

Artículo original

Sedación con infusión controlada por objetivo (TCI) de propofol y remifentanilo en procedimientos endoscópicos gastrointestinales.

Target-controlled infusion (TCI) sedation with propofol and remifentanil in gastrointestinal endoscopic procedures.

Elbert Aguilar ^{1,2}, Carlos Maes ² Diego Cañete ² Edgar López ¹

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

² Hospital Militar Central de las Fuerzas Armadas

Recibido el 5 de octubre del 2025. Aceptado el 19 de octubre del 2025

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

Resumen

Introducción: La sedación con infusión controlada por objetivos ofrece una alta eficacia clínica en endoscopia gastrointestinal permitiendo alcanzar el nivel de sedación deseado de manera más rápida y estable, con menor necesidad de intervenciones adicionales durante el procedimiento, en comparación con la administración manual. **Objetivo:** Evaluar la dosis y seguridad de la sedación con infusión controlada por objetivo (TCI) de Propofol y remifentanilo en procedimientos endoscópicos gastrointestinales. **Metodología:** Ensayo clínico en pacientes bajo sedación con infusión controlada por objetivo (TCI) de propofol y remifentanilo. La sedación fue administrada por anestesiólogos entrenados, utilizando propofol según el modelo farmacocinético de Schnider y remifentanilo según el modelo de Minto, con ajustes individualizados de las concentraciones objetivo en función de la respuesta clínica y la estabilidad hemodinámica. **Resultados:** Se analizaron 47 pacientes. Durante la sedación con TCI de propofol y remifentanilo se observaron descensos leves y transitorios de la frecuencia cardíaca, presión arterial y frecuencia respiratoria, sin compromiso hemodinámico significativo, manteniéndose en general una adecuada saturación de oxígeno. La dosis de Propofol se mantuvo en promedio con una concentración inicial de 2.38 µg/mL y una concentración máxima de 2.69 µg/mL. Las concentraciones de remifentanilo se mantuvieron en promedio con la Ce inicial 1.8 ng/mL, mientras que la concentración máxima alcanzada promedió 1.9 ng/mL. Hubo con baja incidencia de eventos adversos, los cuales fueron leves. La recuperación fue rápida. **Conclusiones:** Los hallazgos obtenidos demuestran que esta modalidad sedativa constituye una estrategia eficaz y segura cuando es aplicada bajo monitorización adecuada y por personal entrenado en el manejo de sistemas TCI

Palabras Clave: infusión controlada por objetivos, endoscopías, remifentanilo, propofol.

Abstract

Introduction: Target controlled infusion (TCI) sedation offers high clinical efficacy in gastrointestinal endoscopy, allowing the desired level of sedation to be achieved more quickly and stably, with less need for additional interventions during the procedure, compared to manual administration. **Objective:** To evaluate the dosage and safety of TCI sedation with propofol and remifentanil in gastrointestinal endoscopic procedures. **Methodology:** Clinical trial in patients under goal-controlled

infusion (TCI) sedation with propofol and remifentanyl. Sedation was administered by trained anesthesiologists, using propofol according to the Schnider pharmacokinetic model and remifentanyl according to the Minto model, with individualized adjustments of target concentrations based on clinical response and hemodynamic stability. **Results:** 47 patients were analyzed. During sedation with TCI propofol and remifentanyl, mild and transient decreases in heart rate, blood pressure, and respiratory rate were observed, without significant hemodynamic compromise, and generally adequate oxygen saturation was maintained. The propofol dose was maintained at an average initial concentration of 2.38 µg/mL and a maximum concentration of 2.69 µg/mL. Remifentanyl concentrations were maintained at an average initial C_e of 1.8 ng/mL, while the maximum concentration reached averaged 1.9 ng/mL. There was a low incidence of adverse events, which were mild. Recovery was rapid. **Conclusions:** The findings demonstrate that this sedation modality is an effective and safe strategy when applied under adequate monitoring and by personnel trained in the use of TCI systems.

Keywords: goal-controlled induction, endoscopy, remifentanyl, propofol.

Introducción

La endoscopia digestiva constituye una de las herramientas diagnósticas y terapéuticas más utilizadas en la práctica clínica moderna, siendo considerada esencial para el manejo de múltiples patologías gastrointestinales ⁽¹⁾. Para garantizar procedimientos seguros, confortables y técnicamente adecuados, la sedación desempeña un papel fundamental, ya que permite disminuir la ansiedad, controlar los reflejos, mejorar la tolerancia y optimizar el rendimiento del equipo endoscópico ^(2,3). No obstante, su administración requiere un equilibrio cuidadoso entre profundidad sedativa, estabilidad hemodinámica y rápida recuperación ⁽⁴⁾.

El propofol y el remifentanilo son fármacos ampliamente utilizados en sedación por su inicio rápido, su perfil farmacocinético predecible y su corta duración de acción ^(5,6). Sin embargo, ambos pueden producir depresión respiratoria e inestabilidad hemodinámica si no se titulan adecuadamente ⁽⁷⁾. Con el fin de mejorar la precisión en la administración de estos agentes, surgió la tecnología de infusión controlada por objetivo (Target Controlled Infusion, TCI), que emplea modelos farmacocinéticos para alcanzar y mantener concentraciones plasmáticas o de efecto específicas ⁽⁸⁾. Esta modalidad permite ajustar la sedación de manera más precisa, reducir la variabilidad interindividual y acelerar la recuperación posprocedimiento ⁽⁹⁾.

A pesar de su creciente aceptación en distintos centros internacionales, la evidencia sobre el uso de TCI en procedimientos endoscópicos en Paraguay es aún limitada. Informes internacionales muestran que la TCI tiene un perfil de seguridad favorable y ofrece condiciones anestésicas adecuadas cuando es utilizada por personal entrenado ^(10,11).

Diversos estudios han demostrado que la TCI ofrece una alta eficacia clínica en endoscopia gastrointestinal. La TCI con propofol permite alcanzar el nivel de sedación deseado de manera más rápida y estable, con menor necesidad de intervenciones adicionales durante el procedimiento, en comparación con la administración manual ⁽¹²⁾.

Investigaciones comparativas muestran que la TCI reduce el consumo total de propofol por minuto y mejora la estabilidad de la profundidad sedativa, manteniéndola de manera más uniforme ante estímulos endoscópicos variables ⁽¹³⁾.

En nuestro medio no se dispone de datos que describan el comportamiento hemodinámico y respiratorio de los pacientes que se realizan endoscopías digestivas bajo sedación con TCI de propofol y remifentanilo. Esta ausencia de estudios locales dificulta la estandarización de protocolos y la toma de decisiones basadas en evidencia propia, especialmente en cuanto a seguridad, eficacia y eventos adversos asociados.

El objetivo del estudio fue evaluar las dosis y seguridad de la sedación con la técnica de

infusión controlada por objetivo (TCI) de propofol y remifentanilo en la sedación de pacientes para procedimientos endoscópicos gastrointestinales.

Metodología

Se llevó a cabo un ensayo clínico en pacientes adultos para endoscopías digestivas alta, colonoscopia o procedimientos combinados en el Servicio de Endoscopia del Hospital Militar Central durante el año 2025. El diseño intragrupo permitió evaluar, en cada paciente, los cambios hemodinámicos y respiratorios antes, durante y después del procedimiento bajo sedación con infusión controlada por objetivo (TCI) de propofol y remifentanilo. Se incluyeron 47 pacientes ASA I–II, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, todos con consentimiento informado y sedación realizada exclusivamente con TCI.

La sedación fue administrada por anestesiólogos entrenados, utilizando propofol según el modelo farmacocinético de Schnider y remifentanilo según el modelo de Minto, con ajustes individualizados de las concentraciones objetivo en función de la respuesta clínica y la estabilidad hemodinámica. Todos los pacientes fueron monitorizados de forma continua con monitoreo estándar, oxígeno suplementario y capnografía cuando estuvo disponible. Se registraron parámetros hemodinámicos y respiratorios en fase basal, al finalizar el procedimiento y en los valores mínimos alcanzados durante la sedación, así como tiempos procedimentales y de recuperación.

Los eventos adversos fueron definidos y manejados conforme a un protocolo institucional estandarizado. Los datos sociodemográficos, procedimentales, hemodinámicos y respiratorios fueron analizados mediante estadística descriptiva y comparaciones intragrupo, considerando un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$, con el objetivo de valorar la seguridad y el comportamiento clínico de la sedación con TCI en procedimientos endoscópicos.

Resultados

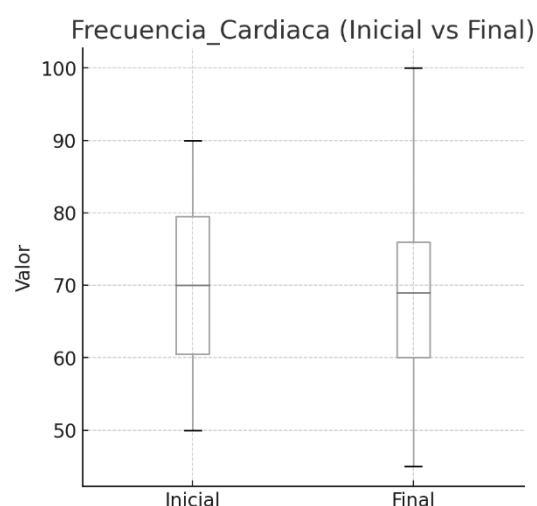
Se analizaron 47 pacientes. Predominó el sexo femenino (61,7%) frente al masculino (38,3%). La mayoría correspondió a ASA II (72,3%) y el resto a ASA I (27,7%). En cuanto al tipo de procedimiento, el 44,7% fueron endoscopías digestivas altas, el 36,2% combinadas (EDA + colonoscopia) y el 19,1% colonoscopías.

Tabla 1. Características hemodinámicas. De los pacientes (n=47).

Fase	FC	SpO ₂	FR	PAM
	(lpm)	(%)	(rpm)	(mmHg)
Inicial	70.3	97.9	12.6	100.4
Final	68.7	98.4	10.3	84.1

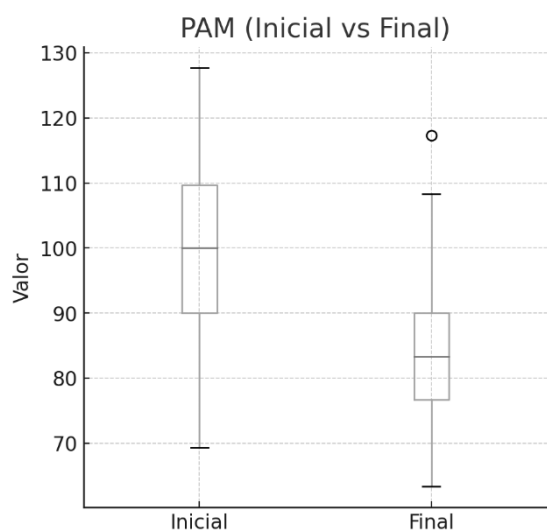
En relación con las variables hemodinámicas, la frecuencia cardíaca mostró un descenso leve durante el procedimiento, con una disminución promedio hacia la frecuencia mínima promedio (65.6 lpm) y una recuperación parcial al finalizar la sedación.

Figura 1. Distribución de la frecuencia cardíaca al inicio y finalización de los procedimientos endoscópicos (n=47).



La presión arterial sistólica, diastólica y media evidenciaron un patrón similar, con reducciones moderadas respecto a los valores basales, sin llegar a cifras que comprometieran la estabilidad (PAM mínima promedio 79,4 mmHg).

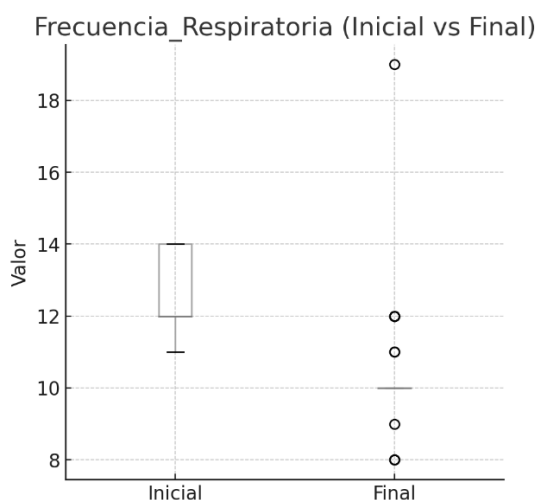
Figura 2. Distribución de los valores iniciales, y finales de la presión arterial media registrados durante los procedimientos endoscópicos. (n=47).



La saturación de oxígeno se mantuvo dentro de rangos adecuados en la mayoría de los casos, registrándose solo episodios de desaturación leve que se resolvieron mediante maniobras simples de manejo de la vía aérea.

La frecuencia respiratoria también presentó un descenso transitorio, con un único caso de apnea, tratado de forma efectiva sin repercusiones posteriores.

Figura 3. Distribución de los valores iniciales y finales de la frecuencia respiratoria registrados durante los procedimientos endoscópicos. (n=47).



Respecto a las concentraciones por objetivo administradas mediante TCI, los valores de Propofol se ubicaron dentro de los rangos habituales para sedación profunda, con una concentración inicial promedio de 2.38 $\mu\text{g/mL}$ y una concentración máxima de 2.69 $\mu\text{g/mL}$, acorde a los requerimientos clínicos del procedimiento endoscópico.

De manera similar, las concentraciones de remifentanilo se mantuvieron dentro de los niveles esperados para analgesia durante sedación profunda. La Ce inicial presentó un promedio de 1.8 ng/ml, mientras que la concentración máxima alcanzada promedió 1.9 ng/ml, valores consistentes con los objetivos analgésicos necesarios para un adecuado control del estímulo endoscópico.

En cuanto a los tiempos anestésicos, la inducción fue rápida en la mayoría de los pacientes (4,7 min), característica propia del uso de TCI. La duración total de la infusión mostró variabilidad asociada al tipo de procedimiento realizado, mientras que el tiempo de respuesta a estímulos (3.6 min) y la recuperación hasta el alta (18.9 min) se mantuvieron dentro de límites breves y consistentes, reflejando una recuperación predecible.

Con respecto a los eventos adversos se presentaron hipotensión arterial (10.6%), desaturación leve (8,5%), bradicardia (2.1%) y apnea (2.1%).

Discusión

El presente estudio evaluó la seguridad y eficacia de la sedación con infusión controlada por objetivo (TCI) de Propofol y remifentanilo en procedimientos endoscópicos gastrointestinales. En general, los resultados

muestran que la TCI permitió mantener estabilidad hemodinámica y respiratoria adecuada, con una baja incidencia de eventos adversos y una evolución clínica consistente con la literatura internacional.

En relación con las variables hemodinámicas, se observó un descenso moderado de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial media durante el procedimiento, hallazgo compatible con los efectos farmacológicos esperados del propofol, que induce vasodilatación dependiente de la dosis ⁽⁶⁾, y del remifentanilo, que puede generar bradicardia por estimulación vagal ⁽⁷⁾. Sin embargo, estos cambios se mantuvieron dentro de límites clínicamente aceptables, lo que concuerda con estudios previos donde la sedación con Propofol y remifentanilo mostró reducciones predecibles sin compromiso hemodinámico significativo ^(8,13).

Las alteraciones respiratorias fueron leves y manejables. La desaturación transitoria fue el evento más frecuente, acorde con series que reportan tasas entre 5 % y 20 % en sedación endoscópica ^(5,14,15). La aparición de apnea fue poco común, consistente con la incidencia baja descrita en procedimientos con TCI bajo supervisión anestésica ^(2,10). La rápida reversibilidad observada en este estudio refuerza la ventaja de los modelos TCI, que permiten ajustes finos de la concentración efectora y reducen la variabilidad interindividual ⁽⁹⁾.

Respecto a los parámetros de sedación, las concentraciones efectoras utilizadas de Propofol y remifentanilo se mantuvieron dentro de los rangos descritos para sedación moderada a profunda en endoscopia ^(3,11,12). Los valores de Propofol alrededor de 2–3 µg/mL coinciden con los reportados en protocolos basados en los modelos de Schnider y Marsh ⁽¹⁰⁾, mientras que las concentraciones de remifentanilo entre 1,5–2,1 ng/ml se alinean con los niveles recomendados para analgesia en procedimientos breves ^(7,14). La distribución homogénea de las Ce observada en los histogramas sugiere un desempeño estable del sistema TCI y un adecuado control de la profundidad sedativa.

La incidencia de eventos adversos fue comparable a la reportada en estudios multicéntricos de Propofol TCI, donde se describen complicaciones entre 15 % y 30 %, generalmente leves y reversibles ^(12,14,15). En este estudio no se registraron eventos graves ni necesidad de vía aérea avanzada, lo que coincide con estudios en los que la TCI administrada por personal entrenado ha demostrado un perfil de seguridad favorable ^(2,11).

Los tiempos anestésicos —inducción rápida, duración variable según el procedimiento y recuperación breve— reflejan las propiedades farmacocinéticas de ambos fármacos, cuya vida media contexto-sensible permite transiciones predecibles incluso en procedimientos prolongados ^(6,7). Este comportamiento favorece la rotación eficiente de pacientes y mejora la calidad operativa del servicio, como lo señalan estudios institucionales de implementación de TCI ⁽¹⁶⁾.

Desde una perspectiva institucional, los hallazgos adquieren relevancia por tratarse de uno de los primeros reportes locales sobre sedación con TCI en Paraguay. Los resultados apoyan su utilización como una alternativa eficaz para mejorar la estandarización de la sedación, reducir la variabilidad entre operadores y optimizar la seguridad del paciente, en concordancia con las recomendaciones de sociedades científicas internacionales ^(2,3,4).

En conjunto, los resultados obtenidos son consistentes con la evidencia existente y respaldan que la sedación con TCI de propofol y remifentanilo constituye una técnica segura, eficaz y adaptable al contexto clínico local. Su implementación sistemática podría fortalecer los estándares de atención e impulsar la modernización de los protocolos de sedación en endoscopia digestiva.

Conclusión

Los hallazgos obtenidos demuestran que esta modalidad sedativa constituye una estrategia eficaz y segura cuando es aplicada bajo monitorización adecuada y por personal entrenado en el manejo de sistemas TCI.

Desde el punto de vista clínico, la población estudiada mostró una respuesta fisiológica predecible a la sedación, con modificaciones hemodinámicas y respiratorias dentro de rangos esperados para este tipo de procedimientos. La estabilidad observada, junto con la rápida recuperación y la adecuada tolerancia de los pacientes, evidencia la capacidad del TCI para mantener niveles de sedación controlados y ajustados a las demandas del procedimiento. Asimismo, las concentraciones efectoras utilizadas de ambos fármacos se mantuvieron dentro de límites considerados óptimos para sedación profunda, lo que refleja una adecuada titulación farmacodinámica.

La incidencia global de eventos adversos fue baja y consistente con lo reportado en la literatura internacional, sin registrarse complicaciones mayores ni necesidad de técnicas avanzadas de manejo de vía aérea. Esto respalda la seguridad del esquema Propofol–remifentanilo administrado mediante TCI en un entorno endoscópico institucional.

En términos de desempeño operativo, los tiempos anestésicos obtenidos confirman que el TCI facilita una inducción rápida, un mantenimiento estable y una recuperación breve, aspectos que contribuyen a la eficiencia del flujo de trabajo y a la mejora de la experiencia del paciente.

Contribución de autores:

- Elbert Aguilar: elaboración del protocolo, búsqueda bibliográfica, recolección de datos, elaboración del manuscrito.
- Carlos Maes: recolección de datos, verificación de resultados
- Diego Cañete: verificación de resultados y conclusiones.
- Edgar López: verificación del manuscrito.

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

Fuente de financiación: Autofinanciado

Referencias bibliográficas

1. Amornyotin S. Intravenous sedation techniques in gastrointestinal endoscopy. *J Gastroenterol Hepatol Res.* 2016;5(3):2083–90.
2. Dumonceau JM, Riphaus A, Schreiber F, Vilmann P, Beilenhoff U, Aparicio JR, et al. Non-anesthesiologist administration of propofol for GI endoscopy: European Society of Gastrointestinal Endoscopy guideline. *Endoscopy.* 2010;42(11):960–74.
3. British Society of Gastroenterology. Guidelines on safety and sedation for endoscopic procedures. *Gut.* 2003;52(Suppl 1):i1–20.
4. American Society of Anesthesiologists. Continuum of depth of sedation: definition of general anesthesia and levels of sedation. *ASA Standards.* 2019.
5. Qadeer MA, Rocio Lopez A, Dumot JA, Vargo JJ. Risk factors for hypoxemia during GI endoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2009;70(5):1030–7.
6. Shafer A. Advances in propofol pharmacokinetics and pharmacodynamics. *J Clin Anesth.* 1993;5(6):14–21.
7. Westmoreland C, Hoke JF, Sebel PS, Hug CC, Muir KT. Pharmacokinetics of remifentanil. *Anesthesiology.* 1993;79:893–903.
8. Servin F, Billard V. Remifentanil and propofol interactions in anesthesia. *Anesthesiology.* 2004;100(4):747–59.
9. Absalom A, Struys M. Overview of target-controlled infusion systems. *BJA Educ.* 2007;7(6):171–6.
10. Schnider TW, Minto CF, Gambus PL, et al. The influence of age on propofol pharmacodynamics. *Anesthesiology.* 1999;90:1502–16.

11. Mandarino FV, Fanti L, Barchi AC, et al. Safety and tolerability outcomes of non-anesthesiologist-administered propofol via target controlled infusion. *Gastrointest Endosc.* 2023; DOI:10.1016/j.gie.2023.12.023.
12. Garcia Guzzo ME, Fernandez MS, Sánchez Novas D, et al. Deep sedation using propofol TCI for GI endoscopy: a retrospective cohort study. *BMC Anesthesiol.* 2020;20:186.
13. Vucicevic V, Milakovic B, Tesic M, et al. Manual vs. target-controlled infusion of propofol during diagnostic colonoscopy: a randomized trial. *Srp Arh Celok Lek.* 2016;144(9–10):514–20.
14. Riphaus A, Wehrmann T, Weber B, et al. Sedation-associated complications in GI endoscopy. *Gastrointest Endosc.* 2006;63:257–63.
15. Behrens A, Kreuzmayr A, Manner H, et al. International multicenter study on complications of propofol sedation. *Endoscopy.* 2018;50:979–89.
16. Santo PAE, Baraldo S, Costa E, et al. Institutional variability in sedation practices for endoscopy. *BJA.* 2024;132:1056–66.