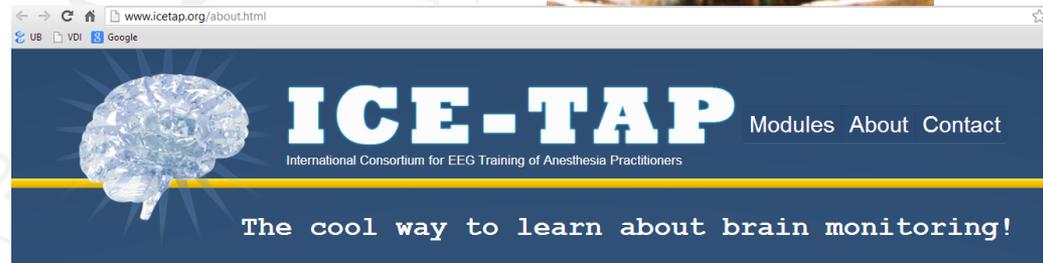
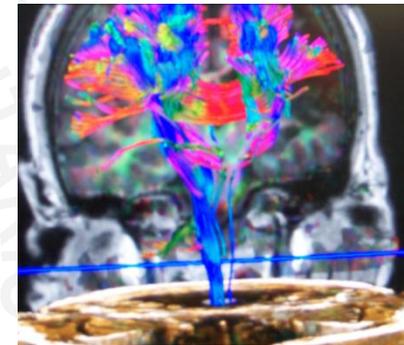
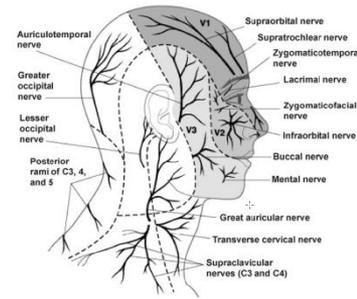


# Cirugía de la epilepsia: Aspectos anestésico-quirúrgicos

Dra. Neus Fàbregas



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



# FEEN: Informe sociosantario FEEN sobre la epilepsia en España

R. García-Ramos<sup>a,e,\*</sup>, A. García Pastor<sup>b,e</sup>, J. Masjuan<sup>c,e</sup>, C. Sánchez<sup>d,e</sup> y A. Gil<sup>b,e</sup>

Neurología. 2011;26(9):548—555

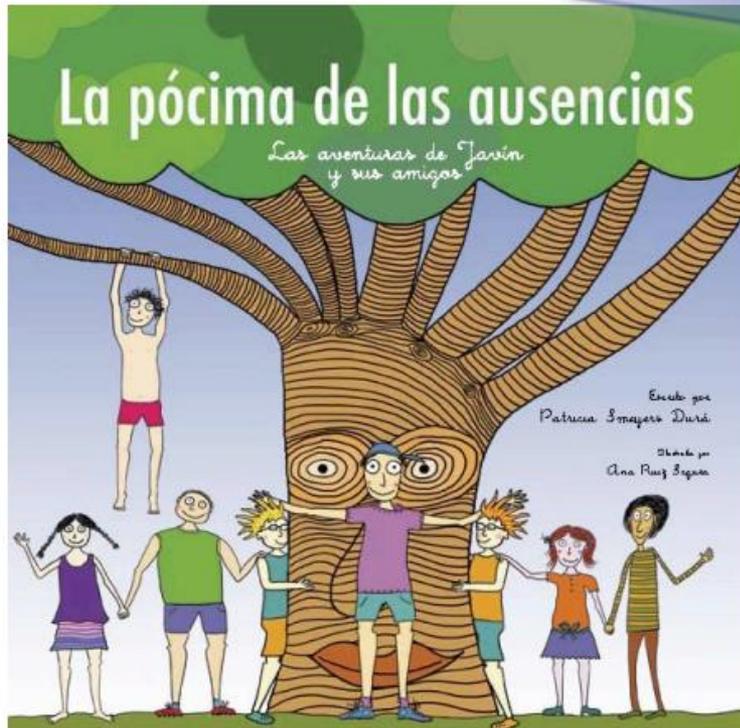
*Desarrollo:* Se ha realizado una búsqueda en Medline sobre lo publicado hasta 2010 y una revisión de los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística. En España hay alrededor de 400.000 pacientes con epilepsia. Aproximadamente el 5-10% de la población experimentará una crisis a lo largo de su vida y hasta un 20% de éstos tendrán crisis recurrentes. Los ingresos hospitalarios por epilepsia suponen 35 pacientes por cada 100.000 enfermos dados de alta en un hospital. Un paciente epiléptico tiene dos o tres veces más riesgo de morir que un no epiléptico. El total del coste medio de recursos anual de un paciente farmacorresistente en España es de 6.935 euros. El coste total de la epilepsia prevalente según datos del 2000 puede suponer alrededor del 5% del presupuesto total de Sanidad.



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

2014

NOVEDAD



**SEN** Grupo de Epilepsia

**Patricia Smeyers Durá**

*Doctorada Cum Laude en Genética.*

*Especialista en Neurología y*

*Neurofisiología. Acreditada en*

*Neuropediatría. Hospital Universitario y*

*Politécnico La Fe de Valencia*



**feen**

fundación española de enfermedades neurológicas



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013**

2014

TABLA 1

**Posibles efectos secundarios de los fármacos anticomiciales**

Nombre comercial	Fármaco	Efectos secundarios
Epanutin Fenitoína Rubio Neosidantofna Sinergina	Fenitoína	Hiperplasia gingival, hirsutismo, anemia megaloblástica, rash cutáneo, ataxia, mareo, diplopía, nistagmo.
Tegretol Carbamazepina (Alter, Normon)	Carbamazepina	Ataxia, mareo, diplopía, anemia, aplásica, rash, Síndrome Steven Johnson, leucopenia.
Depakine	Ácido Valproico	Náuseas, vómitos, hepatotoxicidad, trombopenia, pancreatitis, encefalopatía, temblor.
Depamide	Valproamida	Derivado del ácido valproico, mismos efectos secundarios.
Luminal, Gardenal, Gatrusminal Luminaletas	Fenobarbital	Sedación, depresión del sistema nervioso central (SNC), anemia megaloblástica.
Crisomet, Labileno, Lamictal	Lamotrigina	Rash cutáneo. Anomalías hepáticas alteraciones hemáticas. Edema facial, Precaución en asociación con ácido valproico, el cual duplica la concentración sanguínea de lamotrigina.
Topamax	Topiramato	Acidosis metabólica somnolencia, ataxia y confusión.
Sabrilix	Vigabatrina	Neutropenia, disminución de hemoglobina en sangre, reducción del campo visual. Somnolencia, psicosis.
Etoxusimida Faes Zarontin	Etoxusimida	Náuseas, vómitos, cefalea, parkinsonismo.
Mysoline	Primidona	Similar a Fenobarbital.
Taloxa	Felbamato	Insomnio, cefalea, anorexia, somnolencia, emesis, pérdida de peso y mareos incidencia relativamente alta de anemia aplásica algunas veces fatal y alteración hepática.
Neurontin, Gabatur Gabapentina (Alter, Bexal, géminis, Kern, Ratiopharm, Rubio)	Gabapentina	Somnolencia, ataxia y mareos. A altas dosis puede producir, flatulencia, diarrea y mioclonias.
Zonegran	Zonisamida	Nefrolitiasis, anorexia, náuseas y ataxia.
Rivotril	Clonazepan	Somnolencia, fatiga, mareo, hipotonía muscular, trastornos de la coordinación. Raros trastornos sanguíneos. Alteración de las pruebas hepáticas.
Ospolot	Sultiamo	Hiperventilación, inquietud, ataxia, parestesias.
Gabitril	Tiagabina	Mareos, náuseas, astenia, intranquilidad, alteración en la concentración, letargia y depresión.
Trileptal	Oxcarbazepina	Mareos, cefalea, diplopía, náuseas, emesis, ataxia e hiponatremia, rash.
Keppra	Levetiracetam	Astenia, incoordinación, labilidad emocional y ansiedad.



Iturri F et al. Rev Esp Anesthesiol Reanim 2010;57:431-8

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Perioperative Seizures in Patients with a History of a Seizure Disorder

Adam D. Niesen, MD, Adam K. Jacob, MD, Lucyna E. Aho, RN, Emily J. Botten, RN, Karen E. Nase, RN, Julia M. Nelson, RN, and Sandra L. Kopp, MD

**RESULTS:** During the 6-year study period, 641 patients with a documented seizure disorder were admitted for at least 24 hours after an anesthetic. Twenty-two patients experienced perioperative seizure activity for an overall frequency of 3.4% (95% confidence interval, 2.2%–5.2%). The frequency of preoperative seizures ( $P < 0.001$ ) and the timing of the most recent seizure ( $P < 0.001$ ) were both found to be significantly related to the likelihood of experiencing a perioperative seizure. As the number of antiepileptic medications increased, so did the frequency of perioperative seizures ( $P < 0.001$ ). Neither the type of surgery nor the type of anesthetic (general anesthesia, regional anesthesia, or monitored anesthesia care) affected the frequency of perioperative seizures in this patient population.

**CONCLUSIONS:** We conclude that the majority of perioperative seizures in patients with a preexisting seizure disorder are likely related to the patient's underlying condition. The frequency of seizures is not influenced by the type of anesthesia or procedure. Because patients with frequent seizures at baseline are likely to experience a seizure in the perioperative period, it is essential to be prepared to treat seizure activity regardless of the surgical procedure or anesthetic technique. (Anesth Analg 2010;111:729–35)



## Table 1 Classification of seizures

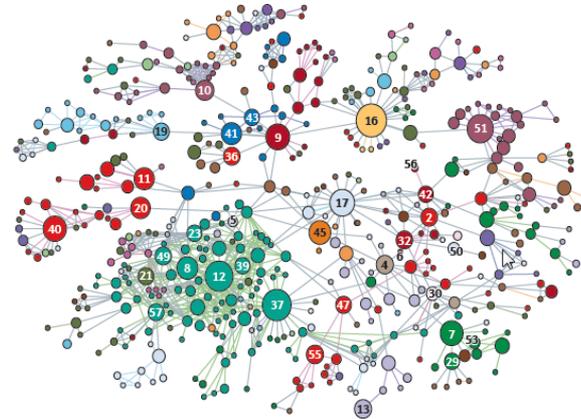
Partial seizures	Simple Complex Partial onset with generalization
Generalized seizures	Inhibitory Absence Atonic Excitatory Myoclonic Clonic Tonic
Pseudoseizures	
Nonepileptic seizures	

Kofke WA. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2010,23:391–399



Glass Brain Project, Adam Gazzaley,  
UCSF <http://neuroscapelab.com>

Aa Human disease network



AL Barabasi. *Nature Reviews* 2011

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



# Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems

Ed Bullmore\*\* and Olaf Sporns<sup>§</sup>

Nature Reviews | **Neuroscience** 2009;10:187-98

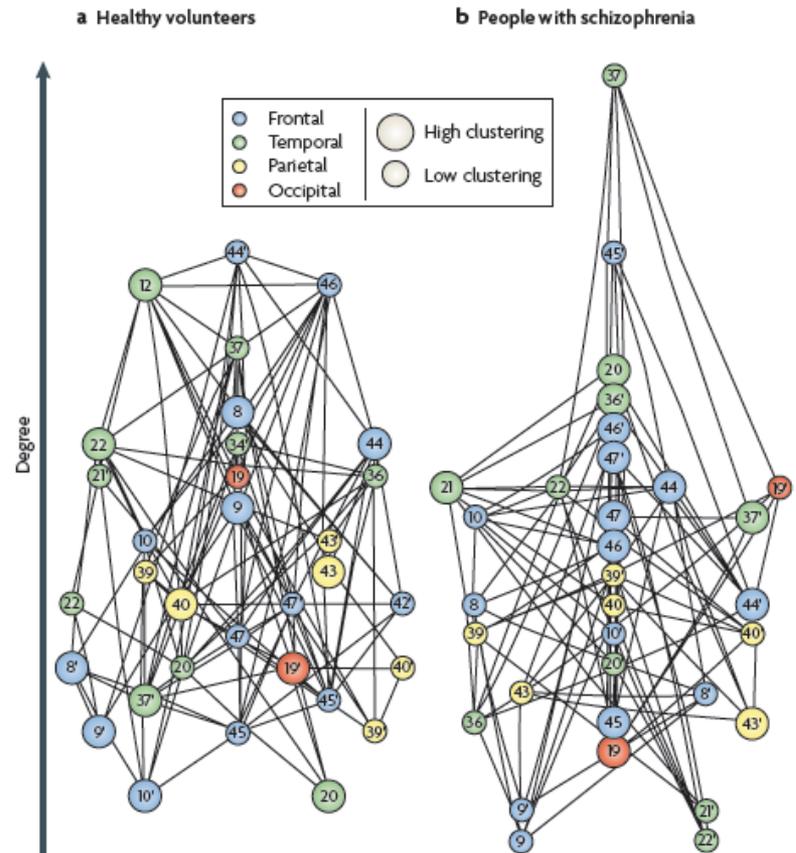
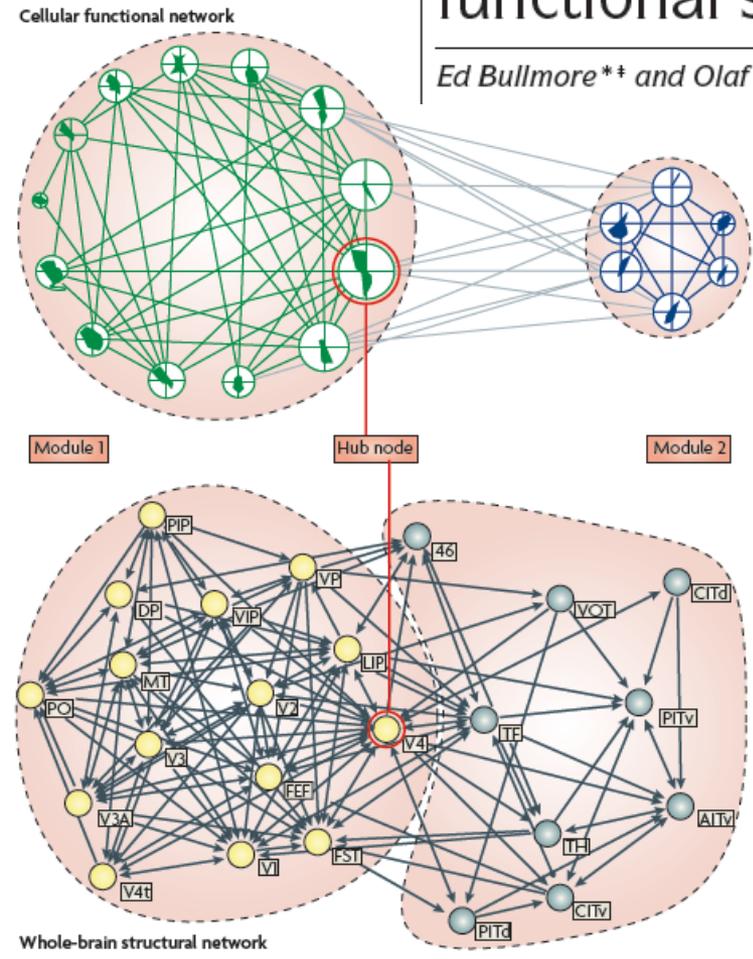
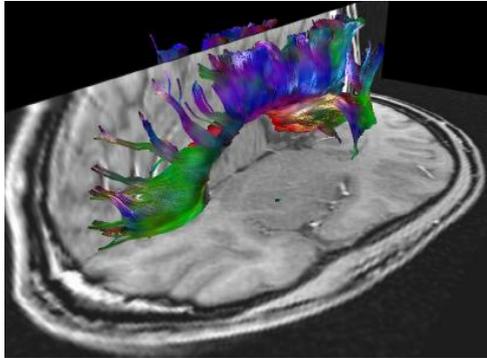


Figure 3 | Disease-related disorganization of brain anatomical networks derived from structural MRI data. In both parts, the nodes (circles) represent cortical regions

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013





30-60% quedan libres de crisis

<50% candidatos a cirugía de resección focal

20%-40% refractarios al tratamiento médico

**Pacientes epilépticos**

Nowell M, et al. J Neurol Neurosurg Psychiatry .2014 doi:10.1136/jnnp-2013-307069



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Presurgical Evaluation of Patients with Epilepsy: The Role of the Anesthesiologist

Anesth Analg 2013;116:881–8

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA, Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC,  
and Pirjo Manninen, MD, FRCPC

La evaluación prequirúrgica incluye un conjunto de exploraciones invasivas y no invasivas realizadas por un equipo multidisciplinar: neurólogo, neurocirujano, neuropsicólogo, neurorradiólogo y anestesiólogo.

European Standards.  
European Federation of Neurological Societies Task Force  
Eur J Neurol 2000;7:119-122

## Table 1. Outline of the Review

1. Introduction
2. Principles of localization of the seizure
3. Methods of presurgical evaluation
  - A. Imaging
    - a) Techniques: CT, MRI, SPECT, PET, MSI
    - b) Anesthesiologist role
      - a. Anesthesia for imaging techniques
      - b. Pharmacoadaptation
  - B. Electrophysiology
    - a) Techniques: surface EEG, intracranial EEG
    - b) Anesthesiologist role
      - a. Anesthesia for electrophysiologic techniques
      - b. Pharmacoadaptation
  - C. Functional assessment
    - a) Techniques: neuropsychological assessment, fMRI, Wada test
    - b) Anesthesiologist role
      - a. Anesthetic drugs for Wada test
4. Conclusion

CT = computed tomography; EEG = electroencephalography; fMRI = functional magnetic resonance imaging; MRI = magnetic resonance imaging; MSI = magnetic source imaging; PET = positron emission tomography; SPECT = single photon emission computed tomography.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

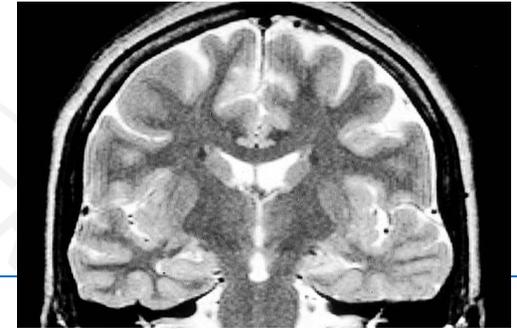
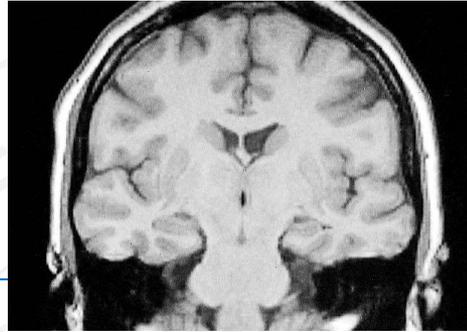


# Pruebas de imagen

## Resonancia Magnética:

Para descartar la existencia de lesiones estructurales en pacientes con epilepsia focal:

- **esclerosis del hipocampo,**
- **displasia cortical focal,**
- tumores de bajo grado,
- malformaciones vasculares,
- gliosis.

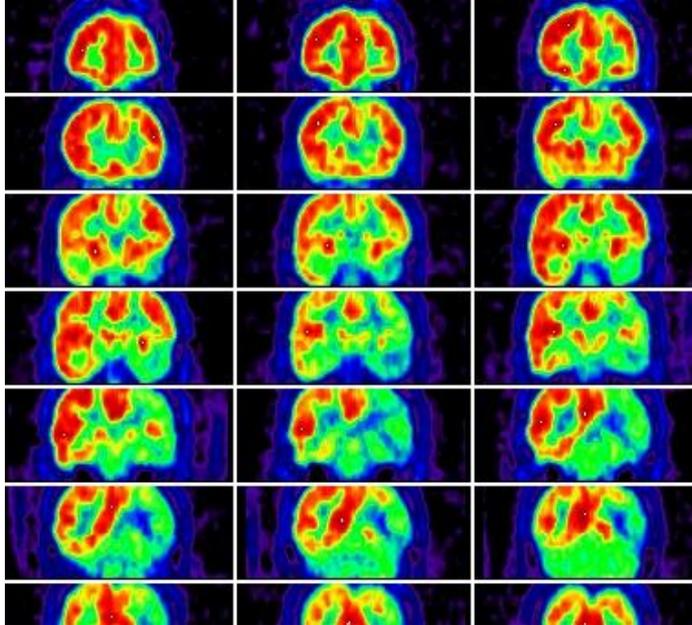


## Tomografía por emisión de foton único (SPECT)

- **Es la única exploración capaz de visualizar la zona ictal.**
- Se administra  $^{99m}\text{Tc}$  endovenoso (amina lipofílica que cruza la BHE y forma un complejo hidrofílico que queda atrapado dentro de la célula) durante la crisis.
- El aumento de flujo sanguíneo cerebral en la zona durante la crisis permite que se capten niveles altos de marcador. En 2 minutos se completa la captación y el SPECT se puede realizar dentro de las 4 horas siguientes a la inyección.

**Anesth Analg 2013;116:881-8**





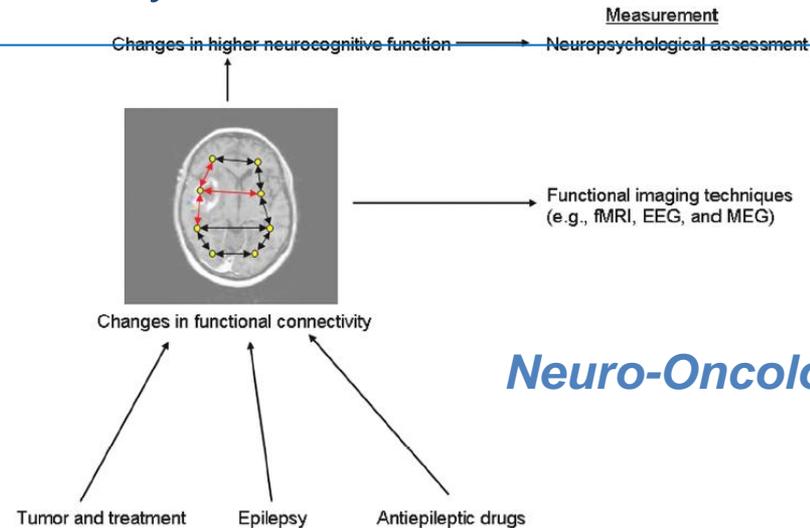
Anesth Analg 2013;116:881–8

### Tomografía por emisión de positrones (PET)

- Utiliza el marcador 18-fluorodeoxiglucosa para medir la captación neuronal de glucosa de forma que podamos ver el metabolismo celular.
- Las áreas de hipometabolismo pueden indicar la zona epileptógena.
- Se realizan durante el periodo entre crisis (inter ictal) y objetiva las zonas del cerebro que funcionan anormalmente entre los periodos de crisis.
- Puede sobrestimar las zonas hipométabólicas y suele ser una investigación suplementaria en pacientes con RM negativa.

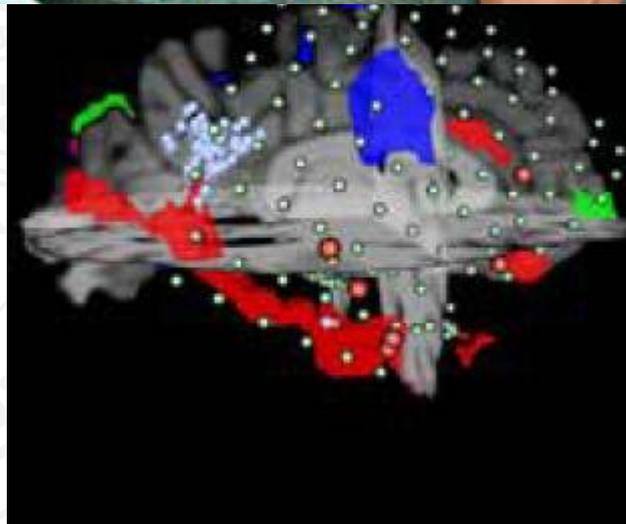
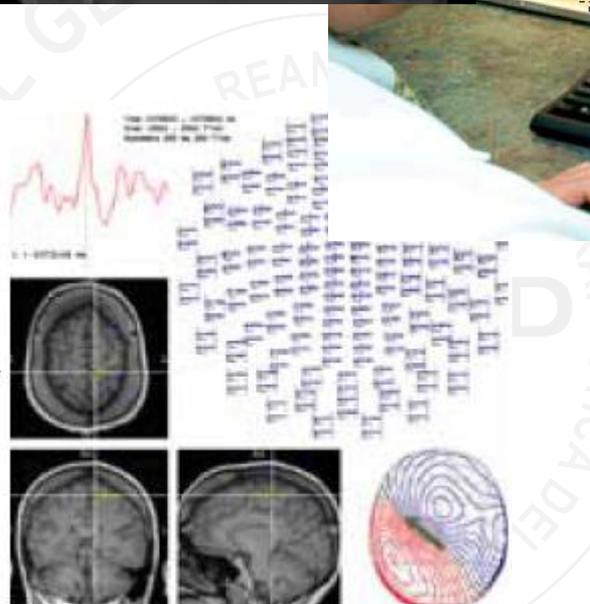
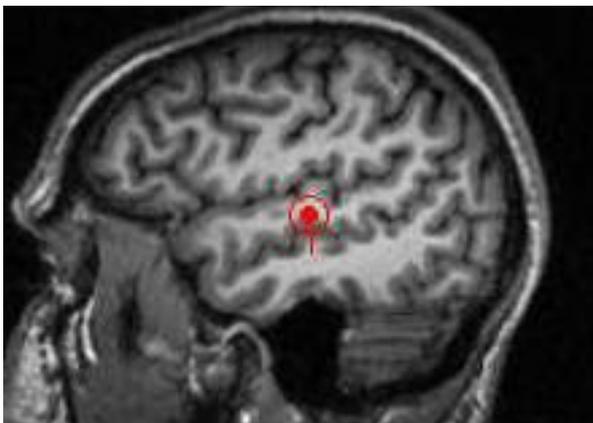


- Mide las señales magnéticas generadas por la actividad eléctrica cerebral normal.
- Proporciona información sobre la actividad neural evocada y espontánea y sobre su localización.
- Gráficamente es similar al EEG pero es un proceso electrofisiológico distinto. Recoge corrientes eléctricas intracelulares, el EEG extracelulares.
- Se utiliza en pacientes con RM normal o cuando se sospecha origen multifocal.
- Se combina la RM y la MEG para producir un mapa anatómico detallado entre la estructura cerebral y la función.



*Neuro-Oncology 10, 734–744, 2008*



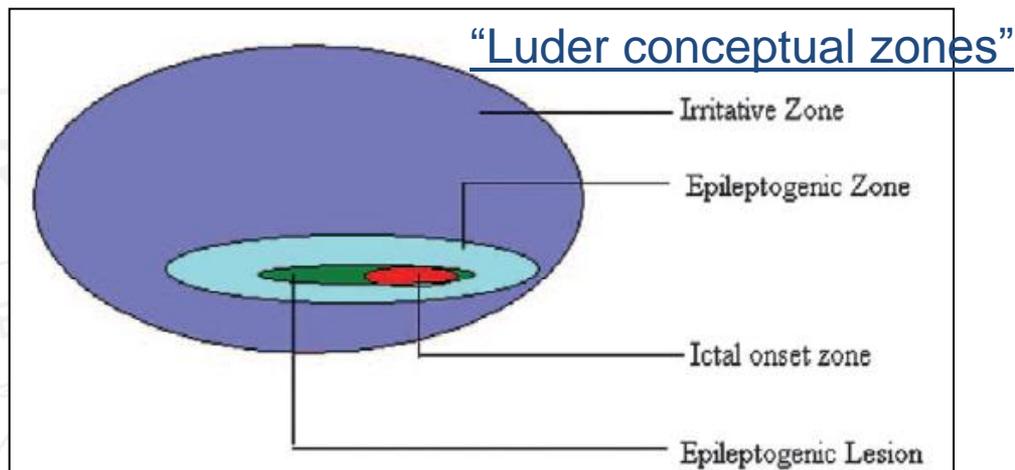


**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua**  
**Valencia 9 de Diciembre de 2013**  
**[clevelandclinic.org/epilepsy](http://clevelandclinic.org/epilepsy)**

# Localizar el foco de las crisis (zona epileptogénica) e identificar las áreas funcionales elocuentes cercanas

## Valoración prequirúrgica

Anesth Analg 2013;116:881–8



**Table 2. Conceptual Zones and Lesions of the Cortex**

Name	Definition	Tests
Epileptogenic lesion	Structural lesion that is causally related to the epilepsy	MRI
Epileptogenic zone	Region of cortex that can generate epileptic seizures. By definition, total removal or disconnection of the epileptogenic zone is necessary and sufficient for seizure freedom.	No direct tests
Ictal onset zone	Region where clinical seizures originate	EEG, PET, SPECT
Irritative zone	Cortex that generates abnormal EEG discharges between seizures called interictal spikes	Video EEG, ECoG MEG, PET, SPECT
Functional deficit zone	Region of cortex that in the interictal period is functionally abnormal	Neurophysiologic test, fMRI, nonepileptiform EEG or MEG abnormalities

ECoG = electrocorticography; EEG = electroencephalography; fMRI = functional magnetic resonance imaging; MEG = magnetoencephalography; MRI = magnetic resonance imaging; PET = positron emission tomography; SPECT = single photon emission computed tomography.



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua**  
**Valencia 9 de Diciembre de 2013**

## Kofke WA. Current Opinion in Anaesthesiology 2010,23:391–399

**Table 2 Proconvulsant and anticonvulsant properties of anesthetics**

Anesthetic	Human		Animal		References
	Proconvulsant	Anticonvulsant	Proconvulsant	Anticonvulsant	
Nitrous oxide	+	–	++	---	[7,10,16–19]
Isoflurane	++	+++		+++	[20,17,21–27]
Sevoflurane	++			+++	[28–30]
Desflurane	++	---			[31,32,20]
Thiopental	++	+++		+++	[12,13,16,33–41]
Methohexital	+++	+++			[40,42–48]
Etomidate	+++	+++			[40,49–60]
Benzodiazepines	---	+++		+++	[16,61–71]
Ketamine	++	++		+++	[16,60,72–76]
Propofol	++	++			[41,77–84]
Opioids	+++		+++	++	[7,10,14,19,85–106]

Positive studies: +, isolated case; ++, several cases (1–5); +++, reproducible, controlled studies or many cases. Negative studies: –, isolated case; ---, several cases (1–5); ----, reproducible, controlled studies or many cases. Adapted with permission from Kofke *et al.* [107].



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013**



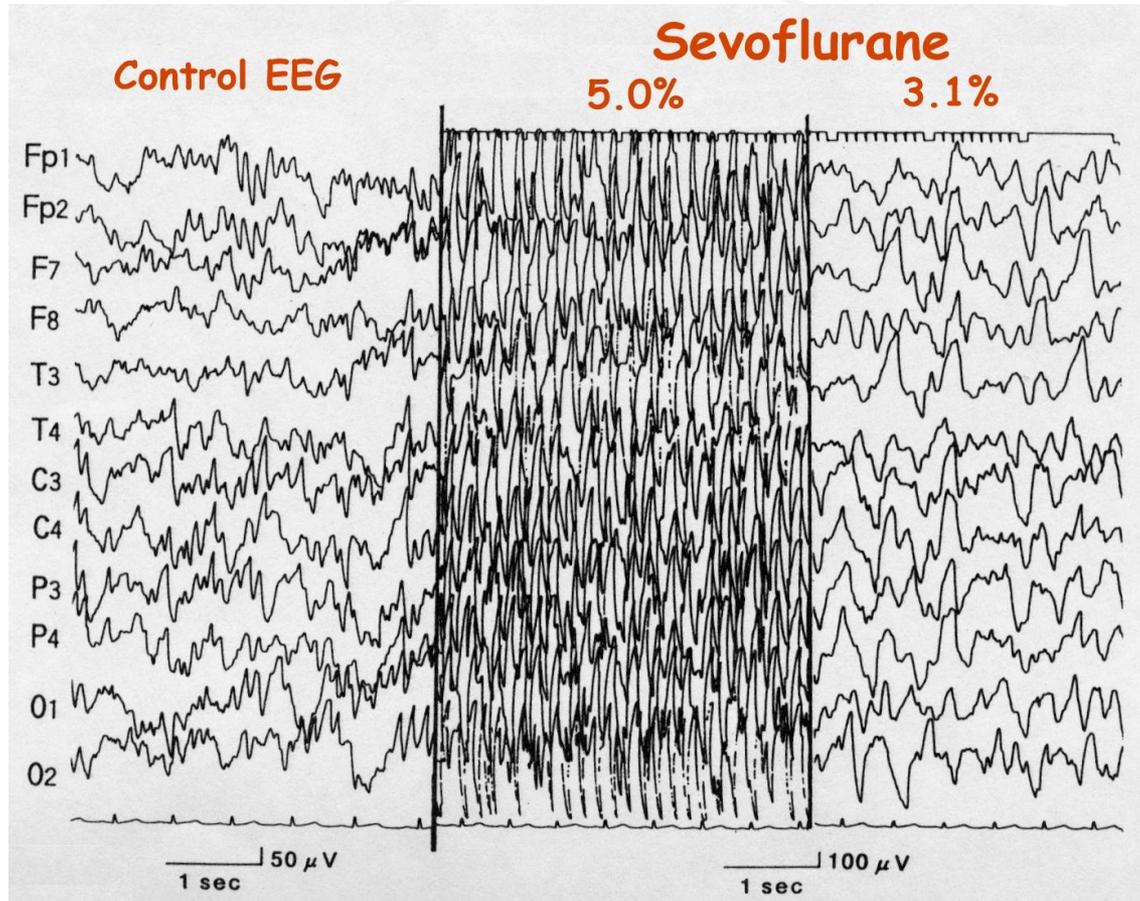
## Crisis comiciales Intraop en cirugía de la epilepsia



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
 Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Electrical seizures during sevoflurane anesthesia in two pediatric patients with epilepsy

Komatsu et al. Anesthesiology 1994;81:1535-7

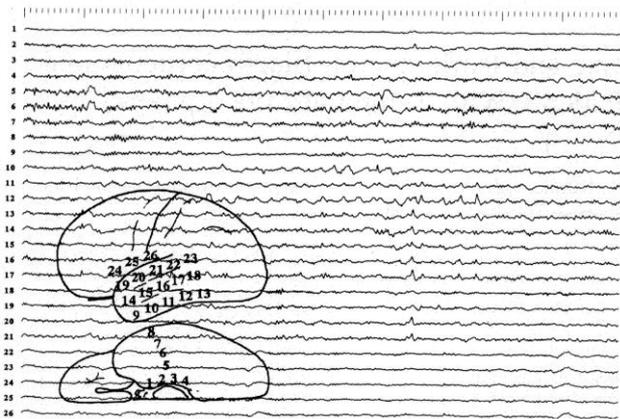


SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

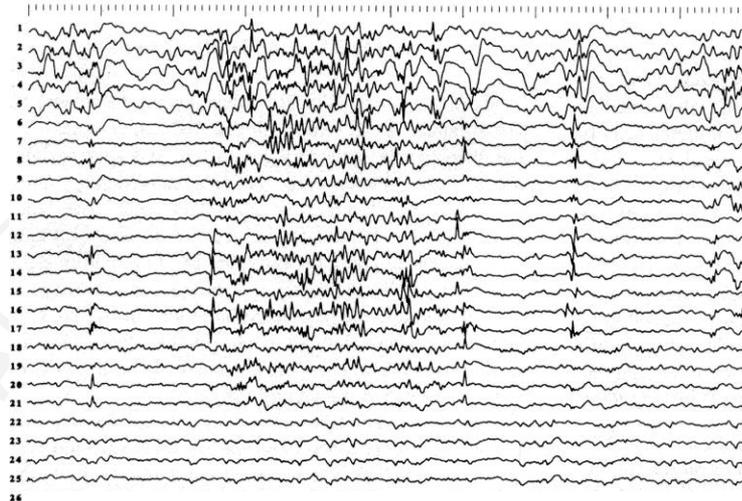


# Effects of Sevoflurane and Isoflurane on Electrocorticographic activities in patients with temporal lobe epilepsy.

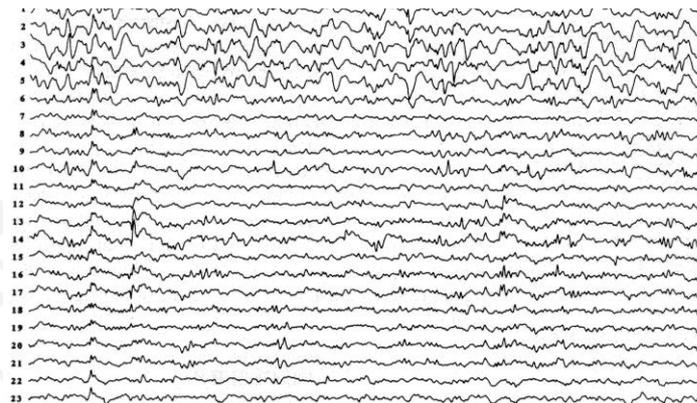
Hisada et al. J Neurosurg Anesthesiol 2001;13:333-7



**Despierto**



**Sevoflurane 1.5 MAC+67%N<sub>2</sub>O**



**Isoflurane 1.5 MAC+67%N<sub>2</sub>O**

**Extensas áreas activadas, no limitadas a la zona del inicio de las crisis espontáneas**



## *Risk Factors for the Occurrence of Electroencephalogram Abnormalities during Induction of Anesthesia with Sevoflurane in Nonepileptic Patients*

Benjamin Julliac, M.D.,\* Dominique Guehl, M.D., Ph.D.,† Fabrice Chopin, M.D.,\* Pierre Arne, M.D.,‡  
Pierre Burbaud, M.D., Ph.D.,§ François Sztark, M.D., Ph.D.,|| Anne-Marie Cros, M.D.#

**Table 3. Characteristics of Epileptiform Discharges**

Patient	Group	Sex	Age, yr	$\beta$ Onset, s	$\delta$ Onset, s	Epileptiform Discharges Topography	Epileptiform Discharges Onset, s	Epileptiform Discharges Duration, s	Abnormal Movements
2	D	F	34	40	80	Frontal	340	8	0
8	B	F	39	32	52	Frontal	397	263	0
13	A	F	27	16	69	Frontal	155	369	1
17	C	F	30	14	75	Frontal	474	186	0
18	A	M	24	27	64	Frontal	240	420	0
19	C	F	23	35	62	Frontal	296	306	0
23	B	F	35	70	137	Frontal	480	180	1
25	C	M	29	44	48	Frontal	192	40	0
27	C	F	24	26	65	Frontal	220	420	0
30	C	F	18	29	36	Frontal	218	460	0
36	B	F	27	37	66	Frontal	166	85	0
40	A	F	39	33	51	Frontal	211	36	0
Median [interquartile]	—	—	28 [24–34]	33 [26–40]	65 [51–75]	—	230 [206–354]	225 [74–382]	—

**Conclusion:** Induction with sevoflurane may result in epileptiform electroencephalographic activity. Only electroencephalographic monitoring allows the diagnosis. Risk factors are mainly female sex, short delay to onset of anesthesia, and high alveolar sevoflurane concentration. Induction with high sevoflurane concentration is controversial mainly in women.



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013**

## Anesth Analg 2013;116:881–8

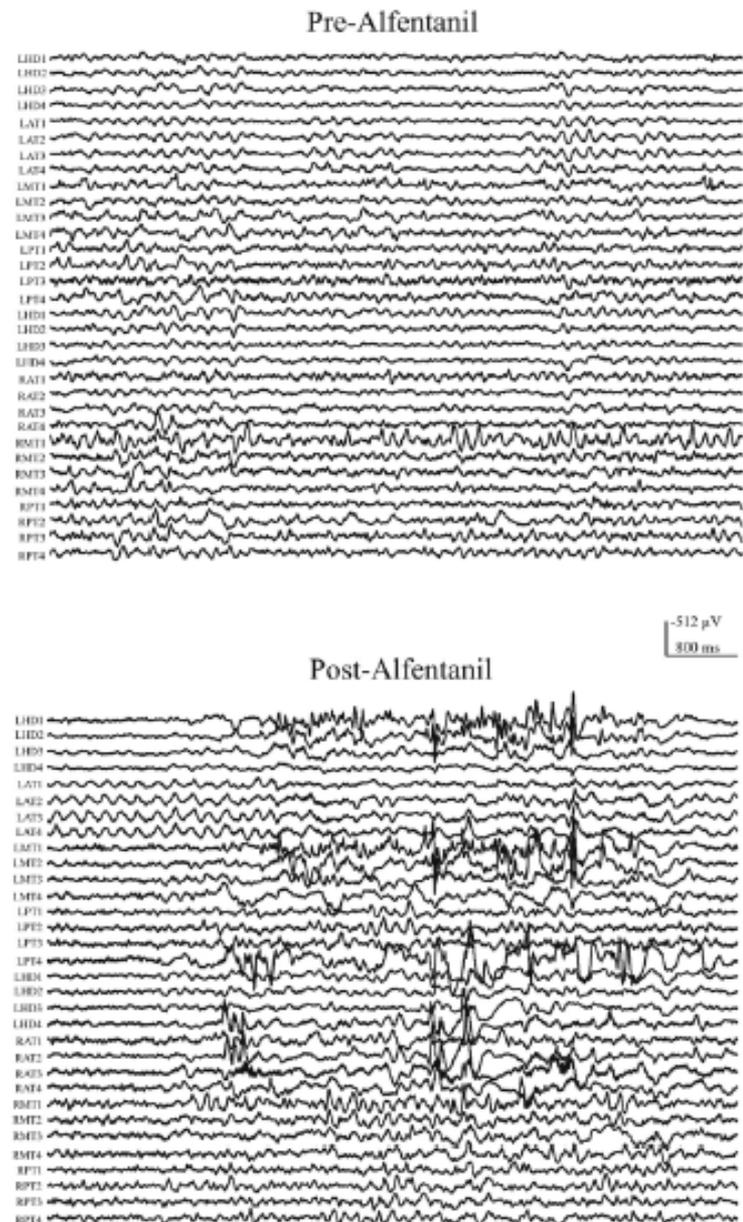
La farmacoadactivación es la inducción de evento epileptiforme con la administración EV de un fármaco epileptógeno.

Se busca incrementar de forma selectiva la excitabilidad cortical de las zonas irritativas para producir un incremento de la actividad epileptiforme interictal (“zona irritativa”)

**Clonidina, alfentanilo,  
metohexital, etomidato ...**

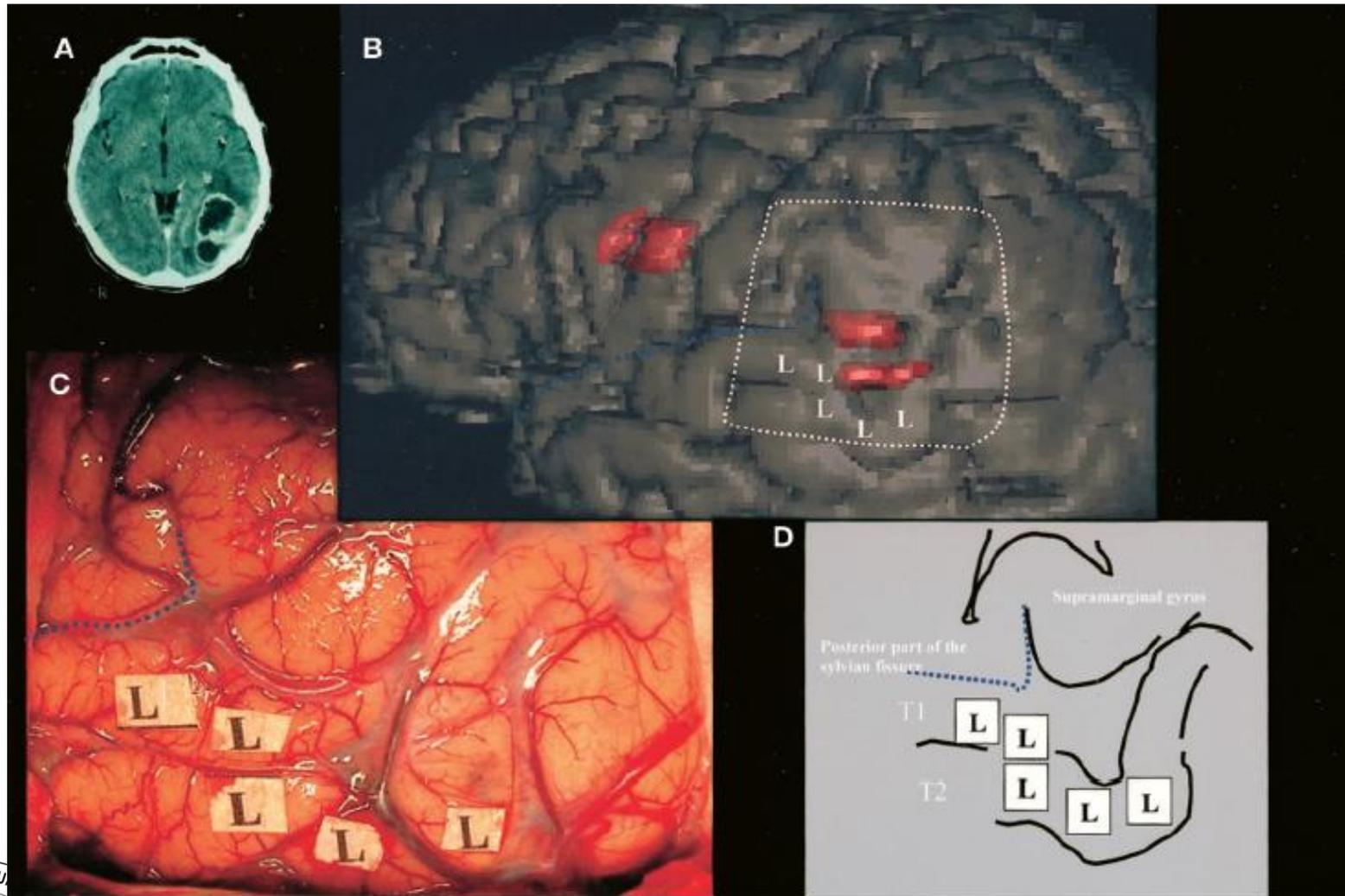


SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

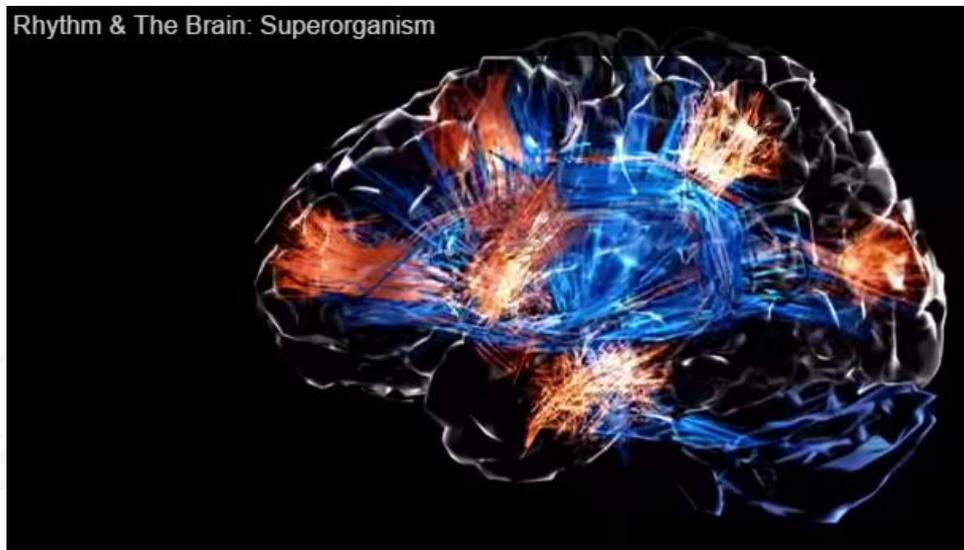


# Valoración preoperatoria de las áreas del lenguaje mediante RM funcional

Roux et al Neurosurgery 2003;52:1335-47



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



<http://gazzaleylab.ucsf.edu/neuroscience-projects/rhythm-brain-project/>

**Table 3. Anesthetic Drugs Used for the Wada Test**

Drug and references	Concentration	Dose	Advantages/comments	Disadvantages
Amobarbital <sup>41,42,47</sup>	25 mg/mL	75–125 mg followed by 25 mg	Gold standard	Nonavailability
Methohexital <sup>49,50</sup>	1 mg/mL	3 mg followed by 2 mg	Short duration of action	Increased incidence of seizures, multiple injections needed.
Pentobarbital <sup>51</sup>	2 mg/mL	20–24 mg followed by 12–16 mg	Longer duration than methohexital but shorter than amobarbital	Side effects common
Secobarbital <sup>56</sup>	5 mg/mL	10–25 mg	Similar to amobarbital	Not widely available
Propofol <sup>52–55</sup>	1 mg/mL	10–20 mg followed by 10 mg	Duration similar to amobarbital	Severe side effects: confusion, eye and myoclonic movements, head eversion
Etomidate <sup>57</sup>	2 mg/mL, no dilution	2-mg bolus followed by 6 mL/h infusion	Shortest duration of action. Infusion maintains constant anesthesia level to complete all of the test	Need for infusion pump, shivering, myoclonic movements



**Anesth Analg 2013;116:881–8**  
**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua**  
**Valencia 9 de Diciembre de 2013**

## Panorama de futuro en el tratamiento de la epilepsia

### Mejorar la evaluación prequirúrgica

- Para la cirugía extratemporal no-lesional

### Mejorar los métodos quirúrgicos

- Técnicas neuroablativas: desconexión de las vías de propagación      destrucción de los focos epileptógenos

### Neuromodulación

- En pacientes con origen en córtex elocuente
- Multifocal

M Nowell et al J Neurol Neurosurg Pschiatry  
[4/april/20014]doi;10.1136/jnnp-2013-307069

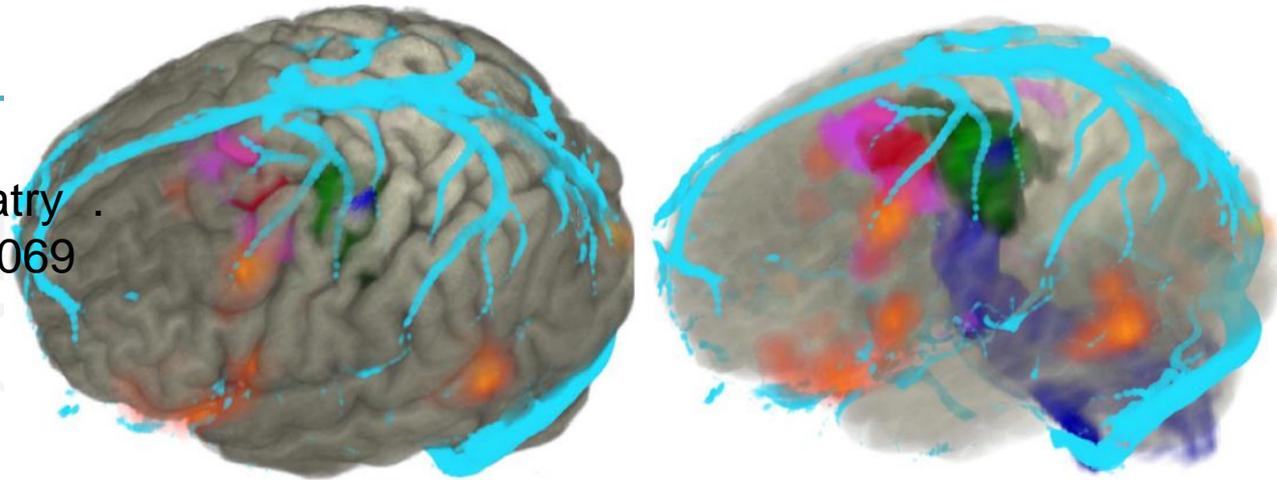
**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 9 de Diciembre de 2013**



# Mejorar la evaluación prequirúrgica

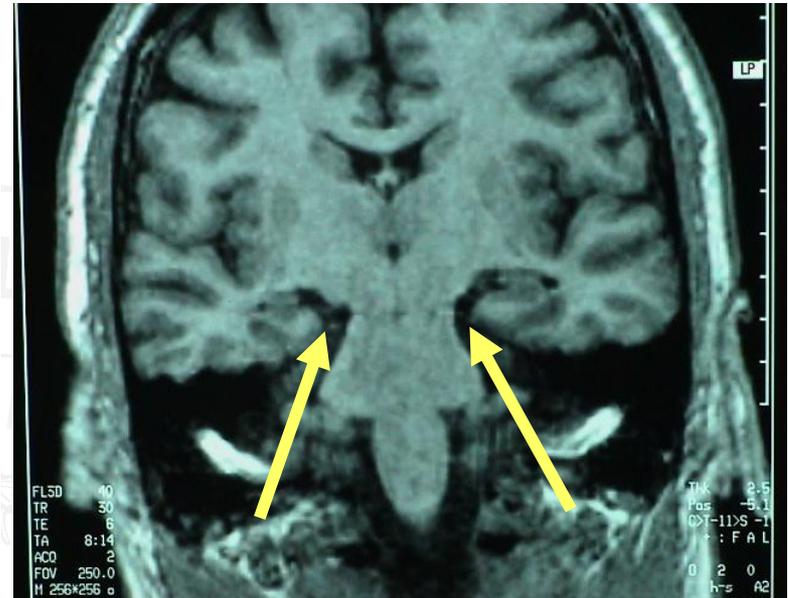
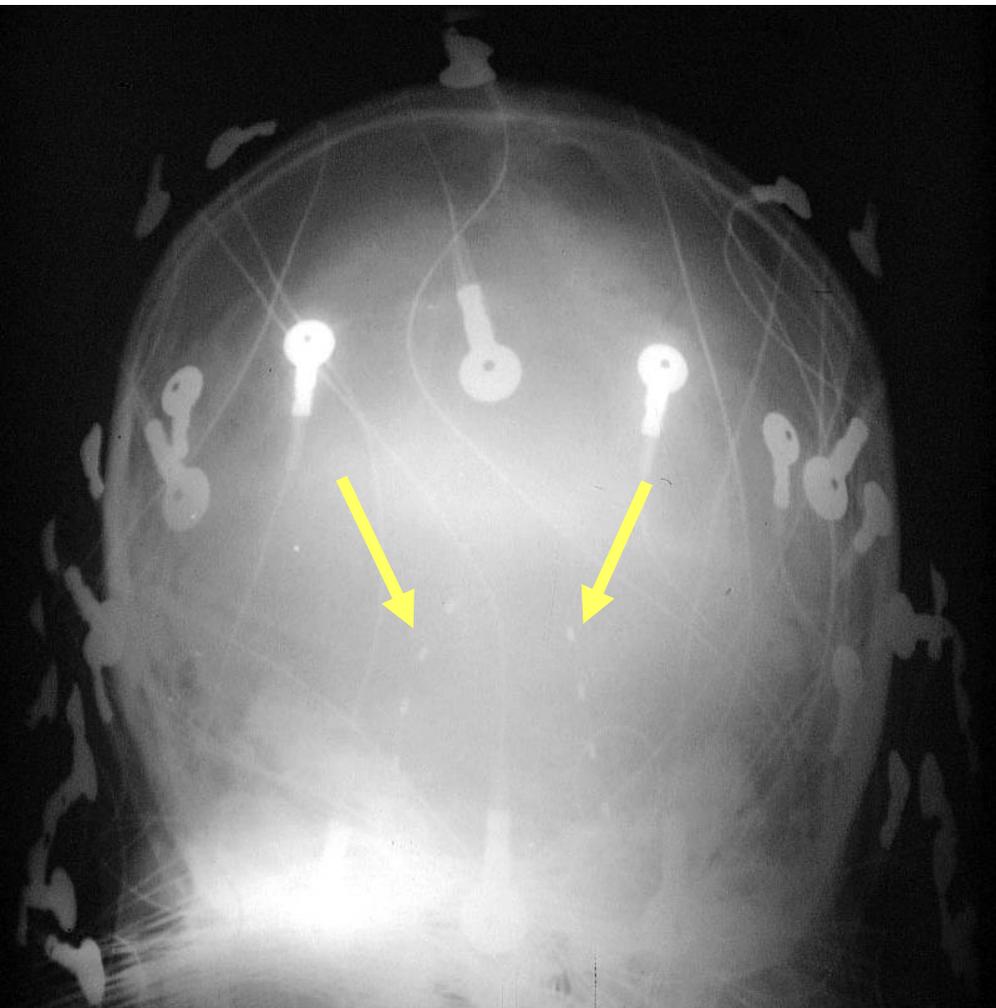
- Definir la zona epileptogénica (patrón electrofisiológico con oscilaciones de alta frecuencia o “descargas rápidas”)
- Índice epileptogénico (registrado con electrodos cerebrales profundos).
- Avances en la imagen 3D multimodal con visualización simultánea de diferentes estructuras y funciones “a medida” de cada paciente

Nowell M, et al. 2014  
J Neurol Neurosurg Psychiatry  
doi:10.1136/jnnp-2013-307069



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Electrodos en foramen oval



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Electrodos en foramen oval

## Monitorización video-EEG



**CLÍNICA**  
BARCELONA  
Hospital Universitari



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

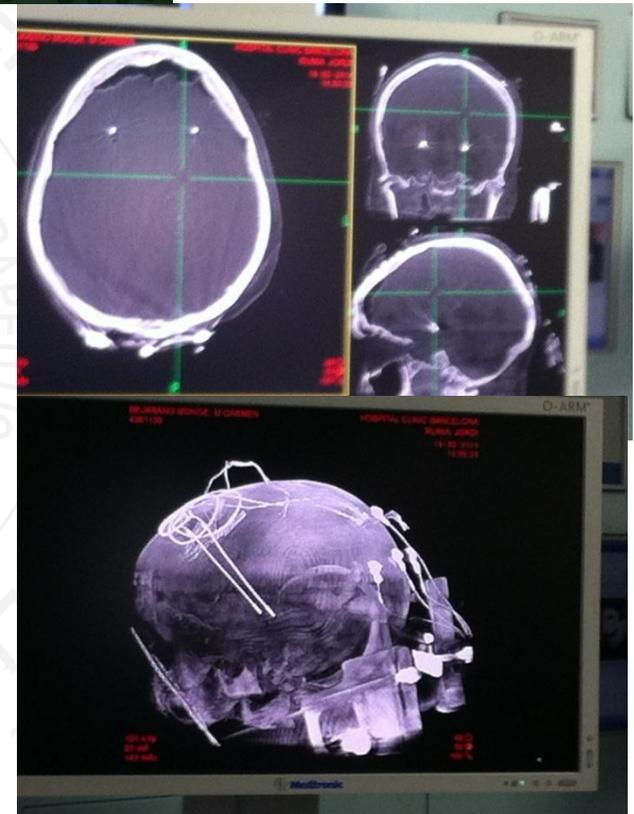
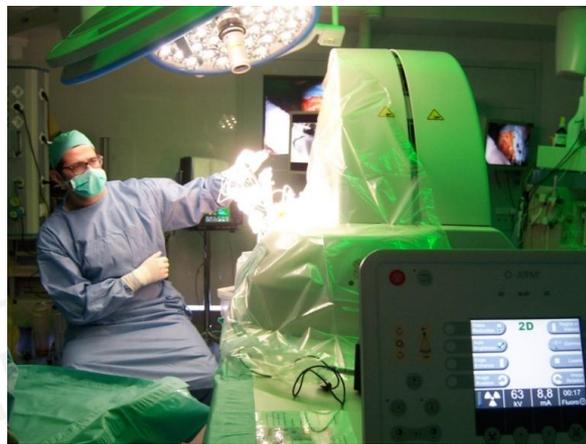


Objetivo:  
 Estudiar si el hipocampo (electrodo profundo) participaba en la generación de las crisis o solamente recibía la actividad propagada desde las heterotopias posteriores (electrodos profundos).

El electrodo más posterior se utilizó para construir un “mapa” del área cortical de comprensión del lenguaje.

B  
heterotopia anterior  
 WERNICKE  
 C  
heterotopia posterior

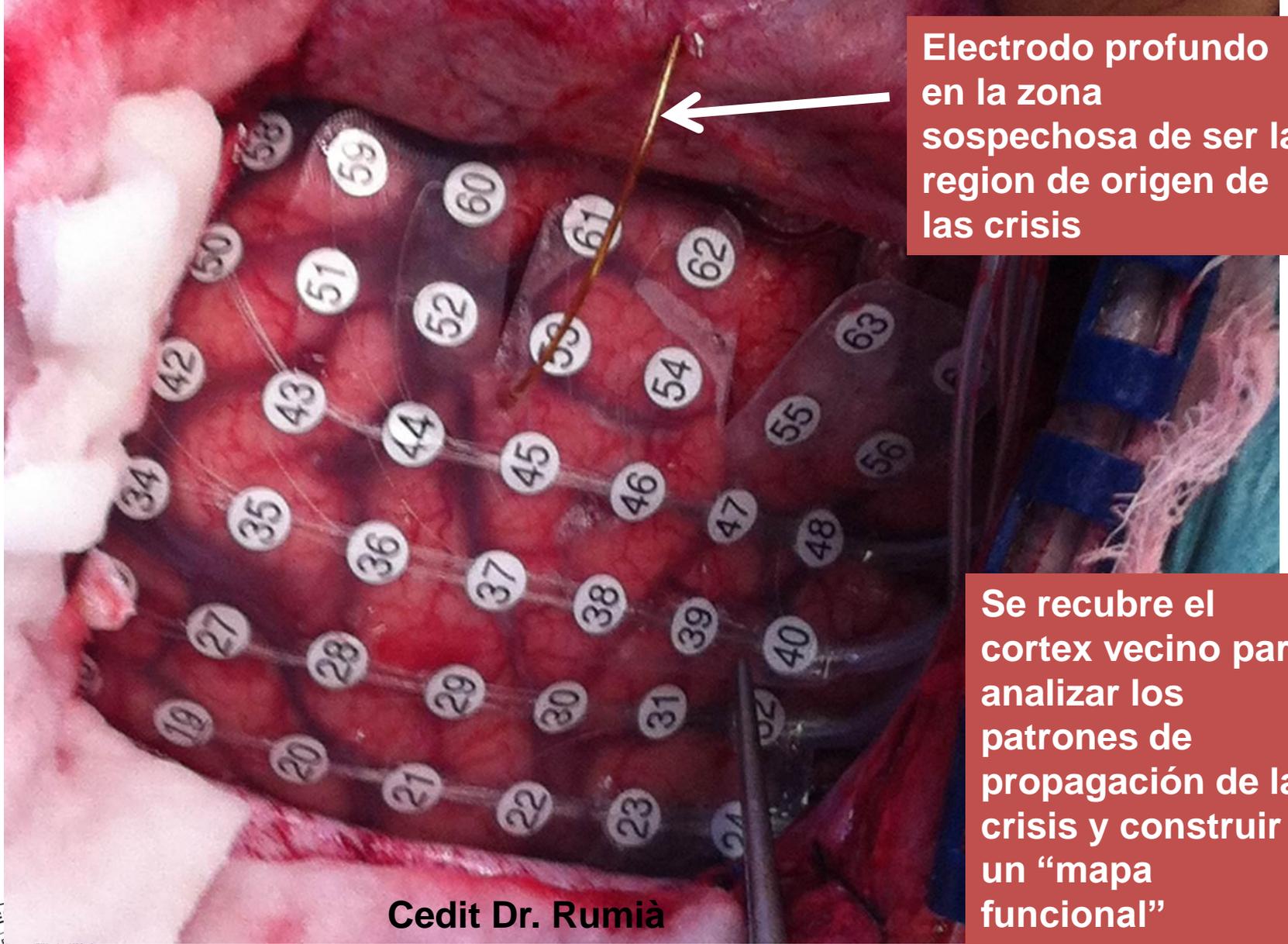
Cedit Dr. Rumiàv



## Cirugía de Parkinson (DBS) con OARM®

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013





Electrodo profundo en la zona sospechosa de ser la region de origen de las crisis

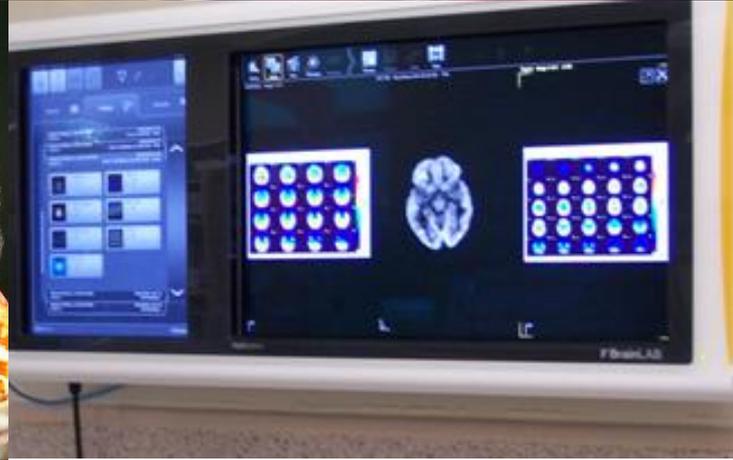
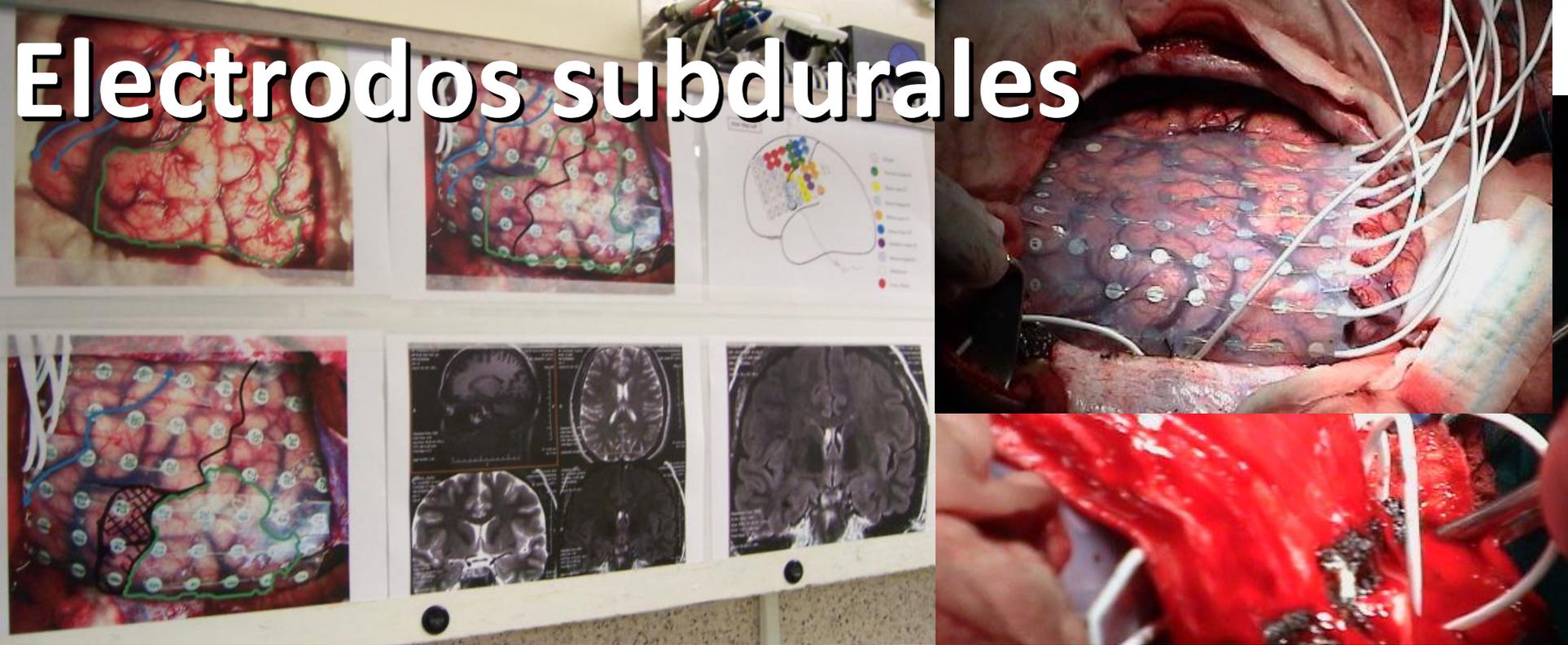
Se recubre el cortex vecino para analizar los patrones de propagación de las crisis y construir un “mapa funcional”

Cedit Dr. Rumià



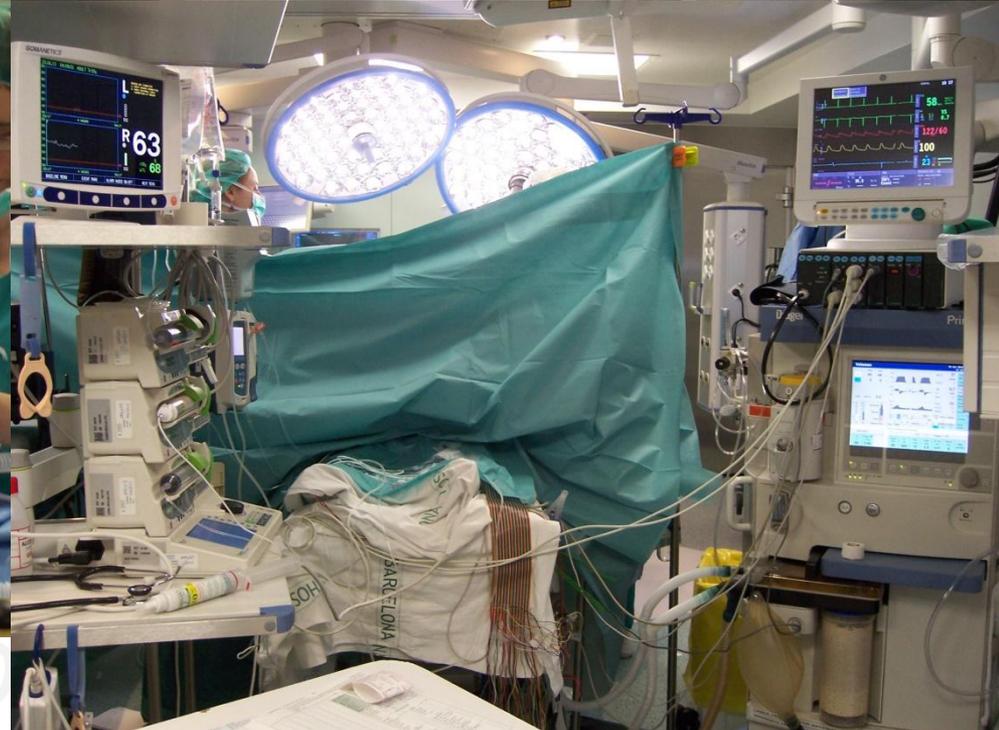
SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Electrodos subdurales



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013





**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013**

# The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electroencephalography During Epilepsy Surgery

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA,\* Pirjo Manninen, MD, FRCPC,\*  
Taufik Valiante, MD, PhD, FRCS(C),† and Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC\*

**Anesth Analg 2013;117:479–86**

Epilepsy surgery is a well-established therapeutic intervention for patients with medically refractory seizures. Success of epilepsy surgery depends on the accurate localization and complete removal of the epileptogenic zone. Despite the advances in presurgical localization modalities, electroencephalography is still used in approximately 60% to 70% of the epilepsy centers in North America to guide surgical resection of the epileptogenic lesion and to assess for completeness of surgery. In this review, we discuss the principles and intraoperative use of electroencephalography, the effect of anesthetic drugs on electroencephalography, and the use of pharmacologic activation for intraoperative localization of epileptogenic zone. (Anesth Analg 2013;117:479–86)



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013**

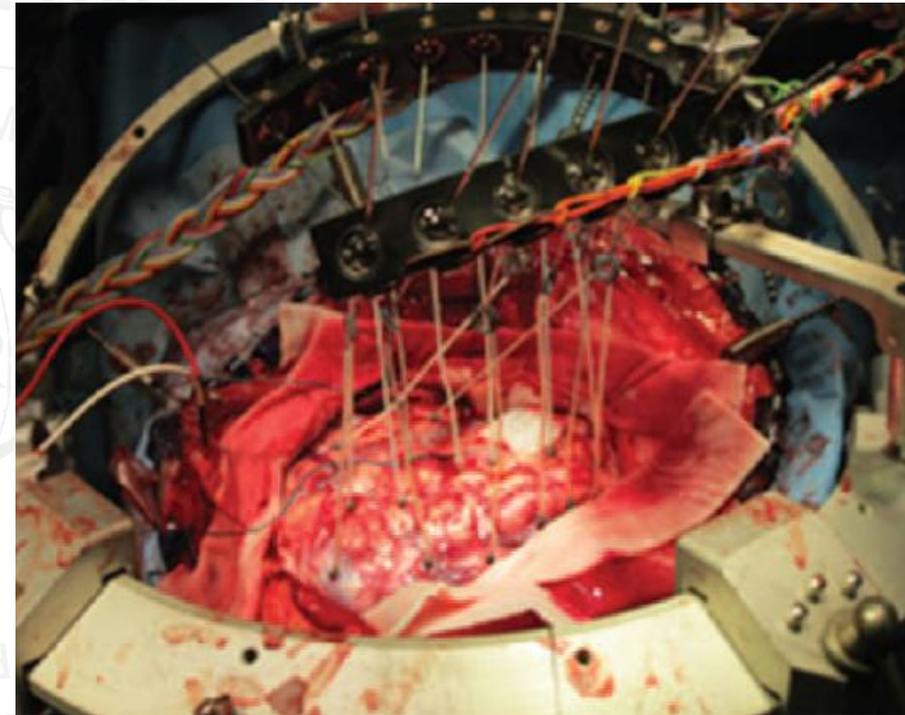
# The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electrocorticography During Epilepsy Surgery

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA,\* Pirjo Manninen, MD, FRCPC,\*  
Taufik Valiante, MD, PhD, FRCS(C),† and Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC\*

Anesth Analg 2013;117:479–86

## ECoG for Intraoperative Localization of Seizure Focus

The hallmarks of epilepsy are the epileptiform potentials, which are sharp and transient and stand out strikingly from the background activity. In general, it is rare to capture a spontaneous seizure (ictal event) during ECoG recording but spontaneous interictal epileptiform activities (IEAs) are the most frequent type of recording found in the intraoperative ECoG (Fig. 2). IEAs are the EEG recordings obtained in the intervals between clinical seizures. These IEAs may present as spikes, polyspikes, sharp waves, spikes-and-waves, sharp-and-slow wave complexes, and/or any combination.<sup>4</sup> Because of their spike patterns, they are also called interictal spikes. The presence of IEAs in a mentally and neurologically normal subject, in an appropriate clinical context, has a high positive predictive value for the diagnosis of epilepsy.<sup>5</sup> However, its presence should



Marco “Medussa “or“Montreal “



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electrocorticography During Epilepsy Surgery

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA,\* Pirjo Manninen, MD, FRCPC,\*

Taufik Valiante, MD, PhD, FRCS(C),† and Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC\*

Anesth Analg 2013;117:479–86

**Table 1. Effects of Anesthetic Drugs on Background Electrocorticography (ECoG) and Spontaneous Interictal Epileptiform Activities (IEAs) (“Spikes”)**

## IV anesthetic drugs

Effect on background ECoG: Generally effects are similar to electroencephalogram. Initially, a desynchronization of background activities followed by a progression into  $\beta$ -, then  $\theta$ - and  $\delta$ -waves and finally burst suppression. Dexmedetomidine and benzodiazepines have similar spectral changes.

Drug	Effect on IEAs
Propofol	Variable responses at all dose ranges: may activate or suppress IEAs.
Thiopental	Activation of spikes with bolus.
Methohexital	Potent activator of spikes, sometimes nonspecific.
Etomidate	Activation of spikes which may be nonspecific. May induce seizures.
Ketamine	Nonspecific activation of IEAs especially in limbic structures.
Dexmedetomidine	Minimal effect on background interictal epileptiform discharges. No activation or suppression.
Benzodiazepines	Marked reduction in IEAs, sometimes difficult to record ECoG.

## Inhaled drugs

Effect on background ECoG: Initially a shift of occipital  $\alpha$ -waves to frontal region followed by progression to  $\theta$ - and  $\delta$ -waves. Burst suppression at concentration above surgical anesthesia (>1.5 MAC).

Drug	Effect on IEAs
Desflurane	No evidence of activation of IEAs.
Isoflurane	No evidence of activation of IEAs. May actually suppress IEAs especially with nitrous oxide.
Halothane	Suppresses IEAs.
Sevoflurane	Produces dose-dependent, nonspecific activation of epileptiform discharges.
Enflurane	Nonspecific spikes activation. Seizure possible especially when patient is hypocarbic.
Nitrous oxide	At concentration of >50 %, may suppress spikes. Synergistic suppressive effect when used with other inhaled drugs.

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



# The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electrocorticography During Epilepsy Surgery

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA,\* Pirjo Manninen, MD, FRCPC,\*  
Taufik Valiante, MD, PhD, FRCS(C),† and Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC\*

Anesth Analg 2013;117:479–

## Opioids

Effect on background ECoG: No effect with low-dose bolus or continuous infusion.

Drug

Fentanyl, sufentanil,  
alfentanil, remifentanil

Effect on IEAs

No effect on IEAs with low-dose bolus or infusion. Spikes activation with large bolus.

### Table 2. Summary—Anesthesia for Intraoperative Electrocohortography (ECoG)

#### Awake craniotomy

Benzodiazepines suppress interictal epileptiform discharges (IEAs)—should be avoided

- Conscious sedation or an asleep awake asleep technique may be used with the following drugs
- Propofol
  - Infusion and/or boluses for skull pinning and scalp infiltration
  - Infusion for maintenance
  - Stop infusion 20 min before ECoG
- Dexmedetomidine
  - Has the least effect on IEAs
  - Loading dose followed by infusion
  - Stop or decrease concentration during ECoG
- Opioids
  - Fentanyl (bolus or infusion) or remifentanil infusion
  - May use low infusion of remifentanil during ECoG
- Inhaled drugs—for the asleep technique
- Avoid other drugs that cause sedation like antihistamines

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



# The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electroencephalography During Epilepsy Surgery

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA,\* Pirjo Manninen, MD, FRCPC,\*

Taufik Valiante, MD, PhD, FRCS(C),† and Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC\*

Anesth Analg 2013;117:479–86

Drugs	Dose/concentration	Percentage of activation or deterioration	Inappropriate activation	Reference
Methohexital	25–100 mg	50%–85% activation	Up to 43%	37,38
Propofol	50–175 mg	85% activation	—	39
Enflurane	0.78 MAC or 2%	100% activation	—	40–42
Isoflurane	0.25%–1.5% 0.1–1.6 MAC	0%–100% activation and 0%–100% deterioration	10%–100%	40,43–45
Sevoflurane	1.6–0.2 MAC	100% activation to 90% deterioration	10%–100%	43,44,46,47
Nitrous oxide	50%–70%	23%–77% Deterioration	—	32–34
Fentanyl	17.7–35 µg/kg IV	88.8%–100% activation	Up to 44.4%	36,48
Remifentanyl	1–2.5 µg/kg IV	67.4–92 activation	—	49,50
Alfentanil	300 µg/kg bolus 20–100 µg/kg IV	Minimal deterioration 83%–100% activation	—	36,49,51–53



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electroencephalography During Epilepsy Surgery

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA,\* Pirjo Manninen, MD, FRCPC,\*

Taufik Valiante, MD, PhD, FRCS(C),† and Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC\*

## General anesthesia

Anesth Analg 2013;117:479–86

- Warn patients preoperatively about the risk of awareness during ECoG
- Benzodiazepines should be avoided
- IV induction including opioids
- Maintenance with total IV anesthesia or inhaled drugs
- Before ECoG
  - Both IV and inhaled drugs are weaned down or stopped
  - Low-dose opioid infusion (remifentanyl) or dexmedetomidine may be continued
- During ECoG
  - Muscle relaxants may be needed to prevent movement
  - Pharmacological activation may be needed for enhancement of interictal epileptiform discharges



# The Anesthetic Considerations of Intraoperative Electrocorticography During Epilepsy Surgery

Jason Chui, MBChB, FANZCA, FHKCA,\* Pirjo Manninen, MD, FRCPC,\*  
Taufik Valiante, MD, PhD, FRCS(C),† and Lashmi Venkatraghavan, MD, FRCA, FRCPC\*

Anesth Analg 2013;117:479–86

## Management of intraoperative seizure

- To stop seizures
  - Cold saline irrigation to brain
  - Propofol 10–30 mg boluses, multiple boluses may be needed
  - Midazolam 1–2 mg boluses—may interfere with ECoG
- General supportive measures
  - Airway protection—may need to secure airway especially with prolonged seizures
  - Protect patient from injury
  - Long-acting medication (phenytoin) may be needed



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Different Propofol–Remifentanil or Sevoflurane–Remifentanil Bispectral Index Levels for Electrocorticographic Spike Identification during Epilepsy Surgery

Dahaba A et al. *Anesthesiology* 2013; 119:582-92

## What We Already Know about This Topic

- General anesthesia is commonly used to facilitate surgical resection of epileptogenic foci in the brain
- The relative effects of specific anesthetics on the ability to record epileptic foci by intraoperative electrocorticography are unclear

## What This Article Tells Us That Is New

- Both sevoflurane- and propofol-based anesthesia increased electrocorticographic spike frequency and amplitude in a dose-dependent manner at comparable bispectral index ranges
- Rather than interfering with detection, deeper levels of general anesthesia might actually facilitate intraoperative electrocorticographic detection of epileptiform foci



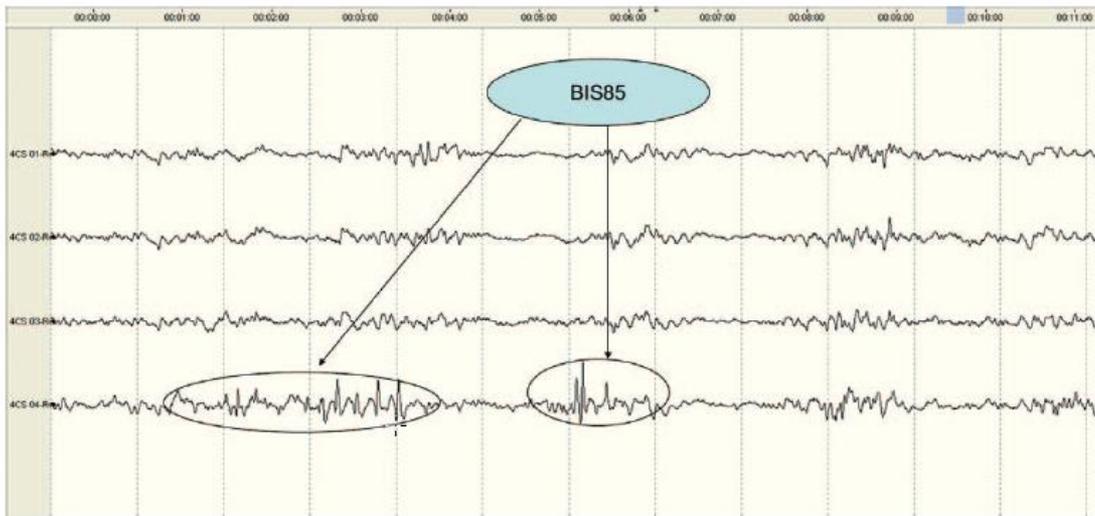


Fig. 6. Electrocortigraphy raw traces representing interictal spike discharges, distinguishable from background, demonstrating spike frequency and amplitude at bispectral index BIS85 (BIS 71–85).

Anesthesiology 2013;  
119:582-92

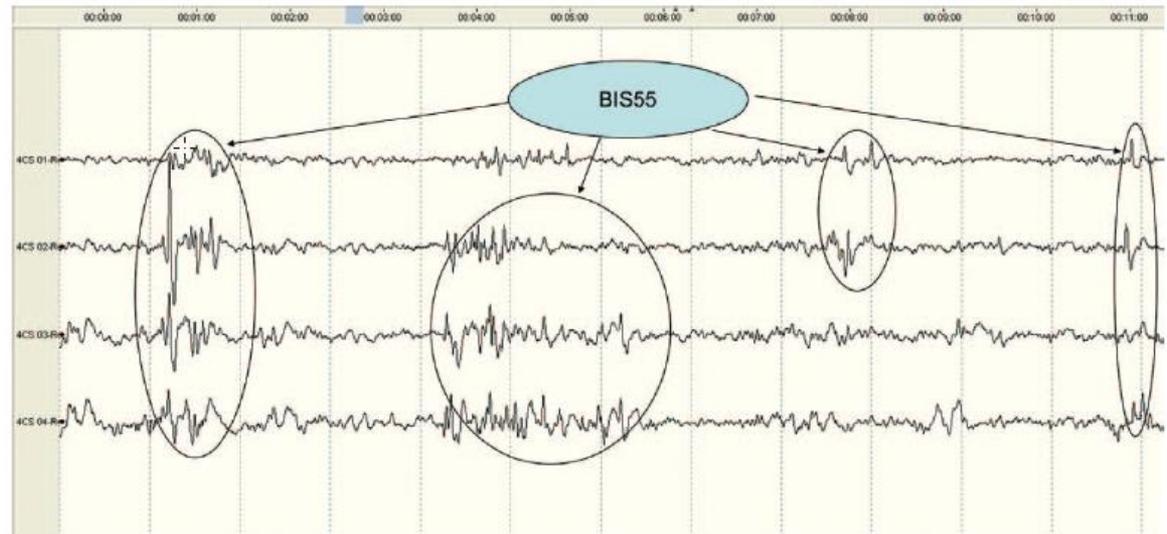
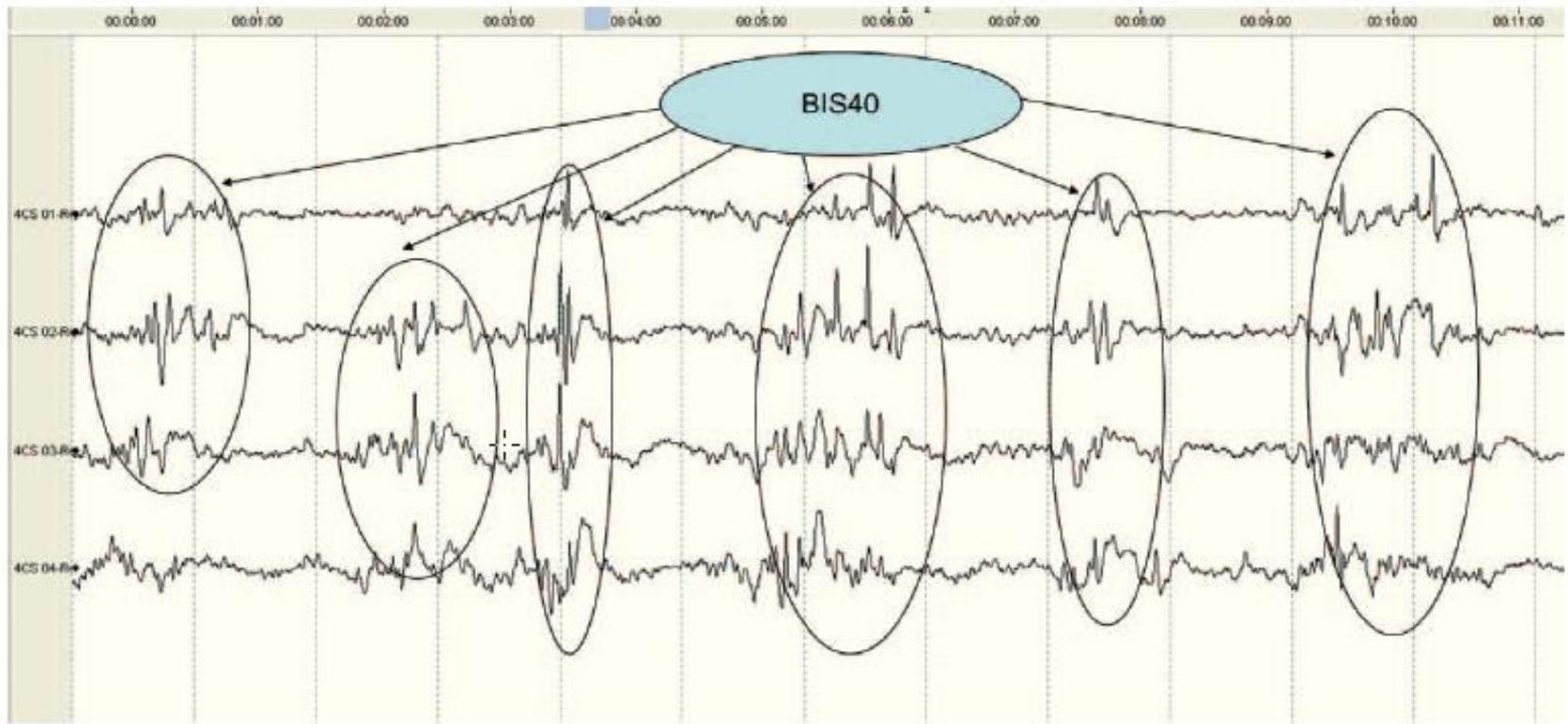


Fig. 8. Electrocortigraphy raw traces representing interictal spike discharges, distinguishable from background, demonstrating an increase in spike frequency and amplitude at bispectral index BIS55 (BIS 41–55).



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua**  
**Valencia 9 de Diciembre de 2013**



**Fig. 9.** Electrocorticography raw traces representing interictal spike discharges, distinguishable from background, demonstrating an increase in spike frequency and amplitude at bispectral index BIS40 (BIS  $\leq$ 40).

Anesthesiology 2013; 119:582-92

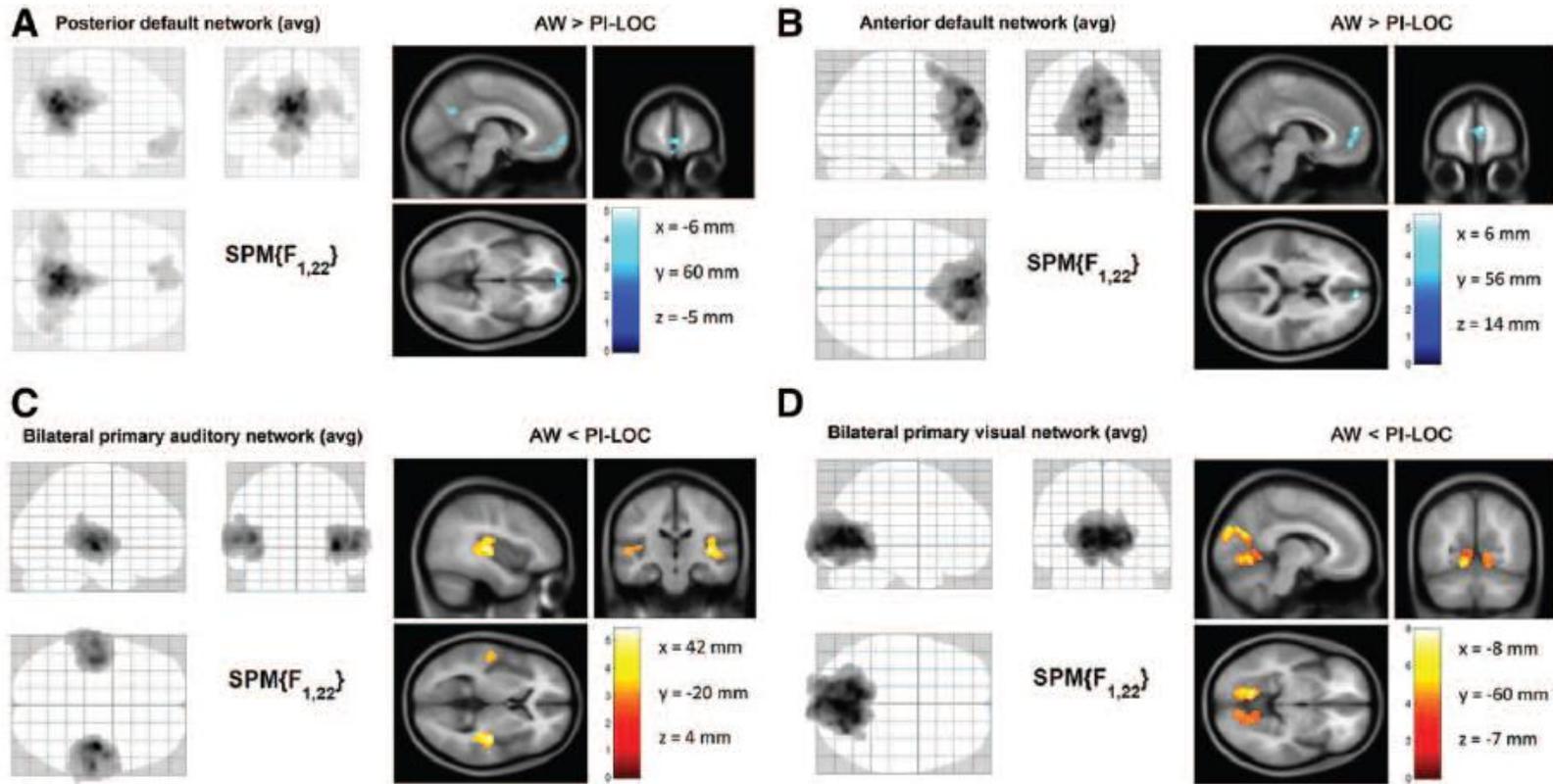


**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013**

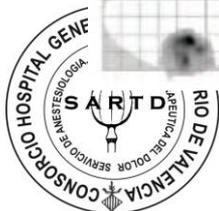
# Simultaneous Electroencephalographic and Functional Magnetic Resonance Imaging Indicate Impaired Cortical Top-Down Processing in Association with Anesthetic-induced Unconsciousness

Jordan D et al

Anesthesiology 2013; 119:1031-42

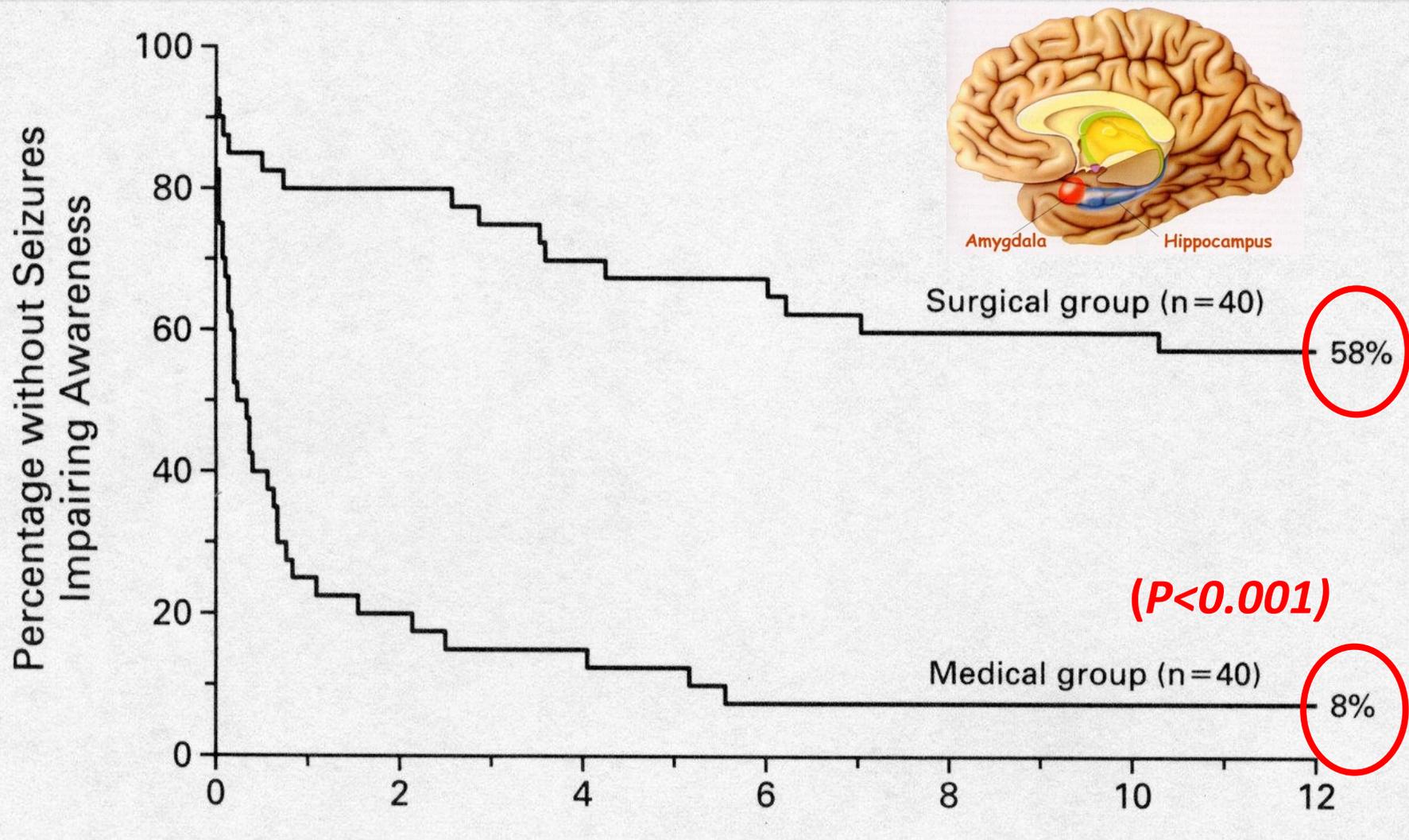


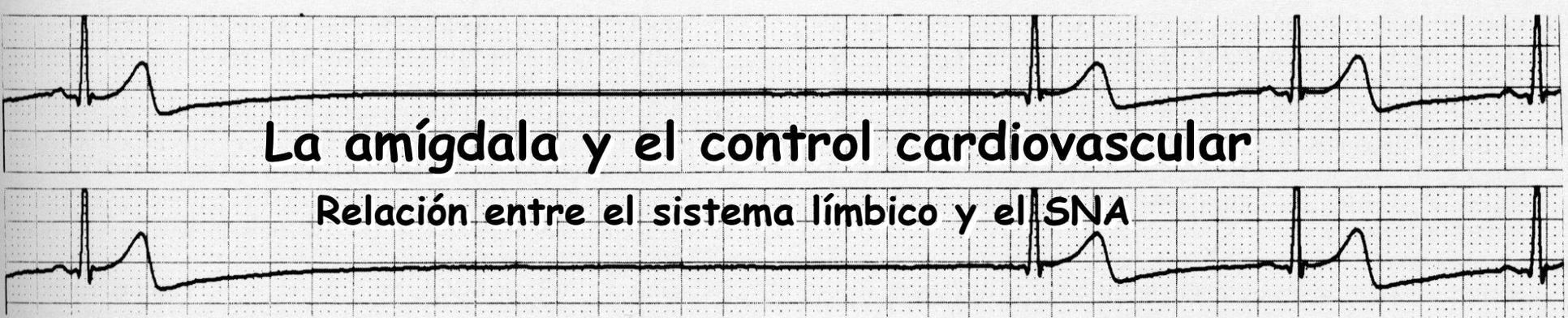
SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



# A Randomized, Controlled Trial on Surgery for Temporal-Lobe Epilepsy

Wiebe et al. N Engl J Med 2001;345:311-8





# La amígdala y el control cardiovascular

Relación entre el sistema límbico y el SNA

**Bradicardia severa en 6 pacientes al manipular la amígdala o el hipocampo**

**29 pacientes lobectomía temporal anterior  
(23 amígdalo-hipocampectomías)**

Sato et al. J Neurosurg Anesthesiol 2001;13.329-332



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Mejorar los métodos quirúrgicos

- Técnicas neuroablativas:
- Termocoagulación por radiofrecuencia
- Ultrasonidos focales guiados por RM
- Ablación por Laser
- Radiocirugía estereotáctica:
- Hamartoma hipotalámico
- Esclerosis del hipocampo
- Epilepsias extratemporales

MRgFUS



Nowell M, et al. 2014  
J Neurol Neurosurg Psychiatry .  
doi:10.1136/jnnp-2013-307069

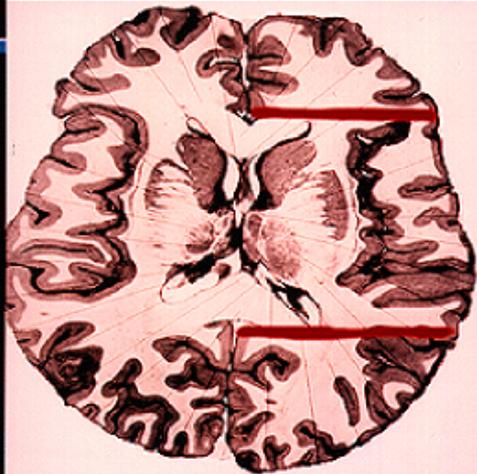


SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

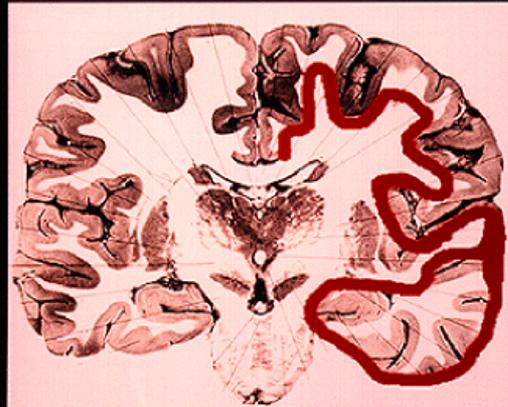
# Cirugía de la epilepsia (origen multifocal)

Interrumpir una vía de crisis (procedimientos paliativos)

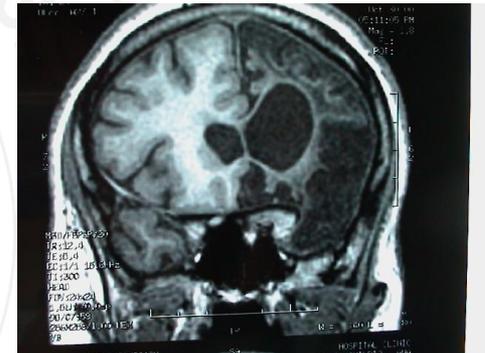
Occipital and frontal Disconnections



Central Topectomy



Hemisferectomía  
“Funcional”  
Hemicorticectomía



Kanev et al J Neurosurg 1997;86:762-7

## Callosotomía (completa o parcial)

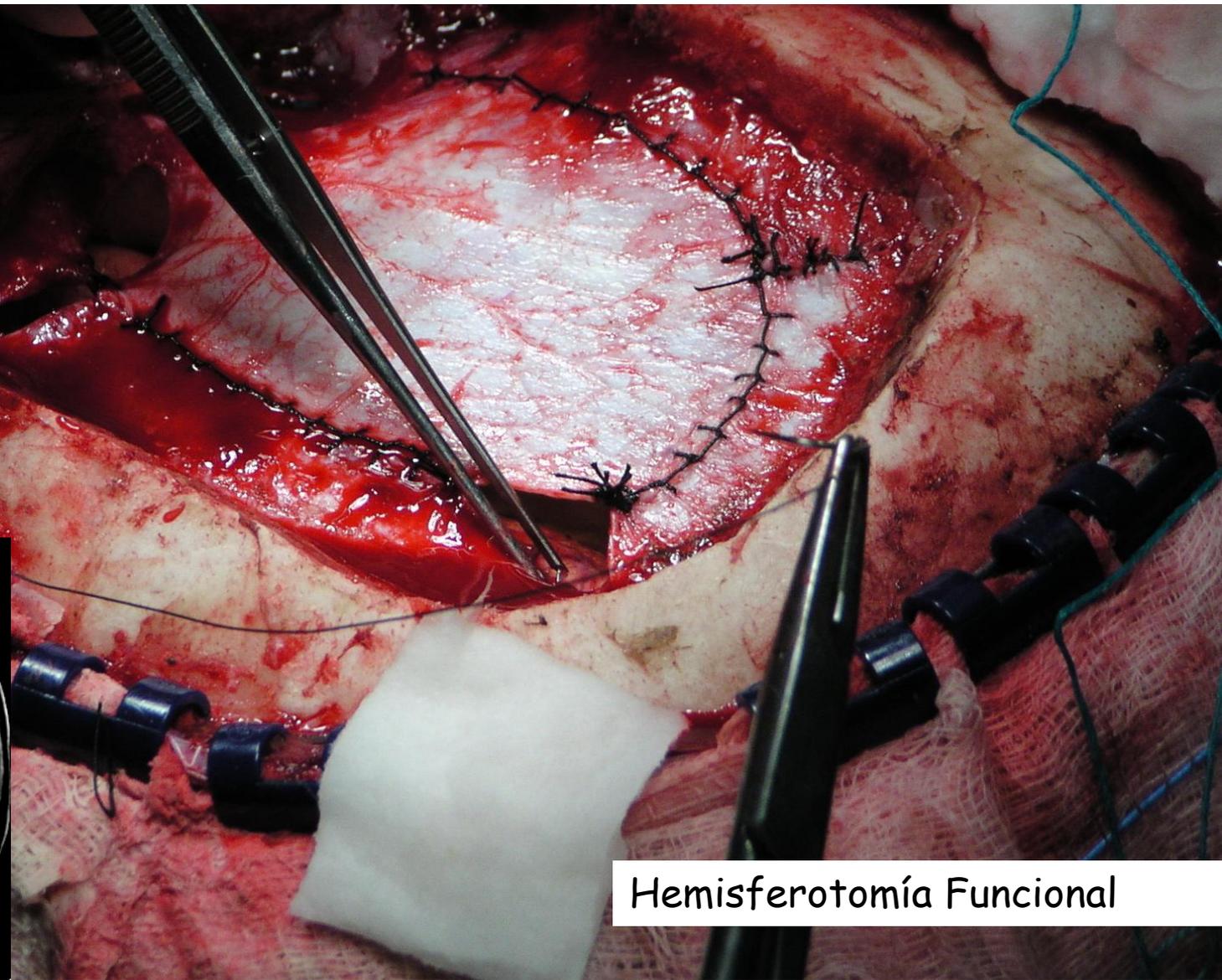
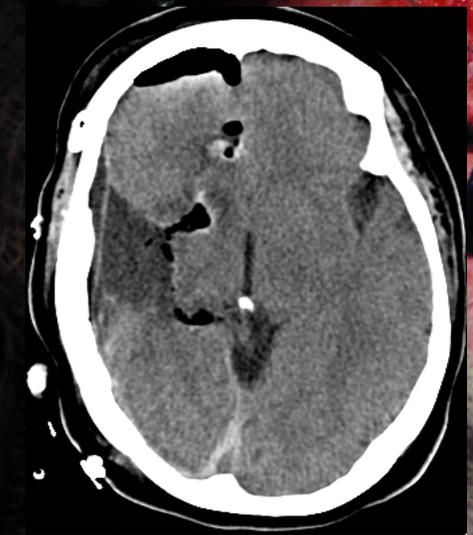
## Múltiples transecciones subpiales

Schramm et al.

Neurosurg 2002;97:39-47



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



Hemisferotomía Funcional

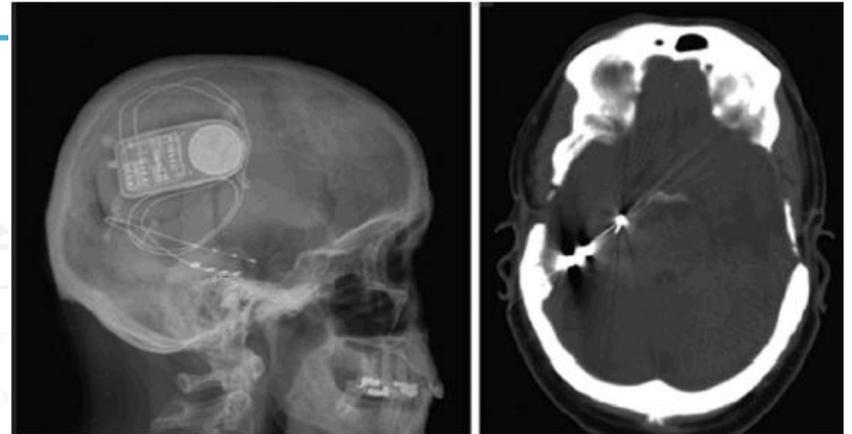


SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Neuromodulación

- Estimulación de pares craneales: nervio vago; nervio trigémino
- Estimulación cerebral profunda
- “Closed-loop stimulation”
- “closed-loop local drug delivery”

Nowell M, et al.  
J Neurol Neurosurg Psychiatry  
.2014  
doi:10.1136/jnnp-2013-307069



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

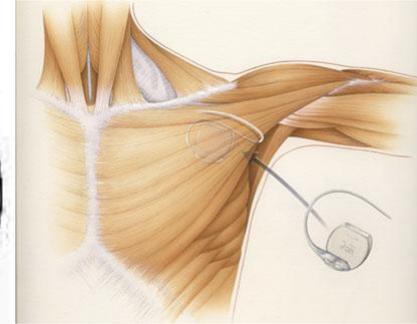
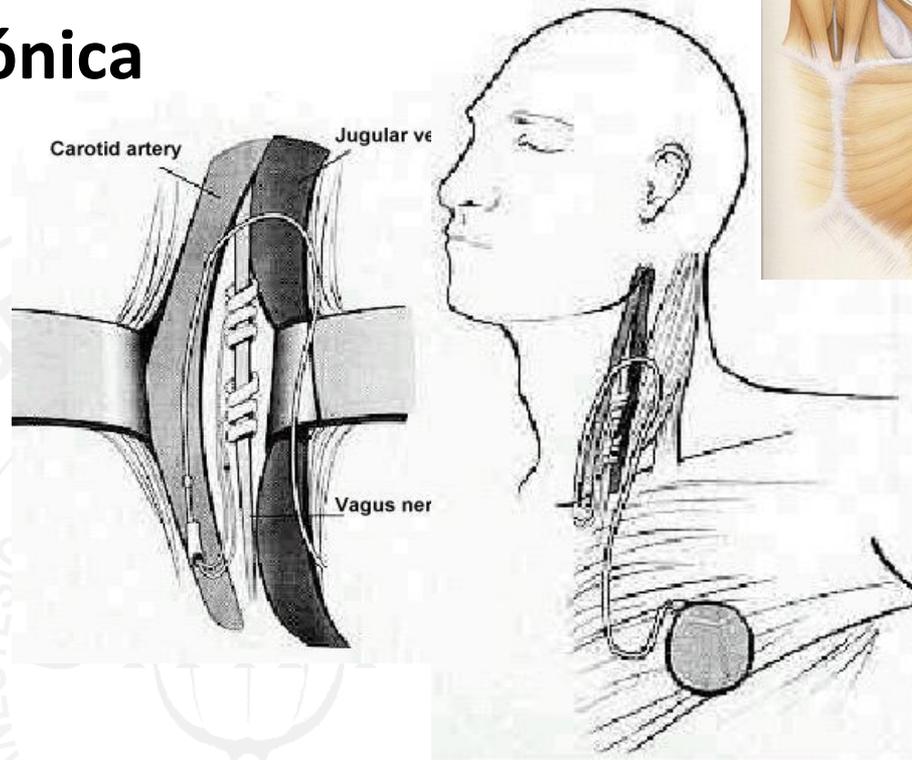
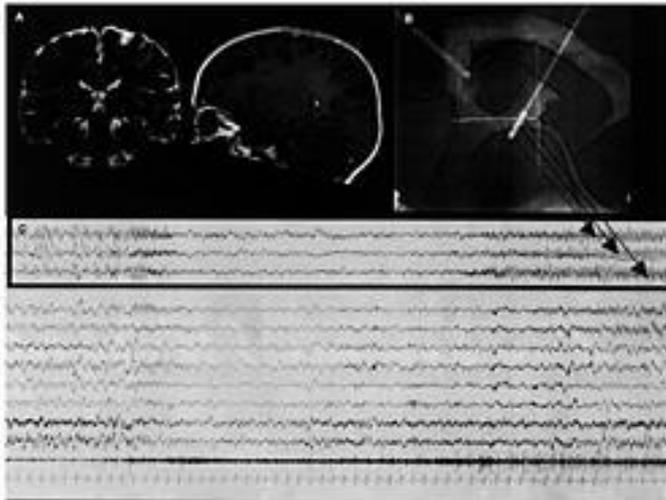
# Alternativas quirúrgicas para la epilepsia

## Estimulación neural crónica

### Estimulación del N. Vago izquierdo

(Landy et al.

J Neurosurg 1993;78:26-31)



### Estimulación del núcleo Subtalámico

(Benabid et al.

Neurosurgery 2002;50:1385-92)

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua

Valencia 9 de Diciembre de 2013



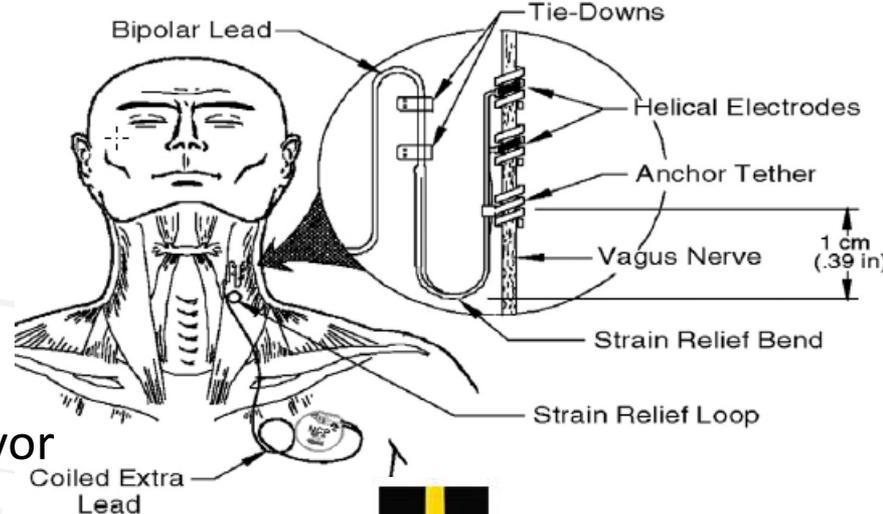
# Estimuladores del N. Vago

FDA:

1997 para Epilepsia refractaria

2005 terapia coadyuvante en depresión mayor

Obesidad, alteraciones neuropsiquiátricas, dolor crónico

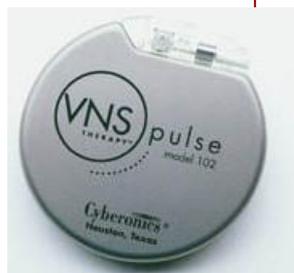
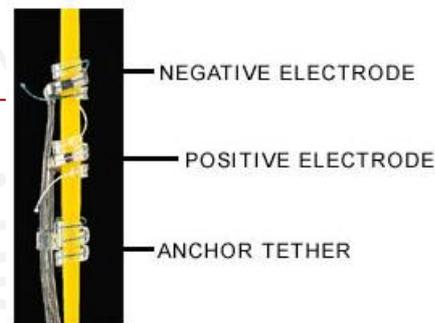


Complicaciones perioperatorias:

bradiarritmia (per operatoria o tardía)

hematoma paratraqueal postoperatorio

disfunción cuerdas vocales (riesgo aspiración)



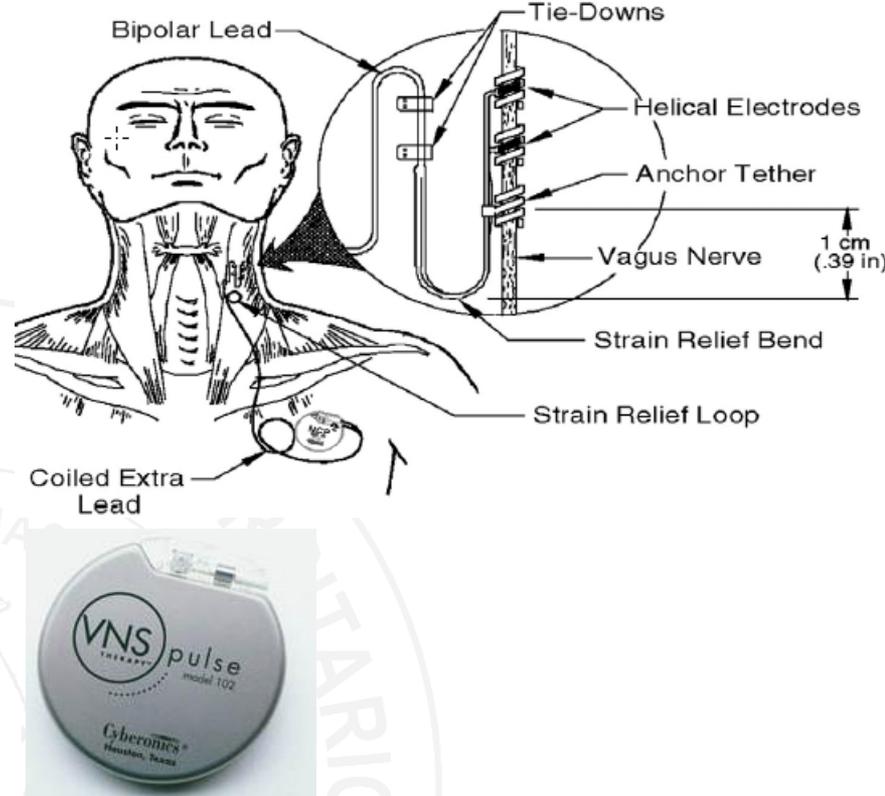
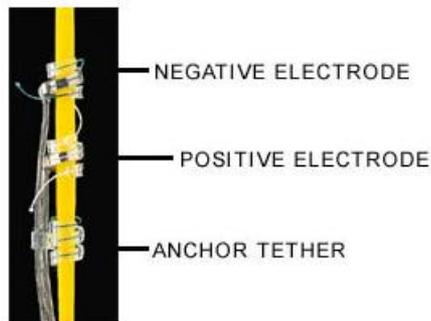
Cambios en los patrones del sueño con aumento de apneas obstructivas

Fahy BG, J Clin Anaesth 2010;22:213-22



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Estimuladores del N. Vago



(Rev. Esp. Anesthesiol. Reanim. 2010; 57: 431-438)

FORMACIÓN CONTINUADA



## Aspectos perioperatorios de la implantación de un estimulador vagal

F. Iturri Clavero<sup>1</sup>, A. González Uriarte<sup>1</sup>, G. Tamayo Medel<sup>1,2</sup>, I. C. Pomposo Gaztelu<sup>3</sup>, M. Cano Dorronsoro<sup>1,2</sup>, A. Martínez Ruiz<sup>1</sup>



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

**Table 1** Table to show the summary of targets for DBS for the treatment of epilepsy

Target	Controlled trial		
	Primary author	Year	Outcome
Anterior nucleus of the thalamus	Fisher	2010	SANTE trial: 40.4% median seizure reduction
Cerebellum	Van Buren	1978	69% seizure reduction in 80% patients
	Wright	1984	Ineffective
	Velasco	2005	>50% seizure reduction in 80% cases
Centromedian nucleus of the thalamus	Fisher	1992	>50% seizure reduction in 80% cases
	Velasco	2000	No significant difference
Hippocampus	Tellez-Zenteno	2006	15% seizure reduction
	Velasco	2007	>50% seizure reduction in all 9 patients
	McLachlan	2010	33% seizure reduction
Caudate nucleus	None (case reports only)		
Subthalamic nucleus	None (case reports only)		
Corpus callosum/fornix	None (animal models only)		
Posterior hypothalamic mammillary nuclei	None (case reports only)		
Locus coeruleus	None (case reports only)		

Amended from Wu and Sharan.<sup>33</sup>  
 DBS, deep brain stimulation.

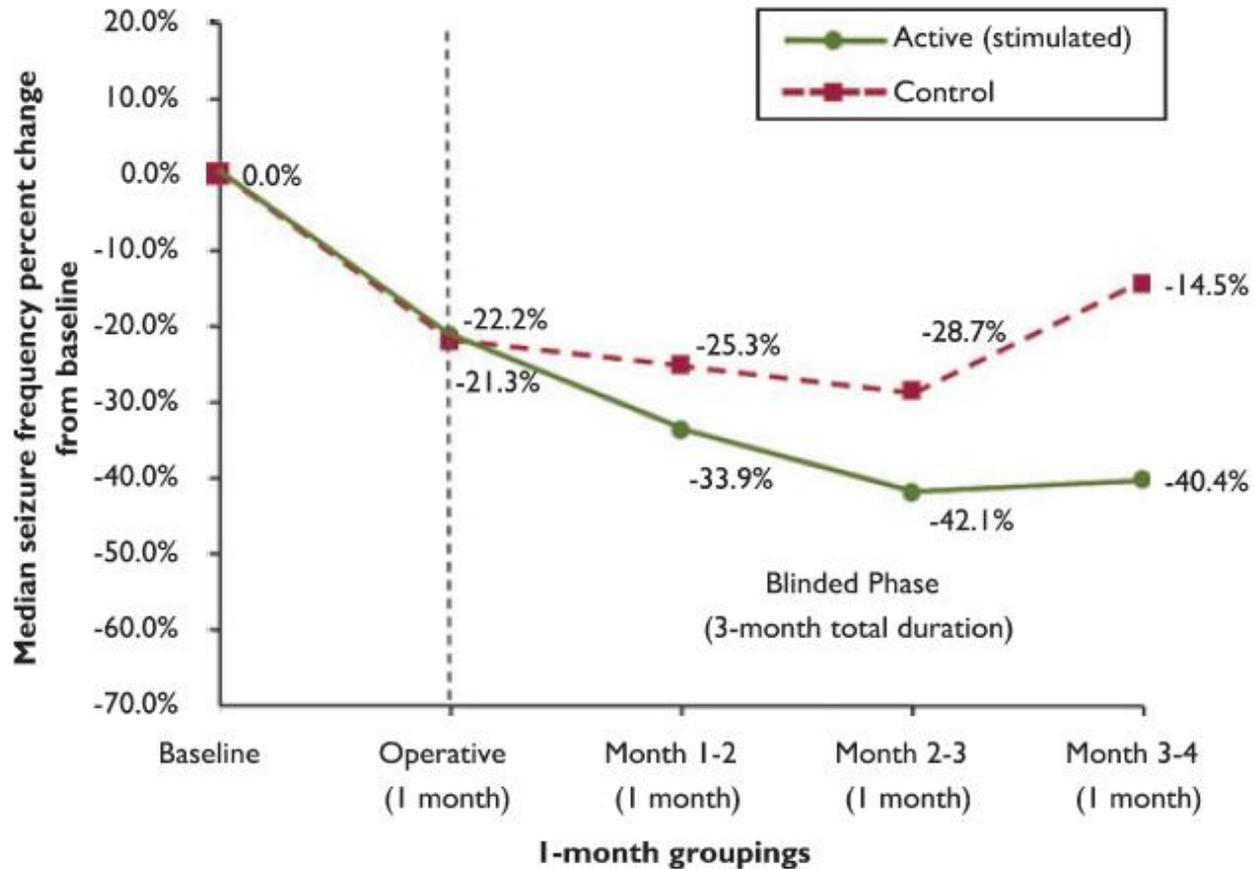
Nowell M, et al.  
 J Neurol Neurosurg Psychiatry .2014  
 doi:10.1136/ jnnp-2013-307069



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada**  
**Valencia 9 de Diciembre de 2013**

# Electrical stimulation of the anterior nucleus of thalamus for treatment of refractory epilepsy

Fisher R et al. *Epilepsia*, 51(5):899–908, 2010

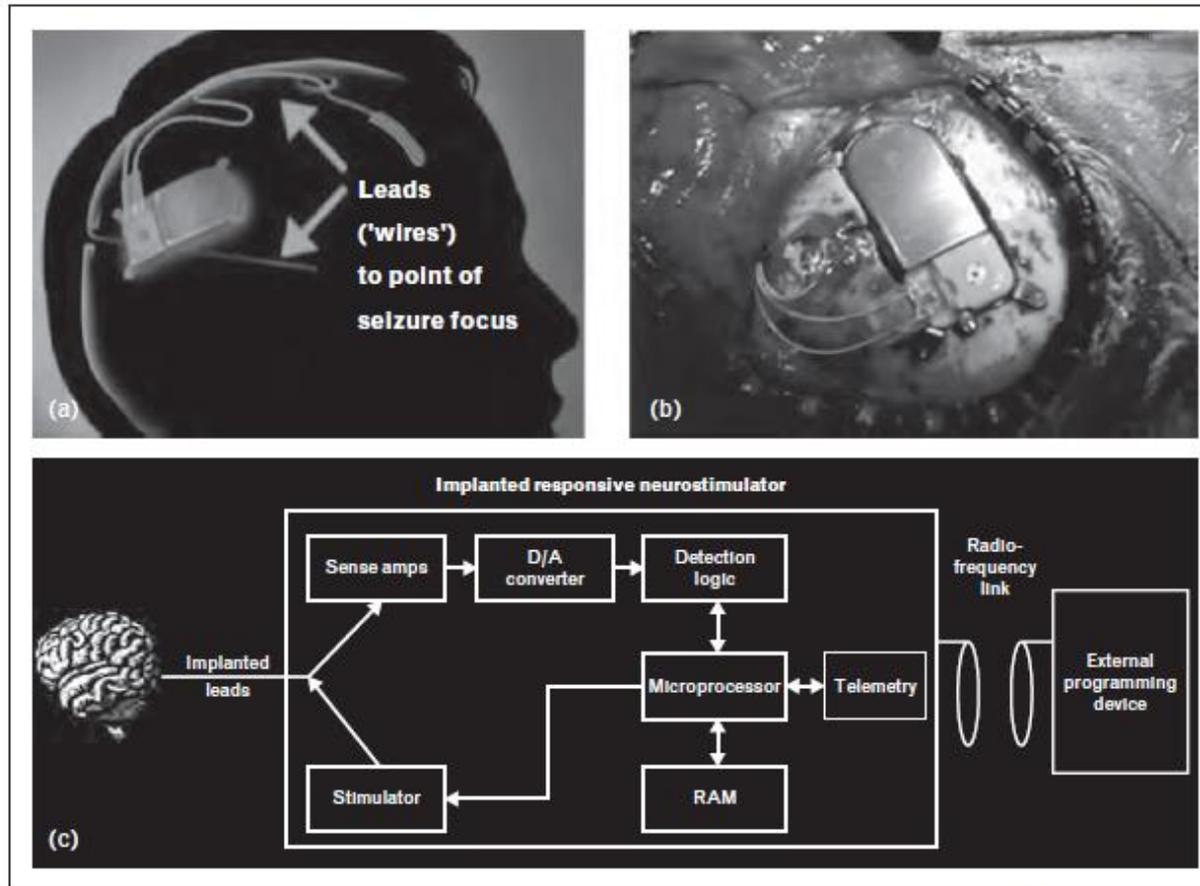


SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013

# Epilepsy surgery: surgical aspects

Curr Opin Anesthesiol 2012, 25:533–539

Epilepsy surgery: surgical aspects Kunieda *et al.*



**FIGURE 2.** Diagram of responsive cortical stimulation system (a), intracranial placement of the whole system including neurostimulator and two leads (b), and functional algorithm of the system (c). Reproduced with permission from [54].



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua**  
**Valencia 9 de Diciembre de 2013**

# Reanimación Postoperatoria en cirugía de la epilepsia

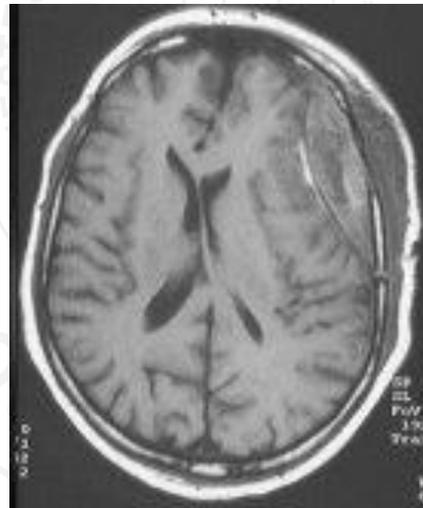
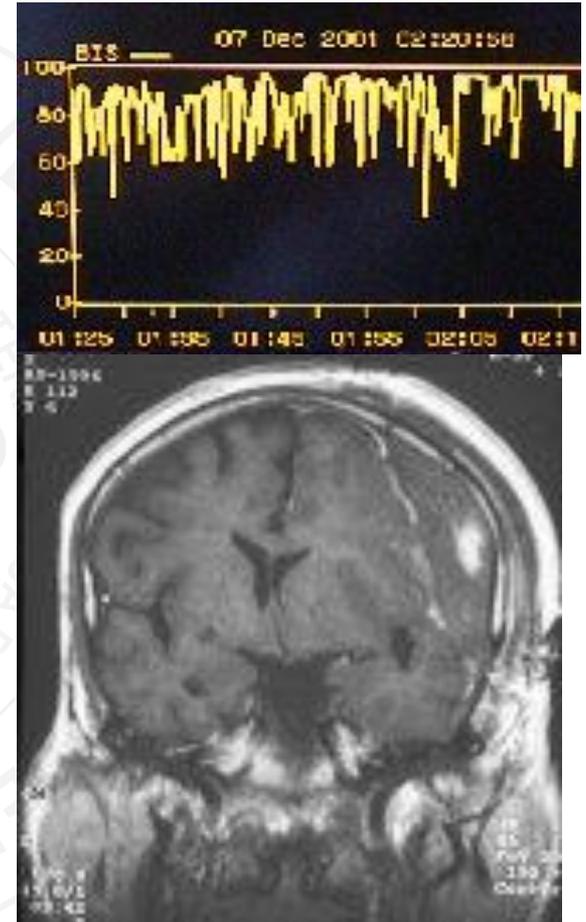
Riesgo aumentado de:

Convulsiones

Hipotensión intracraneal

Hematoma post-craneotomía

Edema



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 9 de Diciembre de 2013



# Equipo interdisciplinario Neurociencia

## Neurología

M Carreño

F Valdeoriola

F Graus

## Neuropsicología

T Boget

J Torres

S Cañizares

## Neuropsiquiatria

L Pintor

## Neurocirugía

L Caral

J Enseñat

J González

J Poblete

J Rumià

E Ferrer

## Neuroanestesia

R Valero

E Carrero

N de Riva

P.Hurtado

J Tercero

N Fàbregas

## NeuroUCI

E Zavala

R Adalia

J Mercadal

## Neuropatología

T Ribalta

## Neurofisiología

J Santamaria

A Tercero

## Medicina Nuclear

J Setoain

F Lomeña

## Neuro-radiología

T Pujol

N Bargalló

## NeuroAngioRadiología

J Macho

J Blasco

L San Román





9<sup>th</sup>  
International Update on Neuro -  
Anesthesia & Neuro - Intensive Care  
**interdisciplinary neuroscience**

14-16 April 2016 | Barcelona, Spain

2016  
euro  
**Neuro**  
meeting

