

# Manual teórico práctico del circuito circular a flujos mínimos en Anestesiología

Todo lo que hay que saber  
para manejar un circuito semicerrado

El método M.A.A.S - Software D.M.R.

Jaume Mas Marfany



ergon

# MANUAL TEÓRICO PRÁCTICO DEL CIRCUITO CIRCULAR A FLUJOS MÍNIMOS EN ANESTESIOLOGÍA

*Todo lo que hay que saber para manejar un circuito semicerrado*

El método M.A.A.S. - Software D.M.R.

**DIRECTOR**  
**Jaume Mas Marfany**

**COLABORADORES**

---

**BEGOÑA BARA OLIVAN**

*Jefe Servicio Farmacia Hospitalaria.  
Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**JAUME CANET CAPETA**

*Jefe Servicio Anestesiología. Hospital Trias i Pujol.  
Badalona, Barcelona.*

**JESUS CANO ONCINS**

*Anestesiólogo. Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**LUIS LORENTE CAPARROS**

*Anestesiólogo. Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**M<sup>a</sup> DEL MAR MAS CRESPI**

*Ingeniero Técnico en Telecomunicaciones.*

**JAIME MAS MARFANY**

*M.D. Jefe Servicio Anestesia y Reanimación.  
Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**RAMÓN MARTÍN-LARRAURI CAMARILLO**

*Jefe de Servicio Anestesiología.  
Clínica Milagrosa. Madrid.*

**LLUIS MIQUEL MERCADÉ**

*Anestesiólogo. Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**DEMETRIO MULAS LOBATO**

*Anestesiólogo. Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**LORENZO PONZ GONZALEZ**

*Jefe servicio Anestesia y Reanimación.  
Hospital Oncológico. San Sebastian*

**JUÁN ROLDÁN OSUNA**

*Anestesiólogo. Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**CONSUELO RUIZ PÉREZ**

*Anestesiólogo. Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

**VICENTE SORRIBES ALCARAZ**

*Anestesiólogo. Hospital General de Catalunya.  
Sant Cugat del Vallés, Barcelona.*

---

*Dedicado a mi maestro  
Dr. Montón Raspall  
1920-1981*

*A mi familia*

---

---

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra

© 2012 Ergon  
C/ Arboleda, 1. 28221 Majadahonda (Madrid).  
Pza. Josep Pallach, 12. 08035 Barcelona.

ISBN: ???  
Depósito Legal: ????

# PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN

Este Manual Teórico-Práctico, en realidad es el resultado de más de cincuenta años de experiencia personal en el manejo de circuitos circulares a flujos mínimos. Desde la aparición del circuito circular de Sword por los años 30 del siglo pasado, hasta la descripción de la farmacocinética de los anestésicos volátiles, por Lowe y Ern en 1981 en el libro "Teoría y práctica de la anestesia Cuantitativa", este modelo de administración estuvo lleno de incógnitas para el anestesiólogo práctico. En la década de los 80 la aplicación de las fórmulas de "llenado", "captación" y "dosis total" descritas por estos autores dieron luz al comportamiento farmacocinético de los halogenados.

Las complejas fórmulas de estos autores, no tuvieron éxito en la práctica diaria por la dificultad de cálculos a la cabecera del enfermo.

En 1993, la aparición de la Normativa Europea EN740 para material sanitario obligó a los fabricantes de Estaciones de Anestesia, a incorporar a dichas estaciones, por una parte más condiciones de Estanqueidad, Precisión y Monitorización exigidas por la ley, y por otra el control de las fracciones inspiradas y espiradas de los gases respiratorios y anestésicos.

Esta exigencia ha permitido, gracias a la incorporación de la electrónica y la informática, resolver

todas las incertidumbres que rodeaban el uso de la anestesia en circuito cerrado.

A principio del siglo XXI, se comercializaron ya a gran escala estas Estaciones de Anestesia en nuestro país, y hoy prácticamente están instaladas en todos los centros sanitarios con Docencia para nuestra especialidad.

Este manual pretende de una forma simple, concisa y práctica, poner al alcance de los anesthesiólogos interesados en este modelo de administración más científico, racional, eficiente y ecológico, un instrumento de ayuda para la comprensión de los fenómenos farmacocinéticos que se producen en el binomio Paciente – Estación de Anestesia.

Se ha incorporado al libro un DVD, de 8 horas de duración, con figuras, cuadros e imágenes ilustrativas de los principios fundamentales que rigen el comportamiento conjunto "Paciente-Maquina". El DVD incluye las explicaciones de estas imágenes por el propio autor.

Recomendamos la compaginación de la lectura y la visualización de las video-conferencias capítulo a capítulo para una óptima comprensión de este manual.

Muchas gracias a todos los interesados por este tema. Es la mejor recompensa al esfuerzo realizado estos últimos años para que vieran la luz este libro y el DVD.

# AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar estas primeras líneas para agradecer a la Prof. Carmen Gomar Sancho su idea de publicar este manual. Su ánimo personal por todo aquello que represente un avance en el conocimiento científico me ha transmitido fuerza suficiente para avanzar en el difícil camino que se va desde la idea de una publicación hasta su aparición.

Mi agradecimiento a los Dres J. Canet Capeta, J.S. Hosp. Trias i Pujol (Barcelona), Lorenzo Ponz J.S. Hosp. Oncológico (S. Sebastián) y R. Martín Larrauri, J.S. Clínica Milagrosa (Madrid) por su colaboración en los capítulos donde ellos son muchísimo más expertos que yo y que con su cooperación proporcionan prestigio y autoridad a este libro.

Quiero agradecer también la colaboración de los Dres. L. Miquel Mercader, L. Lorente Caparrós, D. Mulas

Lobato, J. Roldán Osuna, V. Sorribes Alcaraz y C. Ruiz Pérez en la búsqueda de bibliografía y en la confección de esquemas, cuadros y figuras.

Mención especial a la Dra. B. Bara Olivan J.S. Farmacia Hospitalaria por el capítulo que describe la farmacocinética desde la visión del farmacólogo clínico.

Mi reconocimiento a M<sup>a</sup> del Mar Mas Crespi, Ing. Técnico en Telecomunicaciones, que sin su imprescindible aportación no habría sido posible esta publicación ni el desarrollo del Software D.M.R. instrumento clave para la comprensión de todo el proceso de administración de Anestésicos Halogenados.

Mi agradecimiento a la Editorial Ergon, en la persona del Sr. Julio Esteve, que han hecho el esfuerzo de hacer realidad mi sueño en momentos difíciles.

# PRÓLOGO

La obra “Manual teórico práctico del circuito circular a flujos mínimos” completa en 17 capítulos los conocimientos necesarios para una buena práctica de la anestesia inhalatoria, desde las bases fisiológicas y farmacológicas a la sofisticada informatización de la administración clínica, pasando por los aspectos de seguridad, monitorización y legislación.

Los 15 autores que colaboran en los diferentes capítulos son bien conocidos por su profundo conocimiento de las bases científicas del funcionamiento de los circuitos y la administración de gases, pero sobre todo son reconocidos por su capacidad de transferir conocimientos complejos de forma sencilla, lógica y adaptada al que aprende. Han participado en la formación de numerosos anestesiólogos en fisiopatología respiratoria y administración de la anestesia inhalatoria así como en el equipamiento y tecnología que se va desarrollando para ello.

El número de autores participantes y su experiencia están muy bien medidos de tal manera que el resultado es una obra cohesionada sin desigualdades en el tratamiento y profundidad que se da los distintos capítulos.

Esta obra es el resultado del proyecto personal y profesional del Dr. Jaume Mas Marfany durante muchos años. Culmina el trabajo docente y científico en el campo de la anestesia inhalatoria realizado durante tiempo y que ha influido en la práctica clínica de los anestesiólogos de nuestro país y ha propiciado que se desarrolle este campo por reconocidos anestesiólogos del entorno, la mayoría autores colaboradores en la obra. Es la culminación de la fructífera carrera profesional del Dr. Mas, orientada desde el inicio al los aspectos respiratorios de la anestesia y los cuidados críticos y en ella ha puesto los ingredientes que han caracterizado su perfil profesional y personal: entusiasmo, convicción, eliminación del empirismo en la práctica de la anestesia y una fuerte dosis de seducción para convencer y enseñar de forma próxima y atractiva.

En el proyecto que culmina en este libro, el Dr. Mas ha hecho esfuerzos científicos, prácticos y sobre todo docentes. La actividad docente del Dr. Mas Marfany en los aspectos que tratan los capítulos de “Manual teórico práctico del circuito circular a flujos mínimos” ha sido incansable durante estos años con cursos, talleres, formación en pequeños grupos y en el propio lugar de trabajo de los anestesiólogos en distintos hospitales, en los programas de formación de residentes, etc. Sin embargo, los esfuerzos también han sido humanísticos. Antes de que la cultura del ahorro sensato y la necesidad de evitar la contaminación ambiental convenciera y todos la fuéramos incorporando como un signo de ética profesional, el Dr. Mas justificaba con estas ventajas el uso racional de los circuitos de gases y especialmente los de bajos flujos.

Los anestesiólogos españoles hemos sido afortunados de tener entre nosotros las enseñanzas y el entusiasmo del Dr. Mas y también del grupo de autores colaboradores de esta obra para enseñarnos las bases científicas de la anestesia inhalatoria. Pero los circuitos y la anestesia inhalatoria han tenido también mucha suerte de que un anestesiólogo del prestigio, solvencia y reconocimiento del Dr. Jaume Mas Marfany se dedicara a ellos. Para todos fue una garantía desde el principio de que era un campo interesante y científico de nuestra profesión.

Creo que esta obra deja plasmada en papel una enorme tarea docente realizada y ha sido para mí un honor y una gran satisfacción personal y profesional prologarla.

**Prof. Dra. Carmen Gomar Sancho**

*Catedrática de Anestesiología y Reanimación*

*Universidad de Barcelona*

*Consultor Senior. Servicio de Anestesiología y Reanimación*

*Hospital Clinic de Barcelona*



# ÍNDICE

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. FÍSICA DE LOS GASES Y ANESTESIA</b>                                 | <b>1</b>   |
| <i>L. Lorente Caparros, J. Mas Marfany</i>                                |            |
| <b>2. FARMACOCINÉTICA DEL OXÍGENO Y DEL ÓXIDO NITROSO</b>                 | <b>7</b>   |
| <i>V. Sorribes Alcaraz, J. Mas Marfany</i>                                |            |
| <b>3. FARMACOCINÉTICA DE LOS ANESTÉSICOS HALOGENADOS</b>                  | <b>11</b>  |
| <i>B. Bara Olivan</i>   |            |
| <b>4. NUEVOS HALOGENADOS. NUEVAS POSIBILIDADES</b>                        | <b>19</b>  |
| <i>J. Canet Capeta</i>  |            |
| <b>5. CONCEPTO DE REINHALACIÓN. CLASIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS</b>        | <b>31</b>  |
| <i>L. Miquel Mercadé, J. Mas Marfany</i>                                  |            |
| <b>6. ANATOMÍA DEL CIRCUITO CIRCULAR: ELEMENTOS Y VARIANTES</b>           | <b>39</b>  |
| <i>J. Roldán Osuna, J. Mas Marfany</i>                                    |            |
| <b>7. ABSORCIÓN DE CO<sub>2</sub></b>                                     | <b>47</b>  |
| <i>L. Lorente Caparros, J. Mas Marfany</i>                                |            |
| <b>8. COMPORTAMIENTO DINÁMICO DEL CIRCUITO CIRCULAR A BAJOS FLUJOS</b>    | <b>49</b>  |
| <i>J. Mas Marfany, D. Mulas Lobato</i>                                    |            |
| <b>9. MANTENIMIENTO DEL CIRCUITO</b>                                      | <b>57</b>  |
| <i>C. Ruiz Pérez, J. Mas Marfany</i>                                      |            |
| <b>10. VENTAJAS DE LOS CIRCUITOS A BAJOS FLUJOS</b>                       | <b>63</b>  |
| <i>V. Sorribes Alcaraz, J. Mas Marfany</i>                                |            |
| <b>11. MONITORIZACIÓN: CAPNOGRAFÍA Y ANALIZADORES DE GASES</b>            | <b>69</b>  |
| <i>J. Cano Oncins, J. Mas Marfany</i>                                     |            |
| <b>12. UTILIZACIÓN CLÍNICA</b>  | <b>73</b>  |
| <i>D. Mulas Lobato, J. Mas Marfany</i>                                    |            |
| <b>13. SITUACIONES CLÍNICAS ESPECIALES</b>                                | <b>81</b>  |
| <i>D. Mulas Lobato, J. Mas Marfany</i>                                    |            |
| <b>14. CONTAMINANTES DEL CIRCUITO ANESTÉSICO</b>                          | <b>85</b>  |
| <i>R. Martín-Larrauri Camarillo</i>                                       |            |
| <b>15. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA Y CONSTRUCCIÓN DE ESTACIONES DE ANESTESIA</b> | <b>95</b>  |
| <i>L. Ponz Gonzalez</i>   |            |
| <b>16. EL SOFTWARE D.M.R.</b>   | <b>101</b> |
| <i>J. Mas Marfany, M.M. Mas Crespi</i>                                    |            |
| <b>17. CASOS PRÁCTICOS DE MANEJO DEL SOFTWARE D.M.R.</b>                  | <b>103</b> |
| <i>J. Mas Marfany</i>   |            |