



# GUÍA DE APLICACIONES:

## Opciones de selección rápida en anestesia automatizada a bajos flujos con Aisys CS<sup>2</sup>



# Contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
¿Por qué emplear anestesia a bajos flujos?.....	3
Por qué emplear anestesia automatizada a bajos flujos .....	4
Una sencilla forma de automatizar la anestesia a bajos flujos durante las distintas fases de la intervención .....	6
<b>Definición de las opciones de selección rápida .....</b>	<b>7</b>
Opción 1: Anestesia a bajos flujos controlada por un objetivo clásico .....	11
Opción 2: Las opciones de selección rápida facilitan la anestesia a bajos flujos controlada por un objetivo .....	11
Cómo utilizar al máximo las concentraciones objetivo preestablecidas en las opciones de selección rápida.....	12
Cómo y cuándo emplear cada ajuste preestablecido de las opciones de selección rápida .....	14
<b>Sumario .....</b>	<b>15</b>
Referencias.....	16

# Introducción

El objetivo de esta guía de aplicaciones es explicar cómo el personal clínico puede utilizar la anestesia automatizada a bajos flujos con Aisys™ CS<sup>2</sup> y seleccionar distintas concentraciones espiratorias objetivo finales, a fin de garantizar una correcta profundidad anestésica en las distintas fases de las intervenciones quirúrgicas.

Esta guía de aplicaciones se ha elaborado en colaboración y bajo la supervisión del doctor Jan Hendrickx del Hospital OLV de Aalst (Bélgica) y el profesor adjunto de consultoría para exalumnos en la Universidad Stanford de California.

## ¿Por qué emplear la anestesia a bajos flujos?

El término “anestesia a bajos flujos” hace referencia al uso de un flujo de gas fresco (FGF) de 1 l/min. El flujo mínimo equivale a 0,5 l/min, mientras que la anestesia con circuito cerrado se da cuando el FGF coincide con la suma de absorción del paciente, incluyendo fugas y las tomas de muestras del analizador de gases (los equipos de anestesia modernos las redirigen a través de un sistema circular para reducir las pérdidas al mínimo). En la práctica, se emplea una amplia gama de FGF cuya media es de 2 l/min.

Reducir el FGF por debajo de 2 l/min presenta numerosas ventajas. En primer lugar, disminuye la anestesia residual y, por lo tanto, los costes. La pérdida de agentes inhalados aumenta proporcionalmente cuando el FGF sobrepasa los requisitos de la anestesia con circuito cerrado. Más recientemente, además, ha crecido la preocupación por los efectos que tienen estos residuos en el medio ambiente, ya que los agentes inhalados son fluorocarburos, conocidos por contribuir al calentamiento global. Por último, disminuir el FGF produce más CO<sub>2</sub> exhalado para interactuar con el absorbente de CO<sub>2</sub>, una reacción que genera calor y agua que luego se calienta y humidifica los gases inhalados.



## Por qué emplear anestesia automatizada a bajos flujos

A pesar de las reconocidas y evidentes ventajas del empleo de bajos flujos, los anestesiólogos siguen mostrándose reacios a utilizar un FGF por debajo de 2 l/min en su práctica diaria. Esto se debe a que la reinhalación altera la relación entre el ajuste seleccionado del vaporizador y la concentración que el paciente inspira. Esta diferencia se hace especialmente palpable con el FGF por debajo de 2 l/min.

Elegir qué ajuste del vaporizador utilizar para mantener una correcta concentración espiratoria final cuando el FGF está muy por debajo de 1 l/min resulta más complicado debido a:

- El aumento de variabilidad del vaporizador, lo cual dificulta un poco la predicción del ajuste del vaporizador en cada paciente.
- La necesidad de ajustar constantemente el vaporizador, sobre todo durante los 15 primeros minutos en los que la absorción se reduce rápidamente, lo cual coincide con el ajetreado período de inducción.

Las concentraciones de gases portadores se ven afectadas del mismo modo. La concentración marcada (de gas fresco o suministrado) ya no coincidirá con la del gas inspirado. Las mezclas de aire/O<sub>2</sub> suministradas a concentraciones muy por encima del 21 % pueden hacer que se originen mezclas hipóxicas inspiradas debido a la acumulación de N<sub>2</sub>. Por analogía, el descenso en la absorción de N<sub>2</sub>O hará que aumente el F<sub>I</sub>N<sub>2</sub>O en detrimento del O<sub>2</sub>. Asimismo, el N<sub>2</sub>O tendrá un profundo efecto en el ajuste del vaporizador necesario para mantener la concentración espiratoria final deseada. Por último, el uso de un FGF bajo retrasará los efectos de los cambios realizados en el ajuste del vaporizador de la concentración espiratoria final, que empezará a oscilar, una cualidad intrínseca de los sistemas de retroalimentación especialmente pronunciada durante el control manual.

Las implicaciones clínicas resultan obvias: inevitablemente se acabará administrando una dosis excesiva o insuficiente, y el anestesiólogo sufrirá más molestias ergonómicas durante esos 15 primeros minutos. Hay que prestar más atención al monitorizar las concentraciones espiratorias finales fluctuantes, y hay que ajustar debidamente la configuración del vaporizador y el FGF (tanto el FGF total como el compuesto) para mantener la estabilidad de las concentraciones de gas necesarias. Esto se da especialmente durante este período, cuando los cambios son más pronunciados pero hay que dar prioridad a otras cosas. Sin embargo, también es un momento especialmente delicado para reducir las pérdidas al mínimo, ya que tan solo unos minutos de una combinación de un ajuste alto del vaporizador y un FGF elevado puede dar lugar a una gran cantidad de residuos. La cosa se pone más difícil si de forma deliberada se trata de alterar rápidamente la concentración espiratoria final durante distintas fases de la intervención.

La anestesia automatizada a bajos flujos ofrece unas ventajas evidentes:

SIMPLIFICA LA GESTIÓN DEL FLUJO DE GAS FRESCO Y LOS AGENTES VOLÁTILES<sup>2</sup>

REDUCCIÓN DE LA PRESIÓN Y EL VOLUMEN DE TRABAJO DE LOS ANESTESISTAS

DISMINUCIÓN DE MÁS DEL 50 % DE LA INTERACCIÓN CON LA MÁQUINA POR PACIENTE<sup>1,3</sup>

MAYOR TIEMPO QUE DEDICAR A OTRAS NECESIDADES DEL PACIENTE Y ACTIVIDADES DE QUIRÓFANO<sup>2,3</sup>

TRANQUILIDAD AL EVITAR LA HIPOXIA POTENCIAL Y UNA SUBDOSIFICACIÓN O SOBREDOSIFICACIÓN DE AGENTES VOLÁTILES<sup>2,3</sup>

## Una sencilla forma de automatizar la anestesia a bajos flujos durante las distintas fases de la intervención

Aplicar la anestesia automatizada a bajos flujos no es solo una forma de reducir el uso de agentes al mínimo, sino también de resolver la dificultad clínica de ajustar las concentraciones espiratorias finales tan específicamente como sea necesario a lo largo de las distintas fases de la anestesia: los “picos y valles” de la anestesia.

Un ejemplo de ello es la fase de posinducción inmediata anterior a la incisión, en la que no es necesario aumentar rápidamente la concentración espiratoria final a niveles quirúrgicos. En ese momento, una concentración espiratoria final objetivo de 0,6 CAM toma en cuenta la combinación de:

- Un descenso de los niveles de propofol y sufentanilo.
- El retraso entre la concentración espiratoria final y la del lugar de actuación (el cerebro)
- Interacciones de fármacos entre las tres clases de fármacos ante la falta de estímulos quirúrgicos que garanticen la hipnosis.<sup>4</sup>

Unas presiones parciales más elevadas de agentes volátiles durante esa fase crucial de la anestesia harían aumentar el riesgo de hipotensión. Según los estudios<sup>5,6</sup>, aproximadamente el 5 % de los pacientes pediátricos y el 9 % de los adultos experimentan una hipotensión significativa de 0 a 10 minutos en la posinducción de la anestesia general, y tal porcentaje es más alto en pacientes de clases ASA 3-5.

Desde un punto de vista práctico<sup>7,8</sup>, la profundidad anestésica se ajusta para alcanzar tres criterios de valoración clínicos distintos:

- La hipnosis
- La inmovilidad: ausencia de movimiento ante estímulos nocivos
- La reducción al mínimo de reacción al estrés tras un estímulo nocivo, como la hipertensión o la taquicardia

Nota: las dos últimas fases también se denominan analgesia.

La escala CAM elaborada por Ted Eger<sup>9</sup> está basada en las concentraciones espiratorias finales necesarias para alcanzar estos objetivos clínicos finales con el 50 % de los pacientes por falta de opiáceos. Gracias a la anestesia automatizada a bajos flujos, al preestablecer objetivos del agente (opciones de selección rápida), se pueden alcanzar rápidamente los distintos niveles de espiración final necesarios en estos objetivos clínicos finales, al tiempo que se reduce el consumo de agentes al mínimo.

# Definición de las opciones de selección rápida

Las opciones de selección rápida son una función del sistema anestesia Aisys CS<sup>2</sup> GE Healthcare con la que los usuarios pueden fijar objetivos de espiración final mediante una pantalla táctil, para controlar la anestesia con flujos bajos y, además, cambiar la profundidad anestésica con rapidez en función de la variabilidad del cuadro clínico.

La elección del agente inhalado (sevoflurano o desflurano) está determinada por el casete Aladin específico para agentes, que se introduce en la ranura del vaporizador de Aisys CS<sup>2</sup> antes de empezar el procedimiento anestésico (Imagen 1).



Ilustración 1: Selección del agente inhalado

También se confirma en la pantalla táctil (Imagen 2).

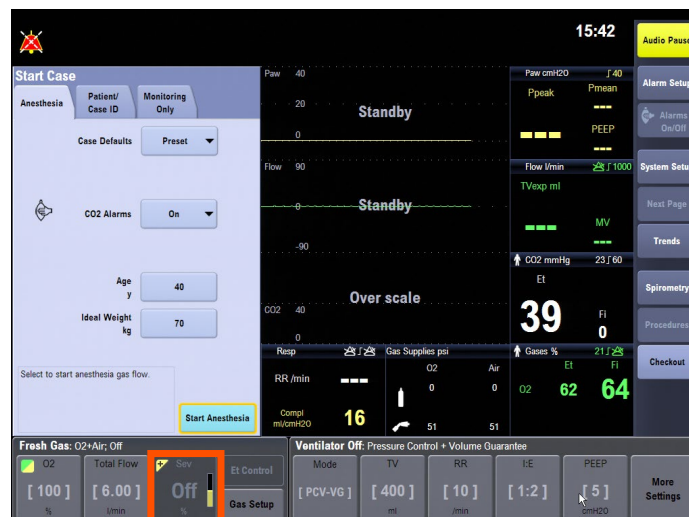


Ilustración 2: Pantalla de datos inicial de Aisys CS<sup>2</sup>

Al inicio de un nuevo procedimiento, se introduce la edad del paciente para que la máquina calcule y muestre la CAM (pasos 1 y 2). Al seleccionar “Iniciar anestesia” (paso 3) se activa un FGF de O<sub>2</sub> elevado para preoxigenar al paciente. Tras la inducción intravenosa de la anestesia, el FGF se interrumpe temporalmente mediante “Pausa” para que la vía respiratoria esté protegida (Imagen 3).

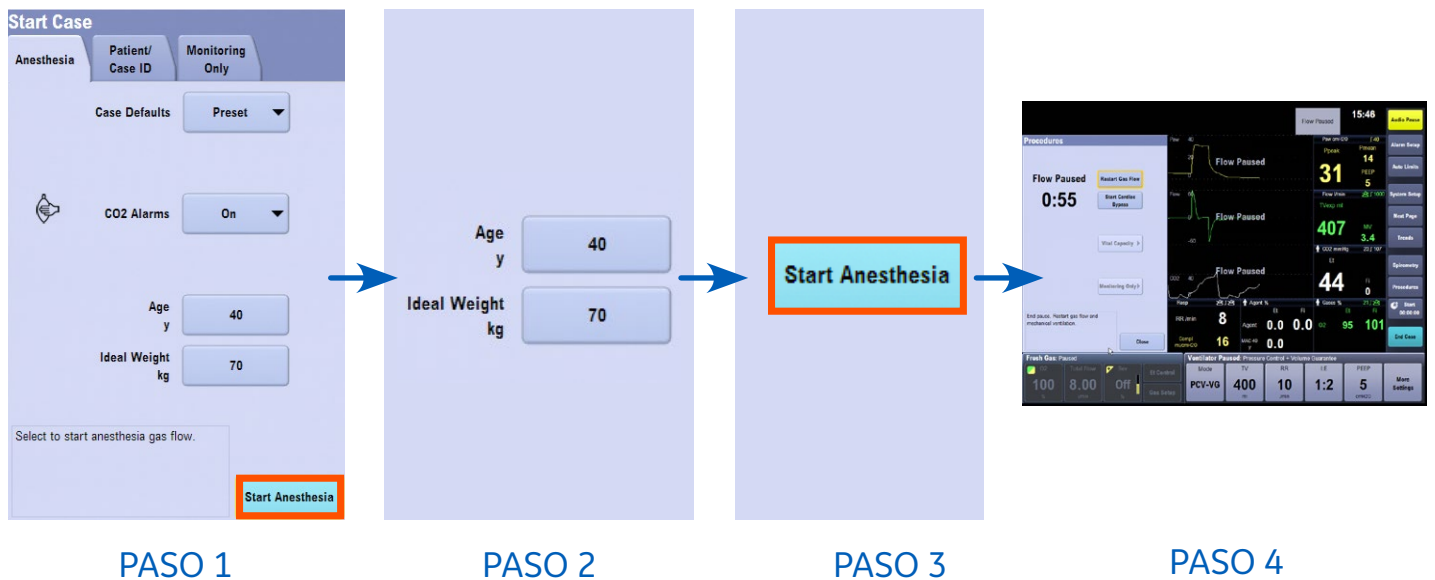


Ilustración 3: Pasos directos para inducir la anestesia a bajos flujos

Tras haber confirmado la presencia del CO<sub>2</sub> de espiración final, se inicia el modo de ventilación elegido. El gas portador predeterminado es O<sub>2</sub>/aire, pero se puede cambiar por O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O con el botón “Configuración de gas”. En esta fase, el suministro del agente y el gas portador sigue estando en modo manual. Con las tres pestañas de la esquina inferior izquierda de la pantalla, el usuario puede (de izquierda a derecha) controlar manualmente el porcentaje de O<sub>2</sub> suministrado, el FGF y la concentración del agente suministrada (Imagen 4).

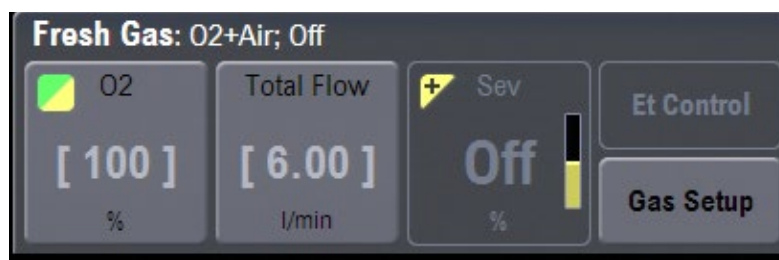


Ilustración 4: Especificación de los parámetros de ventilación



Después de seleccionar los parámetros deseados, se inicia el control automático al pulsar “Et Control” seguido de “Iniciar” (Imagen 5).

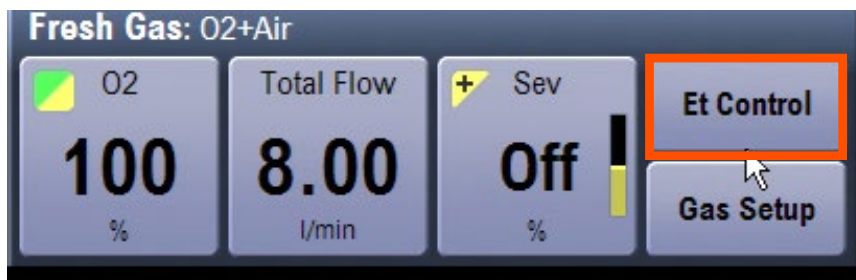


Ilustración 5: Confirmación de las selecciones del modo de ventilación

A continuación, aparece la pantalla del modo automático (Imagen 6).



Ilustración 6: Pantalla de modo automático

Cabe señalar dos cosas. En primer lugar, la pantalla del modo manual del agente y el gas portador ha sido sustituida por la pantalla del modo automático “Et Control”, por lo que ahora el usuario puede seleccionar (de izquierda a derecha) el porcentaje de O<sub>2</sub> de espiración final objetivo, el FGF mínimo y la concentración espiratoria final objetivo del agente (Imagen 7).



Ilustración 7: Modo de ajuste del FGF automático para controlar la espiración final

En segundo lugar, se ha incorporado una selección de las concentraciones espiratorias finales predeterminadas del agente (Imagen 8).



Ilustración 8: Concentraciones espiratorias finales predeterminadas del agente

Ahora el profesional médico puede optar entre empezar seleccionando los objetivos individuales (opción 1: anestesia a bajos flujos controlada por un objetivo “clásico”) o utilizar las opciones de selección rápida predeterminadas (opción 2: anestesia a bajos flujos controlada por un objetivo facilitado por las opciones de selección rápida).

## Opción 1: Anestesia a bajos flujos controlada por un objetivo clásico

Se pueden seleccionar las concentraciones espiratorias finales objetivo del O<sub>2</sub> y del agente para el FGF más bajo que se desee suministrar con el Aisys CS<sub>2</sub> (Imagen 9). El algoritmo de flujos bajos del Aisys CS<sup>2</sup> buscará el FGF “de flujo mínimo”. El suministro del FGF y el agente cambiará constantemente a medida que el algoritmo de Et Control realiza ajustes para alcanzar las concentraciones objetivo, al tiempo que reduce las pérdidas al mínimo. El profesional médico puede ajustar la concentración espiratoria final objetivo del agente como crea conveniente.

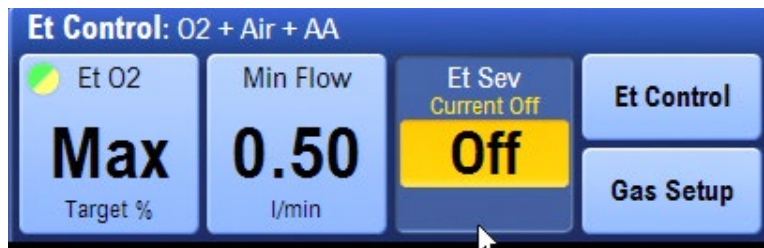


Ilustración 9: Selección de concentraciones espiratorias finales objetivo del O<sub>2</sub> y el agente

## Opción 2: Anestesia a bajos flujos controlada por un objetivo facilitado por las opciones de selección rápida

Las opciones de selección rápida facilitan la anestesia a bajos flujos , teniendo en cuenta que:

- La profundidad anestésica necesaria no es constante, por lo que la concentración espiratoria final objetivo del agente debe fluctuar a lo largo del procedimiento.
- Alcanzar unos objetivos muy delimitados de forma rápida mediante la anestesia manual a bajos flujos puede acarrear dificultades y distracciones.

Las opciones de selección rápida incorporan ajustes preestablecidos con los que el personal médico puede alcanzar rápidamente distintos objetivos clínicos finales durante cada fase de la anestesia con un mínimo esfuerzo y una mínima pérdida de agente. El usuario puede seleccionar entre siete objetivos preestablecidos, cinco de los cuales son distintas concentraciones espiratorias finales objetivo de agentes anestésicos, y dos son concentraciones espiratorias finales de la combinación de O<sub>2</sub> y el agente anestésico (Imagen 10).



Ilustración 10: Elección de los objetivos preestablecidos de las opciones de selección rápida en la anestesia automática a bajos flujos

## Cómo aprovechar al máximo las concentraciones objetivo preestablecidas en las opciones de selección rápida

La elección de los ajustes de las opciones de selección rápida se realiza en función del aumento progresivo de la concentración espiratoria final del agente (y por tanto, la profundidad anestésica) necesaria para garantizar la hipnosis, la inmovilidad, la atenuación de la reacción al estrés (analgesia) y para que la interacción con opiáceos consiga cada uno de estos objetivos clínicos finales. Esto se puede ilustrar mejor con los datos de opiáceos-agente inhalados de Katoh<sup>10,11</sup> y Hendrickx<sup>12</sup> (Imagen 11).

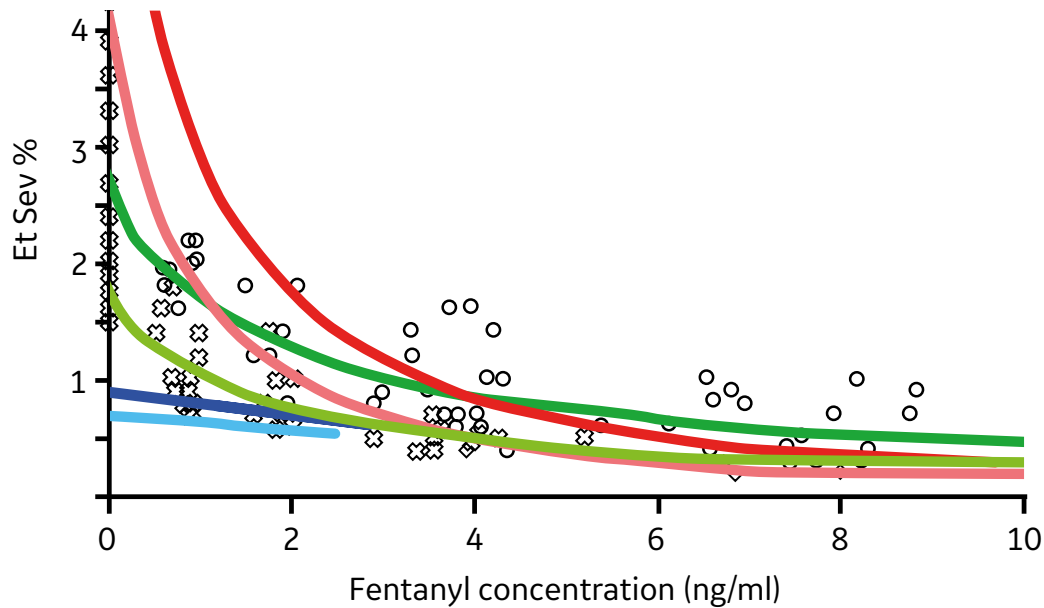


Ilustración 11: Curvas de interacción de opiáceos-agente inhalados

Las líneas de colores (isobolos) representan profundidades anestésicas similares. Desde un punto de vista pragmático, aumentar la profundidad anestésica se puede definir como pasar de las líneas azules a las verdes y rojas. Las líneas azules representan todas las concentraciones inhaladas posibles de agente y opiáceos que garantizan que el 50 % (azul claro) o el 95 % (azul oscuro) de los pacientes se muestran inconscientes ante la falta de estímulos quirúrgicos. Las líneas verdes representan todas las combinaciones que garantizan que el 50 % (verde claro) o el 95 % (verde oscuro) de los pacientes permanecen inmóviles tras una incisión quirúrgica (si no debieran emplearse relajantes musculares) e inconscientes ante la falta de estímulos quirúrgicos. Las líneas rojas representan todas las combinaciones que garantizan un control autónomo de la reacción al estrés en el 50 % (rojo claro) o el 95 % (rojo oscuro) de los pacientes.

Todas las opciones de selección rápida predeterminadas alcanzan o superan el 95 % de los isobolos objetivo que representan las distintas fases de la anestesia en el espectro anestésico más utilizado (Imagen 12).

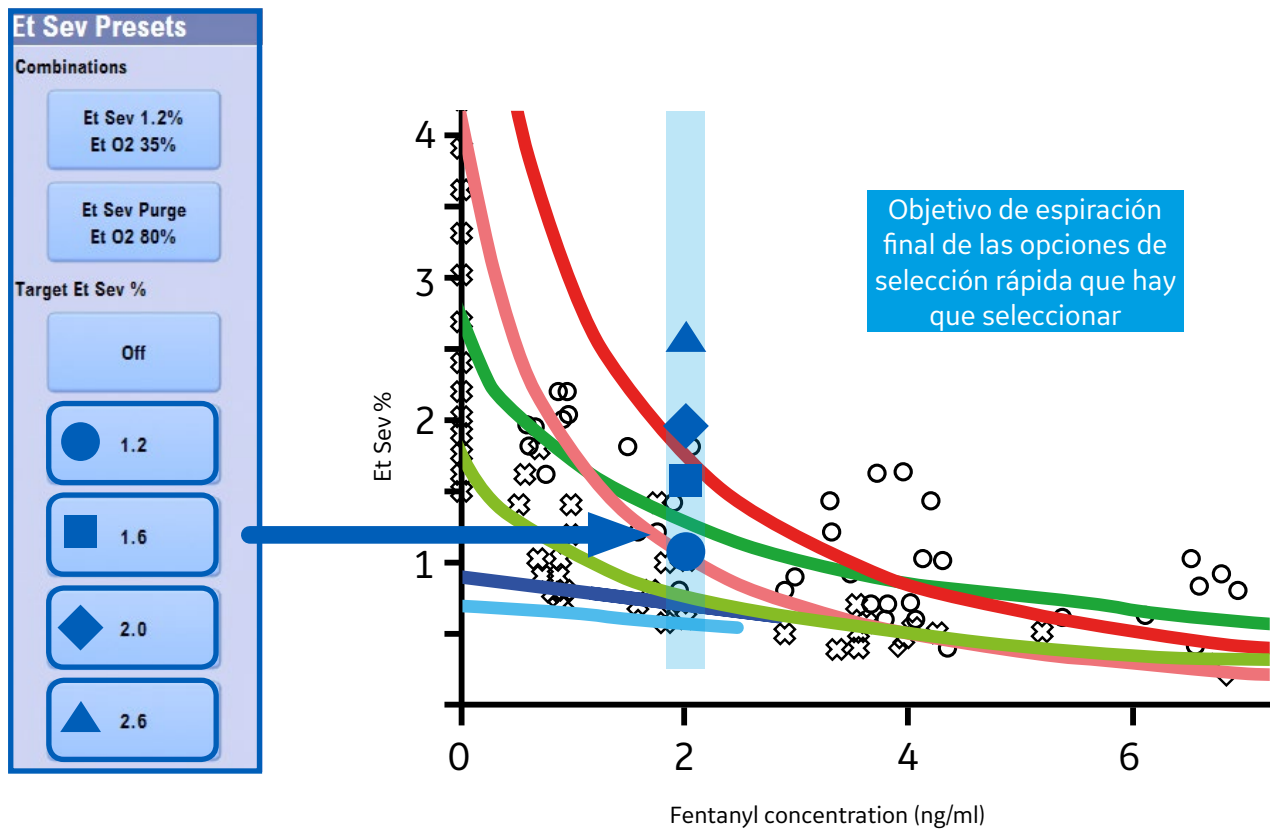


Ilustración 12: Las opciones de selección rápida predeterminadas y su ubicación correspondiente en el gráfico de Katoh se muestran aquí como ejemplo de 2 ng/ml de fentanilo, O<sub>2</sub>/aire

## Cómo y cuándo debe emplear el personal médico cada ajuste preestablecido de las opciones de selección rápida

**Et Sev Presets**

**Combinations**

- Et Sev 1.2%  
Et O<sub>2</sub> 35%
- Et Sev Purge  
Et O<sub>2</sub> 80%

**Target Et Sev %**

- Off
- 1.2
- 1.6
- 2.0
- 2.6

**Cuándo:** tras una inducción de tipo IV y en espera de la incisión; hacia el final de un caso (disminución)  
**Objetivo:** garantizar la hipnosis reduciendo la hipotensión al mínimo  
 0,6 CAM son suficientes para garantizar la hipnosis teniendo en cuenta los efectos del opiáceo y el propofol residual  
**Ergonomía:** un solo toque para seleccionar el O<sub>2</sub> y el agente

**Cuándo:** al final de un caso, cuando se busca un lavado alveolar rápido  
**Objetivo:** iniciar FGF>MV para evitar la reinhalación; reacción rápida  
 Un 80 % de O<sub>2</sub> reduce la atelectasia al mínimo  
**Ergonomía:** con un solo toque, la máquina incrementa el FGF y detiene el suministro del agente

**Cuándo:** para interrumpir el suministro del agente (el FGF no varía)  
**Objetivo:** lavado alveolar lento al final del procedimiento (disminución)  
 La histéresis disminuye: porcentaje de espiración final cercano al porcentaje del lugar de actuación en el sistema nervioso central  
 Si se ajusta hacia la CAM despierto (se debe monitorizar cuidadosamente), el despertar será rápido una vez se lave el agente con un FGF elevado. Ahorro adicional de agente (se puede mantener una profundidad suficiente durante un tiempo)

**Cuándo:** tras una inducción de tipo IV, en espera de una incisión quirúrgica; hacia el final del procedimiento (disminución)  
**Objetivo:** llegar a la hipnosis reduciendo la hipotensión al mínimo  
 0,6 CAM son suficientes para garantizar la hipnosis teniendo en cuenta los efectos del opiáceo y el propofol residual

**Cuándo:** unos minutos antes de la incisión quirúrgica (tres minutos de saturación e histéresis)  
**Objetivo:** llegar a la hipnosis, la inmovilidad y la atenuación de la reacción al estrés, si se añaden opiáceos  
 Punto máximo de sinergia según Katoh

**Cuándo:** en vistas a un estímulo quirúrgico intenso  
**Objetivo:** garantizar la inmovilidad sin relajantes musculares (si se añaden opiáceos)

**Cuándo:** en vistas a atenuar una reacción intensa al estrés (alternativa: más opiáceos, fármacos vasoactivos)

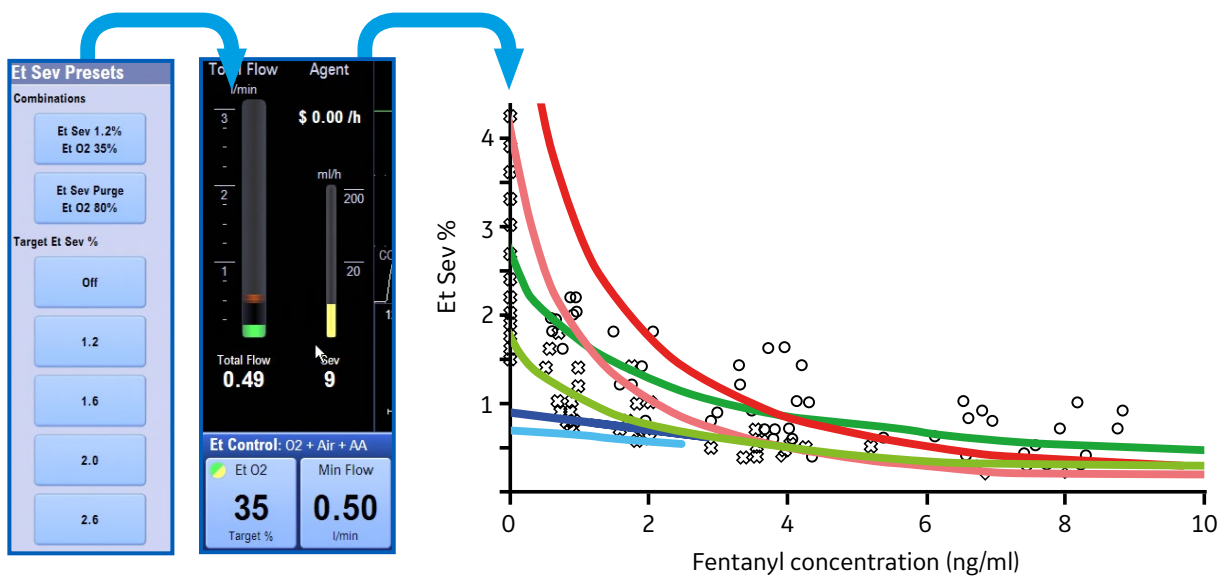
Ilustración 13: Fundamentos para elegir distintos porcentajes objetivo de sevoflurano de espiración final (Et Sev) en cada fase para mejorar el flujo de trabajo con la anestesia

Las opciones de selección rápida no determinan los objetivos clínicos finales; eso es responsabilidad del anestesista, quien debe utilizar el valor propuesto únicamente si emplea condiciones como las que se presentan en esta guía (anestesia combinada con agentes volátiles y opiáceos, sin el uso de N<sub>2</sub>O). Se debe tener en cuenta toda variación de tales condiciones para adaptar los niveles objetivo guardados como opciones de selección rápida. Asimismo, los anestesistas deben ajustar los niveles objetivo empleados en función de los efectos clínicos, tales como:

- La monitorización de la CAM que aparece en el monitor
- La observación de las herramientas de monitorización de hemodinámica y profundidad anestésica
- La toma en consideración de la dosis previa de fármacos hipnóticos y opiáceos
- El ajuste del uso de N<sub>2</sub>O
- La toma en consideración de la histéresis entre la concentración de espiración final y la del lugar de actuación (sistema central nervioso)

# Sumario

Gracias a la anestesia automatizada a bajos flujos, reforzada con los objetivos preestablecidos del agente (opciones de selección rápida), se pueden alcanzar rápidamente los distintos niveles de espiración final necesarios para conseguir la profundidad anestésica adecuada que el anestesista considere oportuna. Con las opciones de selección rápida, el personal médico puede utilizar la anestesia automatizada a bajos flujos con rapidez, facilidad y comodidad, adaptando la profundidad farmacológica de la anestesia a condiciones clínicas variables. De este modo se mejora el flujo de trabajo clínico y se evita la subdosificación y la sobredosificación de hipnóticos.



**Ergonomía mejorada**

**Menos residuos**

**Facilidad de ajuste**

**Profundidad anestésica adecuada, ajustada e integrada en el flujo de trabajo**

Al automatizar el suministro del agente inhalado hacia un determinado objetivo de espiración final, es posible ir directo al objetivo deseado. Se pone fin a las molestias causadas al ajustar manualmente los vaporizadores y atender a todas las oscilaciones, y se obtiene la profundidad anestésica deseada con mayor rapidez y precisión.



## Referencias

1. Singaravelu y Barclay (2013): "Automated control of end-tidal inhalation anaesthetic concentration using GE Aisys Carestation". *British Journal of Anaesthesia* 110 (4) 561-566
2. Tay et al. (2013): "Financial and environmental costs of manual versus automated control of end-tidal gas concentrations". *Anaesth Intensive Care* 41 95-101
3. Lucangelo et al. (2014): "End-tidal versus manually-controlled low-flow anaesthesia". *J Clin Monit Comput.* 28:117-121
4. van den Berg JP, Vereecke HE, Proost JH et al. (2017): "Pharmacokinetic and pharmacodynamic interactions in anaesthesia. A review of current knowledge and how it can be used to optimize anaesthetic drug administration". *Br J Anaesth.* 118 (1): 44-57
5. Reich DL, Hossain S, Krol M, Baez B, Patel P, Bernstein A, Bodian CA. (2005): "Predictors of hypotension after induction of general anesthesia". *Anesth Analg.* 101 (3): 622-8
6. Nafiu OO, Kheterpal S, Morris M, Reynolds PI, Malviya S, Tremper KK. (2009): "Incidence and risk factors for preincision hypotension in a noncardiac pediatric surgical population". *Paediatr Anaesth.* 19 (3): 232-9
7. Shafer SL (1998): "Principles of pharmacokinetics and pharmacodynamics". En: Longnecker DE, Tinker JH, Morgan GE Jr (ed.): "Principles and practice of anesthesiology", 2.ª edición. Mosby, San Luis, 1173
8. Stanski DR, Shafer SL (2005): "Measuring depth of anesthesia". En: Miller RD (ed.): "Miller's anesthesia", 6.ª edición. Elsevier Churchill Livingstone, Filadelfia, 1227-1264
9. Eger EI, Saidman LJ, Brandstater B (1965): "Minimum alveolar anesthetic concentration: a standard of *anesthetic* potency". *Anesthesiology* 26 (6): 756-63
10. Katoh T, Ikeda K. (1998): "The effects of fentanyl on sevoflurane requirements for loss of consciousness and skin incision". *Anesthesiology* 88 (1): 18-24
11. Katoh T, Kobayashi S, Suzuki A et al. (1999): "The effect of fentanyl on sevoflurane requirements for somatic and sympathetic responses to surgical incision". *Anesthesiology* 90: 398-405
12. Hendrickx JFA, De Wolf AM y Van Zundert AAJ. (2017): "Inhalational anesthetics". En: Oxford Textbook of Anaesthesia. Editado por Jonathan G Hardman, Philip M Hopkins y Michel M.R.F Struys. Oxford University Press

## Imagination at work

End Tidal Control (EtC) no está en venta en todos los mercados.  
No aprobado por la FDA estadounidense.

© 2019 General Electric Company – Todos los derechos reservados.

General Electric se reserva el derecho de realizar cambios en las especificaciones y características indicadas en este documento, y de interrumpir el producto o servicio descrito en cualquier momento y sin previo aviso ni obligación alguna. GE, el monograma de GE, Aisys y Aladin2 son marcas comerciales de General Electric Company. GE Healthcare, una división de General Electric Company.

JB61458XEd