

Anestesia total endovenosa, consejos básicos para el residente

Dr. Omar García-Nájera*

* Médico Residente de Tercer Año, Hospital General de México.

La anestesiología ha sido una de las especialidades que más avances han tenido en los últimos años, debido en parte a la disponibilidad de mejores fármacos anestésicos aunada al mejor conocimiento del comportamiento de cada uno de ellos en el organismo, de las modificaciones farmacocinéticas y farmacodinámicas que van a generarse cuando ocurre alguna enfermedad. Además, en la actualidad se cuenta con dispositivos que ayudan a precisar la administración de cada uno de estos fármacos. La anestesia total intravenosa es una herramienta más con la que cuenta el anestesiólogo para poder ejercer sus funciones de forma correcta, teniendo indicaciones y contraindicaciones como cualquier procedimiento; sin embargo, a pesar de todos estos avances, en algunas ocasiones se hace difícil su comprensión, motivo por el cual se decide otra técnica anestésica diferente.

En el Hospital General de México, parte importante de nuestra formación como residentes es conocer y dominar esta técnica anestésica (dentro de muchas otras), lo cual para algunos resulta complicado, pero cuando se hace de forma rutinaria y con el equipo necesario es más fácil su comprensión, sólo es cuestión de integrar todos los conocimientos en un mismo objetivo: el bienestar del paciente.

El estado anestésico inicialmente estaba conformado por la hipnosis como el principal componente, seguida de la analgesia en menor grado y la relajación muscular; sin embargo, hoy en día se conocen a la amnesia y a la estabilidad autonómica como dos componentes más del estado anestésico; además, la analgesia pasó a ser la base del estado anestésico, otorgando únicamente el nivel necesario de hipnosis^(1,2).

Para entender el comportamiento de los fármacos, se ha dividido de forma teórica al cuerpo humano, en tres compartimentos: un compartimento central denominado V1, que incluye el volumen sanguíneo central; un compartimento denominado V2, que está representado por tejidos con irrigación menor, y un compartimento

V3, representado por aquellos tejidos con muy pobre irrigación. Cuando administramos algún fármaco lo aplicamos directamente a nivel sanguíneo, dado que en anestesiología la vía intravenosa es la principalmente utilizada, cuando ese fármaco llega al volumen circulante la concentración del mismo va a incrementarse hasta alcanzar un pico máximo y obtener el efecto esperado (hipnosis, analgesia, relajación neuromuscular, etc.), posteriormente dicha concentración plasmática va a comenzar a descender, debido a que existe un fenómeno de distribución hacia el resto de los compartimentos, además comienza la biotransformación, motivos por los cuales la concentración plasmática va a disminuir. Las dosis de cada uno de los fármacos se encuentran claramente establecidas; sin embargo, si aplicamos a dos pacientes de diferente edad y con diferentes padecimientos la misma dosis de un determinado fármaco, el efecto será diferente, motivo por el cual la dosis necesaria para cada paciente la debemos determinar. El doctor Paul White nos explica claramente la forma de obtener la dosis de bolo, y de igual forma la dosis necesaria para mantener esa concentración plasmática durante todo el procedimiento, evitando con ello que el paciente se encuentre infradosificado o sobredosificado^(1,3):

$$DB: Cp (\mu g/mL) \times Vd (mL/kg)$$

Donde DB es la dosis de bolo a calcular; Cp es la concentración plasmática que queremos alcanzar para un determinado paciente; Vd es el volumen de distribución necesario para ese fármaco específico.

Ejemplo, la ventana terapéutica del propofol se extiende desde 1 a 10 $\mu g/mL$, con un volumen de distribución de 300 mL/kg, si deseo alcanzar una concentración plasmática de 5 $\mu g/mL$, la fórmula es:

$$DC = 5 \mu g/mL \times 300 mL/kg = 1,500 \mu g/kg$$

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/rma>

El resultado anterior es una dosis de 1.5 mg/kg como dosis de propofol para alcanzar una concentración plasmática de 5 µg/mL.

Para poder calcular la dosis de mantenimiento es necesario multiplicar la concentración plasmática que queremos alcanzar por el aclaramiento del fármaco:

$$DM = C_p (\mu\text{g/mL}) \times Cl (\text{mL/kg/min})$$

En el ejemplo anterior de propofol, si queremos conservar la concentración plasmática de 5 µg/mL, la fórmula es:

$$DM = 5 \mu\text{g/mL} \times 30 \text{ mL/kg/min} = 150 \mu\text{g/kg/min}$$

La dosis de mantenimiento marca la velocidad de perfusión del fármaco para mantener dicha concentración plasmática, misma que va a depender del medicamento que estemos utilizando; algunos fármacos tienden a acumularse, como lo es el caso de tiopental, midazolam, fentanilo, por poner algunos ejemplos; en cambio, existen otros que se consideran «ideales», como lo es el remifentanil y el propofol, dado que su cinética es completamente diferente. Una vez cerrada la perfusión, el tiempo que tarda en descender la concentración plasmática al 50% se denomina tiempo de vida media sensible al contexto, este parámetro no predice el despertar del paciente, dado que al dejar transcurrir este tiempo (vida media sensible al contexto) aún podemos conservar concentraciones plasmáticas elevadas^(4,5).

Hasta aquí, ya sabemos cómo calcular la dosis de bolo de un determinado fármaco basada en la concentración plasmática deseada; sin embargo, a partir de su administración debemos dar la «latencia» necesaria para que tengamos el efecto esperado, dado que cada uno de los fármacos necesita un determinado tiempo para llegar a su sitio efector (biofase o diana) y alcanzar una concentración adecuada en el mismo, lo que se conoce como tiempo de vida media Ke0, que es el tiempo en el cual la concentración en el sitio efector va a alcanzar el 50% de la concentración plasmática, o dicho de otra forma, tiempo de equilibrio entre la concentración plasmática y la concentración en sitio efector (Cuadro I)^(1,3,6).

La ventana terapéutica o rango terapéutico se refiere al «rango» de concentración plasmática en el cual vamos a obtener el efecto deseado, sin presentar efectos adversos; cada uno de los fármacos tiene un rango terapéutico específico en el cual nos podemos basar para calcular nuestra dosis de bolo y de mantenimiento. Es importante mencionar que la dosis de bolo es para llevar rápidamente al paciente a alcanzar determinada concentración plasmática de un fármaco, y la dosis de mantenimiento es para mantenernos dentro este rango terapéutico^(1,3,4).

La concentración plasmática que necesitamos alcanzar es muy variable, dado que depende de muchos factores, como

por ejemplo: el tipo de paciente y tipo de cirugía. En cuanto al tipo de paciente debemos recordar algunas características como las siguientes⁽⁷⁾:

- El nivel de proteínas. Cada fármaco tiene determinado porcentaje que se une a las proteínas plasmáticas (por ejemplo, la unión a proteínas plasmáticas del fentanilo es del 84%). Sin embargo, recordemos que la parte activa del fármaco es la fracción que se encuentra libre, por lo que si nos encontramos ante un paciente con niveles bajos de proteínas, es importante tomar en cuenta que la fracción libre del fármaco será mayor, lo que nos llevará a tener efectos más marcados⁽⁷⁾.
- El volumen de distribución. Cada fármaco necesita una cantidad aparente de «plasma» para poder ejercer su efecto; por ejemplo, el propofol tiene un volumen de distribución de 300 mL/kg, si estamos ante un paciente en que el volumen de distribución está disminuido (como lo sería un paciente hipovolémico), la dosis del fármaco de igual forma se debe disminuir, con la finalidad de evitar la sobredosificación⁽⁷⁾.
- El aclaramiento. Cada fármaco es biotransformado y eliminado del organismo en un determinado tiempo, con lo cual se deja de tener el efecto del mismo; si este proceso de biotransformación y eliminación se retrasa, el efecto del fármaco será más prolongado, motivo por el cual si estamos ante un paciente con alguna hepatopatía, es obvio esperar un efecto más prolongado de aquellos fármacos que tengan esta vía de metabolismo. Ahora, referente al tipo de cirugía, dependiendo del estímulo doloroso será la concentración plasmática de opioide necesaria, sin olvidar otorgar el nivel necesario de hipnosis⁽⁷⁾.

Para otorgar el nivel necesario de hipnosis, se ha documentado que para alcanzar un índice bispectral (BIS) entre 40 y 60, es necesaria una concentración de 2.2 a 3.5 µg/mL de propofol y la concentración plasmática de analgesia necesaria dependerá del tipo de cirugía principalmente. Ahora, no debemos olvidar que en el paciente que es sometido a

Cuadro I. Vida media Ke0.

Fármaco	Ke0 (minutos/litro)	T1/2 Ke0 (minutos)
Tiopental	0.57	1.2
Etomidato	0.47	1.5
Propofol	0.23	2.3
Midazolam	0.17	4.0
Fentanil	0.14	3.6
Sufentanil	0.11	5.8
Remifentanil	0.57	1.2

un estado anestésico estamos realizando un sinergismo farmacológico, esto es, que por diferentes mecanismos de acción estamos logrando un mismo objetivo⁽⁴⁾.

Es importante mencionar que en anestesia total intravenosa no existen dosis de fármacos, sino más bien concentraciones plasmáticas para cada uno de los pacientes, para lo cual es necesario conocer cómo se encuentra nuestro paciente, niveles de proteínas, volumen de

distribución, aclaramiento, tipo de cirugía, así como las comorbilidades que se presenten, dado que en algunas ocasiones en las que el paciente se encuentre inestable, posiblemente antes de ser sometido a un acto anestésico, deberá colocarse una vía central e iniciar vasopresores, administración de líquidos intravenosos, etc.; pero sobre todo debemos aprender a atender pacientes y no sólo padecimientos⁽⁸⁻¹⁰⁾.

REFERENCIAS

1. Muñoz JH. Anestesia basada en Analgesia. *Rev Mex Anest.* 2007;30:180-183.
2. Laalou FZ, Egard M, Guillot M, Noll E, Taglang G, Pain L. Influence of preoperative cognitive status on propofol requirement to maintain hypnosis in the elderly. *British J of Anaesth.* 2010;105:343-344.
3. White PF. Clinical Uses of Intravenous Anesthetic and Analgesic Infusions. *Anesth Analg.* 1989;68:161-171.
4. Jaramillo JJ. TCI (Infusión controlada a objetivo) con propofol-fentanyl y cambios asociados en el índice bispectral en pacientes neuroquirúrgicos. *Anestesia intravenosa guiada por BIS. Rev Mex Anest.* 2012;35:26-35.
5. Glen JB, Servin F. Evaluation of the predictive performance of four pharmacokinetic models for propofol. *British J of Anaesth.* 2009;102:626-32.
6. Sadean MR, Glass PSA. Pharmacokinetic-pharmacodynamic modeling in anesthesia, intensive care and pain medicine. *Anaesthesiology.* 2009;22:463-468.
7. Webster NR, Galley HF. *Anaesthesia Science.* University of Aberdeen, UK: Blackwell Publishing; 2006.
8. Lamond DW. Safety profile of propofol for paediatric procedural sedation in the emergency department. *Emerg Med Austr.* 2010;22:265-286.
9. Wilhelm W, Kreuer S. The place for short-acting opioids: special emphasis on Remifentanyl. *Critical Care.* 2008;12:S5.doi:10.1186/cc6152