

# Características clínicas y electroencefalográficas en pacientes con infección por SARS-CoV-2 atendidos en un hospital de alta complejidad de Bogotá (Colombia)

## Clinical and Electroencephalographic Characteristics in Patients with SARS-CoV-2 Infection Treated in a High Complexity Hospital in Bogotá – Colombia

Recibido: 09 octubre 2022 | Aceptado: 24 mayo 2023

SONIA MILLÁN PÉREZ<sup>1</sup>

Médica neuróloga, Hospital Universitario Clínica San Rafael, Bogotá, Colombia;  
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia; Universidad Nacional de  
Colombia, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2467-4697>

LUIS FONTANILLA DÍAZ

Médico neurólogo, Hospital Universitario Clínica San Rafael, Bogotá, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4479-3597>

DIANA JUDITH BRAVO GUZMÁN

Médica residente de Neurología, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla,  
Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9883-3008>

ANDREA ESTEFANÍA MARTÍNEZ REYES

Médica neuróloga, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2480-724X>

### RESUMEN

**Introducción:** La pandemia de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) constituyó un suceso desafiante sin precedentes para el sistema de salud en todo el mundo. **Objetivo:** Describir las características clínicas y electroencefalográficas de un grupo de pacientes diagnosticados con COVID-19. **Metodología:** Estudio observacional, descriptivo, transversal de pacientes con diagnóstico de COVID-19 atendidos en el Hospital Universitario Clínica San Rafael, de la ciudad de Bogotá (Colombia). **Resultados:** Se identificaron 29 pacientes. La edad promedio fue 55,2 años (47,6-62,7), y un 58,6% fueron hombres. Las indicaciones del electroencefalograma (EEG) fueron: sospecha de estado epiléptico no convulsivo (31%), crisis epilépticas (27,6%), encefalopatía multifactorial (17,2%), encefalopatía hipóxico-isquémica (13,8%) y demencia rápidamente progresiva, alteración del estado de conciencia y antecedente de epilepsia (3,4%, cada uno). El 80% de los EEG mostraron hallazgos anormales caracterizados en su mayoría por lentificación de la actividad de fondo generalizada en el 60% (uno de ellos con ondas trifásicas), seguida de actividad epiléptica, lentificación focal y ausencia de actividad electrocortical demostrable en el contexto clínico de muerte encefálica (10%, 6,7%, 3,3%, respectivamente). **Conclusión:** El EEG no mostró un patrón típico en los pacientes con infección por COVID-19; sin

<sup>a</sup> Autora de correspondencia: [s.millan@javeriana.edu.co](mailto:s.millan@javeriana.edu.co)

*Cómo citar:* Millán Pérez S, Fontanilla Díaz L, Bravo Guzmán DJ, Martínez Reyes AE. Características clínicas y electroencefalográficas en pacientes con infección por SARS-CoV-2 atendidos en un hospital de alta complejidad de Bogotá (Colombia). *Univ. Med.* 2023;64(2). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed64-2.cces>

embargo, fue posible identificar la presencia de afectación encefalopática, muerte encefálica, lesiones focales y realizar un diagnóstico diferencial con el estado epiléptico no convulsivo.

**Palabras clave**

electroencefalografía; COVID-19; SARS-CoV-2.

**ABSTRACT**

**Introduction:** The coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic has been an unprecedented challenging event for the healthcare system worldwide. **Objective:** To describe the clinical and electroencephalographic characteristics of a group of patients diagnosed with COVID-19. **Methodology:** An observational, descriptive, cross-sectional study of patients diagnosed with COVID-19 attended at the Clínica San Rafael University Hospital, in the city of Bogotá – Colombia, was conducted. **Results:** We identified 29 patients. The mean age was 55.2 years (47.6-62.7); 58.6% were men. The indications of the electroencephalogram (EEG) were: suspicion of non-convulsive status epilepticus (31%), epileptic seizures (27.6%), multifactorial encephalopathy (17.2%), hypoxic ischemic encephalopathy (13.8%) and rapidly progressive dementia, consciousness alteration, or mental status alteration and history of epilepsy (3.4% each). 80% of the EEGs showed abnormal findings characterized mostly by slowing of generalized background activity in 60% (one of them with triphasic waves), followed by epileptic activity, focal slowing and absence of electrocortical activity in the clinical context of brain death (10%, 6.7%, 3.3%, respectively). **Conclusion:** The EEG did not show a typical pattern in patients with COVID-19 infection; however, it was possible to identify the presence of encephalopathic involvement, brain death, focal lesions and make differential diagnosis with non-convulsive status epilepticus.

**Keywords**

electroencefalography; COVID-19; SARS-CoV-2.

**Introducción**

La pandemia de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) fue, sin duda alguna, un suceso desafiante sin precedentes para el sistema de salud en todo el mundo. Con las manifestaciones neurológicas cada vez más crecientes, ha sido inevitable que el neurólogo se familiarice con el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2).

El SARS-CoV-2, identificado por primera vez en diciembre de 2019, en la ciudad de Wuhan (China), se propagó rápidamente a otras partes del mundo, en febrero de 2020 fue denominado

*enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19)* y el 11 de marzo 2020 se declaró como una pandemia por parte de la Organización Mundial de la Salud. Colombia reportó 6.099.111 casos y 139.833 defunciones, según datos publicados por la Organización Panamericana de la Salud (1), a la fecha de esta publicación. Si bien las manifestaciones clínicas son principalmente una variedad de síntomas respiratorios, los pacientes con COVID-19 pueden presentar lesión de otros órganos, incluido el sistema nervioso.

Es posible que las manifestaciones neurológicas precedan los síntomas respiratorios o aparezcan durante la evolución de la enfermedad, con al menos un síntoma neurológico subjetivo en más del 90% de los pacientes; incluso pudiesen ser el único indicador de infección por SARS-CoV-2 en portadores de COVID-19 asintomáticos (2). Los síntomas y las manifestaciones neurológicas en la fase aguda van desde anosmia y ageusia hasta hemorragia e infarto cerebral, y afectan cualquier parte del sistema nervioso central o periférico (3,4).

Las complicaciones neurológicas tienen un efecto perjudicial en los desenlaces de los pacientes con COVID-19. Aquellos con infección grave tienen más probabilidades de desarrollar manifestaciones neurológicas (5), entre las cuales se destaca el estado mental alterado, como delirio o encefalopatía (6,7). En la fase pos-COVID-19 afloran las secuelas neurológicas de la infección (infarto cerebral, encefalopatía, etc.), pero también se ha descrito disfunción cognitiva en pacientes sin manifestaciones neurológicas en la fase aguda o con imágenes cerebrales normales (6).

El electroencefalograma (EEG) es de utilidad diagnóstica en la evaluación de pacientes neurológicos, no solamente en personas con epilepsia, sino también en aquellos con encefalopatías focales o difusas de diferentes causas (estructurales, tóxicas, metabólicas o infecciosas). Diferentes estudios han aportado información valiosa acerca de la relevancia diagnóstica y de los patrones específicos de actividad cerebral anormal que pueden observarse en los registros electroencefalográficos de dichos pacientes durante la fase aguda

y subaguda del COVID-19. Entre estos se incluyen la desorganización de la actividad de fondo, presencia de descargas periódicas de ondas de gran amplitud con predominio en los lóbulos frontales, actividad paroxística e incluso presencia de ondas trifásicas en sujetos con encefalopatía (8-10).

Este estudio tuvo como objetivo describir las características clínicas y electroencefalográficas de un grupo de pacientes diagnosticados con COVID-19, atendidos en el Hospital Universitario Clínica San Rafael.

## Metodología

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal de pacientes con diagnóstico de COVID-19 atendidos en el Hospital Universitario Clínica San Rafael, de la ciudad de Bogotá (Colombia), entre el 21 de abril 2020 y el 15 de junio de 2021, que fueron confirmados con reporte de PCR positivo mediante muestreo con hisopado faríngeo, a quienes se les realizó EEG por solicitud del médico tratante. Se recopilaron datos como edad, género, comorbilidades, síntomas iniciales, manifestaciones neurológicas, indicación del estudio, gravedad de la enfermedad por COVID-19, uso de medicamentos sedantes, historia de paro cardiorrespiratorio y hallazgos electroencefalográficos. Los datos se obtuvieron de los registros electrónicos de historia clínica. El EEG fue realizado por una técnica capacitada, quien contaba con todos los protocolos sanitarios indicados por la Organización Mundial de la Salud y que habían sido implementados por la institución. Los estudios se practicaron con un equipo EEG computarizado marca AKONIK de 32 canales, siguiendo las recomendaciones de la Federación Internacional de Neurofisiología Clínica y utilizando el Sistema Internacional 10/20. Los estudios de EEG los interpretaron dos neurofisiólogos clínicos, quienes identificaron: actividad de fondo, amplitud, simetría-sincronía, patrones periódicos, patrones anormales y actividad epileptiforme. Para el análisis se tuvo en cuenta la presencia de medicamentos sedantes.

Se determinó la severidad de la enfermedad según los lineamientos para el manejo clínico de pacientes con COVID-19 del Ministerio de Salud y Protección Social (11).

## Resultados

Se identificaron 29 pacientes con prueba positiva por PCR para COVID-19, a los cuales se les realizó estudio de EEG.

La edad promedio fue 55,2 (47,6-62,7) años ( $S = 19,9$ ). El 62% fueron mayores de 60 años y el 58,6% fueron hombres. El 17% no refirieron antecedentes patológicos, aun cuando el antecedente patológico más frecuente fue la hipertensión arterial (41,3%). El 31% de los pacientes padecía antecedentes de enfermedades neurológicas (epilepsia [3], enfermedad cerebrovascular [1], enfermedad de Huntington [1], enfermedad de Parkinson [1], distrofia muscular [1], deterioro cognitivo [1] y discapacidad intelectual [1]) (tabla 1). Solo el 6,9% tuvo manifestaciones clínicas iniciales con afectación del sistema nervioso (crisis epilépticas en pacientes no epilépticos). Según los criterios de severidad de COVID-19, el 17,2% cursó con enfermedad no grave; el 27,6%, con severa, y el 55,2%, con crítica. Más de la mitad (58,6%) de los pacientes requirieron intubación orotraqueal, y el 27,6% de los pacientes presentaron paro cardiorrespiratorio, de los cuales todos estaban catalogados con COVID-19 crítico.

**Tabla 1.**  
*Características demográficas*

| Características demográficas        | X (IC95 %)       | S (S2)     |
|-------------------------------------|------------------|------------|
| <b>Edad</b>                         | 55,2 (47,6-62,7) | 19,9 (396) |
|                                     | <b>n</b>         | <b>%</b>   |
| <b>Género</b>                       |                  |            |
| Masculino                           | 17               | 58,6       |
| Femenino                            | 12               | 41,4       |
| <b>Antecedentes personales</b>      |                  |            |
| Hipertensión arterial               | 12               | 41,3       |
| Diabetes mellitus                   | 8                | 27,5       |
| Enfermedad renal crónica            | 5                | 17,2       |
| Obesidad                            | 6                | 20,6       |
| Enfermedades neurológicas           | 9                | 31,0       |
| Enfermedades respiratorias          | 3                | 10,3       |
| Otras enfermedades cardiovasculares | 9                | 31,0       |
| Otras                               | 7                | 24,1       |

Durante la hospitalización, el 17,2% tenía comorbilidades neurológicas, como enfermedad de Parkinson, enfermedad de Huntington, distrofia muscular, deterioro cognitivo y discapacidad intelectual. Las indicaciones del estudio fueron: sospecha de estado epiléptico no convulsivo (31%), crisis epilépticas (27,6%), encefalopatía multifactorial (17,2%), encefalopatía hipóxico-isquémica (13,8%) y demencia rápidamente progresiva, alteración de su estado de conciencia y antecedente de epilepsia (3,4%, cada uno). El 17,2% de los pacientes presentó complicaciones neurológicas graves como encefalitis, infarto cerebral y hemorragia subaracnoidea (tabla 2).

**Tabla 2.**  
*Características clínicas*

| Características clínicas                                      | n  | %    |
|---|----|------|
| <b>Síntoma inicial</b>  |    |      |
| Ninguno   | 1  | 3,4  |
| Respiratorio  | 23 | 79,3 |
| Fiebre  | 2  | 6,9  |
| Malestar general  | 1  | 3,4  |
| Crisis epiléptica   | 2  | 6,9  |
| <b>Severidad del COVID-19</b>                                 |    |      |
| No grave  | 5  | 17,2 |
| Severo  | 8  | 27,6 |
| Crítico   | 16 | 55,2 |
| <b>Intubación orotraqueal</b>                                 |    |      |
|   | 17 | 58,6 |
| <b>Paro cardiaco</b>  | 8  | 27,6 |
| <b>Complicaciones neurológicas durante la hospitalización</b> | 5  | 17,2 |
| <b>Motivo solicitud del electroencefalograma</b>              |    |      |
| No recupera conciencia  | 1  | 3,4  |
| Crisis epiléptica   | 8  | 27,6 |
| Encefalopatía multifactorial                                  | 5  | 17,2 |
| Sospecha de estado epiléptico no convulsivo                   | 9  | 31,0 |
| Encefalopatía hipóxico-isquémica                              | 4  | 13,8 |
| Antecedente de epilepsia                                      | 1  | 3,4  |
| Demencia rápidamente progresiva                               | 1  | 3,4  |
| <b>Sedación durante el electroencefalograma</b>               | 11 | 37,9 |

El 58% de los EEG mostraron una actividad de fondo theta, seguido de alfa y delta (24,1% y 13,8%, respectivamente), todos con un trazado sincrónico y simétrico. El 80% de los EEG mostraron hallazgos anormales, caracterizados en su mayoría por lentificación de la actividad de fondo generalizada en el 60% (uno de ellos con ondas trifásicas); seguida de actividad epiléptica, lentificación focal y ausencia de actividad electrocortical demostrable a 7 microvoltios en el contexto clínico de muerte encefálica (10%, 6,7%, 3,3%, respectivamente). En los tres pacientes con actividad epileptiforme, esta fue

focal (dos de localización frontal y uno temporal) (tabla 3).

Tabla 3.  
Resultados electroencefalográficos

| Resultados electroencefalográficos         | n  | %    |
|--|----|------|
| <b>Actividad epiléptica</b>                |    |      |
| No   | 25 | 86,2 |
| Sí   | 4  | 13,8 |
| <b>Actividad de fondo</b>                  |    |      |
| Alfa                                       | 7  | 24,1 |
| Theta                                      | 17 | 58,6 |
| Delta                                      | 4  | 13,8 |
| Sin actividad                              | 1  | 3,4  |
| <b>Ondas lentas</b>                        |    |      |
| No   | 28 | 96,6 |
| Ondas trifásicas                           | 1  | 3,4  |
| <b>Foco epiléptico</b>                     |    |      |
| No   | 26 | 89,7 |
| Temporal                                   | 1  | 3,4  |
| Frontal                                    | 2  | 6,9  |
| <b>Conclusión del electroencefalograma</b> |    |      |
| Lenificación generalizada                  | 18 | 60,0 |
| Actividad epiléptica                       | 3  | 10,0 |
| Muerte encefálica                          | 1  | 3,3  |
| Normal                                     | 6  | 20,0 |
| Lenificación focal                         | 2  | 6,7  |

## Discusión

Si bien no existe una relación directa entre el tipo de hallazgo electroencefalográfico y la afectación neurológica de los pacientes con COVID-19, los hallazgos de nuestro estudio demuestran que los pacientes con compromiso severo y crítico

por dicha enfermedad, sí tienen alteraciones electroencefalográficas, que son indicativas de encefalopatía y que se reflejan con la actividad de fondo delta-theta y con el hallazgo de ondas agudas trifásicas. Si bien la sedación es un factor que puede explicar en parte estos hallazgos, en el 62% de los casos el EEG se practicó sin tener efectos de fármacos sedantes. Esto indica de manera indirecta que efectivamente una manifestación frecuente del COVID-19, especialmente en casos severos y críticos, es la encefalopatía. El tipo de encefalopatía fue multifactorial y no se relacionó con una sola etiología en particular.

Al comparar nuestros hallazgos con la literatura internacional, se encontró una revisión sistemática que incluyó los resultados de 617 EEG de pacientes con infección por COVID-19 informados en 84 estudios retrospectivos seleccionados, donde se documentaron anomalías del EEG comunes en la encefalopatía relacionada con COVID-19, y estas se asocian con la gravedad de la enfermedad. El hallazgo electroencefalográfico más frecuente fue el enlentecimiento difuso (72,4%), con una actividad theta en el 58,6% y una actividad delta en el 13,8% de los pacientes de nuestra serie, un porcentaje similar comparado con el promedio de las series reportadas, 68,8% (12).

Un metanálisis que reunió los resultados electroencefalográficos de 308 pacientes con COVID-19 mostró que la proporción de actividad de fondo anormal fue del 96,1%, muy superior al compararla con los resultados de nuestro estudio, donde la actividad fue anormal en un 79,3%. Igualmente, la presencia de descargas epileptiformes estuvo presente en un porcentaje superior (20,3%) versus el 13,8% de nuestra serie, esto posiblemente en relación con el tamaño de nuestra muestra. La proporción varió entre las personas que tenían antecedentes de epilepsia y las que no (13).

En nuestra serie se documentó un paciente con alteraciones focales frontales; sin embargo, los hallazgos del lóbulo frontal fueron comunes en otras series reportadas en la literatura: enlentecimiento focal, descargas periódicas y

actividad delta rítmica. La mitad de todos los enlentecimientos focales y de los estados epilépticos involucraron la región frontal (12); de hecho, el compromiso frontal se ha propuesto como biomarcador de encefalopatía por COVID-19, y la hipótesis de que esto se relaciona con la supuesta entrada del virus al encéfalo (8,10,14).

Dos pacientes sin antecedente de epilepsia debutaron con crisis epilépticas focales, lo cual se corroboró con actividad epiléptica focal en el EEG. En uno de los casos se documentó una lesión focal estructural correspondiente a encefalitis. Estos hallazgos en pacientes con infección por COVID-19 son relevantes, ya que un análisis multivariado de los resultados de un estudio retrospectivo multicéntrico mostró que las descargas epileptiformes fueron un predictor independiente de mortalidad hospitalaria, con un aumento del riesgo de 4,07 veces mayor con una diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ) (15). En una cohorte de pacientes hospitalizados por infección por COVID-19, las anomalías electroencefalográficas frecuentemente estuvieron asociadas con anomalías agudas de neuroimagen (16).

En los nueve pacientes con sospecha de estado epiléptico se documentaron hallazgos indicativos de encefalopatía; no obstante, el principal problema al interpretar el EEG es determinar si estas anomalías observadas reflejan la invasión del sistema nervioso central por el virus, una encefalopatía grave con inflamación sistémica y cerebral o las noxas por hipoxemia e hipertermia. Además, intervienen diferentes factores de confusión, que se sobrepone en una enfermedad crítica como la COVID-19 (17).

Dentro de nuestras limitaciones, es importante mencionar el número pequeño de muestra y el diseño observacional, descriptivo y transversal. Serían necesarias muestras más amplias y un mayor tiempo de seguimiento.

## Conclusiones

Hasta el momento no existe un patrón electroencefalográfico definido en los pacientes

con infección por SARS-CoV-2, aunque los hallazgos de nuestro estudio y de las series reportadas hasta la fecha concuerdan en que el enlentecimiento difuso es una característica común en estos pacientes, y las series más grandes han identificado que alteraciones electroencefalográficas localizadas en la región frontal son frecuentes en encefalopatía por COVID-19. Estos pacientes tienen una afectación diversa en sistema nervioso central, y desde el punto de vista neurofisiológico, el principal hallazgo fue la presencia de encefalopatía multifactorial que, clínicamente, fue de grado variable, y el EEG es una herramienta con la cual es posible identificar de forma indirecta lesiones focales, realizar diagnóstico diferencial de estado epiléptico no convulsivo y corroborar la presencia de entidades, como muerte encefálica, todas potencialmente presentes en pacientes con la infección activa. Por lo tanto, el EEG es una herramienta complementaria en la exploración clínica neurológica de los pacientes con esta infección.

## Conflicto de intereses

Ninguno.

## Referencias

1. Organización Panamericana de la Salud. Reporte de situación COVID-19 Colombia. No. 272-19 de mayo 2022 [internet]. 2022 [citado 2022 jul 3]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/documentos/reporte-situacion-covid-19-colombia-no-272-19-mayo-2022>
2. Harapan BN, Yoo HJ. Neurological symptoms, manifestations, and complications associated with severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease 19 (COVID-19). *J Neurol*. 2021;268(9):3059-71. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10406-y>

3. Leonardi M, Padovani A, McArthur JC. Neurological manifestations associated with COVID-19: a review and a call for action. *J Neurol*. 2020;267(6):1573-6. <https://doi.org/10.1007/s00415-020-09896-z>
4. Aghagoli G, Gallo Marin B, Katchur NJ, Chaves-Sell F, Asaad WF, Murphy SA. Neurological involvement in COVID-19 and potential mechanisms: a review. *Neurocrit Care*. 2021 Jun;34(3):1062-71. <https://doi.org/10.1007/s12028-020-01049-4>
5. Mao L, Jin H, Wang M, Hu Y, Chen S, He Q, et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020 Jun 1;77(6):683-690. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2020.1127>
6. Montani D, Savale L, Noel N, Meyrignac O, Colle R, Gasnier M, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Eur Respir Rev* 2022;31(163):210185. <https://doi.org/10.1183/16000617.0185-2021>
7. Asadi-Pooya AA, Simani L. Central nervous system manifestations of COVID-19: A systematic review. *J Neurol Sci*. 2020 Jun 15;413:116832. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2020.116832>
8. Galanopoulou AS, Ferastraoar V, Correa DJ, Cherian K, Duberstein S, Gursky J, et al. EEG findings in acutely ill patients investigated for SARS-CoV-2/COVID-19: a small case series preliminary report. *Epilepsia Open*. 2020;5(2):314-24. <https://doi.org/10.1002/epi4.12399>
9. Pastor J, Vega-Zelaya L, Abad EM. Specific EEG encephalopathy pattern in SARS-CoV-2 patients. *J Clin Med*. 2020;9(5):1545. <https://doi.org/10.3390/jcm9051545>
10. Petrescu AM, Taussig D, Bouilleret V. Electroencephalogram (EEG) in COVID-19: a systematic retrospective study. *Neurophysiol Clin*. 2020 Jul;50(3):155-65. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2020.06.001>
11. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Lineamientos para el manejo clínico de pacientes con infección por nuevo coronavirus COVID-19 [internet]. Bogotá; 2020. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/PSSS03.pdf>
12. Antony AR, Haneef Z. Systematic review of EEG findings in 617 patients diagnosed with COVID-19. *Seizure*. 2020;83:234-41. <https://doi.org/10.1016/j.seizure.2020.10.014>
13. Kubota T, Gajera PK, Kuroda N. Meta-analysis of EEG findings in patients with COVID-19. *Epilepsy Behav*. 2021 Feb;115:107682. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2020.107682>
14. De Stefano P, Nencha U, De Stefano L, Mégevand P, Seeck M. Focal EEG changes indicating critical illness associated cerebral microbleeds in a Covid-19 patient. *Clin Neurophysiol Pract*. 2020 Jun 10;5:125-9. <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2020.05.004>
15. Lin L, Al-Faraj A, Ayub N, Bravo P, Das S, Ferlini L, et al. Electroencephalographic abnormalities are common in COVID-19 and are associated with outcomes. *Ann Neurol*. 2021;89(5):872-83. <https://doi.org/10.1002/ana.26060>
16. Hwang ST, Ballout AA, Sonti AN, Bravo P, Das S, Ferlini L, et al. EEG abnormalities and their radiographic correlates in a COVID-19 inpatient cohort. *Neurol Clin Pract*. 2022 Feb;12(1):52-59. <https://doi.org/10.1212/CPJ.0000000000001136>
17. Vellieux G, Sonnevile R, Vledouts S, Jaquet P, Rouvel-Talleg A, d'Ortho MP. COVID-19-associated neurological manifestations: an emerging electroencephalographic literature. *Front Physiol*. 2021 Feb 19;11:622466. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.622466>