

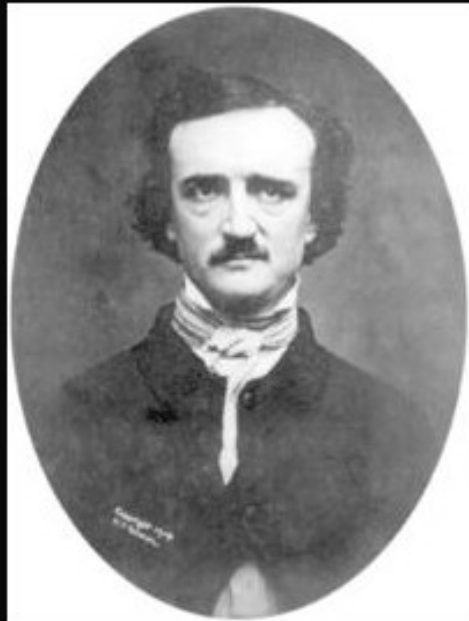
# Funciones cognitivas del sueño

Pablo Torterolo

Laboratorio de Neurobiología del Sueño

Departamento de Fisiología

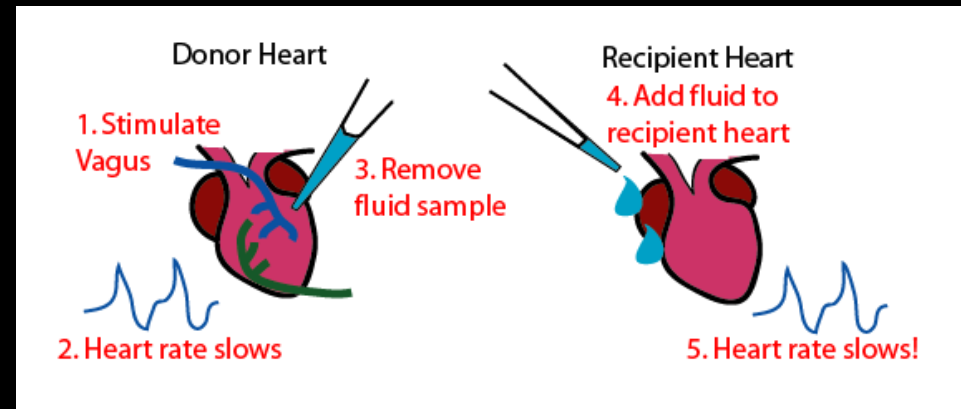
Facultad de Medicina-UdelaR



Sueño, esos pedacitos de muerte. ¡Como los odio!

(Edgar Allan Poe)

# “Insights” durante el sueño



Otto Loewi. Premio Nobel en Fisiología y Medicina, 1936

- Las **Funciones Cognitivas** particulares o la **consciencia** en general son una función de la vigilia...
- Durante el sueño se pierden/alteran la funciones cognitivas.



Gerald Edelman.  
Premio Nobel en Fisiología y  
Medicina, 1971

*“Every one knows what **consciousness** is: it is what abandons you every evening when you fall asleep and reappears the next morning when you wake up.”*

## **Correlato neural de la consciencia.**

- Áreas y actividades neurales de la que emergería la actividad subjetiva de la consciencia.



David Chalmers

***“Hard Problem”.***

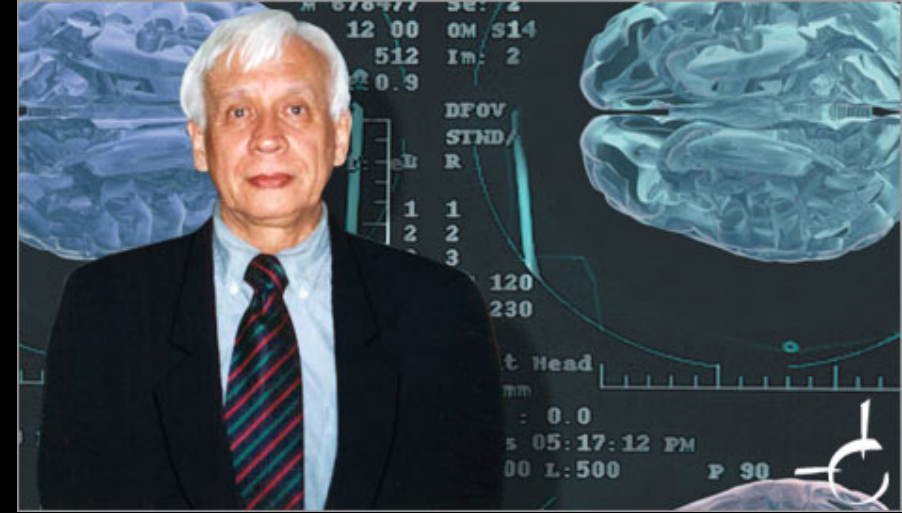
*- Incapacidad para explicar con términos científicos el fenómeno subjetivo de la consciencia.*

Para que haya consciencia:

- Activación

- Contenido

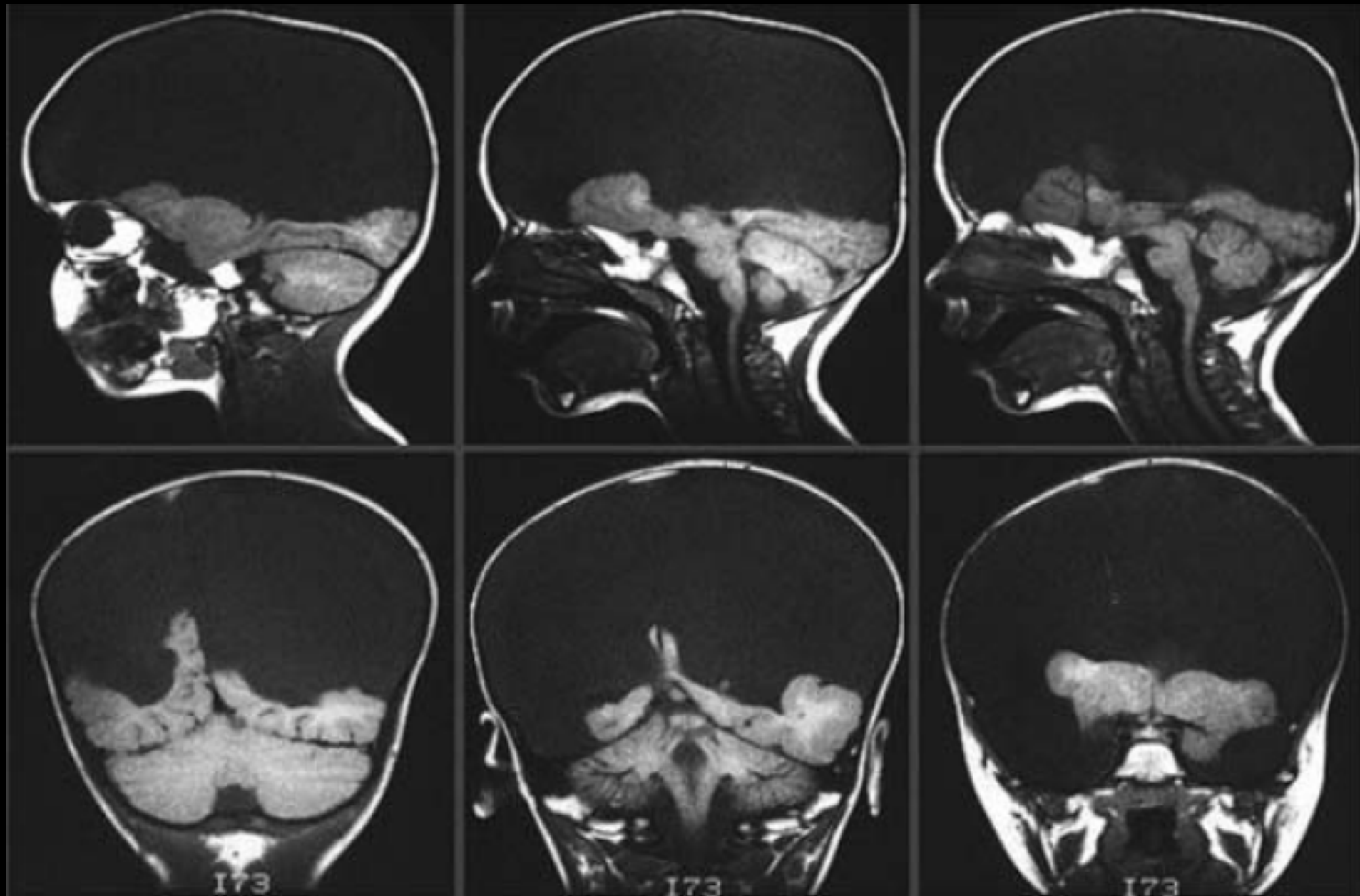




*"...the thalamo-cortical system is ultimately responsible for the generation of consciousness".*

*Rodolfo Llinas*

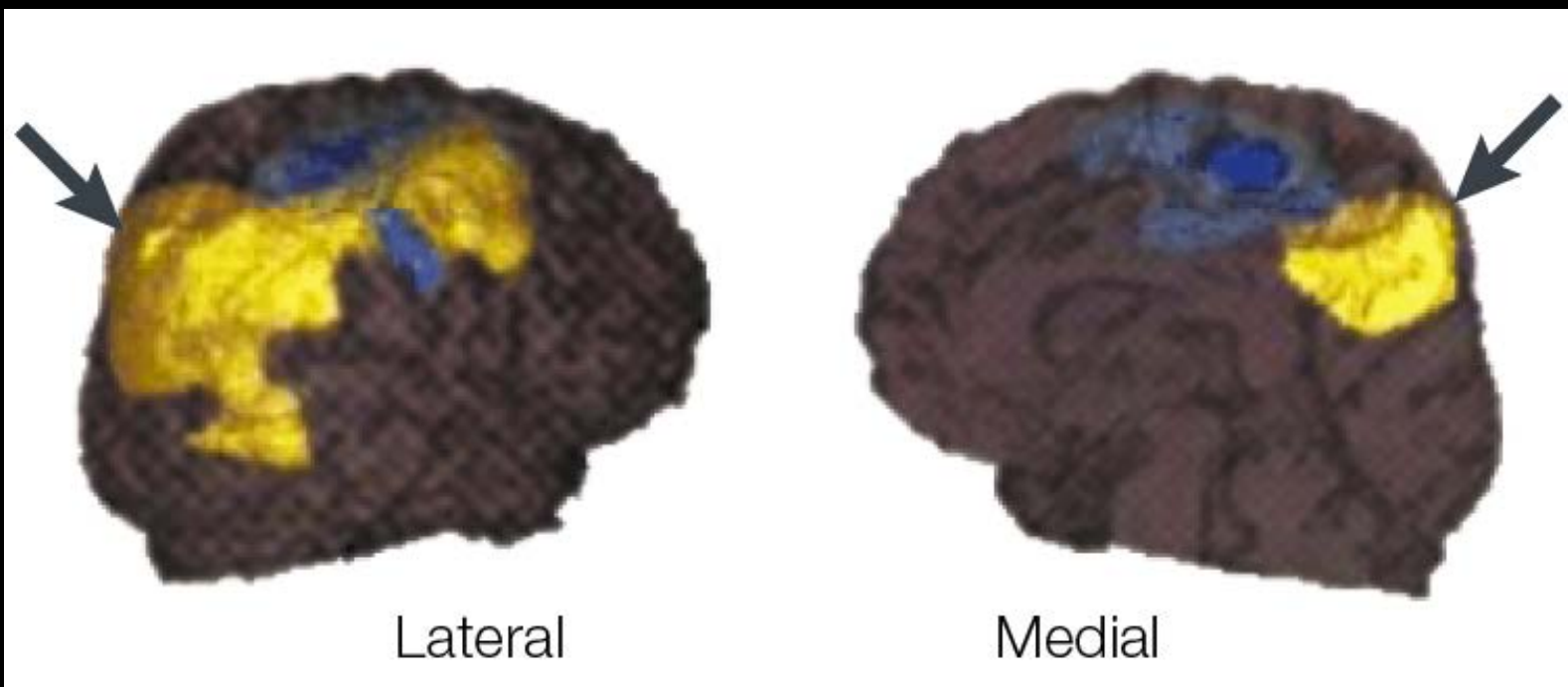
# Anencephalia



## Anencefalia. Estado vegetativo

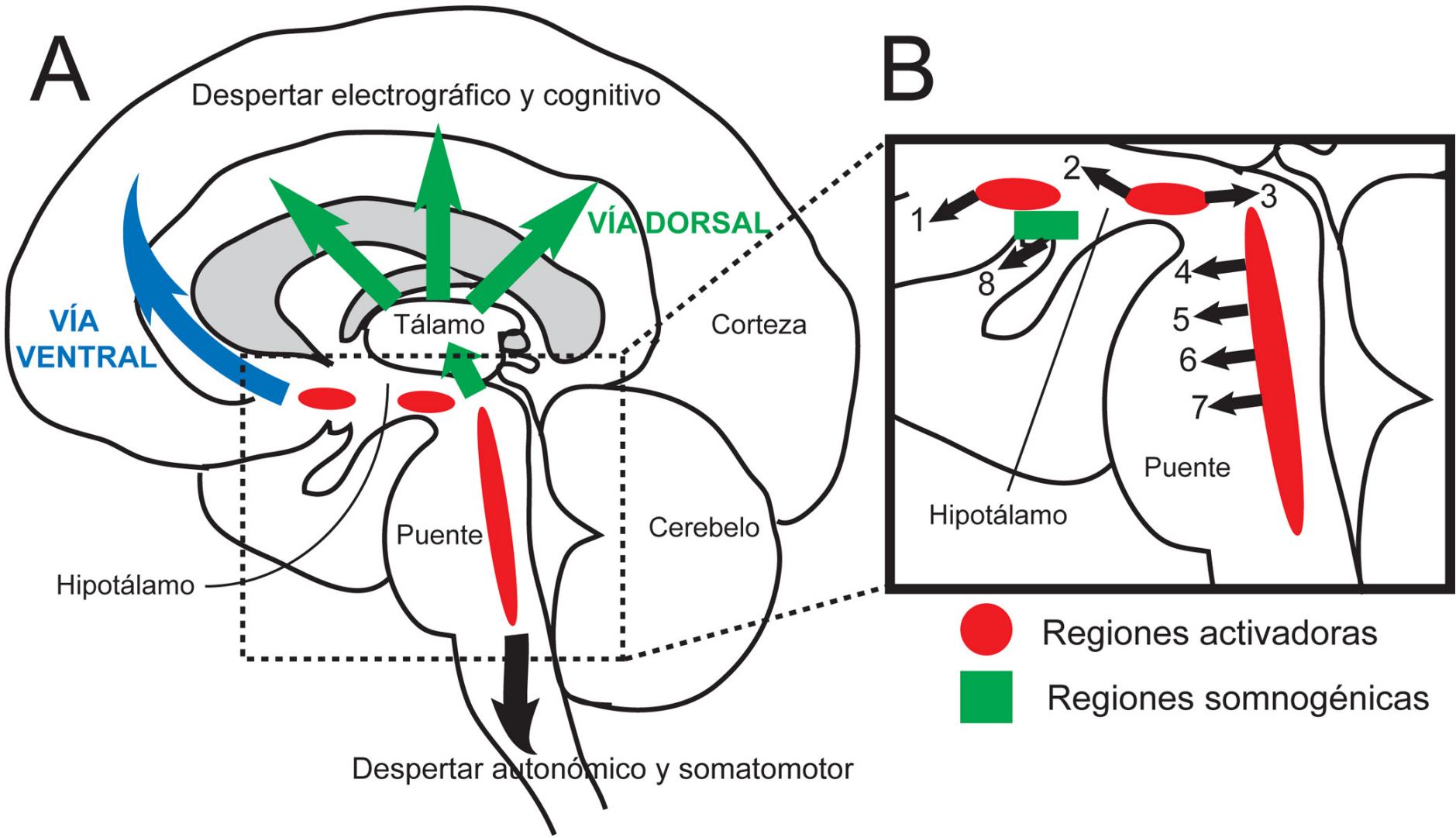


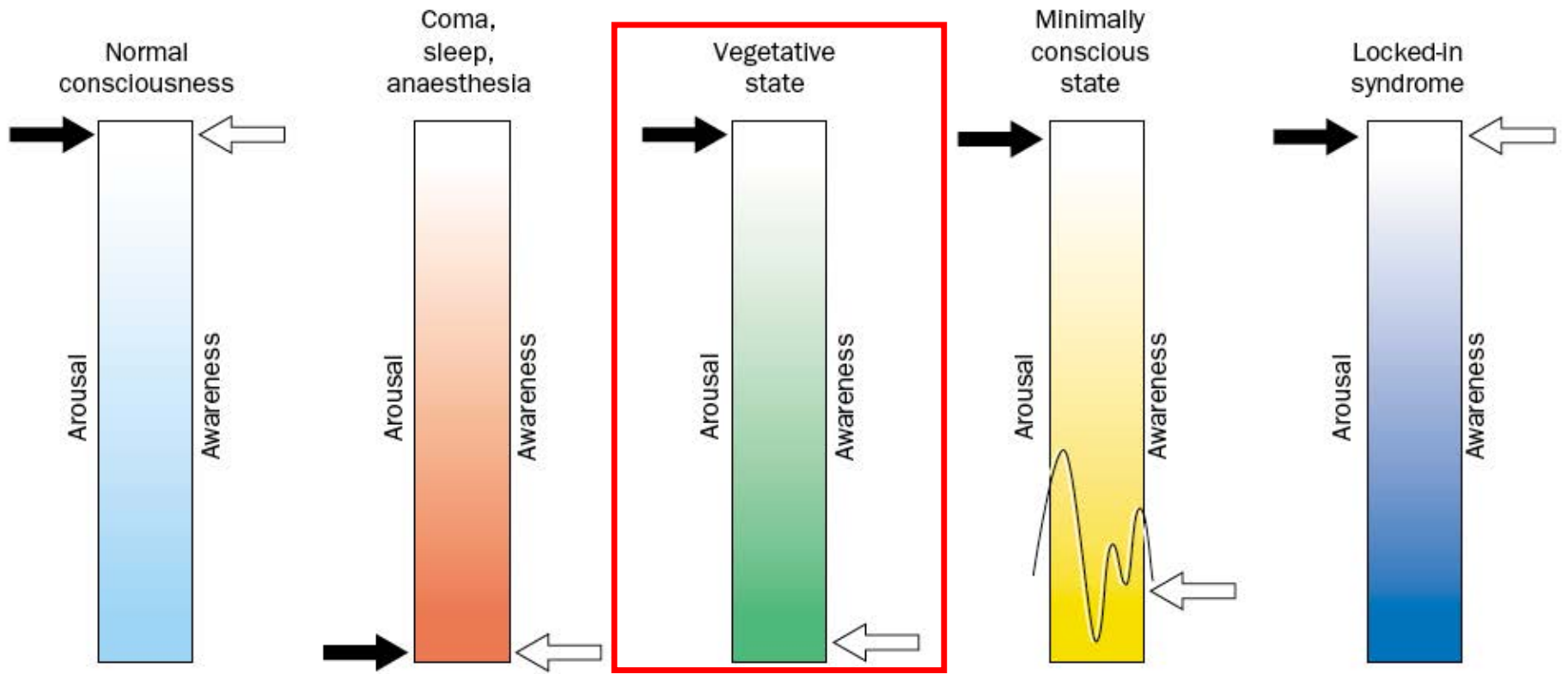
Figure 9. The reaction of a three-year-old girl with hydranencephaly in a social situation in which her baby brother has been placed in her arms by her parents, who face her attentively and help support the baby while photographing.



Laureys et al. (1999). J Neurol Neurosurg Psychiat 67:121

# Sistemas activadores





Laureys et al. (2004). The Lancet 3:537

## Vigilia

Alta frecuencia/baja amplitud



## Sueño NREM

Baja frecuencia/alta amplitud

Huso de sueño



## Sueño REM

Alta frecuencia/ baja amplitud



**Sueños (actividad onírica).**

**Dement y Kleitman:** experiencias perceptualmente vividas y coherentes desde el punto de vista narrativo.

**Foulkes:** cualquier experiencia mental durante el sueño.



# Estados comportamentales y funciones cognitivas

## **Vigilia**

- alerta
- tranquila
- “day-dreaming”

## **NREM**

- N1, “sleep onset” o hipnagogia.
- N2 (“covert REM sleep”)
- N3

## **REM**

# **Estados disociados y funciones cognitivas**

## **“Despertar motor, con funciones cognitivas de sueño”**

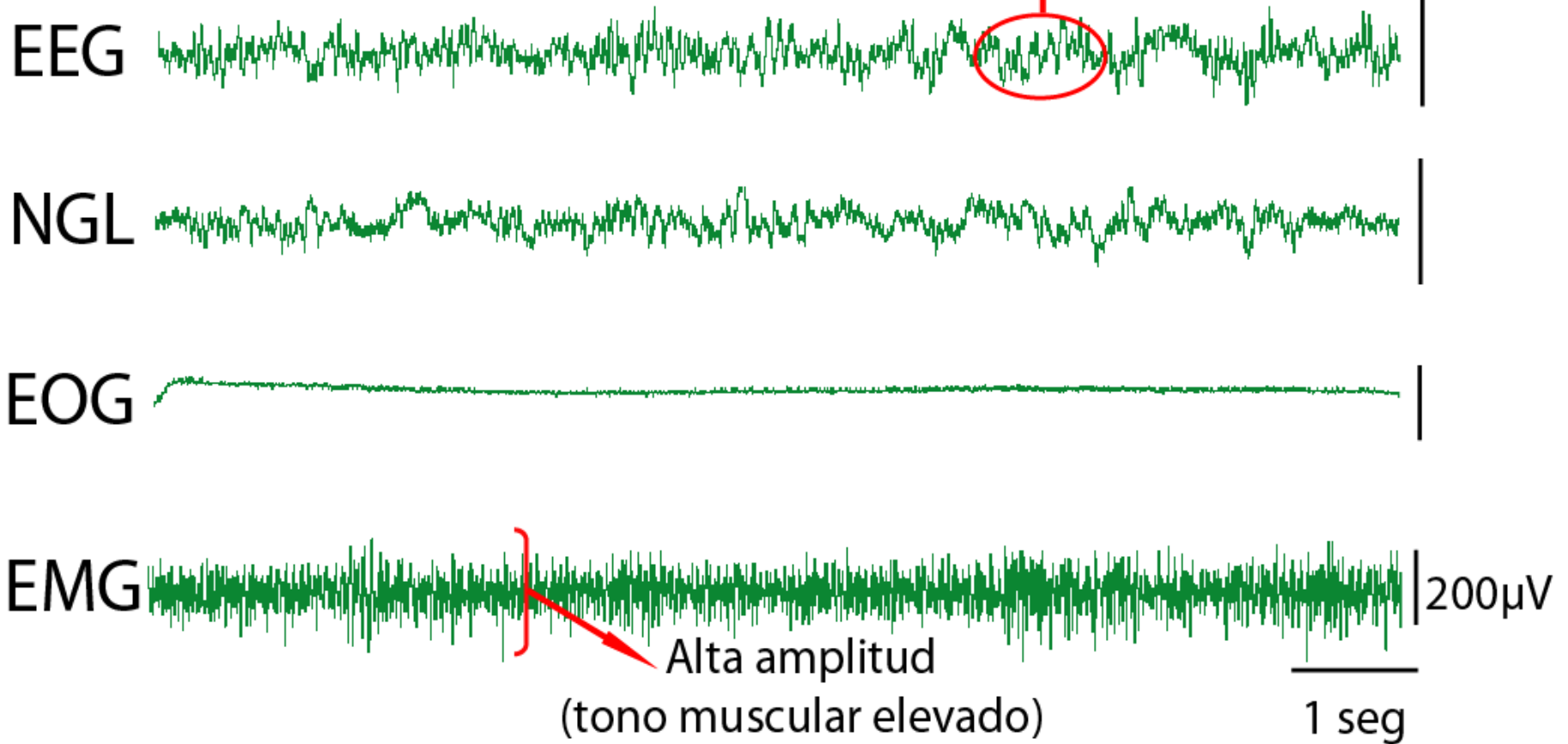
- Sonambulismo (sueño NREM)
- Desorden del sueño REM

## **“Estado disociado cognitivo”**

- Inercia del sueño (aspectos de sueño NREM en vigilia)
- Alucinaciones hipnagógicas (aspectos de sueño REM en vigilia)
- Sueños lúcidos (aspectos de vigilia en sueño REM)

# Vigilia

Alta frecuencia/baja amplitud

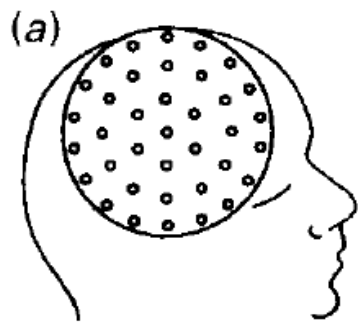


# Vigilia

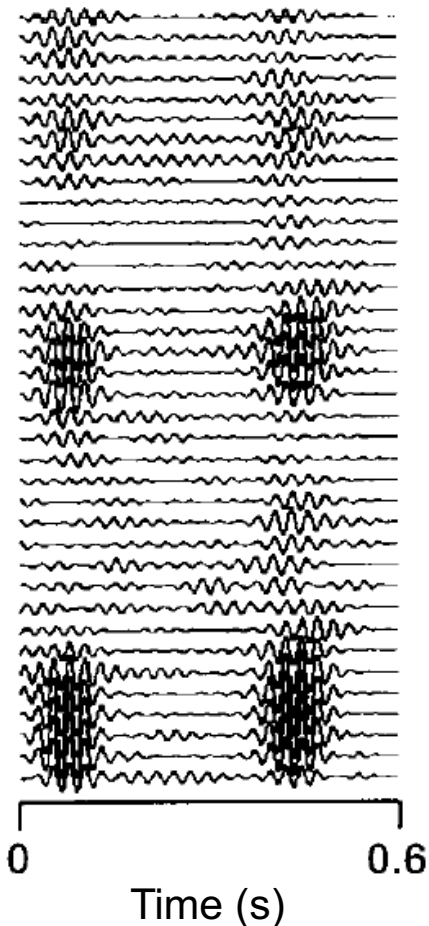
- Actividad sensorial.
- Atención
- Todos los sistemas activadores están encendidos.

# EEG

- Ausencia de ondas lentas.
- Importante potencia y coherencia gamma ( $\approx 40$  Hz).

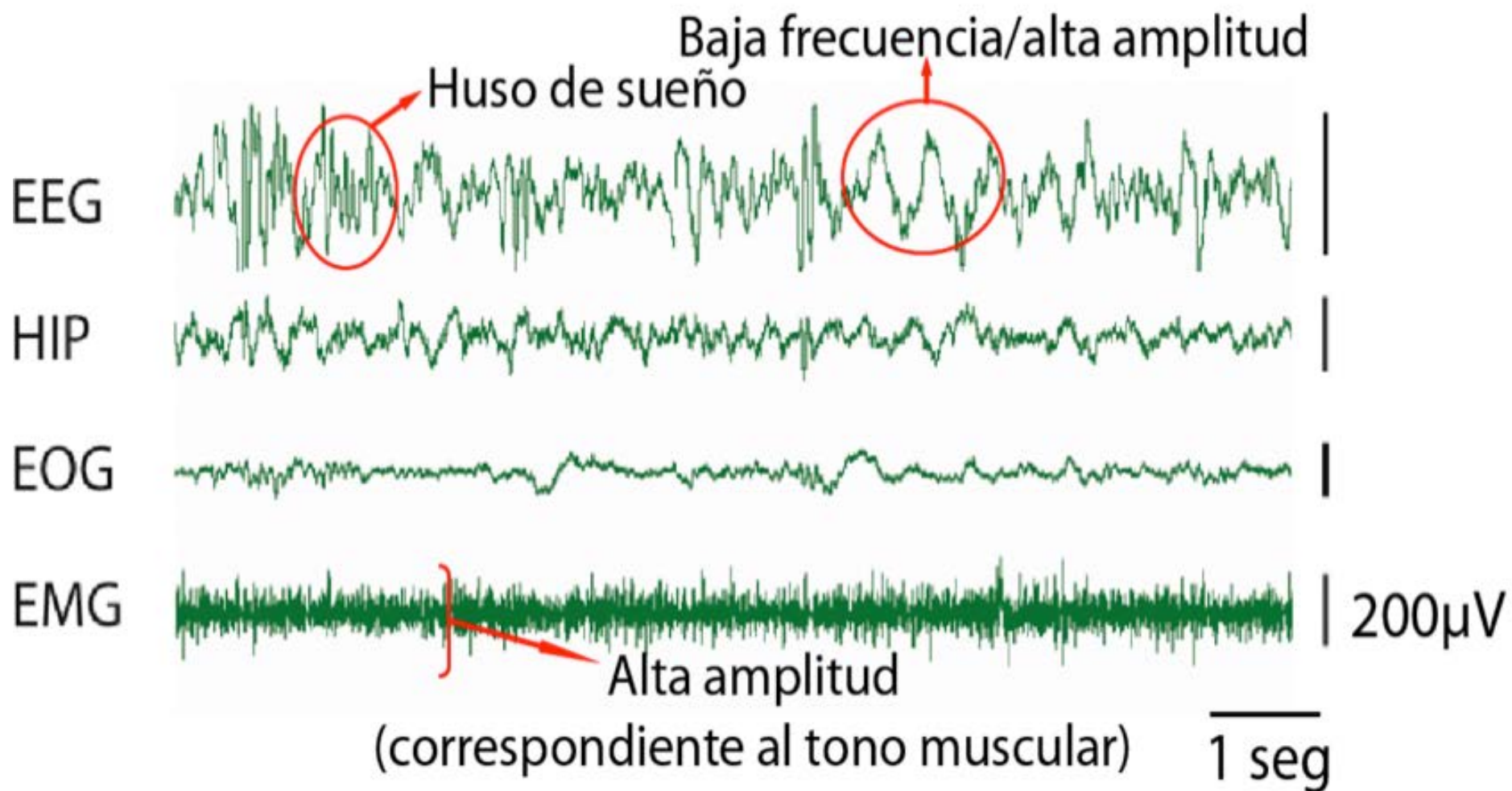


(b) 35–45 Hz



La actividad Gamma ( $\approx 40$  Hz) es alta y coherente durante la vigilia

## Sueño NREM



## **Sueño NREM**

- NO actividad sensorial.
- Los sistemas activadores están apagados.

## **EEG**

- Ondas lentas, husos de sueño
- Baja actividad y coherencia gamma

A

Wake

SWS

REM

EEG area 5 left

EMG

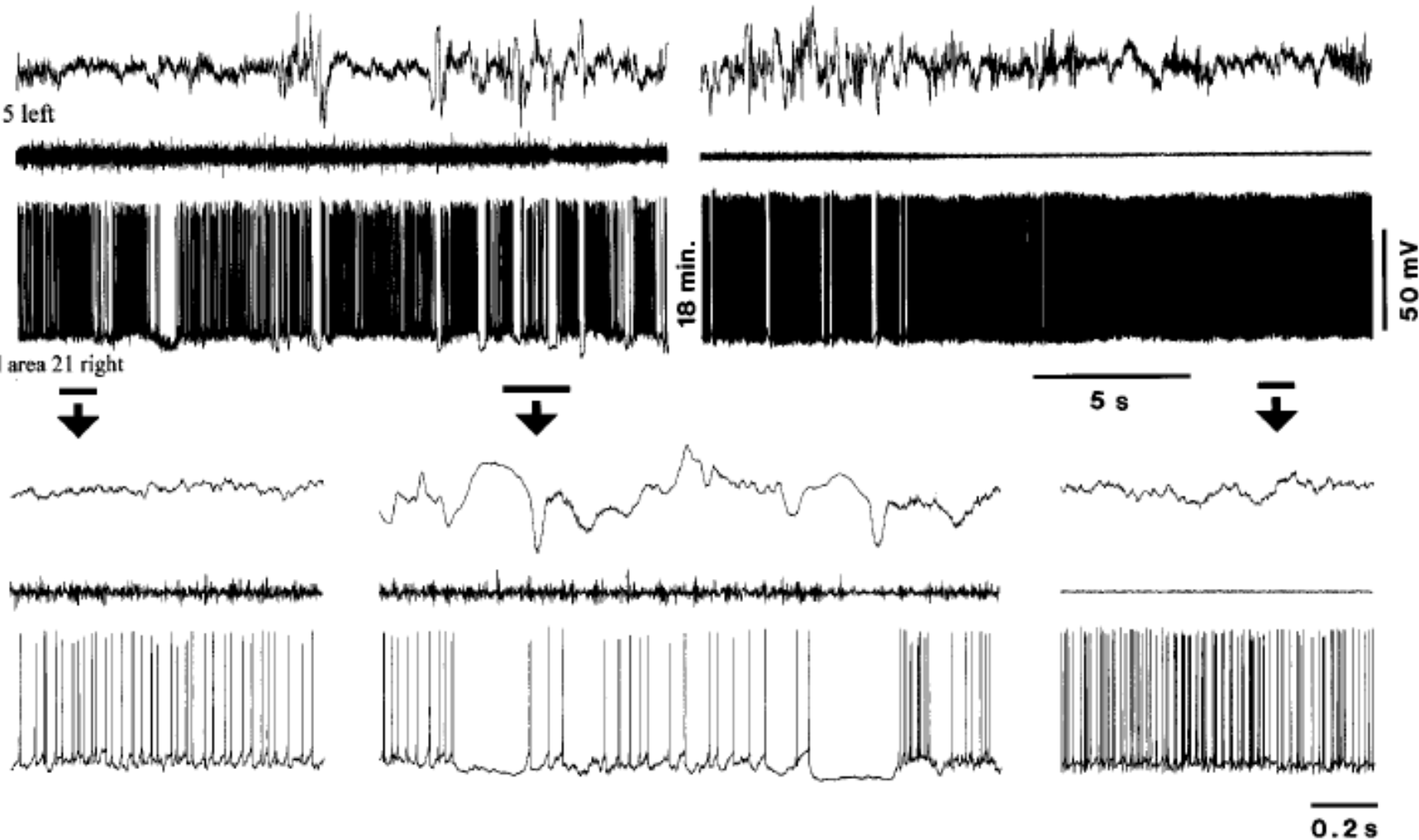
Intra-cell area 21 right  
-62 mV

18 min.

50 mV

5 s

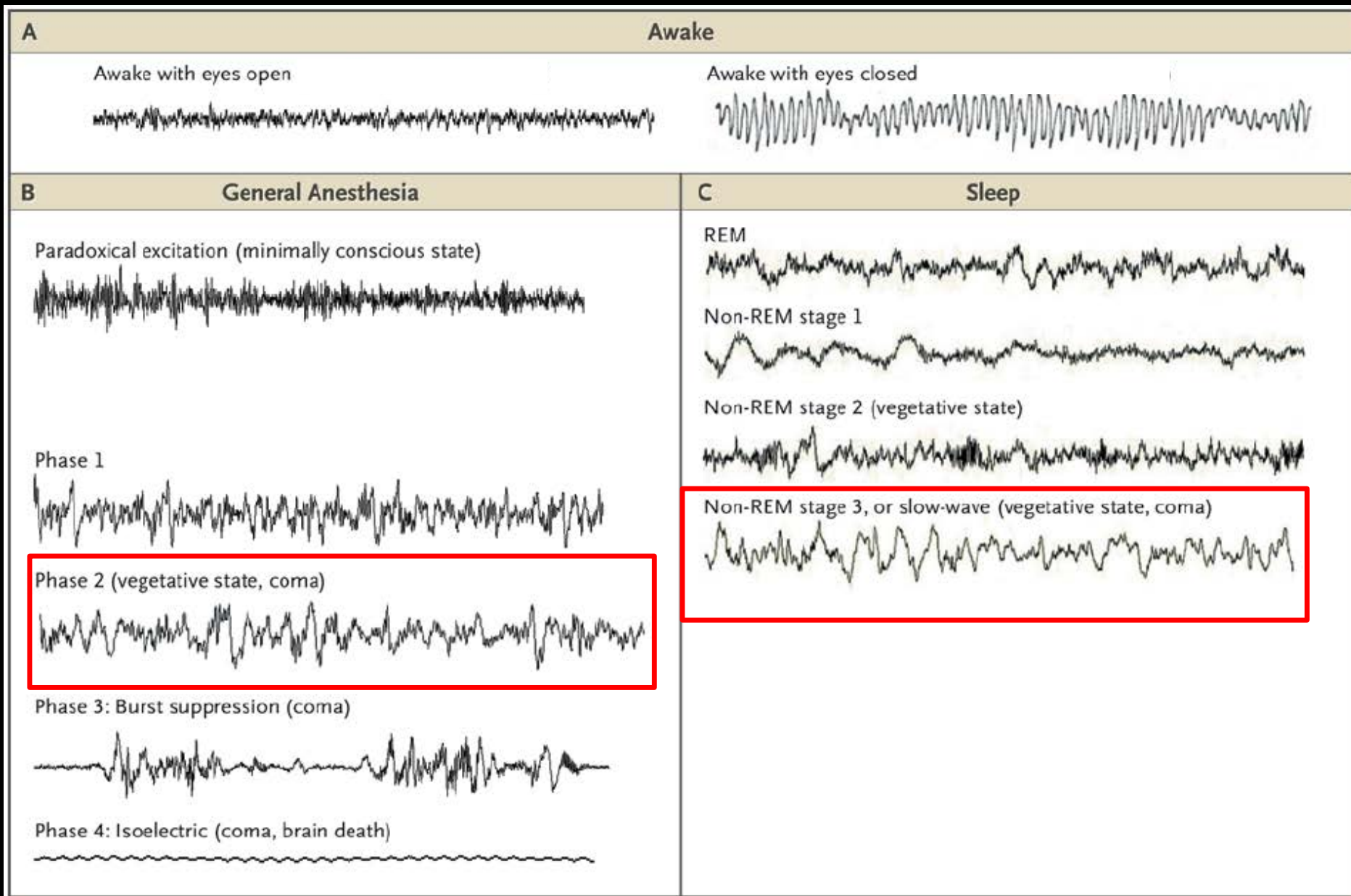
0.2 s



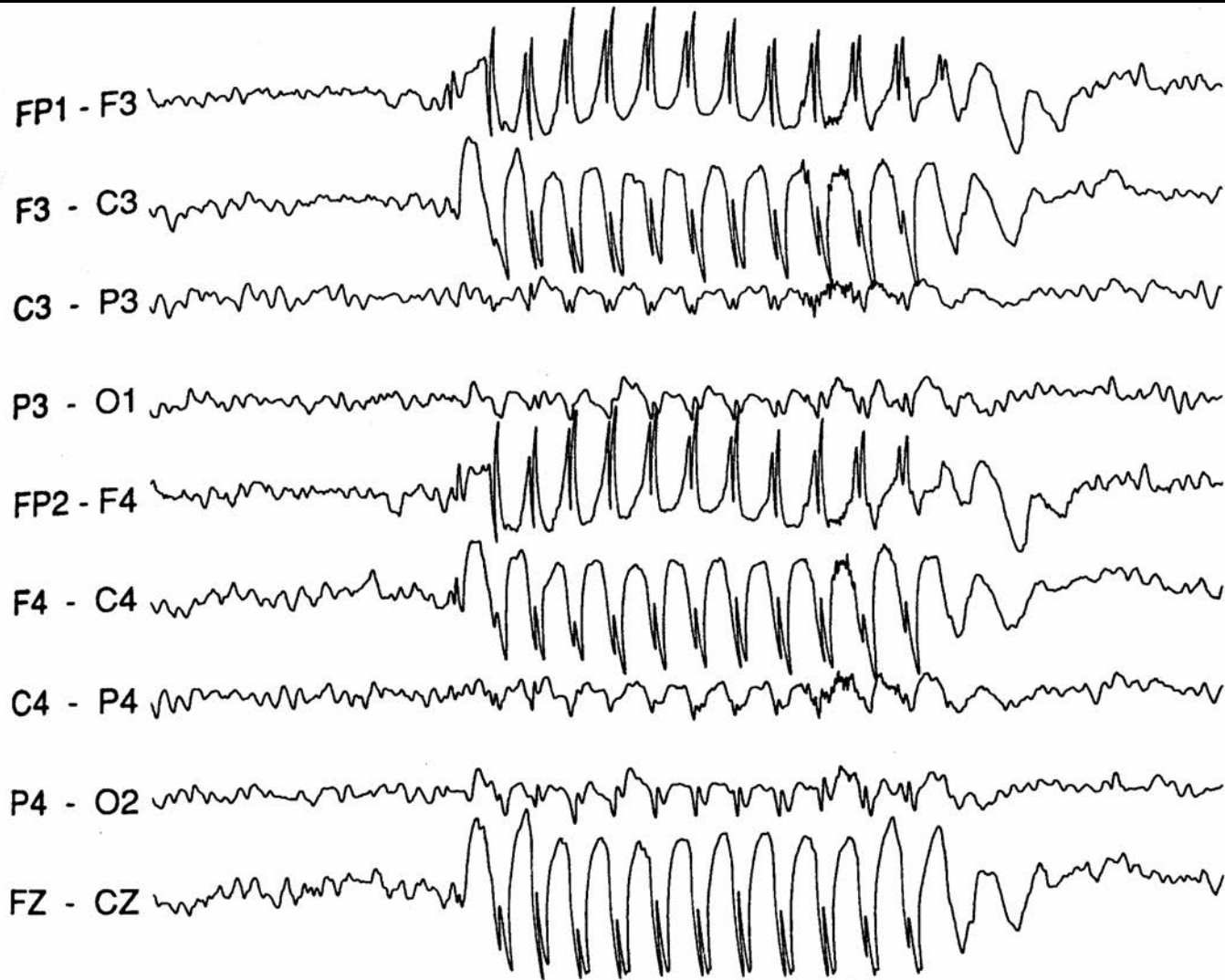
*Steriade et al. (2001). J Neurophysiol., 85:1969*



# Similitudes entre el sueño lento profundo y la anestesia



# La sincronización durante las crisis de ausencia determina la inconciencia

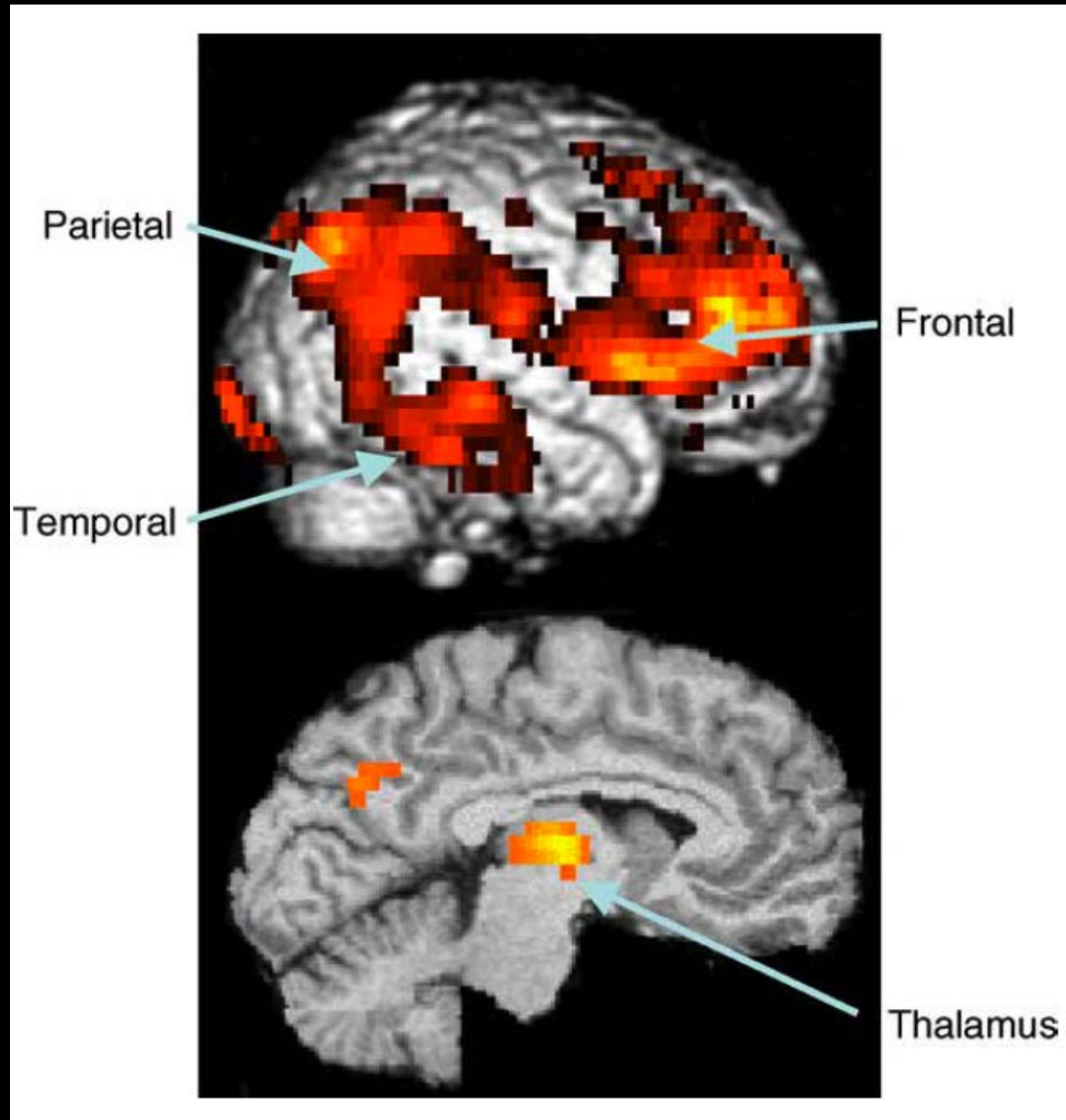


1 SEC. 200  $\mu$ V

En los estados sincronizados, NO hay actividad cognitiva

- Sueño lento profundo
- Anestesia general
- Crisis de ausencia

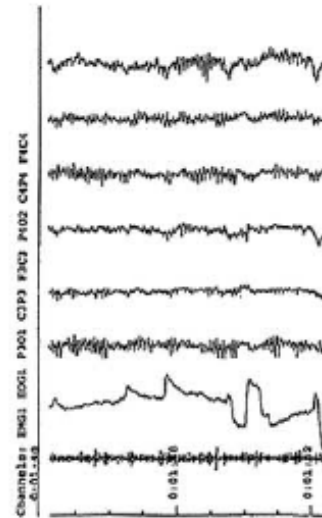
Las cortezas de asociación y el tálamo son las que mas se inhiben durante el sueño lento



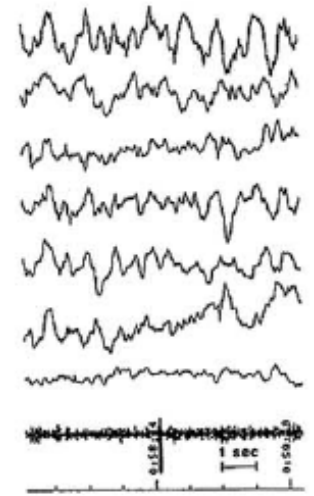
# El sonambulismo ocurre durante el sueño lento



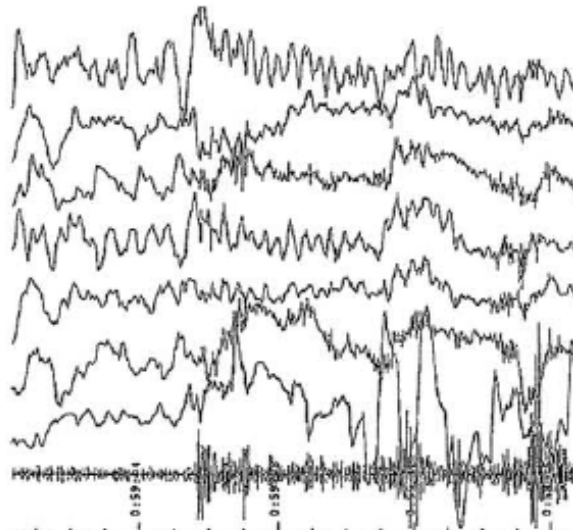
22:15:00 Wakefulness



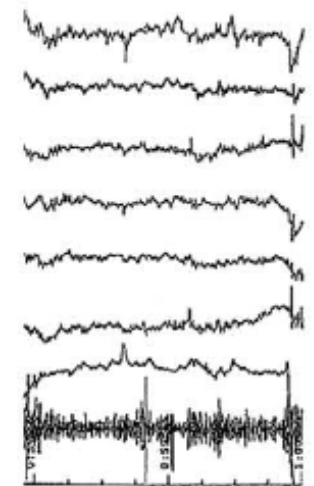
23:13:19 Slow-wave sleep



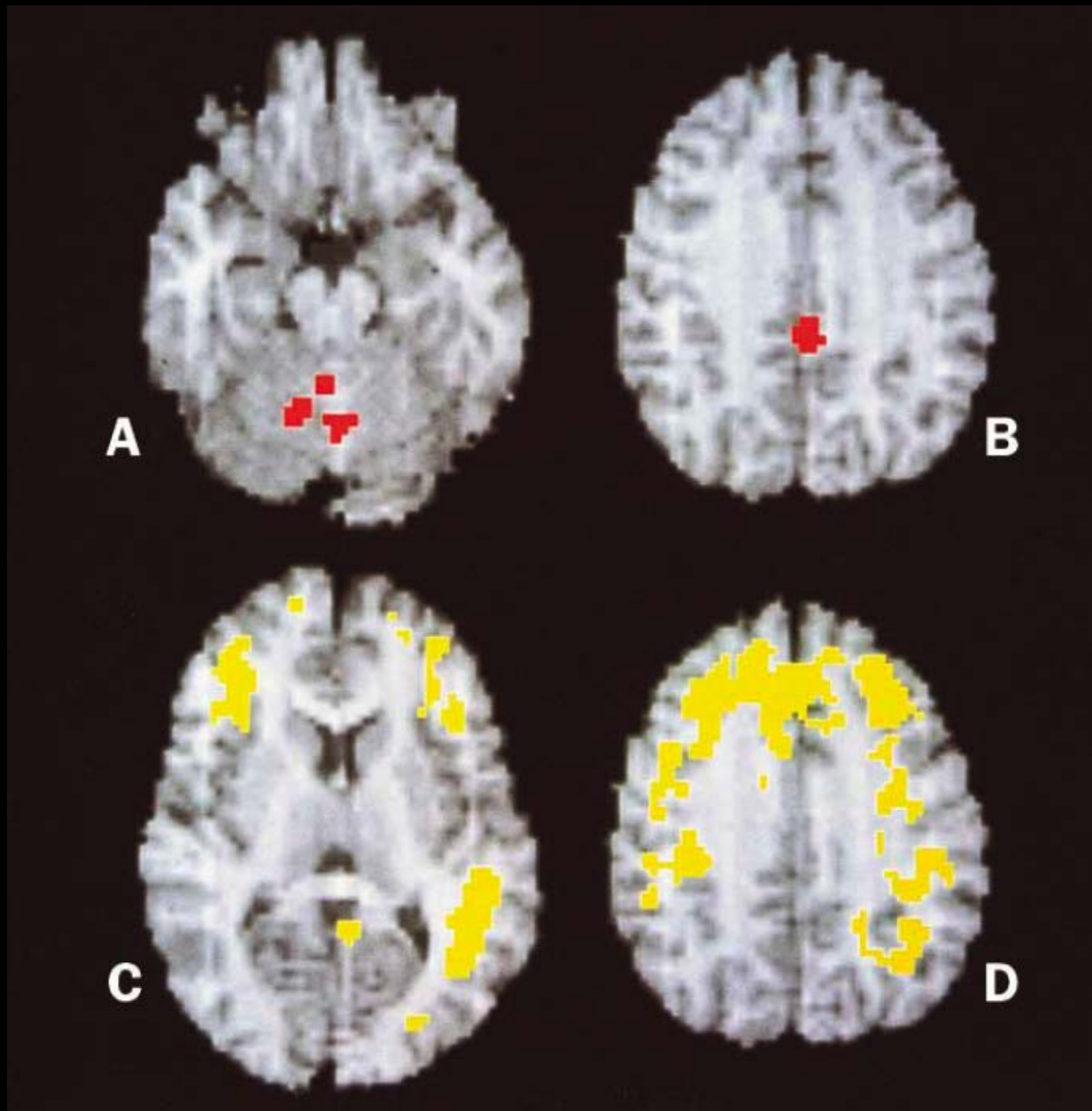
23:13:25 Sleepwalking



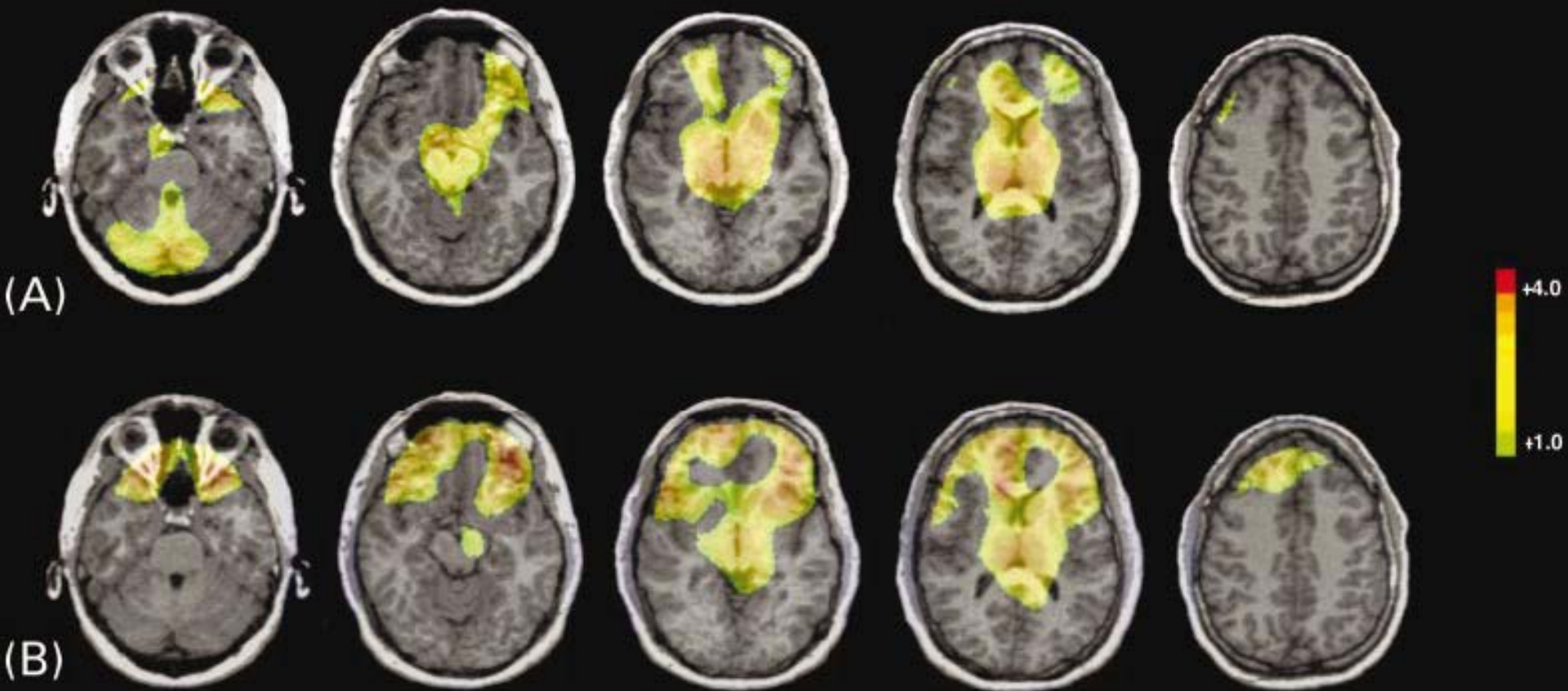
23:13:49 Injection



# Actividad encefálica durante el sonambulismo



# Actividad encefálica durante la inercia o “borrachera” de sueño



Balkin et al. (2002). Brain 125:2308

# Sueño REM

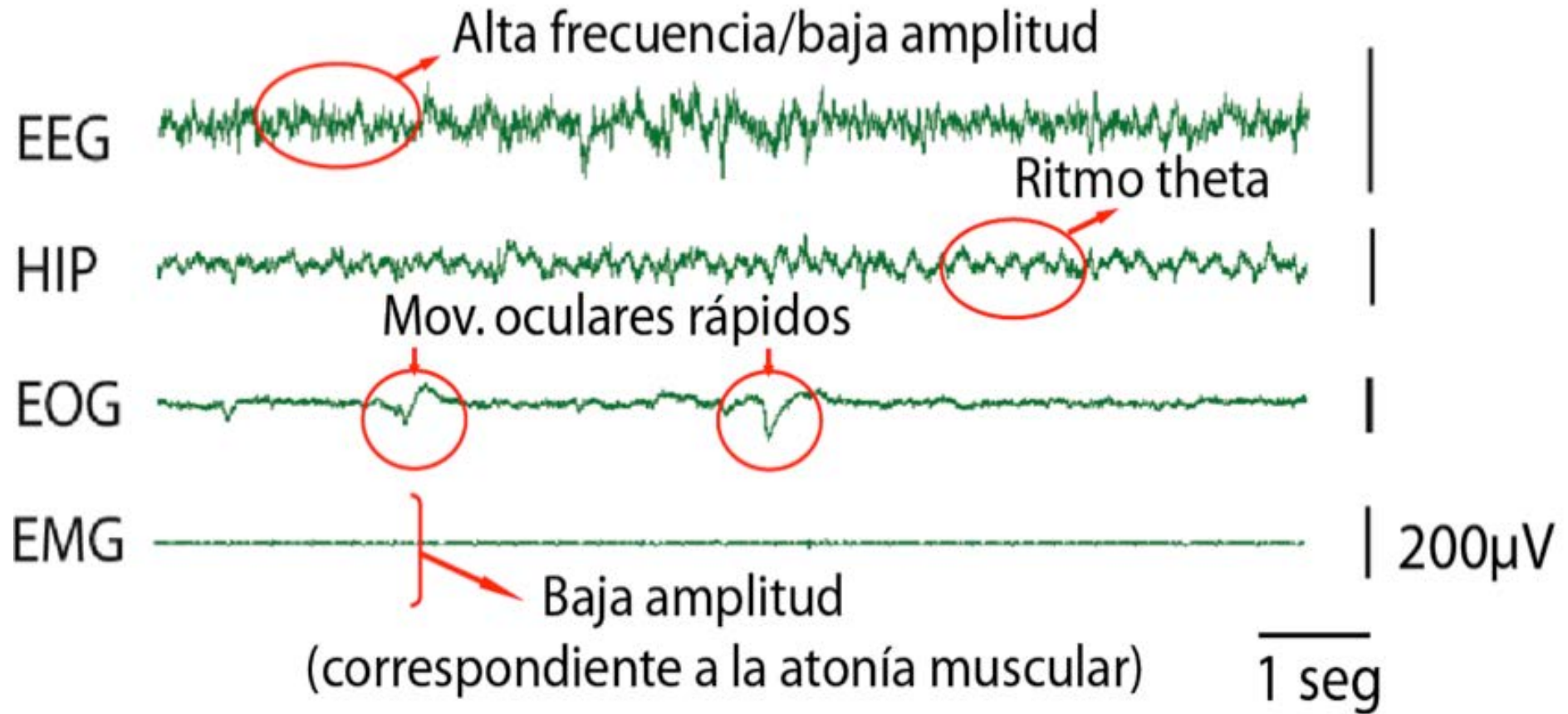


Sueño causado por el vuelo de una abeja alrededor de una granada un segundo antes de despertar.

Salvador Dalí



## Sueño REM



## **Sueño REM**

- NO actividad sensorial.
- Enciende sistema colinérgico, se apaga el monoaminérgico.
- Ondas PGO.

## **EEG**

- Ausencia de ondas lentas.
- Actividad gamma.
- NO coherencia gamma.

# Sueño REM sin atonía

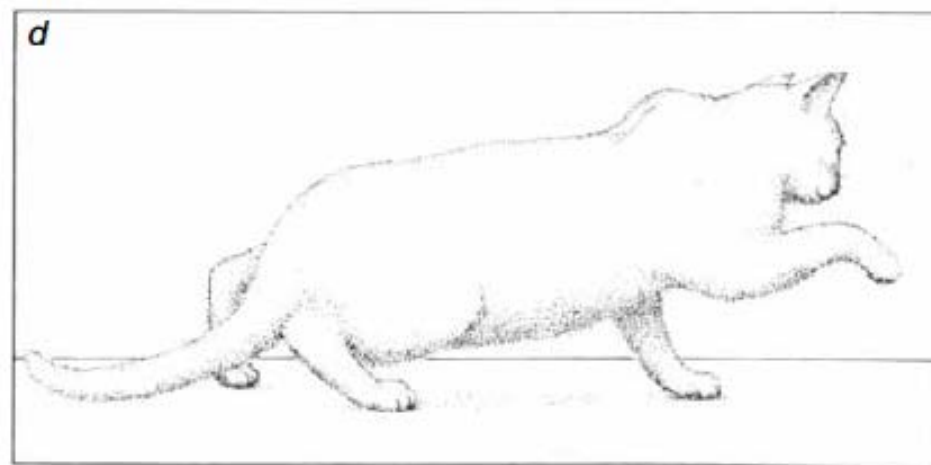
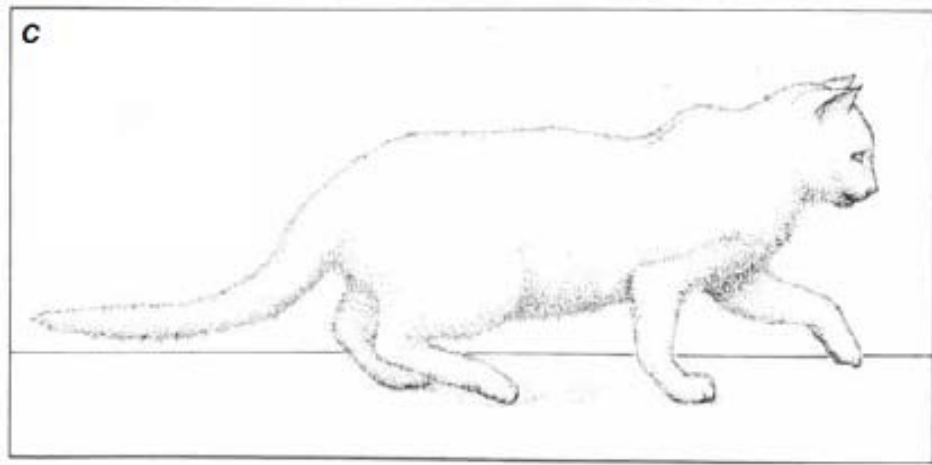
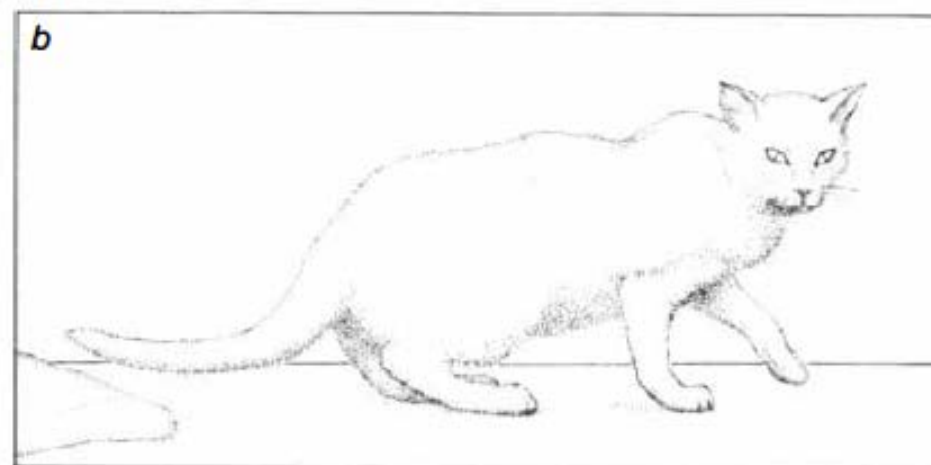
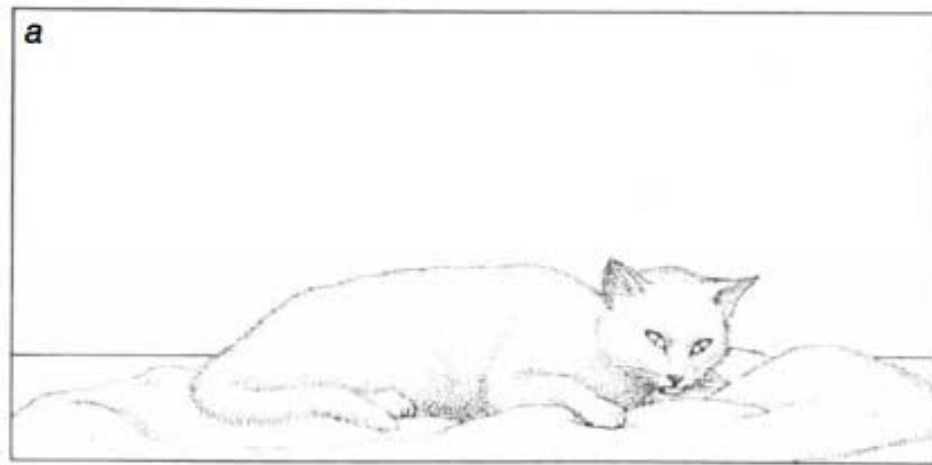




Fig. 1. Photograph of a 70-year-old man who had RBD and who for 6 years tethered himself to bed with a rope and belt in an effort to prevent injury from leaping out of bed during attempted dream enactments. (*From* Schenck CH. REM sleep behavior disorder. In: Carskadon M, editor. *Encyclopedia of sleep and dreaming*. New York: Macmillan; 1993. p. 499; with permission.)

# Desorden del sueño REM

62 Years 9-11-86

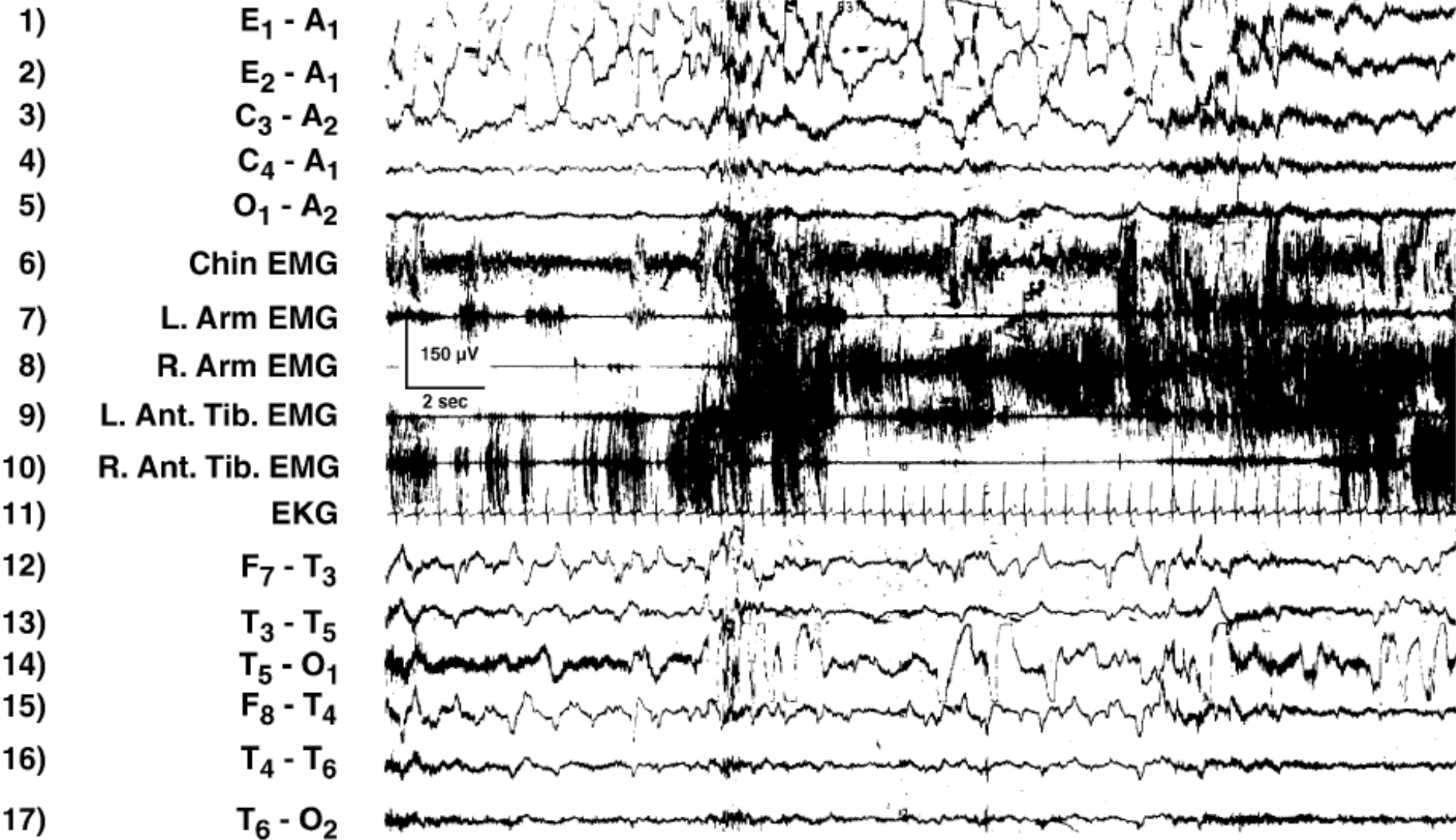




FIG. 1—*Photograph of a 74-year-old woman with facial and dental injuries sustained from diving out of bed and hitting the corner of a bureau during an episode of REM sleep behavior disorder.*

- Correlación entre la intensidad del REM y la del sueño.
- Correlación entre la duración del REM y la del sueño.
  
- Correlación entre los movimientos de los ojos o del cuerpo (en RBD) y lo vivido en los sueños.

## **Características de la actividad onírica (1)**

- No se recuerda. No hay consolidación de la memoria.





*“Sobre la ciudad”. Marc Chagall*

*“...el loco es alguien que sueña despierto”.*  
*Immanuel Kant*

*“...los sueños son pequeñas locuras y la locura es un gran sueño”.*  
*Arthur Schopenhauer*

*“...investigue sobre los sueños, conocerá todo sobre la locura”.*  
*Hughlings Jackson*

# THE DREAMING SLEEP STAGE: A NEW NEUROBIOLOGICAL MODEL OF SCHIZOPHRENIA?

C. GOTTESMANN\*

*Département des Sciences de la Vie, Faculté des Sciences, Université de Nice–Sophia Antipolis, 06108 Nice cedex 2, France*

**Abstract**—The rapid eye movement dreaming sleep stage and schizophrenia are both characterized by common intracerebral disconnections, disturbed responsiveness and sensory deafferentation processes. Moreover, in both states, there is dorsolateral prefrontal deactivation as shown by the decrease of blood flow. Finally, identical pharmacological and neurochemical variations are observed for acetylcholine, dopamine, noradrenaline, serotonin and glutamate concentrations. Consequently, rapid eye movement sleep could become a useful new neurobiological model of this mental disease since more functional than current rat models using stimulation, lesion or drugs. © 2006 IBRO. Published by Elsevier Ltd. All rights reserved.

**Key words:** paradoxical sleep, hallucinations, delusions, neurotransmitters.

## Contents

Results	1105
Conclusion	1113
Acknowledgment	1113
References	1113

physiological similarities with schizophrenia. The psychological resemblances aside (during dreaming visual hallucinations are present in nearly all dreams, and auditory elements occur in about 40–60% of dreams (Maquet et al., 2004), while in schizophrenia the most frequent hallucinations are auditory, although the composer Robert Schumann indeed heard an insistent “A” note and the painter Vincent Van Gogh saw vertiginous skies), what are these shared data supplied by electrophysiology, blood flow, pharmacology and finally neurochemistry ?

## RESULTS

It has first to be emphasized that most dreams occur during rapid eye movement (REM) sleep. When they are infrequently detected during other sleep stages (Foulkes, 1962), some criteria of REM sleep are generally present (Werth et al., 2002). Today, several studies have shown that dreaming cannot appear without the neurobiological support of REM sleep (Takeuchi et al., 1999; Nielsen, 2000; Takeuchi et al., 2001) even if some of its criteria are “covert” (Nielsen, 2000).

## Electrophysiology

# Características de la actividad onírica (2)

## Sensorial

- Alucinaciones visuales y auditivos (intensos pero sin percepción de detalles).
- Vivas (vivas como reales).
- Bizarros: desorientados en tiempo y espacio, irracionales.
- Alto contenido emocional (con predominio de emociones negativas).

## Motora

- Importante actividad física “virtual” (gran actividad de la Cx. motora).

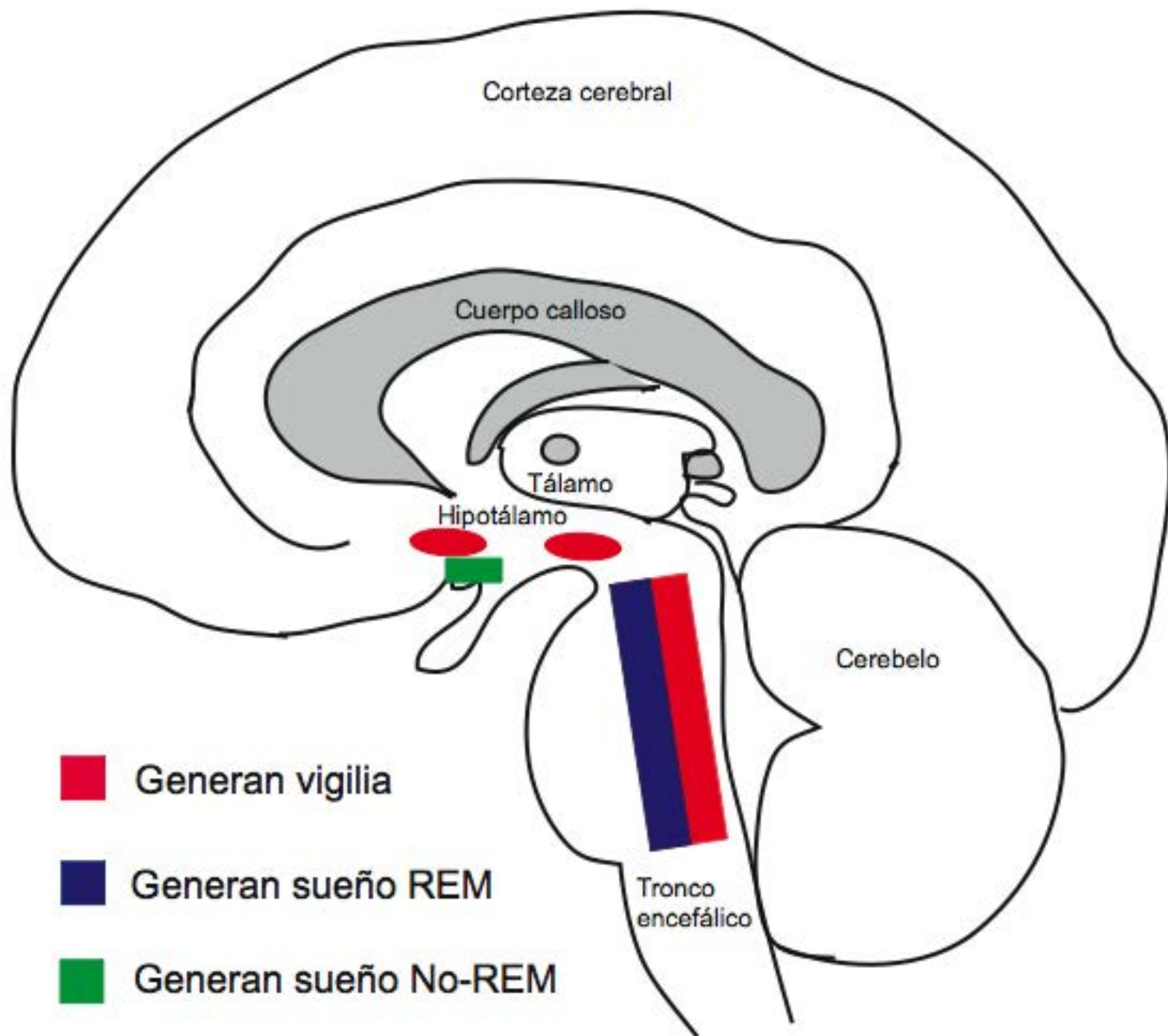
## **Características de la actividad onírica (3)**

### **Otros elementos**

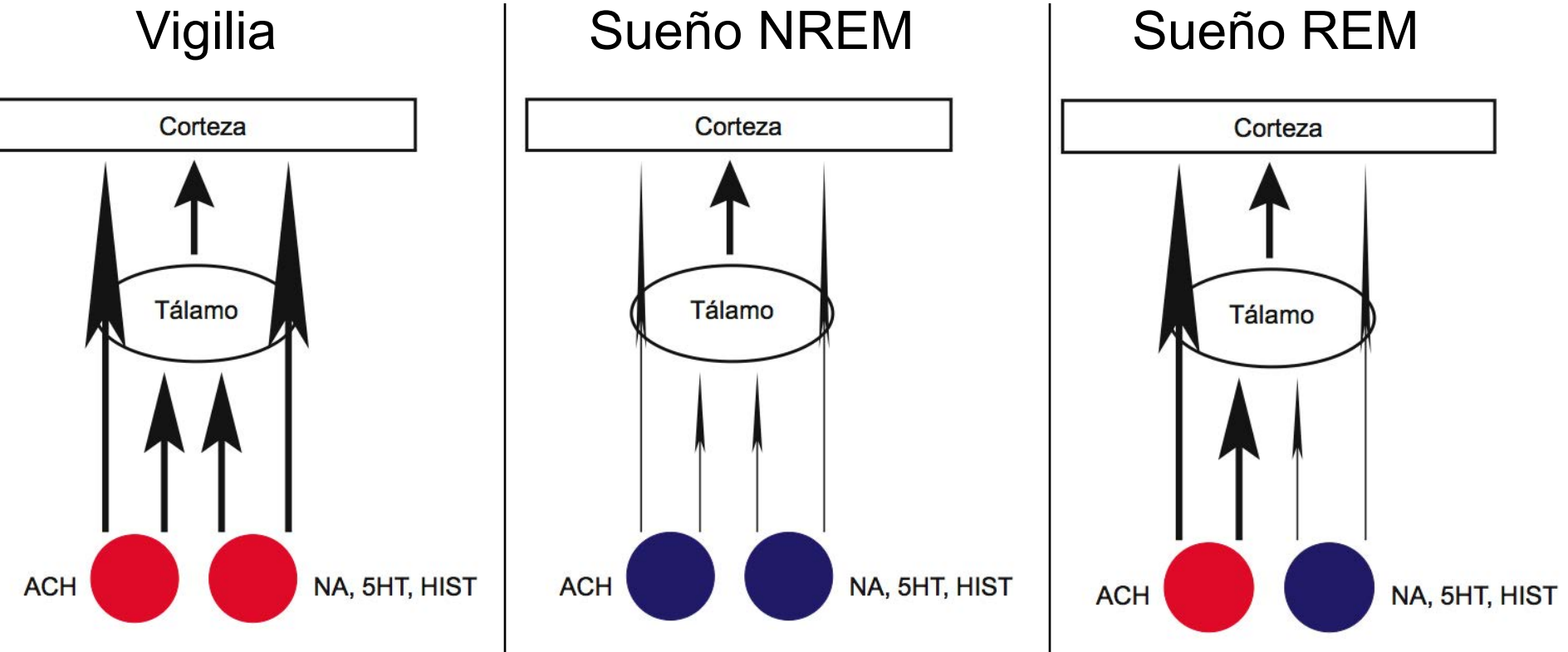
- Totalmente enfocados en la historia (nada lo distrae).
- Raramente episódicos.
- Recogen elementos de lo vivido durante el día (residuos del día).
  
- Asociaciones de memorias lejanas (diferentes asociaciones que en vigilia).

## **Características de la actividad onírica (4)**

- No reflexivo; todo se acepta como real.
  - No metacognición (no se reconoce que se esta soñando).
  - No volición (no se dirigen los sueños).
  - Poco pensamiento abstracto.
- 
- **Sueño REM: conciencia primaria o protoconciencia**



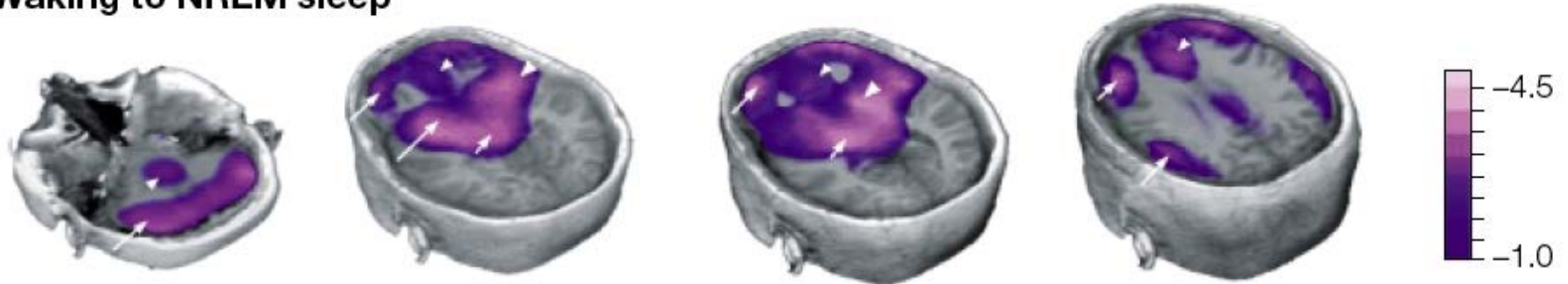
# Sistemas activadores y sueño REM



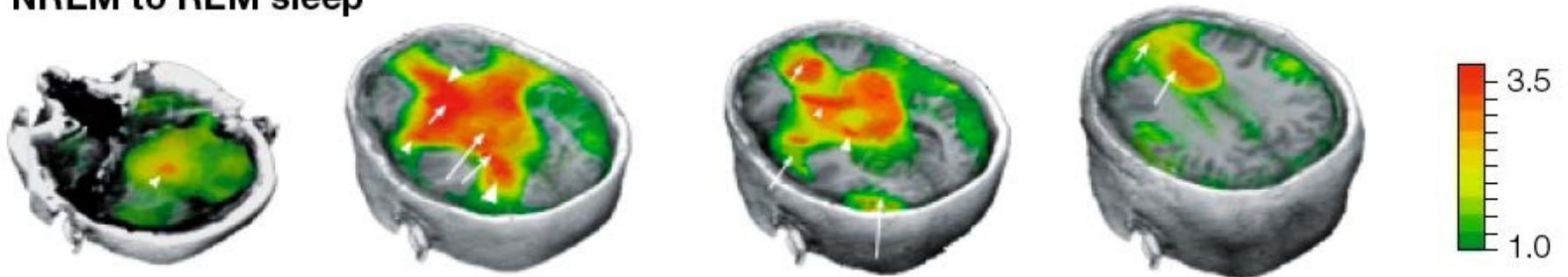
Neuronas “**REM-on**” y neuronas “**REM-off**”

# Patrones de activación distintos en la vigilia y el sueño

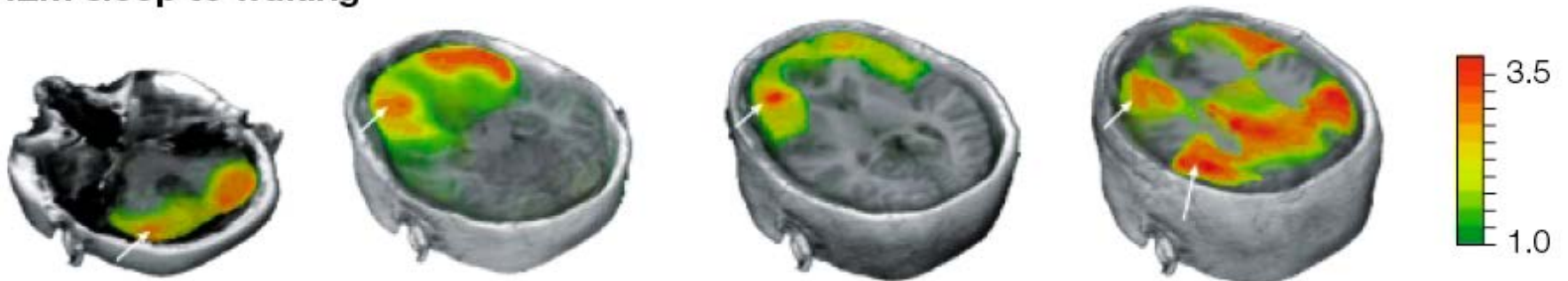
## Waking to NREM sleep



## NREM to REM sleep



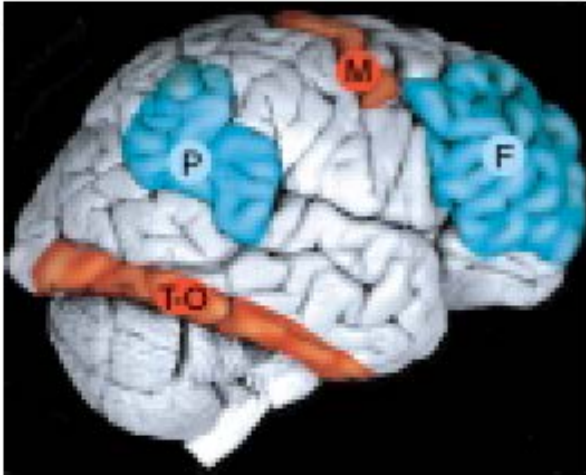
## REM sleep to waking



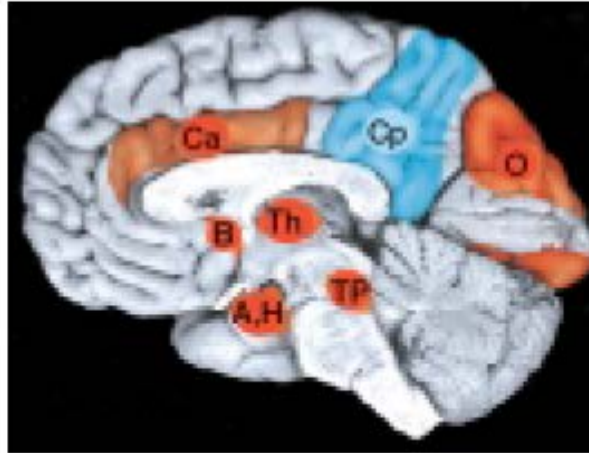


## Diferencias en la actividad encefálica entre sueño REM y vigilia

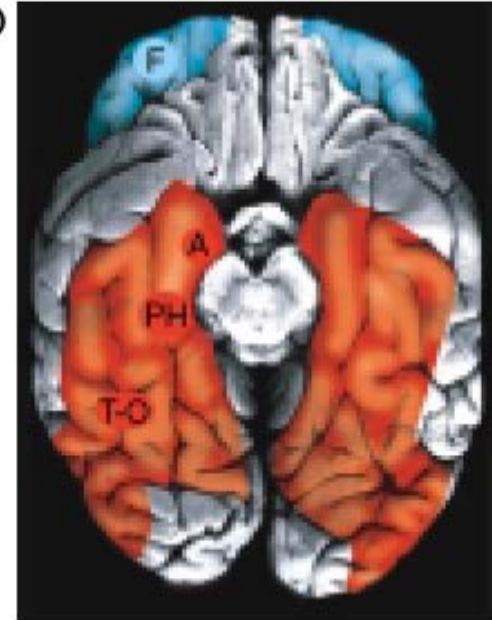
(a)



(b)



(c)



Swartz y Maquet (2002). Trends Cognitive Sciences 6:23

---

# Coherent neocortical 40-Hz oscillations are not present during REM sleep

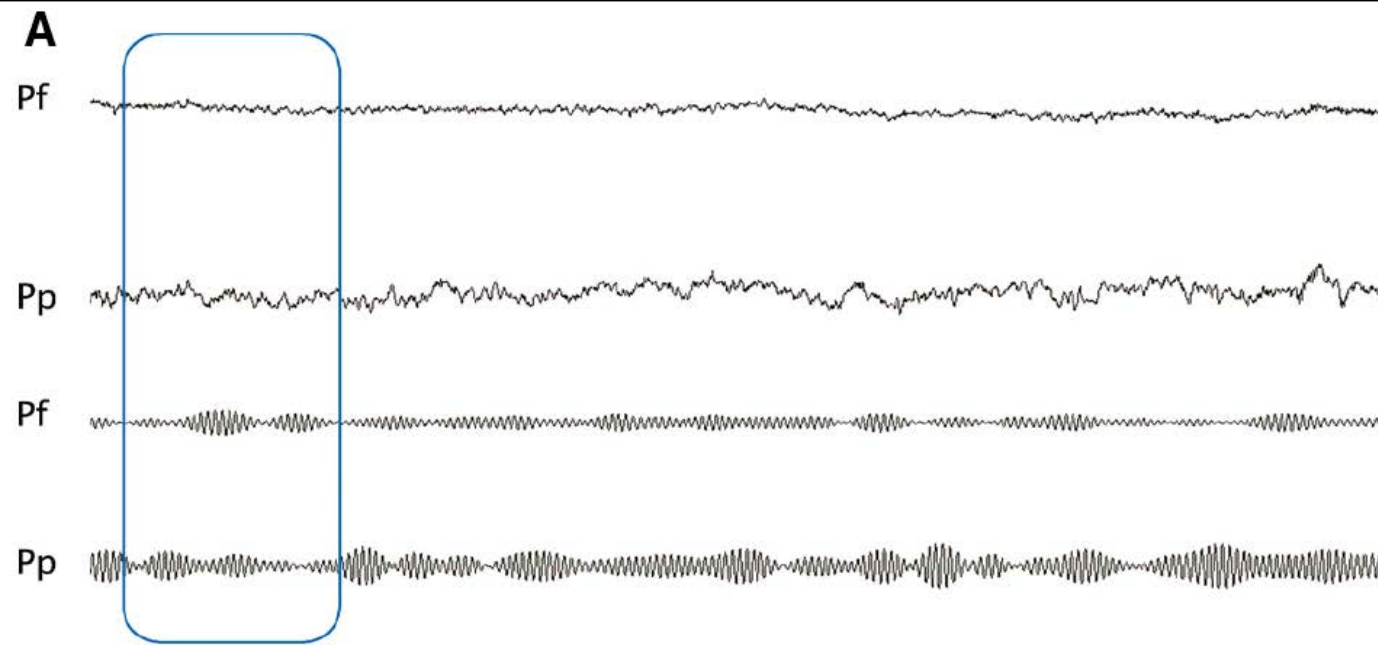
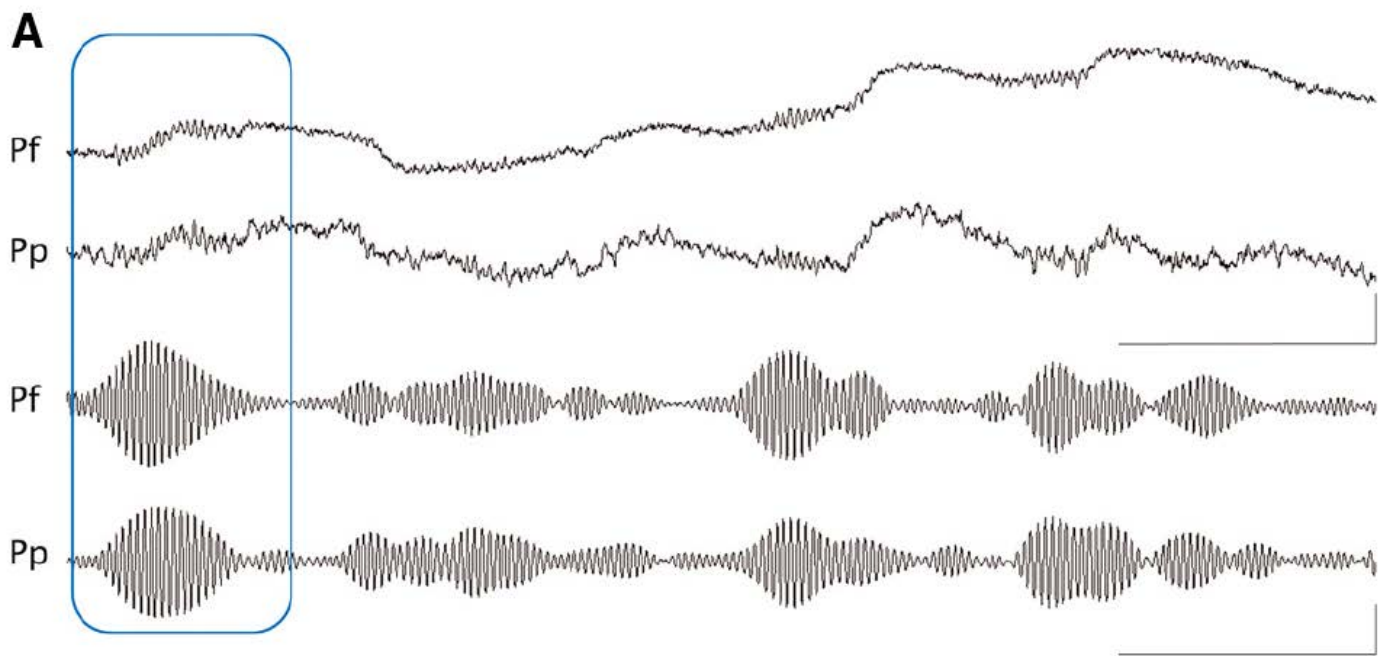
---

Santiago Castro,<sup>1</sup> Atilio Falconi,<sup>1</sup> Michael H. Chase<sup>2,3</sup> and Pablo Torterolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Physiology, School of Medicine, Universidad de la República, General Flores 2125, 11800, Montevideo, Uruguay

<sup>2</sup>WebSciences International, Los Angeles, CA, USA

<sup>3</sup>UCLA School of Medicine, Los Angeles, CA, USA



# Características de los sueños, en relación a su posible función/es

- La actividad onírica se produce principalmente durante el sueño REM o está relacionada con este (actividad onírica: propiedad emergente del sueño REM).
- NO se puede separar o diferenciar la función del sueño de la actividad neural del sueño REM.
- Teoría de la función de los sueños debe abarcar la filogenia y ontogenia del sueño REM.
- NO es necesario que sea recordado.
- REM/sueño, cambio plástico de la actividad tálamo-cortical que modifica la vigilia posterior (mejora emoción, aprendizaje-memoria, nos entrena virtualmente para solucionar una futura dificultad).

# Conclusiones (1)

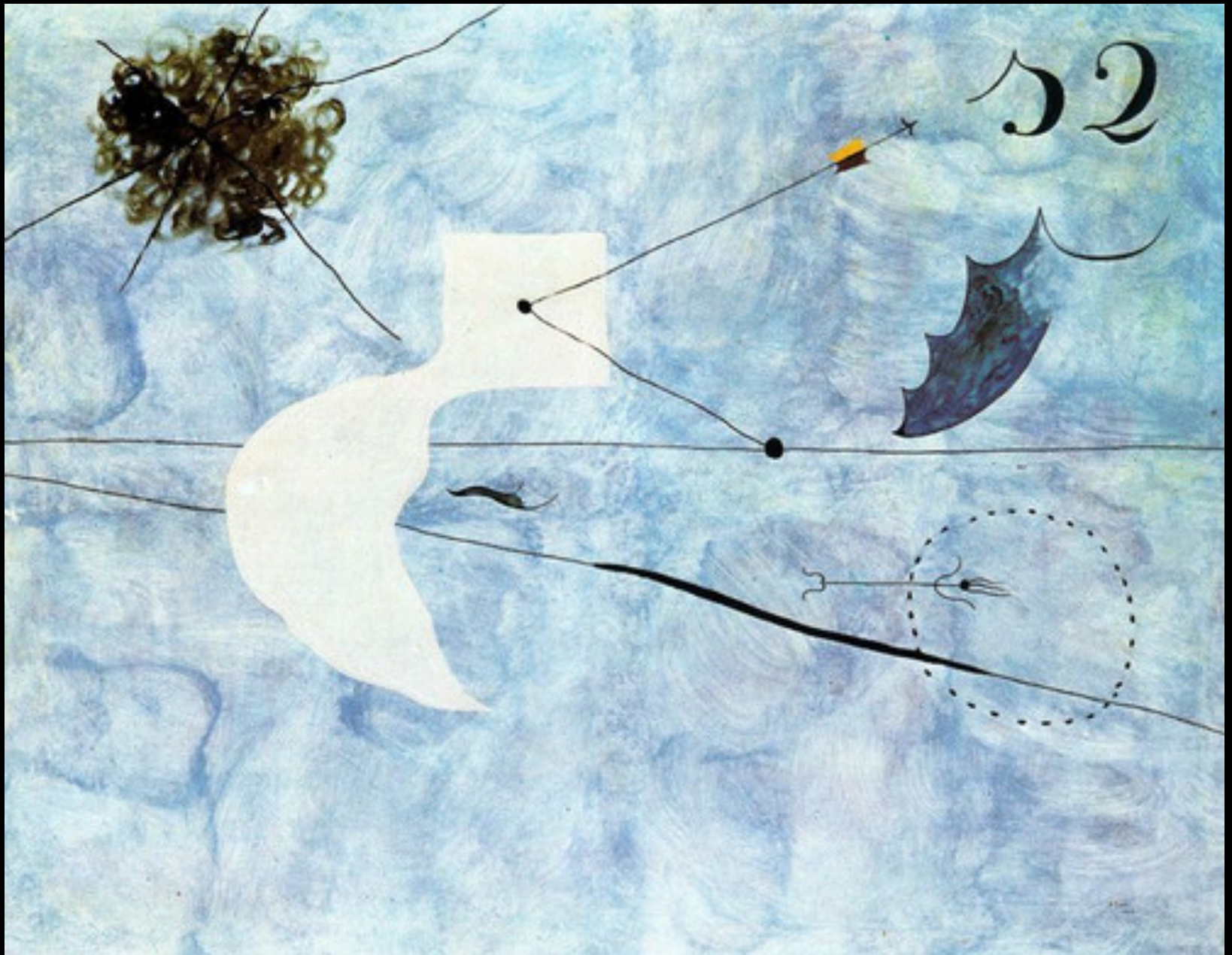
Posibles funciones de la **actividad onírica** del sueño:

- Se “nutre” de la vigilia anterior y “sirve” a la vigilia posterior.
- Lo que “sería más crítico” para la vigilia posterior, es la **actividad cerebral** de la que emerge la actividad onírica.

## Conclusiones (2)

Posibles funciones de la **actividad cerebral** durante el sueño:

- Desarrollo y mantenimiento neural.
- Reorganizar memorias (consolidar, ordenar y adecuar).
- Simulación o práctica virtual para predecir y prepararnos para posibles escenarios.



La siesta. Joan Miró