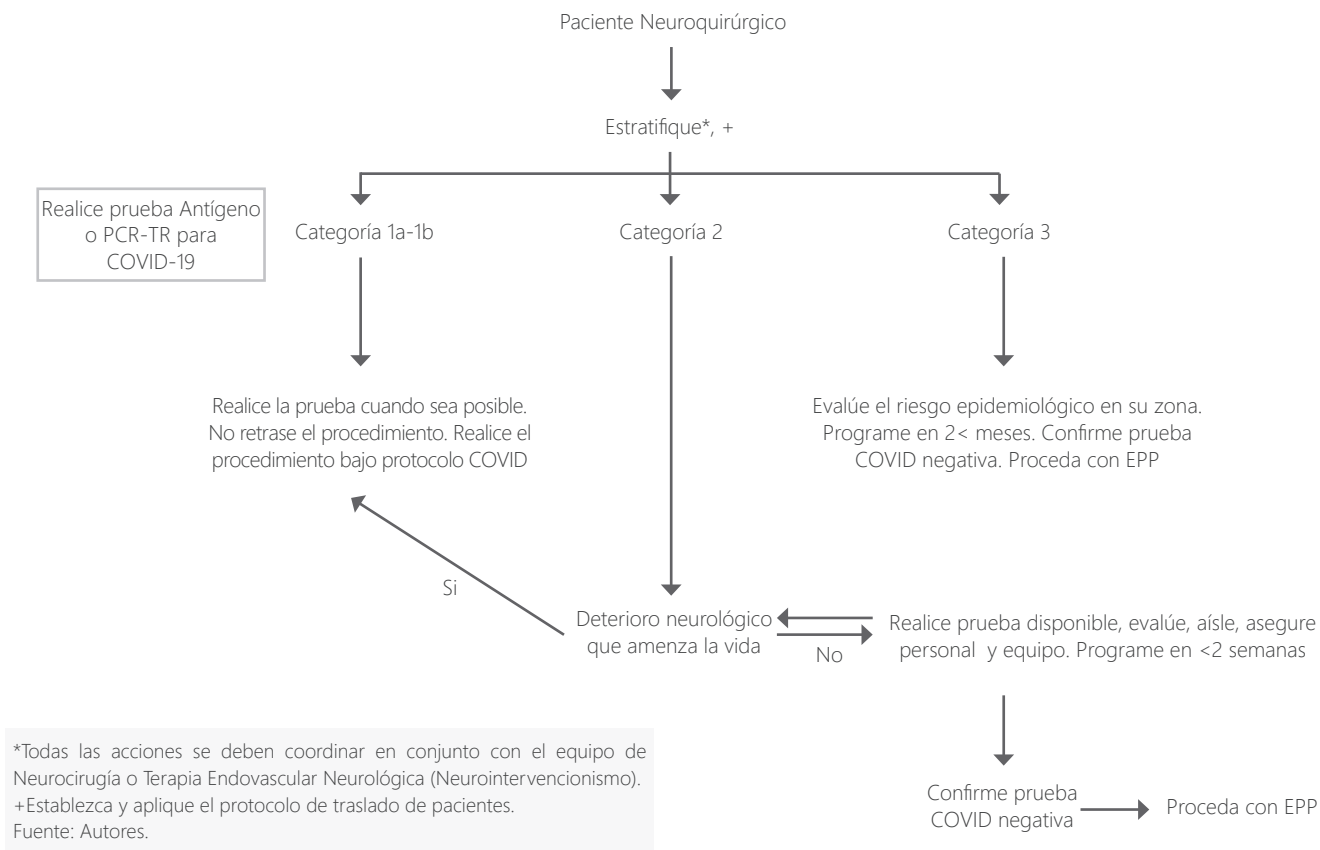
| Categoría                    | Tiempo para procedimiento | Ejemplos*  | Recomendación   |
|------------------------------|---------------------------|--|---|
| 1a<br>Emergencia             | <30 minutos               | Ataque cerebrovascular isquémico, craneotomía descompresiva  | Solicite prueba COVID disponible y TAC de tórax en cuanto sea posible. No retrase el procedimiento en caso de emergencia. Realice el procedimiento bajo protocolo COVID |
| 1b<br>Urgencia               | < 24 horas                | Inestabilidad espinal, TCE Severo, Hemorragia intracraneal, HIC-Edema Cerebral o efecto de masa  | Solicite prueba COVID disponible y TAC de tórax. Realice el procedimiento bajo protocolo COVID  |
| 2<br>Prioritaria/ No urgente | < 2 semanas               | Lesiones intracraneales en áreas elocuentes o intramedulares con déficit motor. Paciente neurooncoquirúrgico                                     | Solicite prueba COVID PCR 24-48 horas máximo previo al procedimiento. Evalúe y vigile.  |
| 3<br>Electiva                | < 2 meses                 | Craneoplastías, ADH no funcionante y sin efecto de masa. Tumores espinales de crecimiento lento o lesiones intracraneales en áreas no elocuentes | Reprogramar / posponer cirugía. Solicite prueba COVID PCR 24-48 horas máximo previo al procedimiento. Evalúe y vigile.  |

\*Incluye, pero no limita.

Abreviaturas: TCE: Traumatismo Craneoencefálico; HIC: Hipertensión Intracraneal; ADH: Adenoma de Hipófisis.

Fuente: Autores

**Figura 1.** Algoritmo de recomendaciones para el Neuroanestesiólogo en la programación del paciente neurocrítico.



En el estudio multicéntrico de El-Boghdadly K, et al., sobre riesgos para los trabajadores de la salud después de la intubación traqueal de pacientes con COVID-19, uno de cada 10 profesionales de la salud contrajo COVID-19 durante la intubación a pesar de usar EPP conforme a los estándares de la OMS.<sup>37</sup> Los anestesiólogos tienen mayor riesgo de infección por este virus debido a procedimientos generadores de aerosoles (PGA) como ventilación invasiva y no invasiva, cirugía transnasal endoscópica (TNE) y reanimación cardiopulmonar, por lo que se deben extremar precauciones independientemente de la gravedad clínica de la enfermedad.<sup>21,38</sup> Es importante consultar las recomendaciones de intubación y manejo perioperatorio de pacientes con COVID-19.<sup>5,7,39,40</sup>

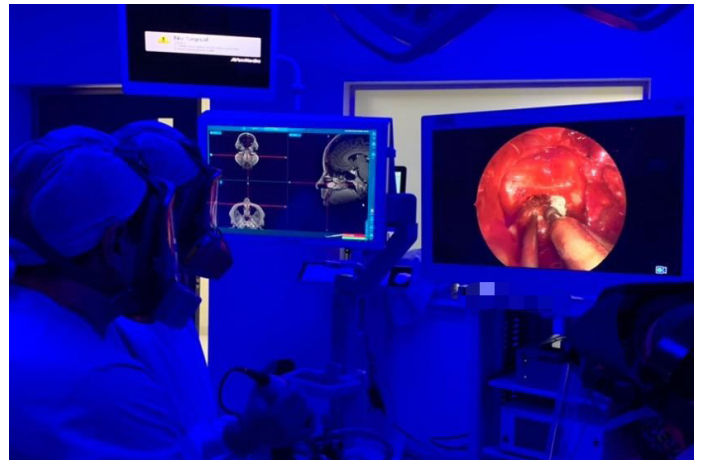
Se deben establecer objetivos claros y protocolizados de ventilación mecánica, manejo hemodinámico y sistémico por las condiciones clínicas críticas de los pacientes, quienes pueden presentar lesión miocárdica asociada o manifestaciones cardiovasculares, mayor riesgo de inestabilidad hemodinámica<sup>27,28</sup> y menor tolerancia a la hipoxemia. Existen pacientes que presentan hipoxemia sin dificultad respiratoria (hipoxia silenciosa)<sup>18,28</sup> que debe resolverse previo a su ingreso a quirófano o inducción anestésica. Los parámetros de ventilación deben estar protocolizados y deberán ajustarse para mantener normocapnia;<sup>34</sup> además, se debe recabar información sobre el manejo farmacológico por posibles interacciones farmacológicas.<sup>21</sup>

De acuerdo a las consideraciones específicas de la patología la selección de técnica anestésica óptima se debe establecer considerando estado neurológico, respiratorio y hemodinámico del paciente y riesgo de infección para el personal de atención médica en comunicación entre neuroanestesiólogo y equipo neuroquirúrgico o de terapia endovascular (TEV).<sup>27</sup> Durante el procedimiento, el neuroanestesiólogo debe mantener una distancia de al menos 2 metros del sitio quirúrgico.<sup>28</sup>

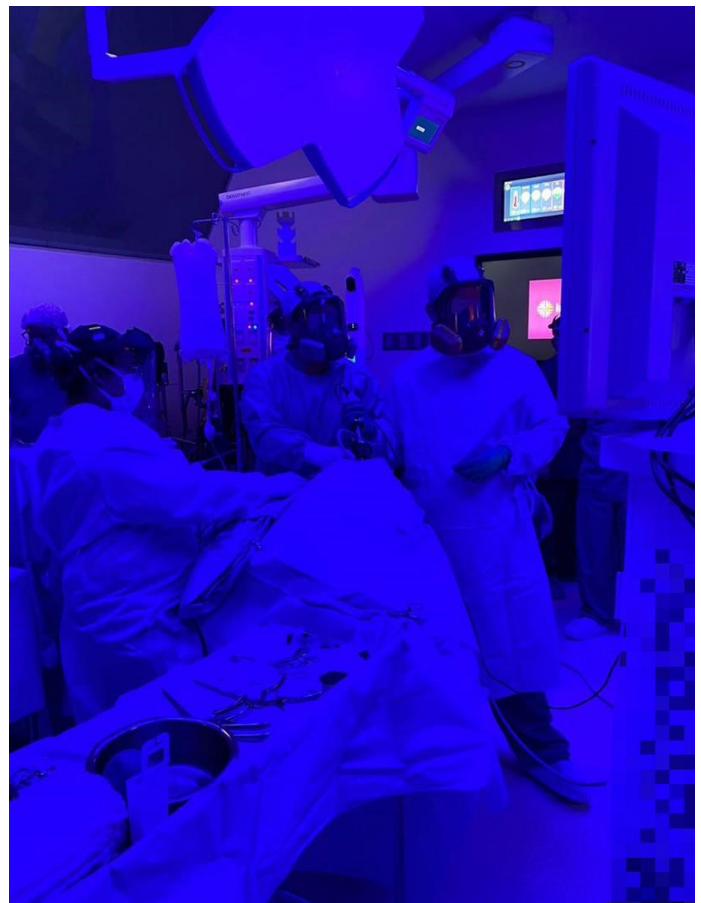
### Cirugía transnasal

Cirugías de cavidades nasales (endoscópicas, microscópicas y abiertas) de cavidades nasales se consideran de alto riesgo por ser reservorios de alta carga viral.<sup>28,41,42</sup> La experiencia internacional sugiere que existe un riesgo significativo de transmisión infecciosa por COVID-19 en PGA, incluida la cirugía transnasal endoscópica (TNE)<sup>23,41-43</sup> con posibilidad de que las máscaras N95 y EPP apropiado no prevengan la infección.<sup>25,44</sup> Es recomendable diferir la cirugía TNE electiva;<sup>28,31,45</sup> de no ser posible, se debe considerar un enfoque transcranial<sup>25,28,44,46</sup> y uso de mascarillas completas con filtros con certificación P100 (Figura 2 y Figura 3)

**Figura 2.** Mascarillas completas con filtros con certificación P100.



**Figura 3.** Mascarillas completas con filtros con certificación P100



### Neurocirugía pediátrica

De la misma forma que en adultos, en neurocirugía pediátrica, se deben implementar protocolos y medidas de seguridad<sup>47,48</sup>, triaje y estratificación de pacientes quirúrgicos y ambulatorios con adecuado control del ingreso hospitalario. Es posible considerar el uso de sedantes preanestésicos para reducir la ansiedad, llanto y lucha durante la colocación de un acceso intravenoso que puede resultar en una mayor exposición a las gotas respiratorias y se recomienda preferir tubos endotraqueales con globo.<sup>28</sup>

### Lesión vascular por accidente cerebrovascular isquémico y hemorrágico agudo

El accidente cerebrovascular agudo (ACV), es una complicación poco común de las infecciones virales del SNC<sup>16</sup>, sin embargo; existe una creciente preocupación sobre esta lesión, particularmente isquémica en el espectro de complicaciones trombóticas en pacientes críticos con COVID-19.<sup>18,29</sup> Se ha encontrado que el ataque cerebrovascular isquémico agudo (ACVI) puede ocurrir en pacientes con COVID-19<sup>28</sup>, pero se necesitan más estudios para determinar si su incidencia es más alta en este tipo de pacientes.

La *Sociedad de Cirugía Neurointervencionista*, indica que la presencia de COVID-19 no debería alterar los criterios de inclusión y exclusión para la trombectomía mecánica (TM) debido a su beneficio comprobado para pacientes con oclusión de vasos grandes.<sup>30</sup> Todos los pacientes sospechosos se deben realizar prueba de COVID-19 después del procedimiento, si no es posible al momento del ingreso a fin de no retrasar el manejo.<sup>25,27,28</sup>

La anestesia general (AG) versus la sedación consciente (SC) debe establecerse dependiendo de la condición del paciente y requisitos del procedimiento. La intubación profiláctica debe considerarse en pacientes con oclusión en el hemisferio dominante o de circulación posterior, puntaje muy alto de la Escala de ACV del *Instituto Nacional de Salud* (NIHSS), puntaje bajo de la escala de coma de Glasgow, paciente agitado/afásico o no cooperativo, con tos, dificultad respiratoria o vómito activo. En caso de decidir SC se debe estar preparado para conversión urgente a AG y en todos los casos se debe considerar el manejo hemodinámico con mantenimiento de la presión arterial sistólica >140 mmHg.<sup>18,28,34</sup>

La hemorragia subaracnoidea (HSA) es una emergencia neurológica y conlleva una morbilidad y mortalidad significativas. En ella, se presenta un estímulo simpático elevado e inflamación que resulta en disfunción cardíaca y pulmonar que puede manifestarse como disnea, hipoxia,

fiebre e infiltrados pulmonares bilaterales por edema pulmonar neurogénico que podría imitar la infección por COVID-19.<sup>18</sup> Su manejo quirúrgico o endovascular, no debe esperar la confirmación de la prueba de COVID-19.

### Paciente neurooncológico

Los pacientes oncológicos son más susceptibles a infección que los individuos sin cáncer,<sup>49-50</sup> es probable que estos pacientes infectados con COVID-19, tengan mayor riesgo de eventos graves, deterioro y peor pronóstico debido a su estado de inmunosupresión sistémica por la neoplasia y tratamiento recibido<sup>51</sup>, por ello es importante la estratificación del riesgo y el tiempo quirúrgico.<sup>33-34,52</sup>

### Craneotomía en paciente despierto

No existe evidencia suficiente para guiar la práctica de estos procedimientos durante la pandemia y no se recomienda realizarla dada su relativa complejidad en especial en pacientes sospechosos o positivos a COVID-19.<sup>25,28</sup>

En caso de optar por esta técnica previa y debido al riesgo de complicaciones intraoperatorias anestésico-quirúrgicas, contraindicaciones relativas y absolutas que pueden propiciar su fracaso y el actual riesgo de infección por COVID-19, se deben mantener precauciones y estrategias óptimas de bioseguridad para pacientes y personal de salud, y considerarse en centros expertos en pacientes debidamente seleccionados, evaluando riesgos, beneficios y alternativas.<sup>52, 53-55</sup>

La técnica debe incluir manejo con bloqueo de escalpe para anestesia y analgesia perioperatoria; es imprescindible evitar la tos, minimizar el riesgo de intervención urgente de vía aérea debido al riesgo de generación de aerosoles y mantener una distancia adecuada durante la prueba del habla.<sup>25,28</sup>

### Estimulación cerebral profunda

Se considera un procedimiento electivo y no se recomienda realizarla durante la pandemia o en pacientes sospechosos o positivos. Al igual que en otros procedimientos neuroquirúrgicos de riesgo, en caso de justificar la necesidad de este tipo de cirugía, se deberá contar con todas las medidas de seguridad a fin de evitar la infección; muchos de estos pacientes pueden ser pacientes seniles y más vulnerables a COVID-19. La cirugía de colocación de batería o disfunción del hardware (urgente) se recomienda realizarlas bajo anestesia local con o sin sedación.<sup>28</sup>

### Terapia electroconvulsiva (TEC)

La decisión de realizar la TEC como tratamiento, se basa en la gravedad de la enfermedad psiquiátrica.<sup>28</sup> Debe considerarse

como intervención urgente para ideación suicida, depresión severa, manía y catatonía y se deben evaluar riesgos y beneficios y asegurarse de que todas las intervenciones conservadoras se han llevado a cabo antes de la administración de la TEC.<sup>25</sup>

Normalmente requieren tres sesiones de tratamiento por semana, con frecuencia durante 2 o más semanas. La prueba única de COVID-19 antes del tratamiento no es suficiente. La repetición de la prueba antes de cada TEC tampoco es factible debido al largo tiempo de respuesta. Por lo tanto, se debe usar el EPP apropiado para todas las TEC durante la pandemia de COVID-19 y considerar mecanismos de disminución de secreciones, tos y aerosolización. El paciente sintomático debe posponerse hasta que se obtenga una prueba.<sup>28</sup>

### Anestesia en neuroimagen

Dada la importancia de las imágenes en pacientes neurocríticos para diagnóstico y vigilancia, la radiología ambulatoria debe permanecer accesible mediante protocolos para limitar pacientes en áreas de espera,<sup>24</sup> limitar los estudios a casos urgentes y necesarios.<sup>20,47</sup> Muchos de estos procedimientos se realizan bajo AG con mascarillas laríngeas, que no están recomendadas durante la pandemia salvo manejo de vía aérea de rescate.<sup>39,40</sup> El *American College of Radiology* recomienda 60 minutos de tiempo de inactividad entre cada paciente y después de que todas las superficies hayan sido completamente limpiadas.<sup>56</sup>

### Reinicio de cirugía electiva y proyecciones futuras

La mayoría de los procedimientos neuroquirúrgicos, no pueden posponerse demasiado tiempo. El reinicio o continuidad de cirugías electivas debe considerar su efecto sobre la salud pública y dependerá de la evolución de la pandemia, la presentación de nuevas variantes virales y consideraciones epidemiológicas locales como porcentaje y efecto de la vacunación, tasa de reducción sostenida de nuevos casos, ocupación hospitalaria, complejidad del procedimiento, capacidad instalada y posibilidad resolutoria de los casos de COVID-19.<sup>57</sup>

El crecimiento de información del COVID-19 ha sido exponencial, por lo que la adecuada evaluación de la información generada es imperativa.<sup>58</sup> El papel de la barrera hematoencefálica en la contención del virus y la contribución del potencial neurotrópico del SARS-CoV-2 debe ser explorado más a fondo,<sup>14</sup> el conocimiento y manejo de las complicaciones neurológicas relacionadas con la infección son clave para mejorar el pronóstico de los pacientes con enfermedades críticas. El análisis oportuno y el aislamiento del virus de la microcirculación cerebral, células endoteliales,

LCR, tejido nervioso y muscular en exámenes de autopsia es crucial a fin de establecer el espectro neurológico del virus y los mecanismos fisiopatológicos subyacentes.<sup>8</sup> Se deben investigar estrategias óptimas de prevención y protección, intervenciones efectivas para limitar la carga de la enfermedad y estudiar el impacto de técnicas y agentes anestésicos sobre resultados neurológicos.

### Conclusiones

El paciente neuroquirúrgico y neurocrítico plantea importantes retos durante esta crisis de salud que implican una rápida capacidad de respuesta, establecimiento de protocolos de manejo, estratificación multidisciplinaria, disponibilidad de infraestructura, EPP y personal que aseguren su atención. La pandemia por COVID-19 es una situación en evolución, por lo que las directrices deben cambiar ante la nueva evidencia, las nuevas variantes virales y prever los escenarios para dentro de 6, 12 y 24 meses o más.

El rol del neuroanestesiólogo es fundamental en la organización y manejo de la pandemia; se debe mantener seguro, protegido y actualizado en las consideraciones específicas del paciente neurocrítico en esta "nueva normalidad".

### Financiamiento

Los autores no recibieron patrocinio para llevar a cabo este artículo.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. De acuerdo a la declaración de *Helsinki* y al *International Committee of Medical Journal Editors*, el presente manuscrito no tiene implicaciones éticas.

### Referencias

1. Zhu N, Zhang D, Wang W, Li X, et al.; China Novel Coronavirus Investigating and Research Team. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*. 2020 Feb 20;382(8):727-733. doi: 10.1056/NEJMoa2001017
2. Paybast S, Emami A, Koosha M, Baghalha F. Novel Coronavirus Disease (COVID-19) and Central Nervous System Complications: What Neurologist Need to Know. *Acta Neurol Taiwan*. 2020;29(1):24-31.
3. Burke JF, Chan AK, Mummaneni V, et al. Letter: The Coronavirus Disease 2019 Global Pandemic: A neurosurgical treatment

- Algorithm. *Neurosurgery*. 2020; 87(1):E50-E56. doi:10.1093/neuros/nyaa116
4. Fauci AS, Lane HC, Redfield RR. Covid-19-Navigating the Uncharted. *N Engl J Med*. 2020; 382(13):1268-9. doi:10.1056/NEJMe2002387
  5. World Health Organization. Coronavirus Disease (COVID-19) 2020. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>
  6. Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. Coronavirus Resource Center. 2020. <https://coronavirus.jhu.edu/>
  7. Centers for Disease Control and Prevention. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines. 2020 <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/>
  8. Wu Y, Xu X, Chen Z, et al. Nervous system involvement after infection with COVID-19 and other coronaviruses. *Brain Behav Immun*. 2020;87:18-22. doi:10.1016/j.bbi.2020.03.031
  9. Berger JR. COVID-19 and the nervous system. *J Neurovirol*. 2020;26(2):143-148. doi:10.1007/s13365-020-00840-5
  10. Mao L, Jin H, Wang M, et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with Coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020;77(6):1-9. doi:10.1001/jamaneurol.2020.1127
  11. Chen T, Wu D, Chen H, et al. Clinical characteristics of 113 deceased patients with coronavirus disease 2019: retrospective study. *BMJ*. 2020;368:m1091. doi:10.1136/bmj.m1091
  12. Wang D, Hu B, Hu C, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 Novel Coronavirus-Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*. 2020; 323(11):1061-1069. doi:10.1001/jama.2020.1585
  13. Li YC, Bai WZ, Hashikawa T. The neuroinvasive potential of SARS-CoV2 may play a role in the respiratory failure of COVID-19 patients. *J Med Virol*. 2020; 92(6):552-555. doi:10.1002/jmv.25728.
  14. Baig AM, Khaleeq A, Ali U, Syeda H. Evidence of the COVID-19 Virus Targeting the CNS: Tissue Distribution, Host-Virus Interaction, and Proposed Neurotropic Mechanisms. *ACS Chem Neurosci*. 2020;11(7):995-998. doi:10.1021/acscchemneuro.0c00122
  15. Panciani PP, Saraceno G, Zanin L, Renisi G, et al. Letter: COVID-19 Infection Affects Surgical Outcome of Chronic Subdural Hematoma. *Neurosurgery*. 2020;87(2):E167-E171. doi:10.1093/neuros/nyaa140
  16. Montalvan V, Lee J, Bueso T, De Toledo J, Rivas K. Neurological manifestations of COVID-19 and other coronavirus infections: A systematic review. *Clin Neurol Neurosurg*. 2020;194:105921. doi:10.1016/j.clineuro.2020.105921
  17. Solomon IH, Normandin E, Bhattacharyya S, et al. Neuropathological Features of Covid-19. *N Engl J Med*. 2020; 383(10):989-992. doi:10.1056/NEJMc2019373
  18. Vanamoorthy P, Singh G, Bidkar P, et al. The Neurocritical Care Society of India (NCSI) and the Indian Society of Neuroanaesthesiology and Critical Care (ISNACC) Joint Position Statement and Advisory on the Practice of Neurocritical Care during the COVID-19 Pandemic. *J Neuroanaesth Crit Care*. 2020;E1-E12. doi:10.1055/s-0040-1714648
  19. Jangra K, Paliwal S, Tripathi M. COVID-19 and Neurosurgery: Time for Triage. *J Neuroanaesth Crit Care*. 2020; 07(02): 067-069 doi:10.1055/s-0040-1712816
  20. Mohile NA, Blakeley JO, Gatson NTN, et al. Urgent Considerations for the Neuro-oncologic Treatment of Patients with Gliomas During the COVID-19 Pandemic. *Neuro Oncol*. 2020;22(7):912-917. doi:10.1093/neuonc/noaa090
  21. Nedunchezian AS, Ajayan N, PAPH, Prathapadas U, Sethuraman M, Koshy T. Finding the Calm in the Chaos: An Institutional Protocol for Anesthetic Management of a Patient for Neurosurgery during Coronavirus Disease 2019 Pandemic. *J Neurosci Rural Pract*. 2020;11(3):369-374. doi:10.1055/s-0040-1712773
  22. Ghogawala Z, Kurpad S, Falavigna A, et al. Editorial. COVID-19 and spinal surgery. *J Neurosurg Spine*. 2020; 1-3. doi:10.3171/2020.4.SPINE20468
  23. Arnaout O, Patel A, Carter B, Chiocca EA. Letter: Adaptation Under Fire: Two Harvard Neurosurgical Services During the COVID-19 Pandemic. *Neurosurgery*. 2020;87(2):E173-E177. doi:10.1093/neuros/nyaa146
  24. Ramakrishna R, Zadeh G, Sheehan JP, Aghi MK. Inpatient and outpatient case prioritization for patients with neuro-oncologic disease amid the COVID-19 pandemic: general guidance for neuro-oncology practitioners from the AANS/CNS Tumor Section and Society for Neuro-Oncology. *J Neurooncol*. 2020; 147(3):525-529. doi:10.1007/s11060-020-03488-7
  25. Flexman AM, Abcejo AS, Avitsian R, et al. Neuroanesthesia Practice During the COVID-19 Pandemic: Recommendations From Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care (SNACC). *J Neurosurg Anesthesiol*. 2020; 32(3):202-209. doi:10.1097/ANA.0000000000000691
  26. Sociedad Mexicana de Cirugía Neurológica A.C. Breve Guía de Sugerencias para el manejo de las urgencias Neuroquirúrgicas y de medidas ideales de bioseguridad y protección durante la Pandemia de COVID-19. SMCN. 2020. <https://senec.es/blog/breve-guia-de-sugerencias-para-el-manejo-de-las-urgencias-neuroquirurgicas-y-de-medidas-ideales-de-bioseguridad-y-proteccion-durante-la-pandemia-de-covid-19-2020-de-la-sociedad-mexicana-de-cirugia-ne>
  27. Sharma D, Rasmussen M, Han R, et al. Anesthetic Management of Endovascular Treatment of Acute Ischemic Stroke During COVID-19 Pandemic: Consensus Statement From Society for Neuroscience in Anesthesiology & Critical Care (SNACC). *J Neurosurg Anesthesiol*. 2020; 32(3):193-201. doi:10.1097/ANA.0000000000000688
  28. Jangra K, Manohar N, Bidkar P, et al. Indian Society of Neuroanaesthesiology and Critical Care (ISNACC) Position Statement and Advisory for the Practice of Neuroanesthesia during COVID-19 Pandemic Endorsed by Indian Society of Anaesthesiologists (ISA). *J Neuroanaesth Crit Care*. 2020; E1-E10. doi:10.1055/s-0040-1714186
  29. Sharma D. Advancing Neuroanesthesia and Neurocritical Care during the COVID-19 Pandemic and Infodemic: Focus on Education, Innovation, and Collaboration. *J Neuroanaesth Crit Care*. 2020; 07(02): 052-053. doi: 10.1055/s-0040-1713018
  30. Fraser JF, Arthur AS, Chen M, et al. Society of neuroInterventional

- Surgery recommendations for the care of emergent neurointerventional patients in the setting of COVID-19. *J NeuroIntervent Surg.* 2020;12:539-541. doi:10.1136/neurintsurg-2020-016098
31. Lo YT, Yang Teo NW, Ang BT. Editorial. Endonasal neurosurgery during the COVID-19 pandemic: the Singapore perspective. *J Neurosurg.* 2020;1-3. doi:10.3171/2020.4.JNS201036
  32. Tong X, Yang Y. Editorial. Lessons learned: special precautions for performing emergency cerebrovascular procedures amid the COVID-19 pandemic. *J Neurosurg.* 2020; 1-2. doi:10.3171/2020.4.JNS201018
  33. Zoia C, Bongetta D, Veiceschi P, et al. Neurosurgery during the COVID-19 pandemic: update from Lombardy, northern Italy. *Acta Neurochir (Wien).* 2020;162(6):1221-1222. doi:10.1007/s00701-020-04305-w
  34. Jian M, Liang F, Liu H, et al. Neuroanesthesia practice during COVID-19 pandemic: Experiences from China. *SNACC News* 2020;1-9. <https://www.snacc.org/wp-content/uploads/2020/summer/featured/neuro%20practice.html>
  35. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the Coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA.* 2020. doi:10.1001/jama.2020.2648.
  36. Alhazzani W, Møller MH, Arabi YM, et al. Surviving Sepsis Campaign: guidelines on the management of critically ill adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Intensive Care Med.* 2020;46(5):854-887. doi:10.1007/s00134-020-06022-5
  37. El-Boghdady K, Wong DJN, Owen R, et al. Risks to healthcare workers following tracheal intubation of patients with COVID-19: a prospective international multicentre cohort study. *Anaesthesia.* 2020. doi:10.1111/anae.15170
  38. Odor PM, Neun M, Bampoe S, et al. Anaesthesia and COVID-19: infection control. *Br J Anaesth.* 2020;125(1):16-24. doi:10.1016/j.bja.2020.03.025
  39. Kharasch ED, Jiang Y; Novel Coronavirus 2019 and Anesthesiology. *Anesthesiology* 2020; 132(6):1289-1291. doi:10.1097/ALN.0000000000003302.
  40. Szarpak L, Drozd A, Smereka J. Airway management and ventilation principles in COVID-19 patients. *J Clin Anesth.* 2020; 65:109877. doi:10.1016/j.jclinane.2020.109877
  41. Workman AD, Welling DB, Carter BS, et al. Endonasal instrumentation and aerosolization risk in the era of COVID-19: simulation, literature review, and proposed mitigation strategies. *Int Forum Allergy Rhinol.* 2020;10(7):798-805. doi:10.1002/alr.22577
  42. Liu Y, Ning Z, Chen Y, et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature.* 2020; 582(7813):557-560. doi:10.1038/s41586-020-2271-3
  43. Kondziolka D, Couldwell WT, Rutka JT. On pandemics: the impact of COVID-19 on the practice of neurosurgery. *J Neurosurg.* 2020;1-2. doi:10.3171/2020.3.JNS201007
  44. Jenkins A. Letter: Transmission of COVID-19 during neurosurgical procedures-some thoughts from the United Kingdom. *Neurosurgery.* 2020; 87(1):E68. doi:10.1093/neuros/nyaa126
  45. Huang X, Zhu W, Zhao H, Jiang X. In Reply: Precautions for endoscopic transnasal skull base surgery during the COVID-19 pandemic. *Neurosurgery.* 2020; 87(2):E160-E161. doi:10.1093/neuros/nyaa145
  46. Patel ZM, Fernandez-Miranda J, Hwang PH, et al. Letter: Precautions for endoscopic transnasal skull base surgery during the COVID-19 pandemic. *Neurosurgery.* 2020; 87(1):E66-E67. doi:10.1093/neuros/nyaa125
  47. Weiner HL, Adelson PD, Brockmeyer DL, et al. Editorial. Pediatric neurosurgery along with Children's Hospitals' innovations are rapid and uniform in response to the COVID-19 pandemic. *J Neurosurg Pediatr.* 2020;1-3. doi:10.3171/2020.4.PEDS20240
  48. Wellons JC, Grant G, Krieger MD, et al. Editorial. Early lessons in the management of COVID-19 for the pediatric neurosurgical community from the leadership of the American Society of Pediatric Neurosurgeons. *J Neurosurg Pediatr.* 2020;1-2. doi:10.3171/2020.3.PEDS20215
  49. Kamboj M, Sepkowitz KA. Nosocomial infections in patients with cancer. *Lancet Oncol.* 2009; 10(6):589-597. doi:10.1016/S1470-2045(09)70069-5
  50. Sica A, Massarotti M. Myeloid suppressor cells in cancer and autoimmunity. *J Autoimmun.* 2017; 85:117-125. doi:10.1016/j.jaut.2017.07.010
  51. Liang W, Guan W, Chen R, et al. Cancer patients in SARS-CoV-2 infection: a nationwide analysis in China. *Lancet Oncol.* 2020; 21(3):335-337. doi:10.1016/S1470-2045(20)30096-6
  52. Núñez-Velasco S, Mercado-Pimentel R, Rodríguez-Arias R. Letter to the Editor: Awake craniotomy for intracranial gliomas during Coronavirus disease 2019 pandemic. *World Neurosurg.* 2020;140:470-472 doi:10.1016/j.wneu.2020.05.219
  53. Chui J. Anestesia para craneotomía en el paciente despierto: una actualización. *Rev Colomb Anestesiol.* 2015; 43(S1):22-28. doi: 10.1016/j.rca.2014.07.002
  54. Ghazanwy M, Chakrabarti R, Tewari A, Sinha A. Awake craniotomy: A qualitative review and future challenges. *Saudi J Anaesth.* 2014; 8(4):529-539. doi:10.4103/1658-354X.140890
  55. Burnand C, Sebastian J. Anaesthesia for awake craniotomy. *Contin Educ Anaesthesia Crit Care and Pain.* 2014;14(1):611. doi: 10.1093/bjaceaccp/mkt024
  56. COVID-19-Radiology-Resources. <https://www.acr.org/Clinical-Resources/>
  57. International Federation of Gynecology and Obstetrics. <https://www.figo.org/covid-19-restarting-elective-surgery>
  58. Martínez-de los Santos CA, Cuevas-García J, López-Rendón X. Encuesta Nacional sobre las fuentes de información del Covid-19 de los médicos en México. *Anestesia en México.* 2021;33(1):9-15.

Artículo sin conflicto de interés

© Archivos de Neurociencias