

Artículo original

Análisis de dos protocolos anestésicos aplicados en la terapia electroconvulsiva: remifentanilo y propofol versus remifentanilo, propofol y ketamina.

Analysis of two anesthetic protocols applied in electroconvulsive therapy: remifentanil and propofol versus remifentanil, propofol and ketamine.

Caterina Cacace Vely ¹, Juan Meza ¹, Walter Delgado ¹

¹ Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Médicas, Programa de Especialización en Anestesiología, Reanimación y Dolor.

Recibido el 3 de octubre del 2025. Aceptado el 13 de octubre del 2025

Autor correspondiente: Caterina Cacace Vely, Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Médicas, Programa de Especialización en Anestesiología, Reanimación y Dolor. San Lorenzo, Paraguay. E-mail: caticacace@gmail.com

Resumen

Introducción: La necesidad de conseguir un equilibrio entre la protección del paciente y la inducción de la convulsión terapéutica es lo que impulsa a la selección de agentes anestésicos cuyas propiedades anticonvulsivantes sean mínimas y que al mismo tiempo atenúen eficazmente la respuesta autonómica. **Objetivo:** Evaluar la aplicación de dos protocolos anestésicos en las terapias electroconvulsivas. **Metodología:** Estudio piloto con dos protocolos anestésicos para Terapia electroconvulsiva, aplicados en sesiones diferentes. A cada paciente se le aplicó un protocolo con remifentanilo y propofol (Protocolo A) en una sesión y otro protocolo con remifentanilo, propofol y ketamina (Protocolo B) en otra sesión. Se registraron variables electroconvulsivas, hemodinámicas y anestésicas, incluyendo duración de la convulsión, energía eléctrica aplicada, frecuencia cardíaca, presión arterial y dosis total de propofol. **Resultados:** Con el protocolo A la dosis media de propofol fue de $86,2 \pm 29,7$ mg. Y con el protocolo B, fue de $66,2 \pm 17,7$ mg. ($p = 0,01$). La energía aplicada mostró alta variabilidad entre pacientes (80–448 mC). El uso de remifentanilo, con o sin ketamina, permitió alcanzar convulsiones terapéuticamente efectivas. La adición de ketamina (protocolo B) se asoció a un incremento medio de 10 segundos ($\pm 8,2$) en la duración de la convulsión. **Conclusiones:** El uso de remifentanilo dentro del protocolo anestésico permitió una anestesia segura, con adecuada estabilidad hemodinámica y eficacia convulsiva para la terapia electroconvulsiva. La adición de ketamina en dosis subanestésicas al esquema remifentanilo–propofol se asoció a una mayor duración de la convulsión y a un menor requerimiento de propofol, sin comprometer la estabilidad cardiovascular, que fue similar con ambos protocolos.

Palabras Clave: terapia electroconvulsiva, ketamina, propofol, remifentanilo.

Abstract

Introduction: The need to balance patient protection with the induction of therapeutic seizures drives the selection of anesthetic agents with minimal anticonvulsant properties that effectively attenuate the autonomic response. **Objective:** To evaluate the application of two anesthetic protocols in electroconvulsive therapy (ECT). **Methodology:** A pilot study was conducted using two anesthetic protocols for ECT, administered in separate sessions. Each patient received one protocol with remifentanil and propofol (Protocol A) in one session and another protocol with remifentanil, propofol, and ketamine (Protocol B) in a subsequent session. Electroconvulsive, hemodynamic, and anesthetic

variables were recorded, including seizure duration, electrical energy delivered, heart rate, blood pressure, and total propofol dose. **Results:** With protocol A, the mean propofol dose was 86.2 ± 29.7 mg. With protocol B, it was 66.2 ± 17.7 mg ($p = 0.01$). The applied energy showed high variability between patients (80–448 mC). The use of remifentanil, with or without ketamine, allowed for therapeutically effective seizures. The addition of ketamine (protocol B) was associated with a mean increase of 10 seconds (± 8.2) in seizure duration. **Conclusions:** The use of remifentanil within the anesthetic protocol allowed for safe anesthesia, with adequate hemodynamic stability and seizure efficacy for electroconvulsive therapy. The addition of subanesthetic doses of ketamine to the remifentanil-propofol regimen was associated with a longer seizure duration and a lower propofol requirement, without compromising cardiovascular stability, which was similar with both protocols.

Keywords: electroconvulsive therapy, ketamine, propofol, remifentanil

Introducción

La terapia electroconvulsiva representa una de las modalidades terapéuticas más efectivas y establecidas en el campo de la psiquiatría para el tratamiento de trastornos psiquiátricos severos y refractarios, como la depresión mayor, la esquizofrenia y la catatonía.⁽¹⁾

Esta terapia consiste en la inducción controlada de una convulsión tónico-clónica generalizada mediante la aplicación de un estímulo eléctrico en el cerebro en un entorno controlado y bajo anestesia general con relajación muscular, lo que atenúa el impacto psicológico y fisiológico del tratamiento. La duración de esta convulsión se ha correlacionado directamente con la efectividad del tratamiento.^(2,3)

El desafío inherente en la TEC, respecto a la anestesia, radica en que los agentes hipnóticos empleados, como el propofol, que posee propiedades anticonvulsivantes. Este efecto supresor eleva el umbral convulsivo, lo que a menudo resulta en una duración de convulsión inadecuada. Para contrarrestar esta interferencia, los anestesiólogos se ven obligados a aumentar la energía del estímulo eléctrico, lo cual se asocia directamente con un mayor riesgo de efectos secundarios neurocognitivos.^(3,4,5)

La anestesia también debe atenuar la respuesta simpática al estímulo eléctrico. Este estímulo eléctrico provoca una respuesta fisiológica intensa, caracterizada por bradicardia inicial seguida de una marcada taquicardia e hipertensión arterial, que puede

ser peligrosa en pacientes con comorbilidades cardiovasculares.^(2,3)

Esta necesidad de conseguir un equilibrio entre la protección del paciente y la inducción de la convulsión terapéutica es lo que impulsa a la selección de agentes anestésicos cuyas propiedades anticonvulsivantes sean mínimas y que al mismo tiempo atenúen eficazmente la respuesta autonómica. El remifentanilo, un opioide sintético de acción ultracorta, ha emergido como una opción de interés debido a su perfil farmacológico único.^(5,6)

Este fármaco proporciona estabilidad hemodinámica durante la respuesta simpática hiperdinámica inducida por el procedimiento y si bien no posee propiedades intrínsecas para mejorar la calidad de la convulsión, existe evidencia de que no acorta significativamente la duración de esta. Además, la duración ultracorta de acción del remifentanilo es una ventaja en el contexto de la TEC, donde la recuperación rápida y la evaluación neurológica post-procedimiento son críticas.^(7,8)

También se han explorado otros agentes como coadyuvante anestésico para la TEC, como la ketamina en dosis sub anestésicas. La evidencia apoya su uso como un agente que, a diferencia del remifentanilo, mejora los parámetros convulsivos.^(9,10)

Este estudio busca aportar información para optimizar los protocolos anestésicos, de la TEC,

del Hospital de Clínica, buscando un fármaco que no solo logre la sedación necesaria, sino que también potencie la respuesta convulsiva sin los riesgos asociados, mejorando así eficacia terapéutica y la seguridad del procedimiento, para lo cual se evaluó la aplicación dos protocolos anestésicos en las terapias electroconvulsivas: remifentanilo y propofol versus remifentanilo, propofol y ketamina.

Metodología

Estudio piloto con muestreo no probabilístico por conveniencia, en pacientes adultos programados para terapia electroconvulsiva (TEC) como tratamiento de trastornos psiquiátricos en el Hospital de Clínicas de San Lorenzo, durante el período comprendido entre septiembre y octubre de 2025.

Se incluyeron pacientes de 18 años o más, de ambos sexos, con clasificación ASA I a III, que contaban con indicación de al menos dos sesiones de TEC en días diferentes y que otorgaron consentimiento informado, ya sea personalmente o a través de su representante legal. Se excluyeron pacientes con hipersensibilidad conocida a ketamina, trastornos cardiovasculares graves, sospecha de hipertensión endocraneana, antecedentes de convulsiones no controladas fuera del contexto de TEC o negativa a participar.

Los pacientes fueron reclutados a partir de la lista oficial de sesiones de TEC del Servicio de Psiquiatría. En cada participante se compararon los dos protocolos anestésicos, aplicados en sesiones diferentes. A cada paciente se le aplicó un protocolo con remifentanilo y propofol (Protocolo A) en una sesión y otro protocolo con remifentanilo, propofol y ketamina (Protocolo B) en otra sesión. Los fármacos se administraron por vía intravenosa en bolo. La dosis de remifentanilo fue de 1 µg/kg en ambos protocolos, mientras que la ketamina se utilizó a dosis subanestésica de 0,3 mg/kg en el protocolo correspondiente.

El propofol fue titulado hasta lograr una hipnosis adecuada, evaluada mediante parámetros clínicos y fisiológicos.

El orden de aplicación de los protocolos no fue aleatorizado y se definió por el equipo tratante. Durante las sesiones, los pacientes fueron monitorizados de forma continua con monitoreo estándar no invasivo. Se registraron variables electroconvulsivas, hemodinámicas y anestésicas, incluyendo duración de la convulsión, energía eléctrica aplicada, frecuencia cardíaca, presión arterial y dosis total de propofol.

Los datos fueron consignados en fichas estructuradas diseñadas para el estudio y analizados con el programa JASP. El estudio se desarrolló respetando los principios éticos conforme a las normativas internacionales y locales vigentes.

Resultados

Se incluyeron 8 pacientes sometidos a terapia electroconvulsiva (TEC). Cada paciente actuó como su propio control analizándose en total 16 sesiones.

La edad media fue de 46 ± 22 años (19–73 años); el 50 % eran mujeres. 7 pacientes eran ASA II y 1 paciente ASA III. En la tabla 1 se puede observar la caracterización clínica de cada paciente.

Los diagnósticos más frecuentes fueron esquizofrenia y sus variantes (62,5%).

La muestra fue heterogénea en edad y diagnóstico, reflejando la población habitual de pacientes con indicación de TEC. Todos los pacientes recibían tratamiento psicofarmacológico crónico, con una media de 4 fármacos por paciente, incluyendo antipsicóticos (8 pacientes), benzodiazepinas (5 pacientes), antidepresivos ISRS/tricíclicos (5 pacientes) y estabilizadores del ánimo (3 pacientes).

Tabla 1. Características clínicas, diagnósticos psiquiátricos y tratamiento farmacológico de los pacientes incluidos en el estudio (n=8).

Caso	Edad	Sexo	Dx principal	ASA	Peso	Psicofármacos principales
1	73	M	Depresión con síntomas psicóticos	III	60	Sertralina, olanzapina, clonazepam
2	28	M	Trastorno esquizoafectivo	II	110	Olanzapina, lorazepam, litio, quetiapina, fluoxetina
3	24	F	Esquizofrenia	II	76	Olanzapina, clonazepam, escitalopram, amitriptilina
4	59	F	Esquizofrenia	II	87	Olanzapina, quetiapina, fluoxetina
5	20	F	Esquizofrenia	II	100	Clozapina, risperidona, valproato, sertralina
6	19	M	Trastorno del espectro autista	II	110	Levomepromazina, aripiprazol, quetiapina, topiramato
7	25	F	Esquizofrenia	II	80	Olanzapina, clonazepam, escitalopram
8	20	M	Catatonía + Esquizofrenia	II	83	Olanzapina, quetiapina, cariprazina, lorazepam

Se analizaron la presión arterial media (PAM) y la frecuencia cardíaca (FC) en tres momentos: basal (preinducción), post-inducción anestésica, post-estímulo eléctrico. Tanto el protocolo A, como el protocolo B mantuvieron estabilidad hemodinámica (figuras 1 y 2).

Figura 1. Promedio de la PAM de los pacientes en diferentes momentos del tratamiento. (n=16).

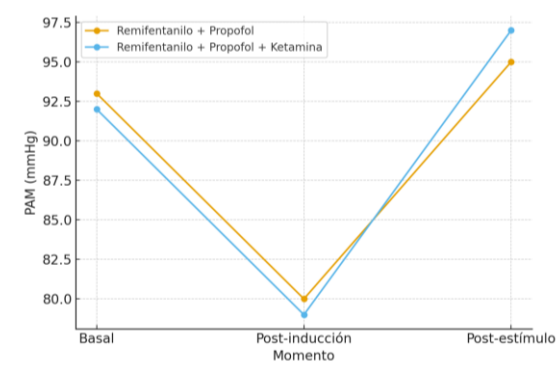
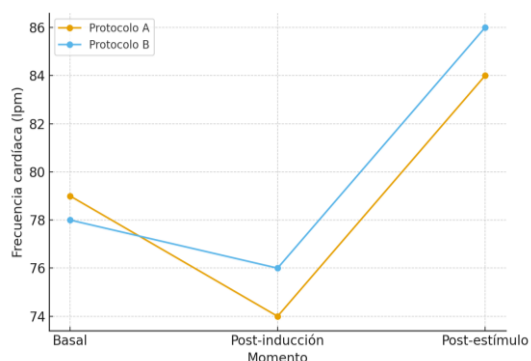


Figura 2. Promedio de la frecuencia cardiaca de los pacientes en diferentes momentos del tratamiento. (n=16).



En el grupo que se administró el protocolo A la dosis media de propofol fue de $86,2 \pm 29,7$ mg. En cambio, en el grupo que se utilizó el protocolo B, la media fue de $66,2 \pm 17,7$ mg. ($p = 0,0169$).

La energía aplicada mostró alta variabilidad entre pacientes (80–448 mC).

El uso de remifentanilo, con o sin ketamina, permite alcanzar convulsiones terapéuticamente efectivas. La adición de ketamina (protocolo B) se asoció a un incremento medio de 10 segundos ($\pm 8,2$) en la duración de la convulsión (tabla 1).

Tabla 1. Promedio de duración de las convulsiones con cada protocolo. (n=16).

Protocolo	Media \pm DE	p
A	$21,0 \pm 12,1$	0,0078
B	$31,0 \pm 8,6$	

No se observaron eventos adversos importantes, destacando el perfil de seguridad de ambos protocolos.

Discusión

Este estudio piloto analiza el impacto de dos protocolos anestésicos sobre los parámetros electroconvulsivos y perfil de seguridad,

remifentanilo y propofol versus remifentanilo, propofol y ketamina, en pacientes del Hospital de Clínicas, periodo septiembre-octubre 2025.

La estabilidad hemodinámica observada en ambos grupos coincide con la literatura, que describe al remifentanilo como un opioide de perfil cardiovascular predecible y adecuado para procedimientos breves. Estudios previos han demostrado que su uso puede atenuar la respuesta simpática post-estímulo y, en algunos casos, prolongar la duración convulsiva; sin embargo, la evidencia ha sido heterogénea. ⁽¹¹⁾

Algunas revisiones sistemáticas encontraron que la adición de remifentanilo, a una anestesia convencional para TEC, prolongó significativamente la duración convulsiva (motor SMD = 1,25; 95 % CI 0,21–2,29; $p = 0,02$), mientras que otros estudios reportaron un efecto neutro del remifentanilo sobre la duración de la convulsión. ^(12, 13)

La duración convulsiva es un marcador indirecto de la eficacia terapéutica de la TEC. Estudios de gran escala han hallado que duraciones convulsivas más largas se asocian con mayores tasas de respuesta terapeuta al tratamiento. ⁽¹⁴⁾

Sin embargo, lo que se considera una duración “adecuada” ha sido objeto de debate. Estudios recientes cuestionan que más duración no siempre signifique mejor resultado clínico, y plantean que puede existir un umbral óptimo más allá del cual no hay beneficio adicional y sí riesgo. Guías actuales sobre TEC señalan que las convulsiones terapéuticas suelen durar entre 15 y 70 segundos, con registros EEG algo más prolongados, y advierten que convulsiones muy cortas (< 15 segundos) podrían no ser efectivas, mientras que convulsiones muy largas (> 120 segundos) incrementan el riesgo neurológico. ^(15, 16)

En nuestro estudio piloto, con el protocolo A produjo una duración media de convulsión de 21 segundos, lo que cae dentro del rango aceptable según las guías. La adición de ketamina (protocolo B) incrementó la duración convulsiva a una media de 31 segundos, acercándose más al rango medio, que podría

estar más asociado a una respuesta clínica óptima.

Este incremento promedio de 10 segundos con ketamina en la duración de la convulsión resulta significativo y se mantuvo incluso en pacientes sometidos a tratamiento crónico con benzodicepinas o estabilizadores del ánimo, fármacos que típicamente elevan el umbral convulsivo durante la TEC. ^(17, 18)

Este hallazgo coincide con lo reportado en la literatura acerca de que la ketamina, que al actuar como antagonista del receptor NMDA, puede facilitar la excitabilidad neuronal y prolongar la actividad convulsiva. ^{18, 19)}

Además, la reducción en la dosis de propofol, cuando se añadió ketamina al protocolo anestésico en nuestro estudio piloto, apoya la idea de que la ketamina ejerce un efecto sinérgico ahorrador. Menor exposición al hipnótico puede traducirse en menor efecto anticonvulsivante del anestésico, lo cual también favorece una convulsión más prolongada. ⁽¹⁸⁾

Uno de los hallazgos más notablemente variable en nuestro estudio piloto fue la amplitud de energía aplicada (80 a 448 mC) para lograr convulsión, requirieron incrementos de energía cuando se usó el protocolo con ketamina en 2 de pacientes. Esta variabilidad es consistente con datos previos que muestran que el umbral convulsivo puede variar enormemente entre individuos debido a factores como edad, sexo, presencia de medicación (benzodicepinas, antiepilépticos, estabilizadores del ánimo), peso corporal, y comorbilidades médicas. ⁽²⁰⁾

Más aún, estudios recientes han demostrado que no solo la carga de energía importa, sino también otros parámetros como la amplitud de pulso. Un análisis moderno sugiere que ajustar

la amplitud de estimulación para cada paciente podría minimizar la variabilidad del umbral convulsivo. ⁽¹⁴⁾

Conclusión

El diagnóstico más frecuente de los pacientes fue esquizofrenia y en su mayoría tenían un tratamiento de base con múltiples fármacos predominando los antipsicóticos.

El uso de remifentanilo, como parte de un protocolo anestésico, permitió una anestesia segura y estable desde el punto de vista hemodinámico y una eficacia convulsiva requerida para la TEC.

La adición de ketamina (0,3 mg/kg EV) a protocolo remifentanilo + propofol se asoció a: mayor duración de la convulsión ($p < 0,05$), menor requerimiento de propofol ($p < 0,05$)

La estabilidad cardiovascular fue similar con ambos protocolos.

Contribución de autores:

- Caterina Cacace: elaboración del protocolo y manuscrito, búsqueda bibliográfica, recolección de datos, elaboración del manuscrito.
- Juan Meza: verificación de resultados y conclusiones.
- Walter Delgado: elaboración de los resultados, verificación del manuscrito

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de interés comercial

Fuente de financiación: Autofinanciado

Referencias bibliográficas

1. Mayo Clinic. Terapia electroconvulsiva [Internet]. 2025 [citado 9 ago 2025]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/tests-procedures/electroconvulsive-therapy/about/pac-20393894>

2. Ministerio de Salud Pública RD. Protocolo para el uso de la terapia electroconvulsiva [Internet]. 2025 [citado 9 ago 2025]. Disponible en:
<https://repositorio.msp.gob.do/bitstream/handle/123456789/923/Protocolo%20para%20el%20Uso%20de%20la%20Terapia%20Electroconvulsiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Revista Chilena de Anestesia. Anestesia en terapia electroconvulsiva (TEC) [Internet]. 2025 [citado 9 ago 2025]. Disponible en:
<https://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n01.08.pdf>
4. Martínez-Amorós E, Gálvez Ortiz V, Porter Moli M, Llorens Capdevila M, Cerrillo Albaigés E, García-Parés G, et al. Propofol y pentotal como agentes anestésicos en la terapia electroconvulsiva: un estudio retrospectivo en el trastorno depresivo mayor. *Rev Psiquiatr Salud Ment* [Internet]. 2014;7(1):42–7. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rpsm.2013.01.002>
5. Consorcio Hospital General Universitario. Terapia electroconvulsiva [Internet]. 2025 [citado 9 ago 2025]. Disponible en:
https://chguv.san.gva.es/docro/hgu/document_library/servicios_de_salud/servicios_y_unidades/Servicio_anestesia/Sesiones_clinicas/2007-2008/071023_TATAY_Protocolo.pdf
6. Sociedad Española del Dolor. Ketamina intravenosa perioperatoria: un viejo conocido que vuelve para quedarse [Internet]. *Rev Soc Esp Dolor*. 2020 [citado 17 ago 2025]. Disponible en:
<https://www.resed.es/ketamina-intravenosa-perioperatoria-un-viejo-conocido-que-vuelve-para-quedarse903>
7. Wikipedia. Ketamina [Internet]. 2025 [citado 17 ago 2025]. Disponible en:
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Ketamina&oldid=168375175>
8. Asociación Española de Pediatría. Ketamina: ficha técnica Pediamecum [Internet]. 2025 [citado 17 ago 2025]. Disponible en: <https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/ketamina>
9. Wang J, Zhang L, Xu Y, et al. Effects of ketamine anesthesia on efficacy, tolerability, seizure response, and neurocognitive outcomes in electroconvulsive therapy: a comprehensive meta-analysis of double-blind randomized controlled trials [Internet]. *J Psychiatr Res*. 2019 [citado 17 ago 2025]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/337228599_Effects_of_Ketamine_Anesthesia_on_Efficacy_Tolerability_Seizure_Response_and_Neurocognitive_Outcomes_in_Electroconvulsive_Therapy_A_Comprehensive_Meta-analysis_of_Double-Blind_Randomized_Controlled_Trials
10. Chou YH, Huang MC, Lin CH, et al. Ketamine as an alternative anesthetic for augmenting seizure durations during electroconvulsive therapy: a retrospective observational study [Internet]. *Front Psychiatry*. 2023 [citado 17 ago 2025]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/376612873_Ketamine_as_an_Alternative_Anesthetic_for_Augmenting_Seizure_Durations_During_Electroconvulsive_Therapy_A_Retrospective_Observational_Study
11. Yoo JH, et al. Hemodynamic effects of remifentanil during electroconvulsive therapy. *J Korean Med Sci*. 2010;25(3):488–493. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28520577/>
12. Takekita Y, Suwa T, Sunada N, Kawashima H, Fabbri C, Kato M, et al. Remifentanil in electroconvulsive therapy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci* [Internet]. 2016;266(8):703–17. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1007/s00406-016-0670-0>
13. Soehle M, Bochem J. Anesthesia for electroconvulsive therapy. *Curr Opin Anaesthesiol* [Internet]. 2018;31(5):501–5. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1097/ACO.0000000000000624>
14. Abbott CC, Miller J, Farrar D, Argyle M, Lloyd M, Squillaci T, et al. Amplitude-determined seizure-threshold, electric field modeling, and electroconvulsive therapy antidepressant and cognitive outcomes. *Neuropsychopharmacology* [Internet]. 2024;49(4):640–8. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1038/s41386-023-01780-4>

15. Gillving C, Ekman CJ, Hammar Å, Landén M, Lundberg J, Movahed Rad P, et al. Seizure duration and electroconvulsive therapy in major depressive disorder. *JAMA Netw Open* [Internet]. 2024;7(7):e2422738. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.22738>
16. NORMA TÉCNICA PARA EL USO DE TERAPIA ELECTROCONVULSIVA 2025 [Internet]. Minsal.cl. [citado el 20 de noviembre de 2025]. Disponible en: https://diprece.minsal.cl/wp-content/uploads/2025/10/2025.10.01_NORMA-TECNICA-TERAPIA-ELECTROCONVULSIVA.pdf?utm_source
17. Jankauskas V, Necyk C, Chue J, Chue P. A review of ketamine's role in ECT and non-ECT settings. *Neuropsychiatr Dis Treat* [Internet]. 2018;14:1437–50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2147/NDT.S157233>
18. Lee K, et al. A Narrative Overview of Current Anesthetic Drugs in Electroconvulsive Therapy. *Lifesciences*. 2021;11(9):981. (MDPI). Disponible en: https://www.mdpi.com/2075-1729/11/9/981?utm_source=chatgpt.com
19. Newport DJ, Carpenter LL, McDonald WM, Potash JB, Tohen M, Nemeroff CB, et al. Ketamine and other NMDA antagonists: Early clinical trials and possible mechanisms in depression. *Am J Psychiatry* [Internet]. 2015;172(10):950–66. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1176/appi.ajp.2015.15040465>
20. Zorumski CF, Burke WJ, Rutherford JL, Reich T. ECT: Clinical variables, seizure duration, and outcome. *Convuls Ther*. 1986;2(2):109–19.