

**TESIS DOCTORAL**

**ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD  
ANESTÉSICA MEDIANTE MÉTODOS  
ELECTROENCEFALOGRÁFICOS**

**MAYLIN KOO GÓMEZ**

# **ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD ANESTÉSICA MEDIANTE MÉTODOS ELECTROENCEFALOGRÁFICOS**

**Dirigida por: Dr. Antoni Sabaté Pes  
Dr. Eduardo Jaurrieta Mas**

Departamento de Cirugía y Especialidades Quirúrgicas  
(Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor)

División de Ciencias de la Salud  
Universidad de Barcelona

**Tesis doctoral presentada por Maylin Koo Gómez para  
optar al grado de doctor en medicina.**

**Barcelona, Febrero 2004**



La ignorancia afirma o niega rotundamente;

la ciencia duda.

François Marie Arouet Voltaire

A mi madre,  
que siempre me acompaña.

## AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia que ha recorrido la vida conmigo, sobre todo a aquellos que ya no están ahora. Ellos fueron los primeros en contribuir a mi formación y en confiar en mi capacidad intelectual. De forma especial quiero agradecer a mi madre todo aquello que de una forma directa o indirecta hizo para transmitir que el estudio es el pilar principal de la formación.

A Toni Sabaté, company que ha sabut donar-me ànims en els moments de feblesa i fer-me entendre la importància de la realització de la tesi doctoral.

Al Dr. Jordi Cochs, que gracias a su confianza en la electroencefalografía como medida de la profundidad anestésica y a la confianza depositada en mi, insistió en que realizara los primeros estudios sobre el tema.

A los directores de esta tesis, el Dr. Eduardo Jaurrieta y el Dr. Antoni Sabaté, que han sido los brazos conductores para su realización.

Un agradecimiento especial al equipo quirúrgico que a través de sus enfermos y de la cirugía han contribuido en los estudios en los que se sustenta la tesis doctoral. Al equipo de enfermería, auxiliares de enfermería, y a todo el personal de quirófano que de forma constante han estado allí para conseguir todos los detalles necesarios para las intervenciones sobre los pacientes. Quiero agradecer también a los celadores como parte importante del equipo que con su trabajo diario contribuyen al buen funcionamiento quirúrgico.

Por último y no menos importante, un agradecimiento a todos los compañeros y compañeras anesthesiólogos que han estado conmigo; que con su voluntad de enseñanza, de colaboración y de intercambio, han hecho posible mi correcta formación como anesthesióloga.

Gracias a todos.

## INDICE

1. Introducción
2. Hipótesis de trabajo
3. Objetivos del estudio
4. Fundamentos de la tesis
  - 4.1. Acto anestésico
    - 4.1.1. Inducción anestésica
    - 4.1.2. Mantenimiento anestésico
    - 4.1.3. Recuperación anestésica
  - 4.2. Componentes de la anestesia
  - 4.3. Medida del acto anestésico
    - 4.3.1. Farmacocinética
      - 4.3.1.1. Anestésicos endovenosos
      - 4.3.1.2. Anestésicos inhalatorios
    - 4.3.2. Farmacodinamia
  - 4.4. Concepto de profundidad anestésica
    - 4.4.1. Anestésicos inhalatorios. Concepto de CAM
    - 4.4.2. Anestésicos endovenosos. Concepto de MIR
    - 4.4.3. Métodos utilizados para la medida de la profundidad anestésica
      - 4.4.3.1. Signos clínicos
      - 4.4.3.2. Monitorización instrumental
  - 4.5. Monitorización electroencefalográfica
    - 4.5.1. Actividad eléctrica cerebral
    - 4.5.2. La electroencefalografía convencional
    - 4.5.3. Electroencefalografía y anestesia
    - 4.5.4. Electroencefalografía computerizada
      - 4.5.4.1. Electroencefalografía computerizada y anestesia
5. Material y métodos
  - 5.1. Primera fase del estudio
  - 5.2. Segunda fase del estudio
  - 5.3. Tercera fase del estudio
6. Resultados
  - 6.1. Primera fase del estudio
    - 6.1.1. Datos hemodinámicos
    - 6.1.2. Datos electroencefalográficos

- 6.2. Segunda fase del estudio
  - 6.2.1. Fase de inducción. Cambios electroencefalográficos y hemodinámicos.
  - 6.2.2. Fase de mantenimiento. Cambios electroencefalográficos y hemodinámicos.
  - 6.2.3. Fase de recuperación. Cambios electroencefalográficos y hemodinámicos.
- 6.3. Tercera fase del estudio
  - 6.3.1. Datos hemodinámicos
  - 6.3.2. Valores del BIS y concentración espirada de sevoflurano
  - 6.3.3. Valoración de la escala del dolor
- 7. Discusión
  - 7.1. Patrón electroencefalográfico del desflurano a diferentes concentraciones
  - 7.2. Diferenciación de las diferentes fases de la anestesia
  - 7.3. Influencia de la morfina epidural en los requerimientos de desflurano medido a través del índice bispectral
  - 7.4. Diferenciación del estado de consciencia-inconsciencia
  - 7.5. Profundidad anestésica
  - 7.6. Concentración anestésica y el electroencefalograma
  - 7.7. Resumen
- 8. Conclusiones
- 9. Bibliografía
- 10. Apéndice: Publicaciones relacionadas con la tesis doctoral

## INDICE NUMERADO

1. Introducción	1
2. Hipótesis de trabajo	4
3. Objetivos del estudio	7
4. Fundamentos de la tesis	9
5. Material y métodos	45
6. Resultados	52
7. Discusión	65
8. Conclusiones	81
9. Bibliografía	83
10. Apéndice: publicaciones relacionadas con la tesis	95

## PRINCIPALES ABREVIATURAS

- $\mu\text{g}/\text{kg}$  = Microgramo por kilogramo
- $\mu\text{g}/\text{ml}$  = Microgramos por mililitro
- $\mu\text{V}$  = Microvoltios
- ASA = American society of anesthesia
- BIS = Índice bispectral
- BIS<sub>50</sub> = Valor de BIS límite para la pérdida de la consciencia en el 50% de los pacientes.
- BIS<sub>95</sub> = Valor de BIS límite para la pérdida de la consciencia en el 95% de los pacientes.
- BSR = Burst supresión ratio
- c/s = Ciclos por segundo
- CAM = Concentración alveolar mínima que inhibe el movimiento frente a la incisión quirúrgica en el 50% de los pacientes.
- CAM<sub>95</sub> = Concentración alveolar mínima que inhibe el movimiento frente a la incisión quirúrgica en el 95% de los pacientes.
- CAM<sub>99</sub> = Concentración alveolar mínima que inhibe el movimiento frente a la incisión quirúrgica en el 99% de los pacientes.
- CAM<sub>awake</sub> = Concentración alveolar mínima que previene la respuesta verbal en el 50% de los pacientes.
- CAM<sub>bar</sub> = Concentración alveolar mínima que inhibe la respuesta autonómica frente a la incisión quirúrgica en el 50% de los pacientes.
- CAM cardiovascular = Concentración alveolar mínima que inhibe la respuesta adrenérgica, medida mediante la concentración de catecolaminas en la sangre, frente a la incisión quirúrgica en el 50% de los pacientes.
- CAM intubación = Concentración alveolar mínima que previene la aparición de movimiento o de tos durante la intubación orotraqueal en el 50% de los pacientes
- CO<sub>2</sub> = Dióxido de carbono.
- CSA = Compressed spectral array
- DE50 = Dosis efecto
- DL 50 = Dosis letal
- DSA = Density spectral array
- ECG = Electrocardiograma
- EEG = Electroencefalograma

- EEI = Esfínter esofágico inferior
- EVA = Escala visual analógica
- FA/FI = Fracción alveolar/Fracción inspirada
- FC = Frecuencia cardíaca
- FeCO<sub>2</sub> = Fracción espirada de monóxido de carbono
- FeDesf = Fracción espirada de desflurane
- FiDesf = Fracción inspirada de desflurane
- FP1- FP2 = Frontoparietal izq – frontoparietal dcho
- G. B = Grupo bupivacaina
- G. BM = Grupo bupivacaina -morfina
- Hz = Hertz
- IOT = Intubación orotraqueal
- K = Potasio
- LE = Límite espectral
- LE50 = Límite espectral que deja por debajo el 50 % de la potencia del EEG
- LE90 = Límite espectral que deja por debajo el 90 % de la potencia del EEG
- LE95 = Límite espectral que deja por debajo el 95 % de la potencia del EEG
- mg/kg = Miligramos por kilogramo
- mg/kg/h = Miligramos por kilogramo por hora
- min = Minutos
- MIR = Minimum infusion rate
- mmHg = Milímetros de mercurio
- mV = Milivoltios
- N<sub>2</sub>O = Óxido nitroso
- Na = Sodio
- O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O = Relación oxígeno respecto óxido nitroso
- OAA/S = Observer's Assesment Alertness/Sedation
- PaO<sub>2</sub> = Presión arterial de oxígeno
- PRST = Pressure, heart rate, sweating, tears
- RPQ = Reanimación post-quirúrgica
- SatO<sub>2</sub> = Saturación arterial de oxígeno
- SEF95 = Spectral edge frequency 95
- SNC = Sistema nervioso central
- TAD = Tensión arterial diastólica
- TAM = Tensión arterial media
- TAS = Tensión arterial sistólica