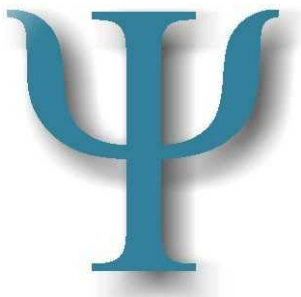


TECNICAS DE EXPLORACION NEUROFISIOLOGICAS Y DE NEUROIMAGEN

Fundamentos de Neurociencia Cognitiva

Facultad de Psicología

Área de la Salud



INTRODUCCION

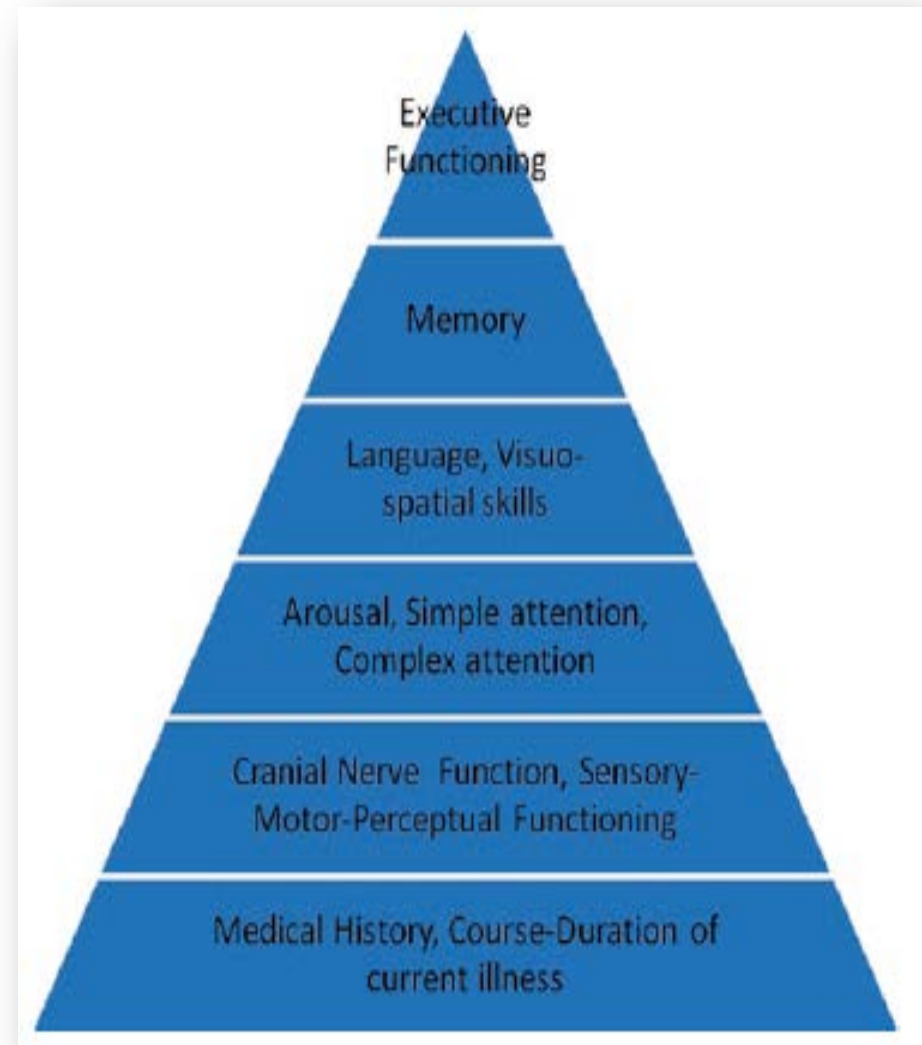
¿Cuál es la Importancia de las técnicas electrofisiológicas y de imagenología en las neurociencias?

- Las técnicas electrofisiológicas y de imagen en su conjunto, son una herramienta diagnóstica hoy en día imprescindible en la neurología y de gran apoyo en la neuropsicología.
- Tienen un papel relevante en investigación.



¿Cuál es la Importancia de las técnicas electrofisiológicas y de neuroimagen en la practica clínica?

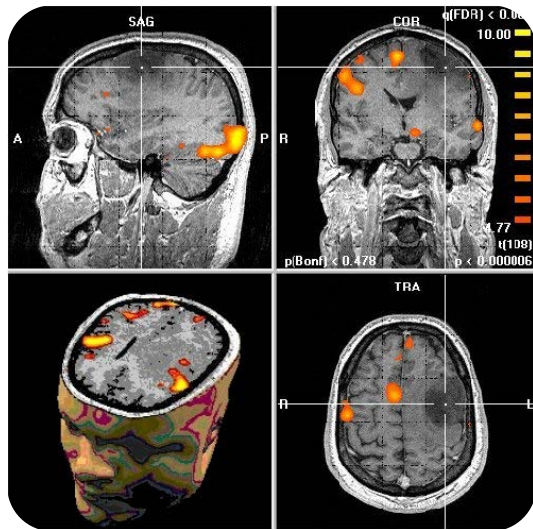
- Hasta mediados del siglo pasado muchos padecimientos solo podían ser diagnosticados a partir de signos neurológicos y manifestaciones cognitivas y/o conductuales.
- Para muchos diagnósticos había que esperar el examen post mortem.



EL PROBLEMA DE LA RESOLUCION

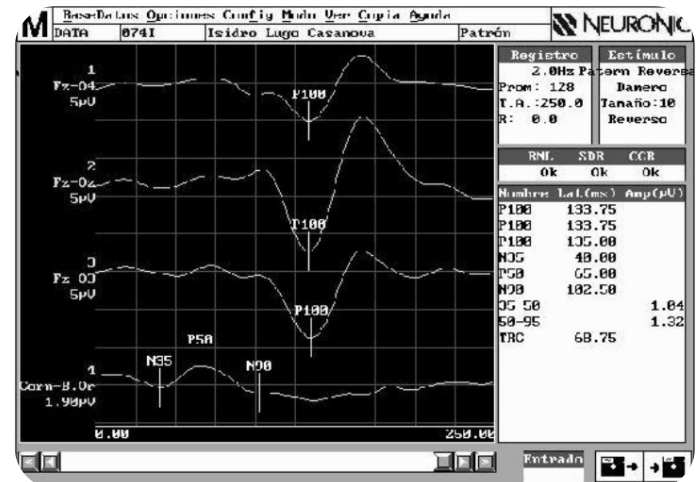
RESOLUCION ESPACIAL

- Es la capacidad de una técnica para representar de manera gráfica estructuras o lesiones pequeñas.



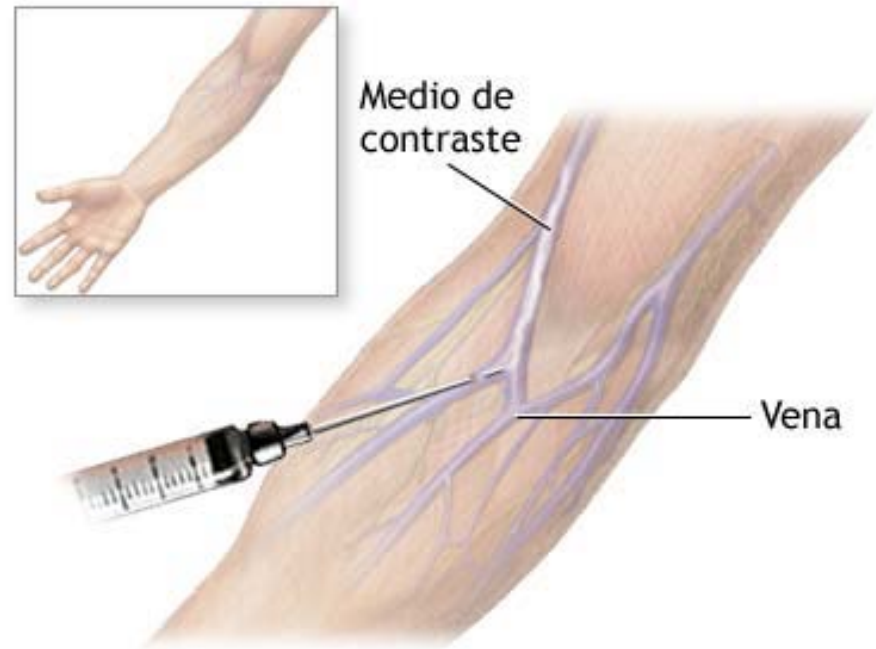
RESOLUCION TEMPORAL

- Es la capacidad de una técnica para detectar fenómenos dinámicos que cambian en el tiempo.

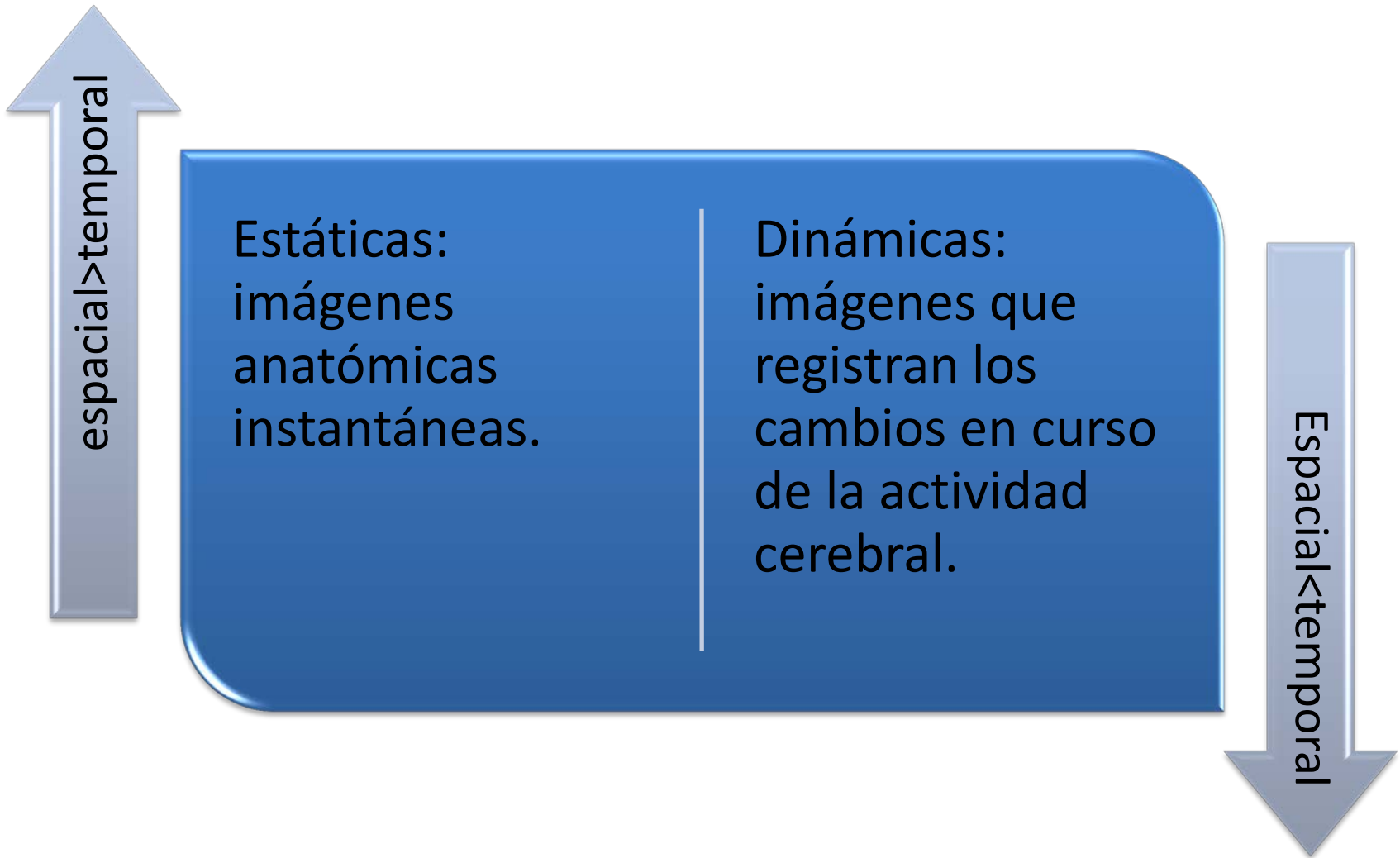


El problema de la invasión

- Se refiere a la necesidad de introducir alguna sustancia en el organismo, practicar incisiones o producir lesiones.



Imágenes estáticas y dinámicas y su relación con el problema de la resolución.



¿Qué especialistas participan?

- NEURORADIOLOGOS
- NEUROFISIOLOGOS
- FISICOS
- NEUROLOGOS CLINICOS
- NEUROCIRUJANOS
- NEUROPSICOLOGOS
- INGENIEROS EN ELECTRONICA E INFORMATICA



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

I. Técnicas electrofisiológicas

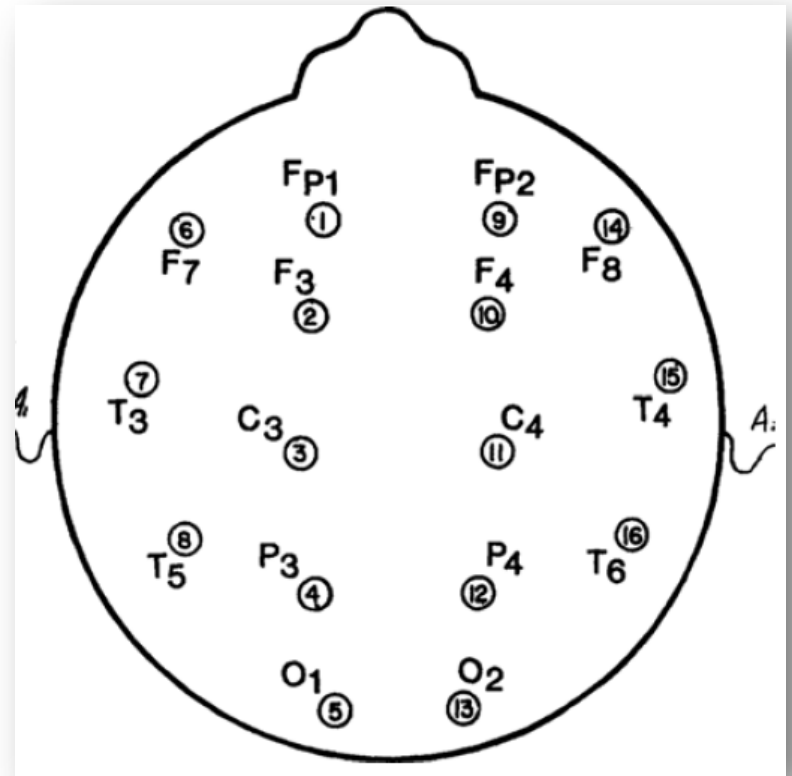


- Conjunto de técnicas que permiten explorar fenómenos cerebrales del orden de milisegundos que ocurren cuando las neuronas se comunican entre sí.
- El impulso nervioso es una señal que se manifiesta de forma eléctrica.
- Estas técnicas tienen una **alta resolución temporal.**

I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

1. Electroencefalograma

- **Siglas:** EEG
- **Resolución:** Temporal
- **Invasiva:** No
- **Características:** se basa en el registro de la actividad bioeléctrica cerebral en condiciones de reposo, vigilia o sueño. La actividad bioeléctrica es consecuencia de las corrientes iónicas generadas por diversos procesos bioquímicos en las neuronas de la corteza.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

1. Electroencefalograma

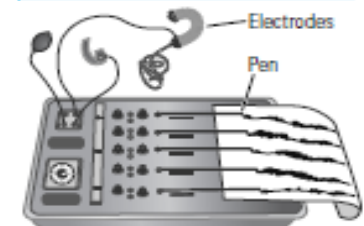
- En el EEG se registra la suma espacial y temporal de los potenciales post sinápticos de las neuronas piramidales de la corteza.

ACTIVIDAD DE FONDO	
Ritmo alfa	8-13 Hz
Ritmo beta	>14 Hz
Ritmo delta	1-3 Hz
Actividad theta	4-7 Hz

1
Electrodes attached to the skull and corresponding to specific areas of the brain...

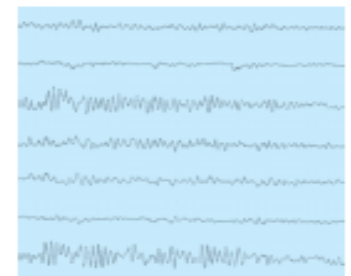


2
...are connected to magnets, which are connected to pens...



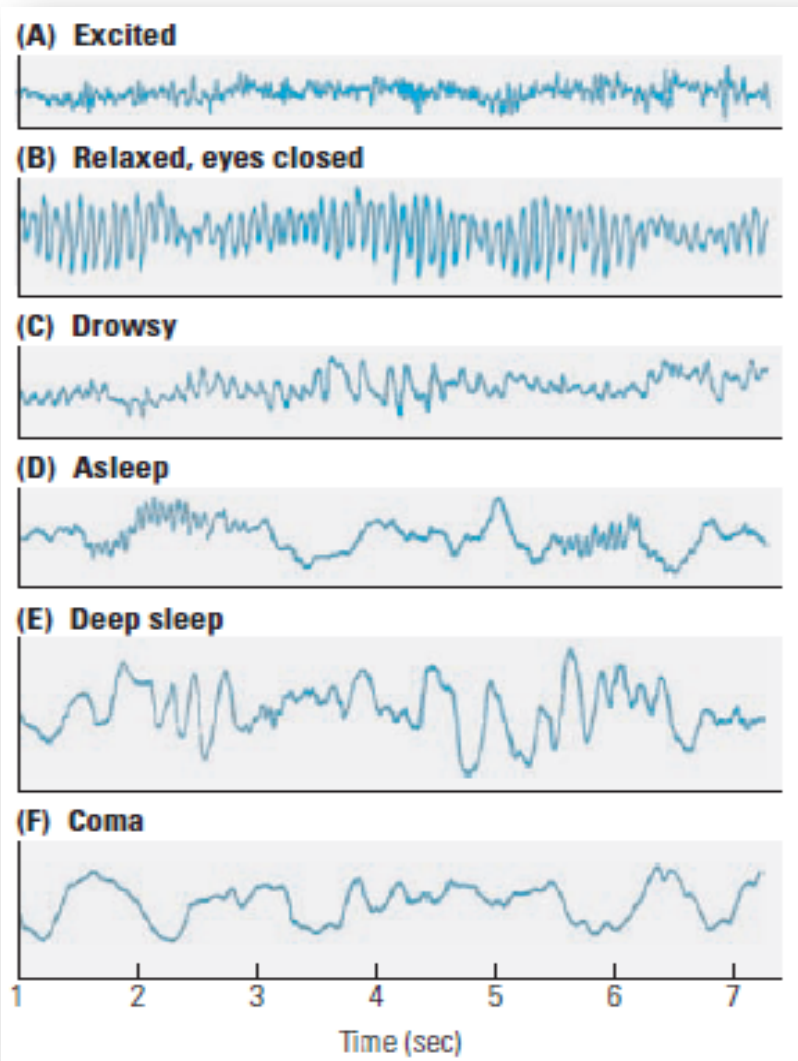
Polygraph pen recorder

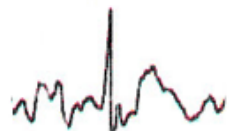



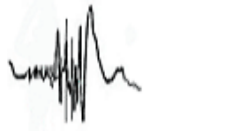
3
...that produce a paper record of electrical activity in the brain. The record shown here indicates a relaxed person.



I. TÉCNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

1. Electroencefalograma

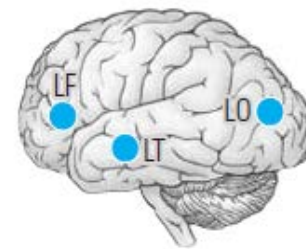
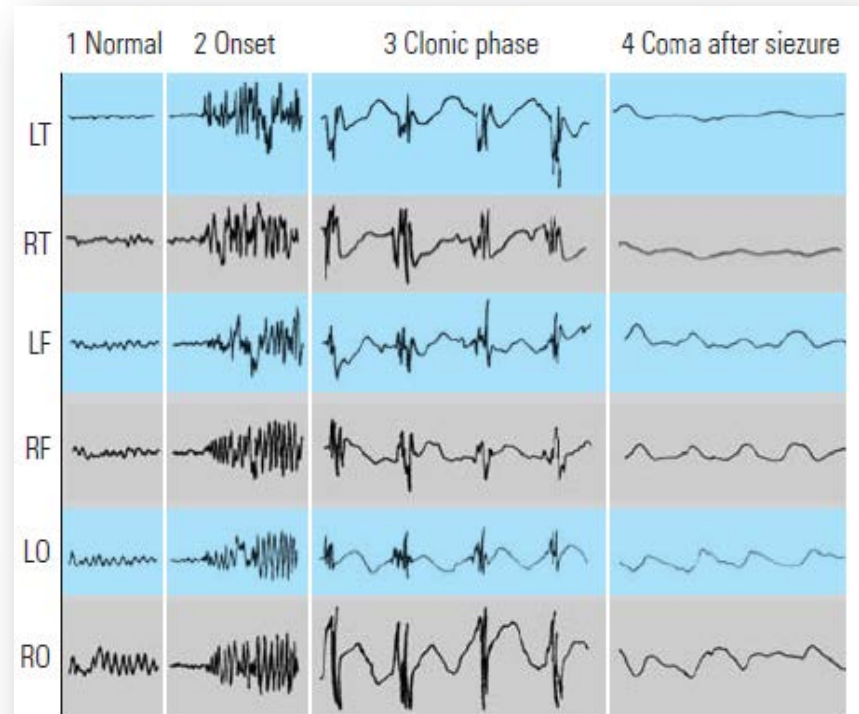
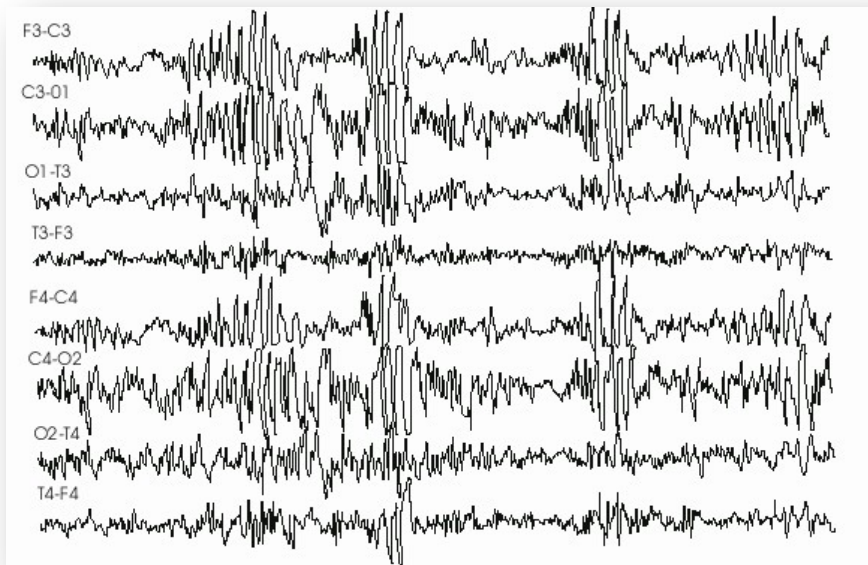


Anomalias	
Punta	
Onda aguda	
Punta-onda	
Polipunta	
Polipunta-onda	

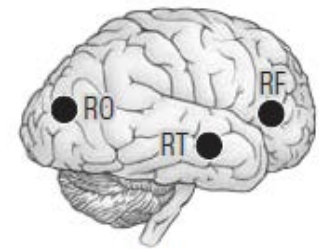
I. TÉCNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

1. EEG

Punta onda
generalizada en EEG
de epilepsia



Left



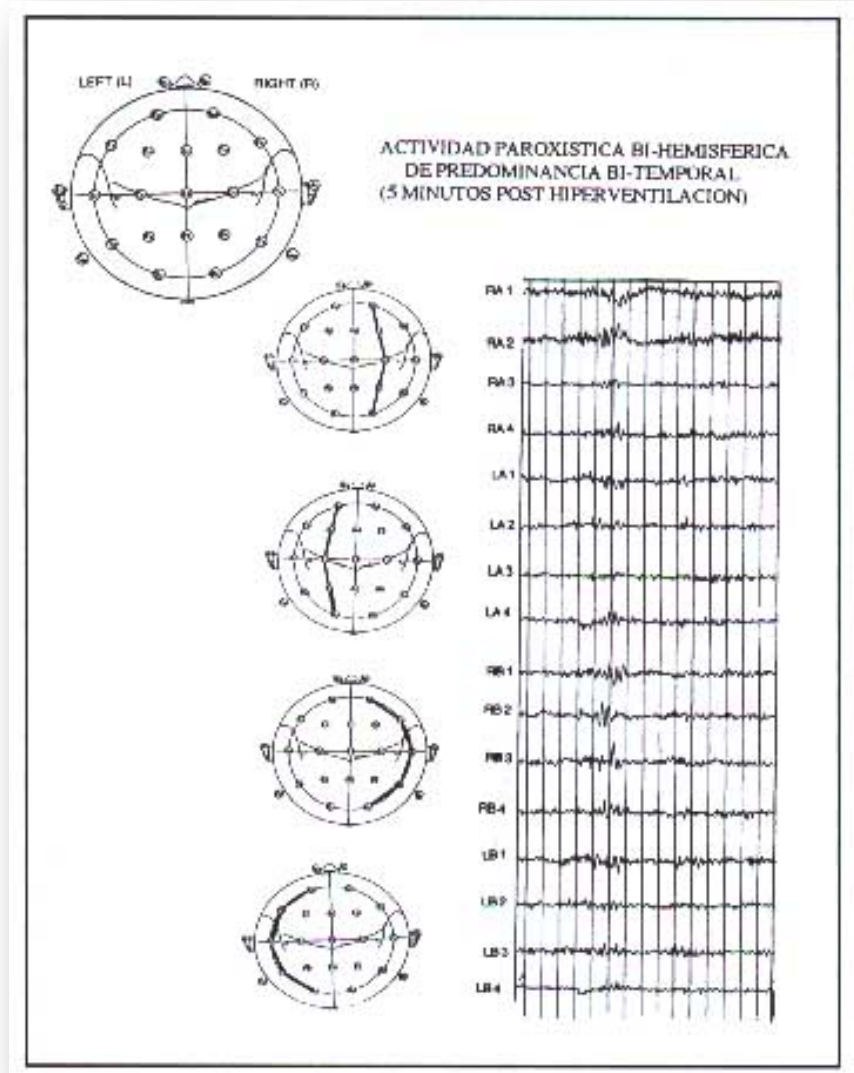
Right

I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

1. Electroencefalograma

PAROXISMOS NO EPILÉPTICOS

Eventos de aparición brusca, de corta duración, con o sin pérdida de conciencia, con o sin trastornos motores asociados que tienen origen en una disfunción cerebral de origen diverso.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

2. Video Electroencefalograma

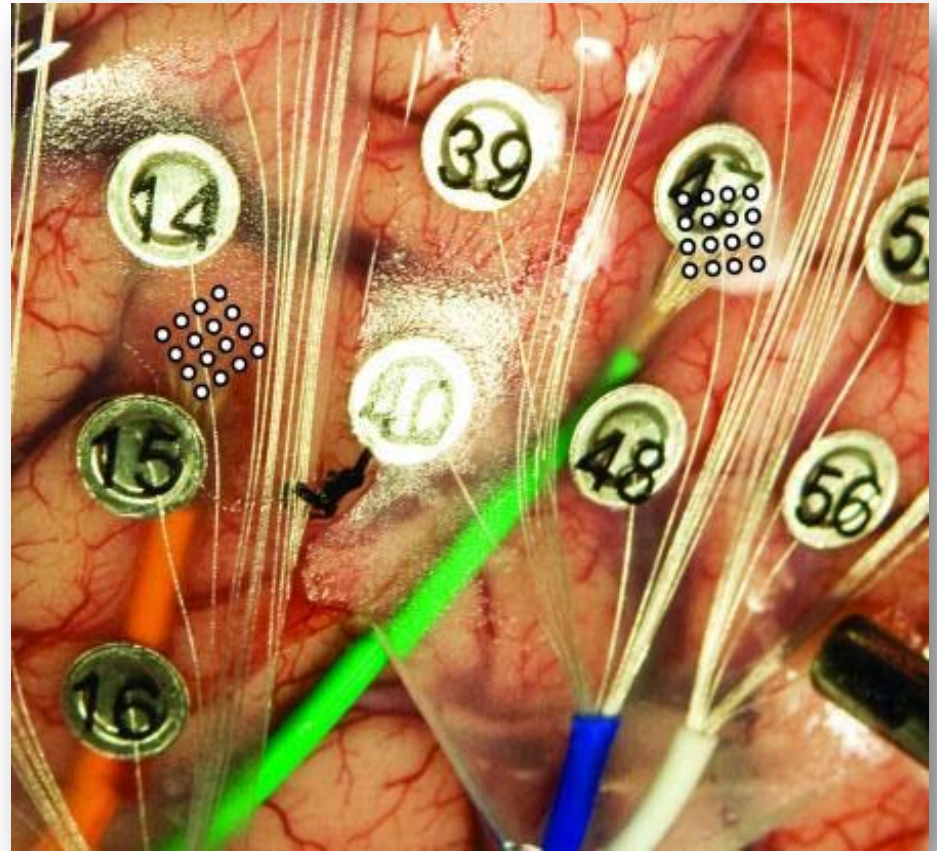
- **Siglas:** VideoEEG
- **Resolución:** Temporal
- **Invasiva:** No
- **Características:** registro sincronizado de la actividad eléctrica y de la imagen de la actividad del paciente.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

3. ELECTROcorticografía

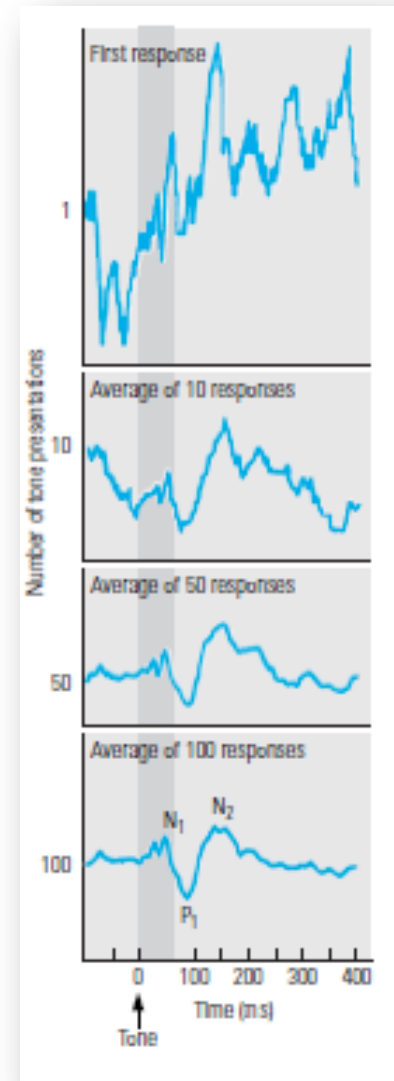
- Siglas: ECoG
- Resolución: temporal
- Invasiva: Si
- Características:
colocación quirúrgica de
electrodos de
profundidad en la
corteza cerebral para el
registro de potenciales
de acción.



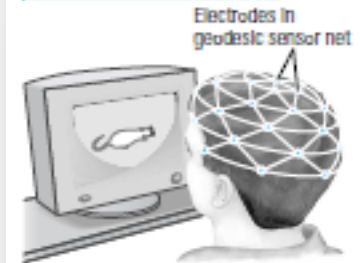
I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

4. Potenciales evocados

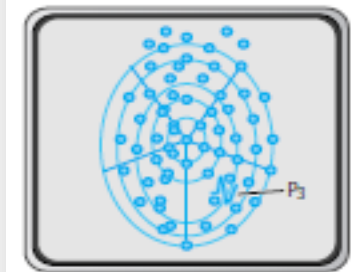
- Siglas: PE
- Resolución: temporal
- Invasiva: No
- Características: consisten en la estimulación sensorial repetitiva para posteriormente promediar las respuestas y obtener un patrón de respuesta cerebral a una determinada señal.



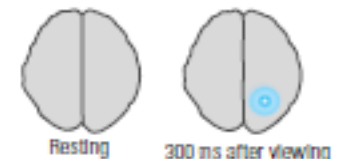
64 electrodes attached to a research subject's scalp are connected to...



...a computer display of electrical activity, showing a large positive (P₃) wave at the posterior right side of the head.



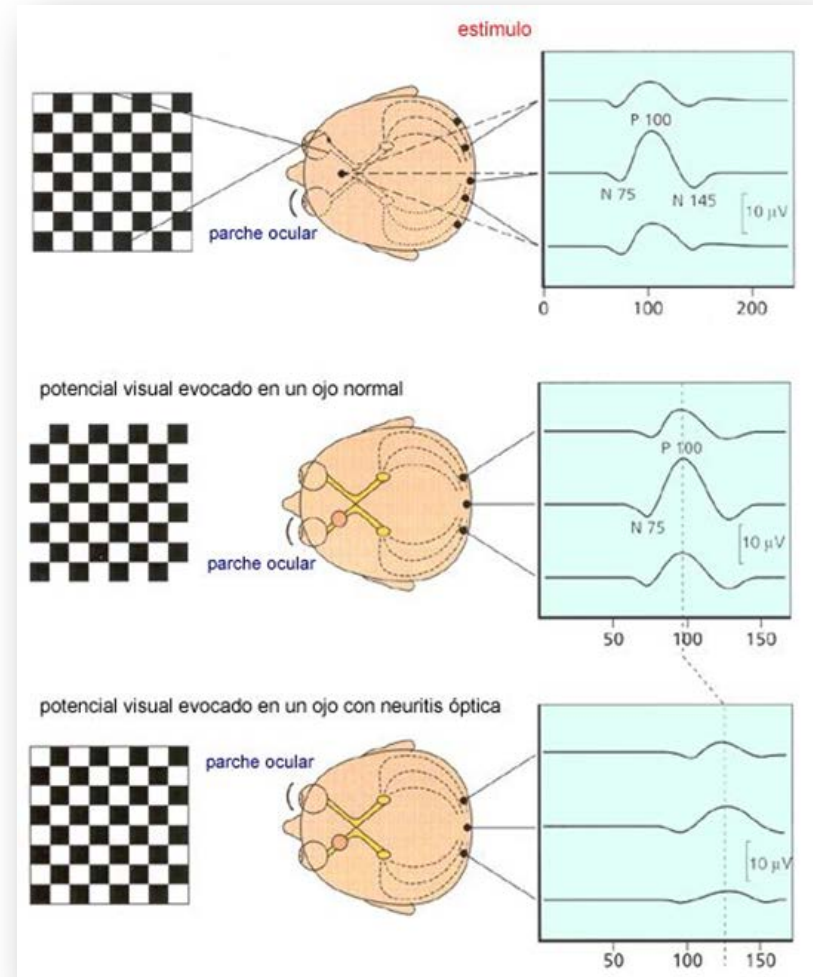
This electrical activity can be converted into a color representation showing the hot spot for the visual stimulus.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

4.1. Potenciales evocados VISUALES

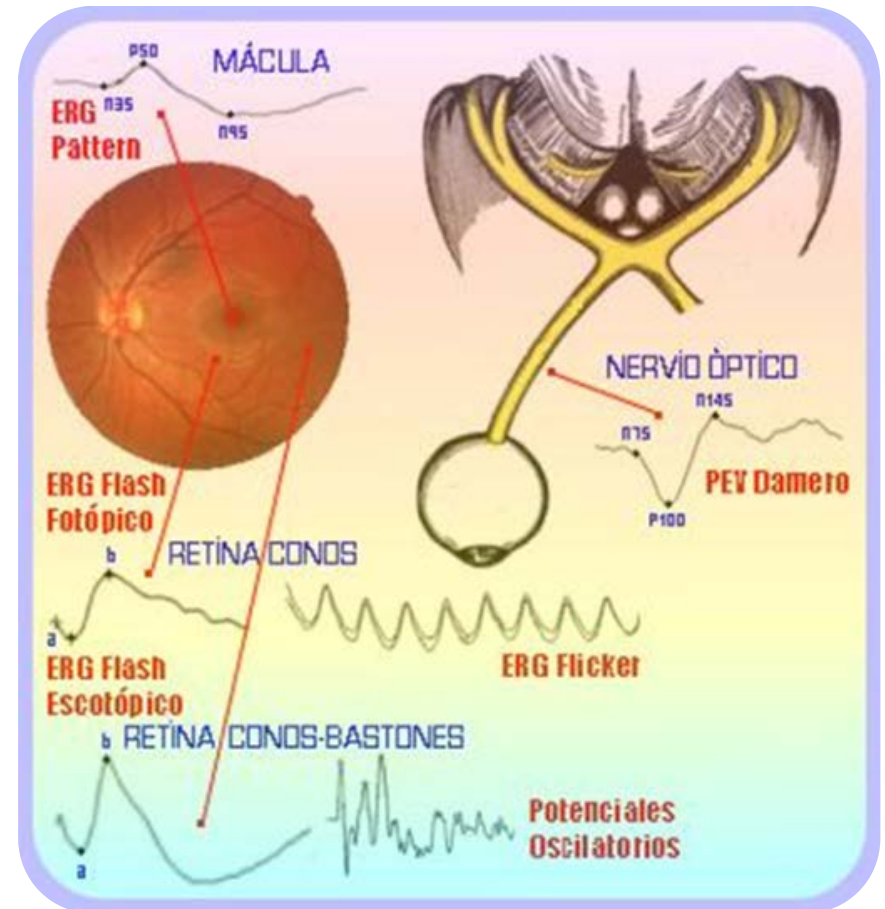
- **Siglas:** PEV
- **Resolución:** Temporal
- **Invasiva:** No
- **Características:** registra los cambios de activación cerebral tras la estimulación de la retina. Se registran las variaciones de potencial en la corteza visual provocados por la estimulación de la retina: función retino-cortical.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

4.1. Potenciales evocados VISUALES

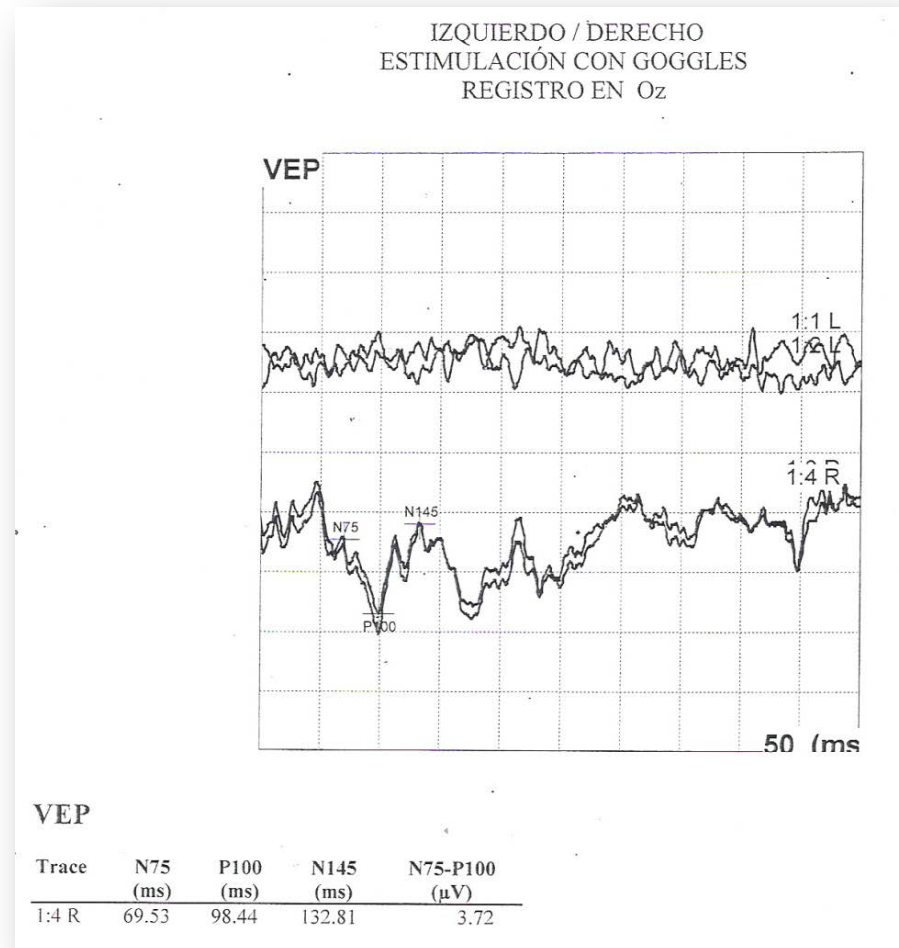
- PEV Flash: se estimula la retina con destellos repetitivos. Recomendable con pacientes poco cooperadores.
- PEV pattern: tablero de ajedrez. Se requiere la fijación de un punto durante las secuencias de estimulación.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

4.1. Potenciales evocados VISUALES

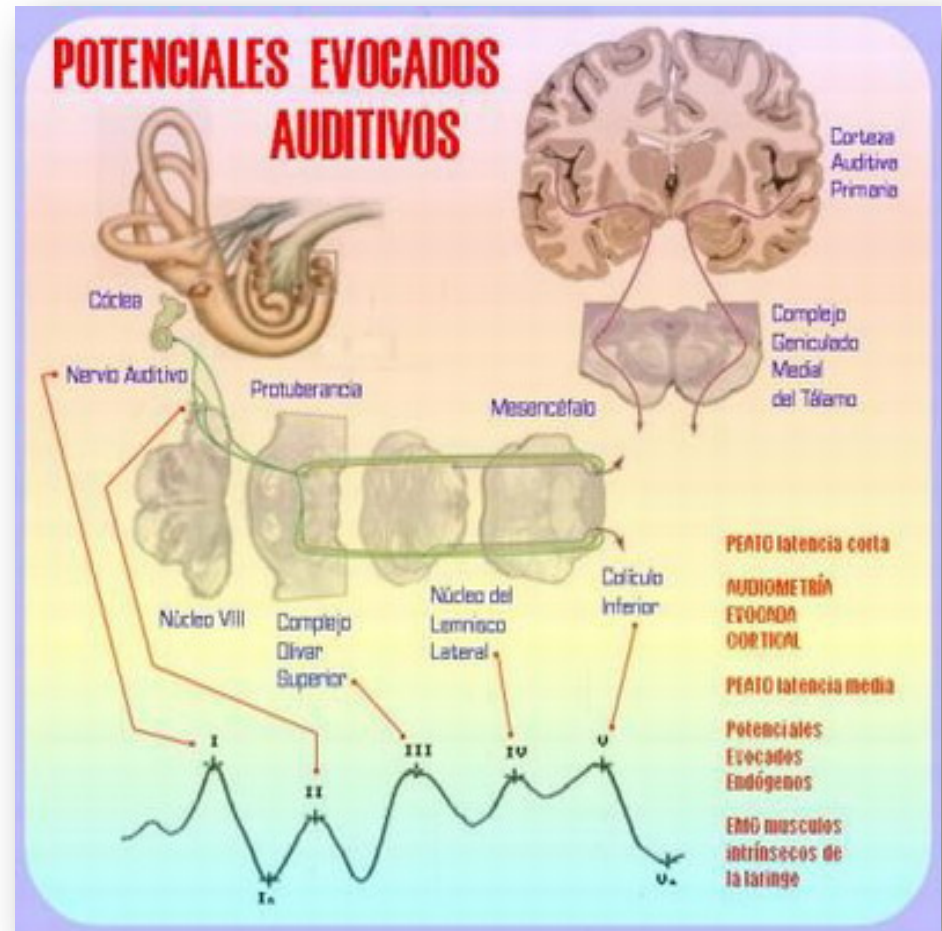
- Incremento de latencia: retraso de la aparición de los potenciales.
- Decremento de la amplitud: por defecto en la activación axonal.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

4.2. Potenciales evocados Auditivos DE TRONCO

- Siglas: PEAT
- Resolución: Temporal
- Invasiva: No
- Características: es una medida de la actividad del tronco cerebral y la corteza para explorar la integridad de las vías auditivas.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

4.2. Potenciales evocados Auditivos DE TRONCO

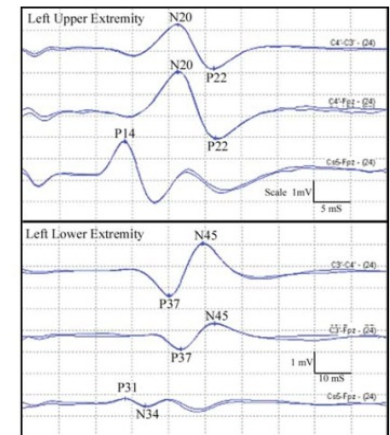
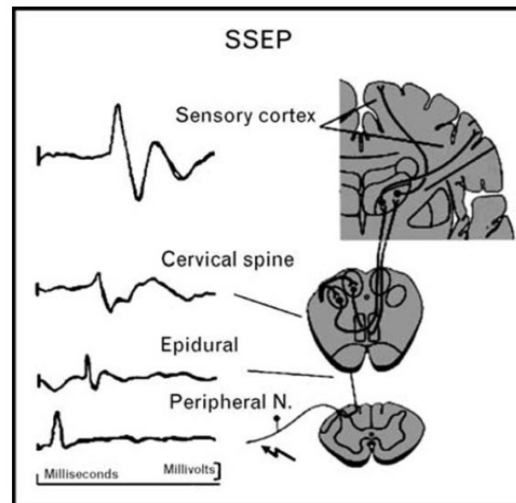
- La onda mas importante desde el punto de vista diagnóstico es la 5. Esta onda esta relacionada con los núcleos de la protuberancia y el mesencéfalo.
- La amplitud y la latencia de los PEAT se ha utilizado para mapear el desarrollo en niños prematuros.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

4.3. Potenciales evocados SOMATOSENSORIALES

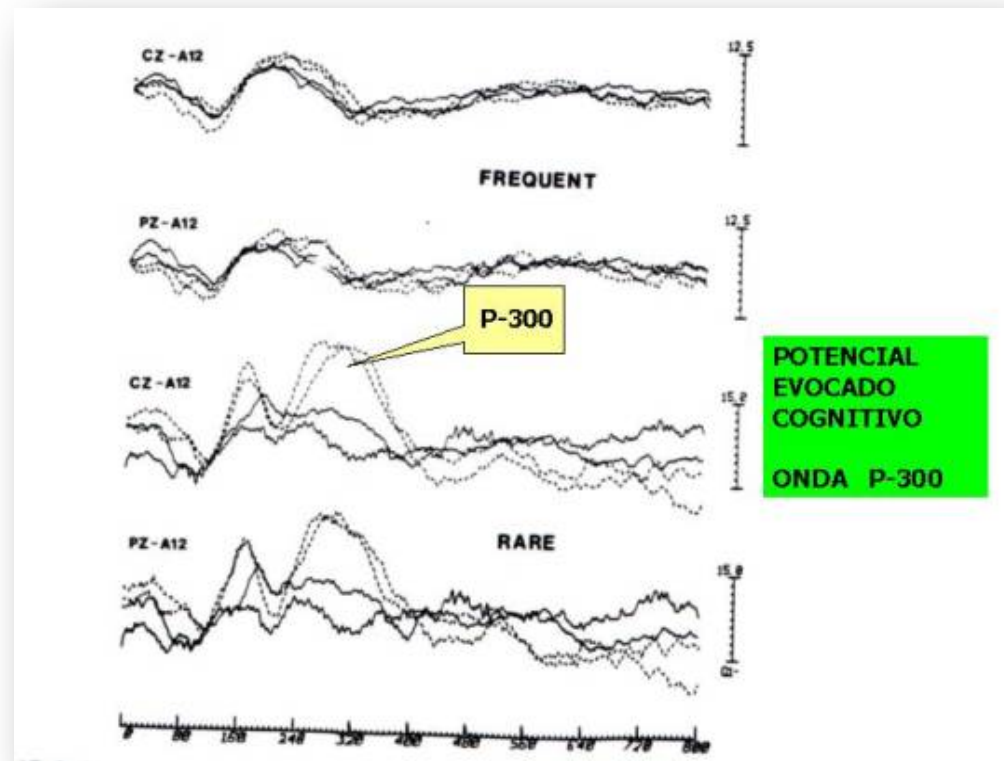
- Siglas: PESS
- Resolución: Temporal
- Invasiva: No
- Características: se produce una estimulación eléctrica repetitiva en el nervio tibial y mediano para conocer el estado de la vía sensitiva desde el punto de estimulación hasta la corteza pasando por la médula y el tronco.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

5. Potenciales relacionados a eventos

- Siglas: ERP
- Resolución: Temporal
- Invasiva: No
- Características: registra cambios en la actividad cerebral que tienen una relación fija con un estímulo sensorial, la ausencia del mismo y con un proceso cognitivo derivado.
- **Onda P300.**



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

6. Magnetoencefalografía

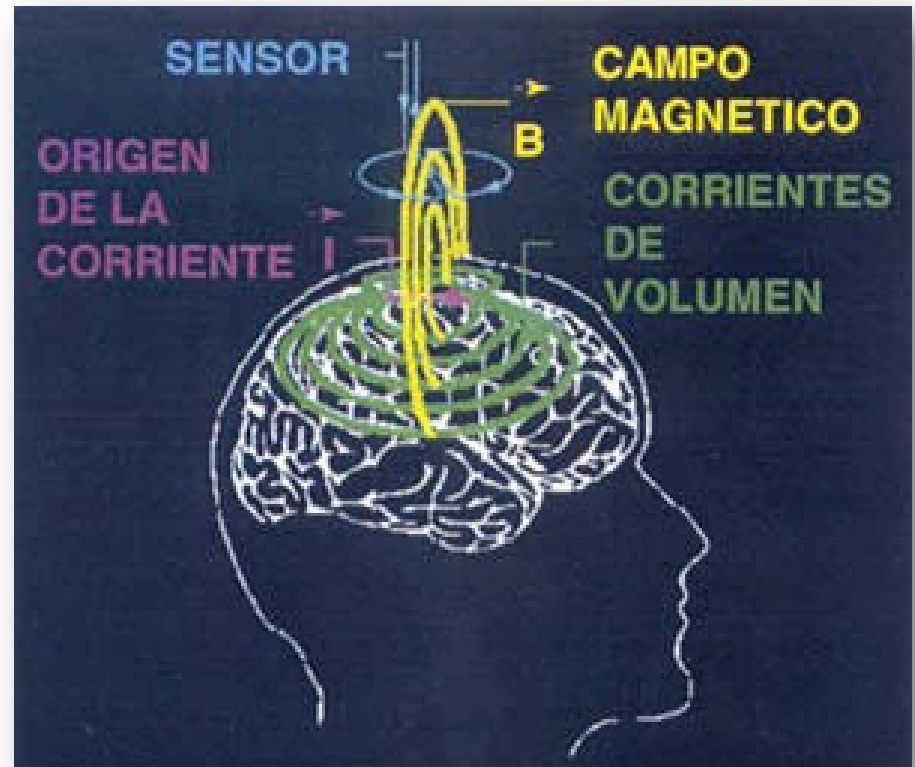
- **Siglas:** MEG
- **Resolución:** Temporal
- **Invasiva:** No
- **Características:** registra la actividad post sináptica generada por las dendritas apicales de las células piramidales.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

6. Magnetoencefalografía

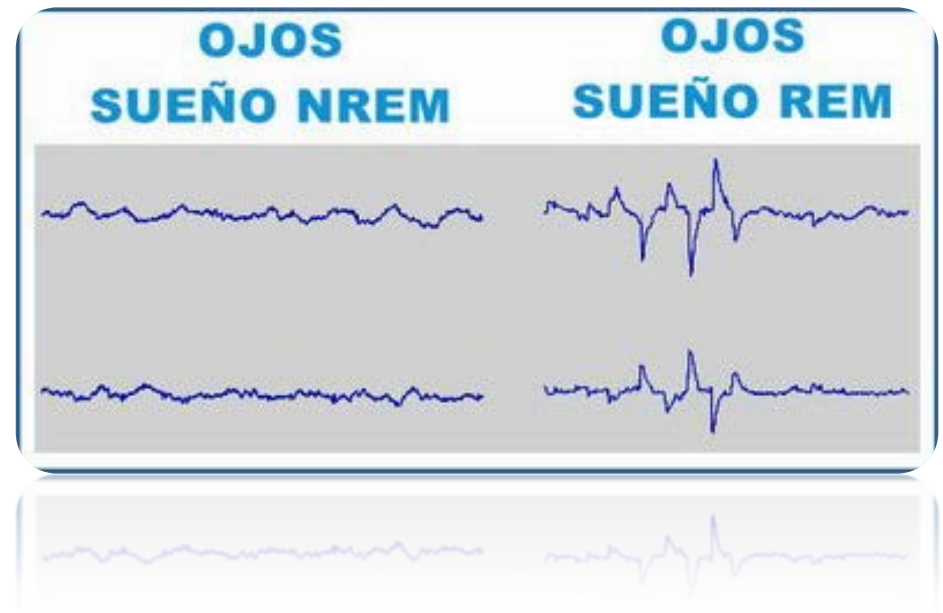
- Registra la actividad eléctrica primaria cuyos campos magnéticos asociados no sufren atenuación o distorsión en la conductividad.
- Utiliza un magnetómetro para cuantificar campos magnéticos muy pequeños.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

7. Electro Oculograma

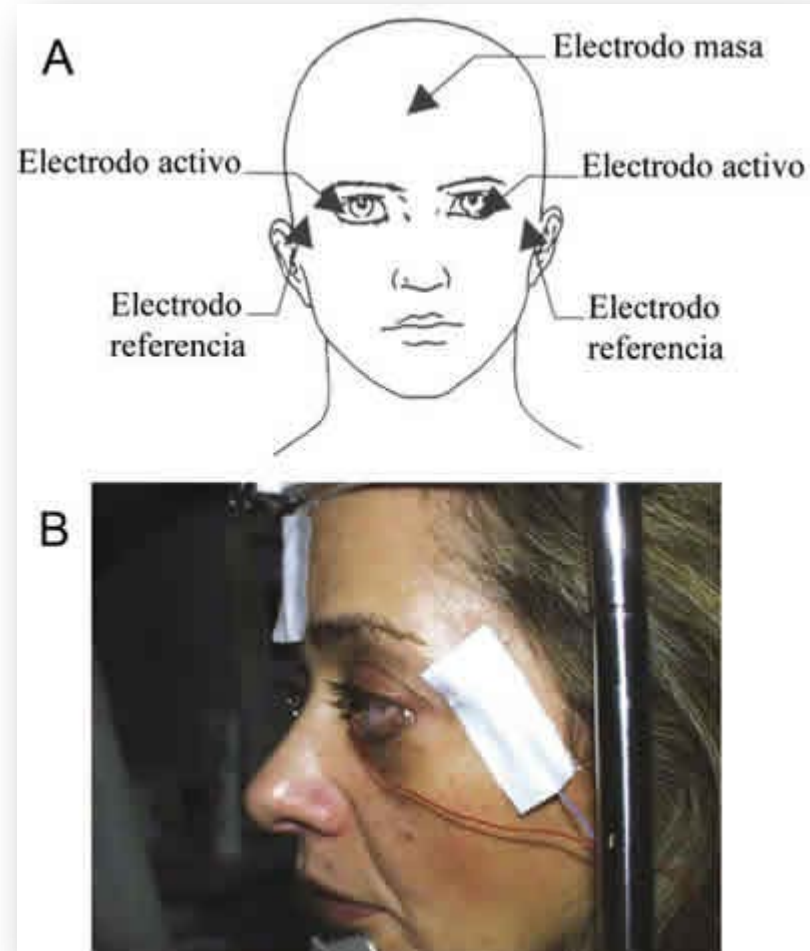
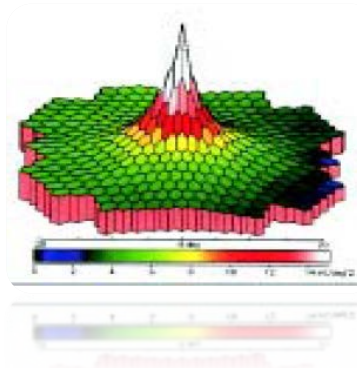
- **Siglas:** EOG
- **Resolución:** Temporal
- **Invasiva:** No
- **Características:** es el registro de los movimientos oculares oscilatorios mediante la colocación de electrodos cerca de los músculos extra oculares.
- Usado en la polisomnografía.



I. TECNICAS ELECTRO FISIOLÓGICAS

8. Electroretinograma

- **Siglas:** ERG
- **Resolución:** Temporal
- **Invasiva:** mínima
- **Características:** a través de la colocación de electrodos corneales se mide al actividad eléctrica de conos y bastones
- Flash ERG
- Pattern ERG



II. TECNICAS DE IMAGENOLOGIA

II. TECNICAS DE IMAGENOLOGIA



- Conjunto de técnicas que permiten explorar el sistema nervioso utilizando el sonido, el flujo sanguíneo cerebral, la distribución de marcadores radioactivos y la detección de señales magnéticas.
- Estas técnicas tienen una alta resolución espacial.

II. Imagenología

1. Radiografía convencional de cráneo

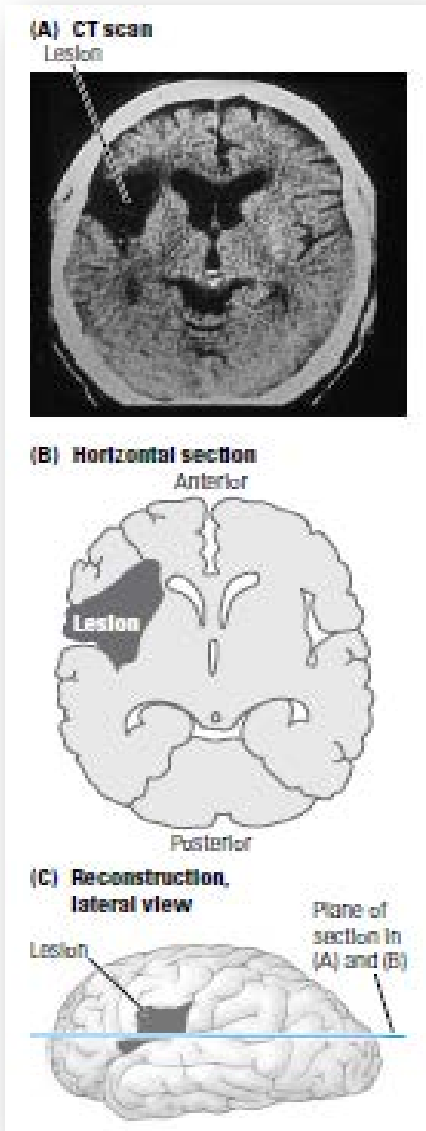
- **Siglas:** Rayos X
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** si
- **Características:** consiste en hacer pasar rayos X a través del cráneo hacia una película altamente sensible. Los Rayos X son absorbidos de diferente manera según los tejidos (hueso, parénquima, líquido, aire) y son registrados en la película.



II. Imagenología

2. Tomografía axial computarizada

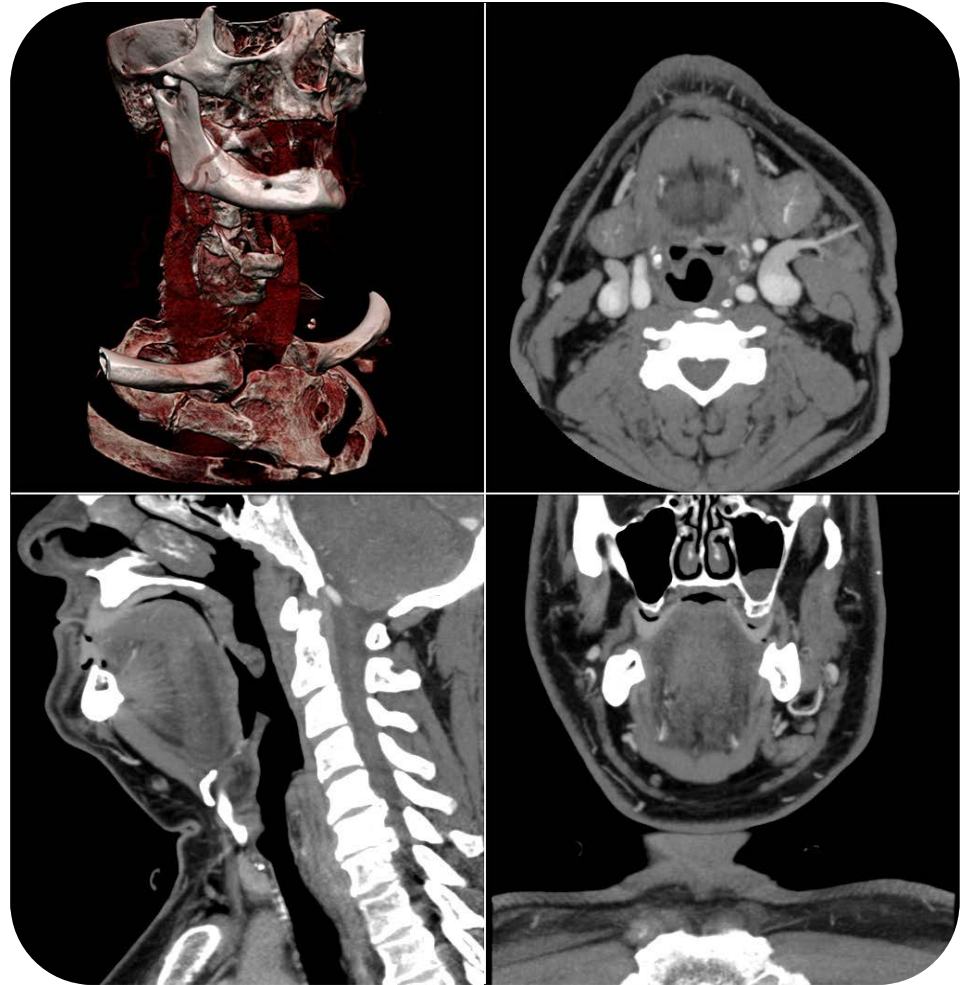
- **Siglas:** TAC o TC
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** depende
- **Características:** proyecciones continuas de un haz de rayos X en distintos ángulos. Los detectores *recogen* la radiación que no es absorbida por los objetos. El espectro obtenido de la proyección del haz de rayos X es sumado y promediado (algoritmos de reconstrucción)



II. Imagenología

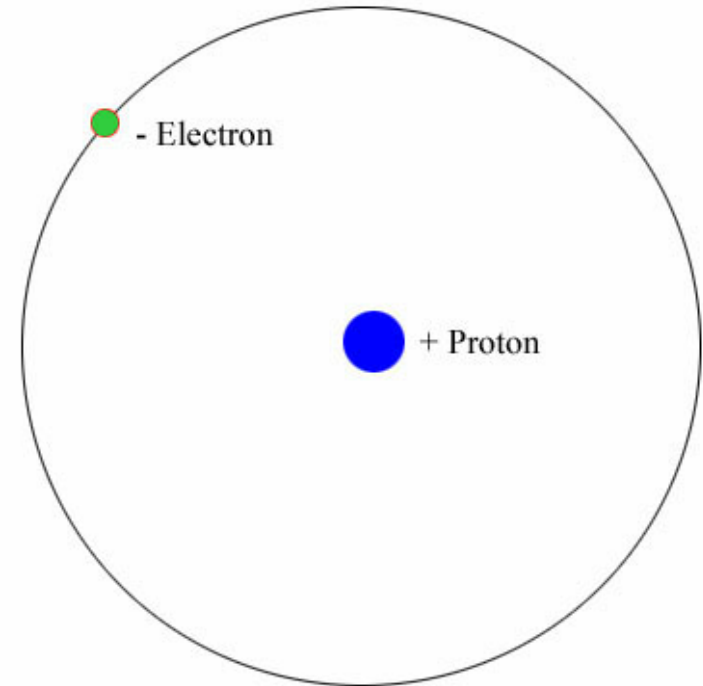
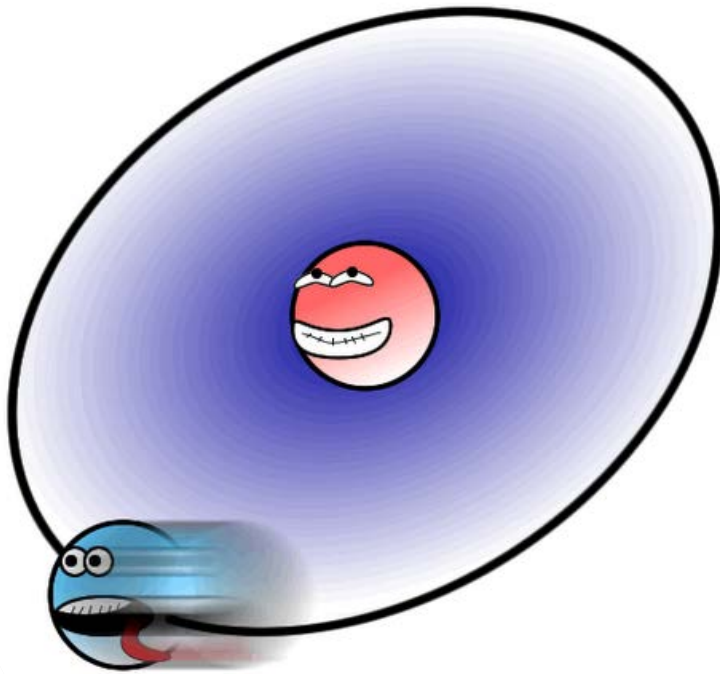
2. Tomografía axial computarizada

- Se recibe radiación ionizante.
- Se puede utilizar medio de contraste, por ejemplo, en la angioTC helicoidal.
- Se puede obtener reconstrucciones tridimensionales.



ATOMO DE HIDROGENO

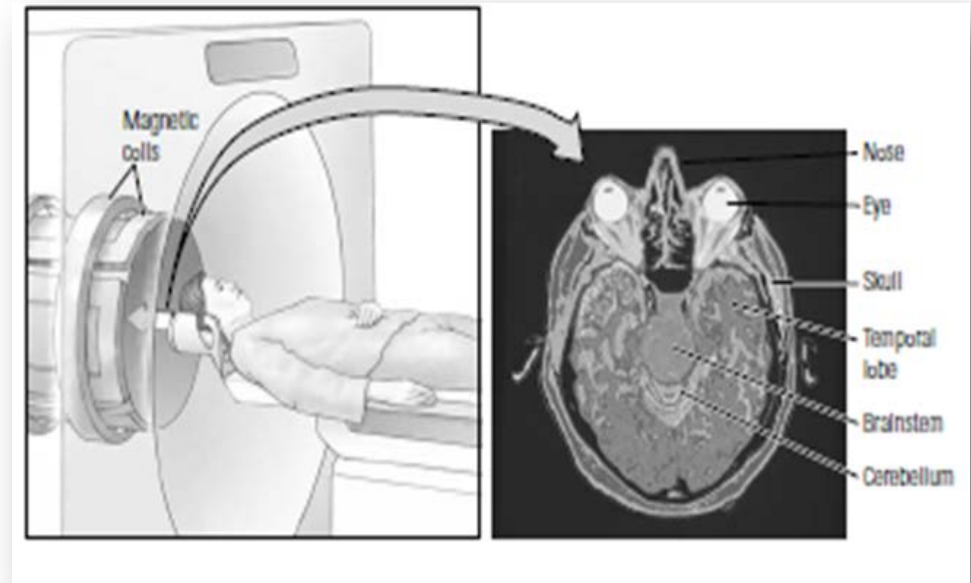
Átomo de Hidrogeno

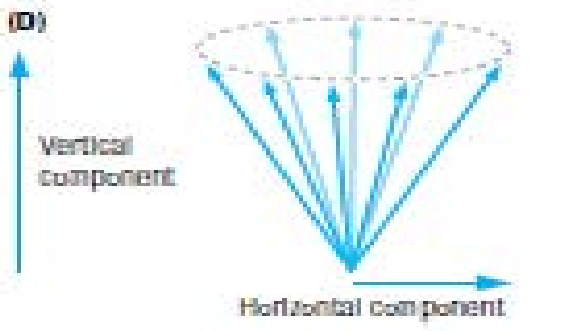
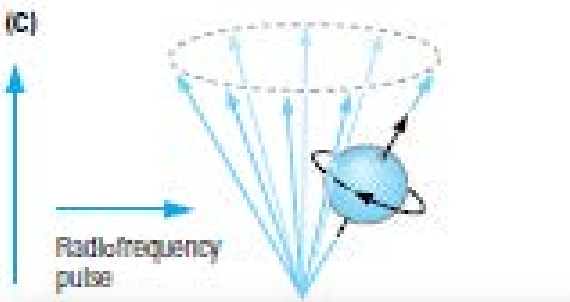
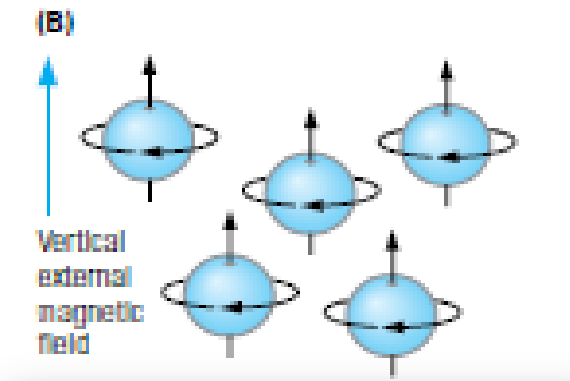
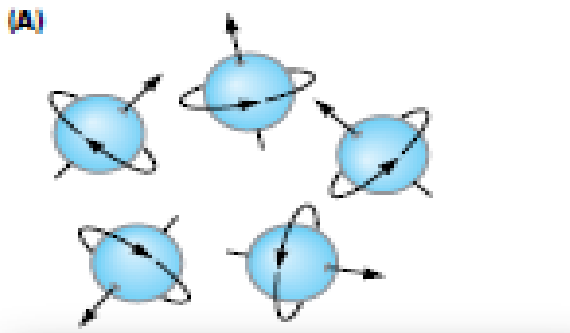


II. Imagenología

3. Resonancia Magnética Nuclear

- **Siglas:** RMN
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** depende
- **Características:** Obtiene imágenes basadas en la resonancia magnética de los protones de los núcleos de hidrógeno.

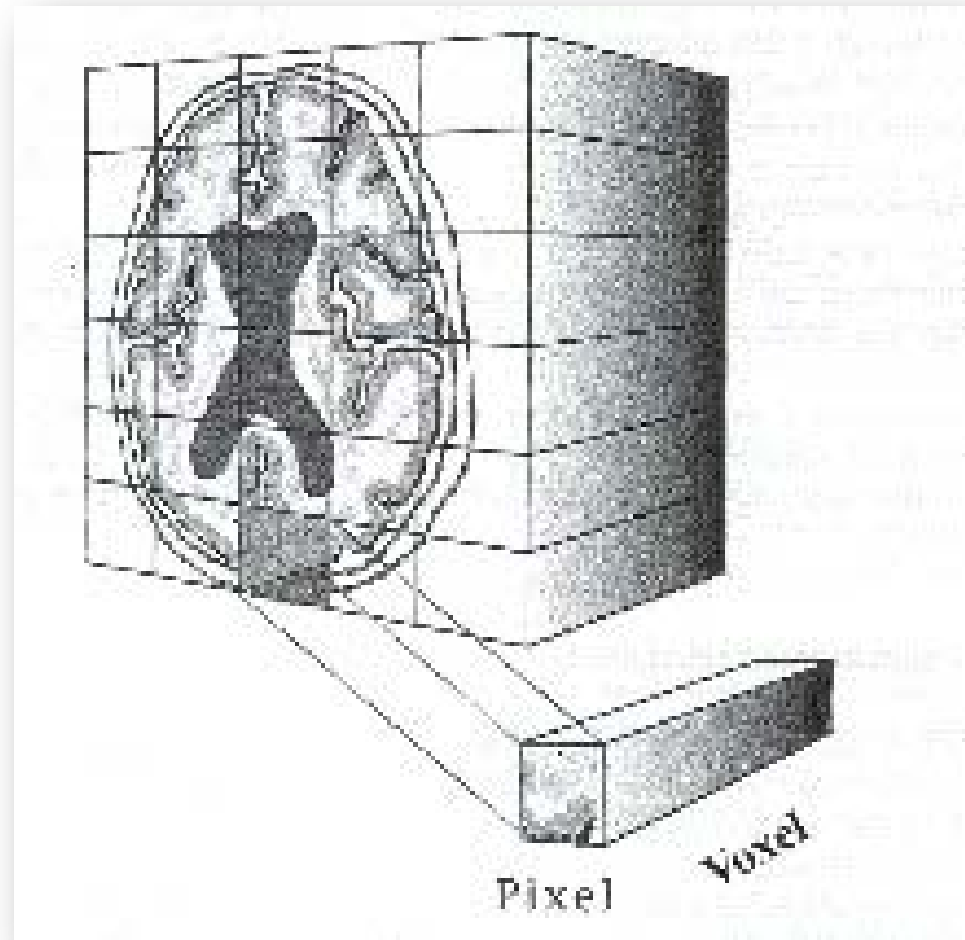




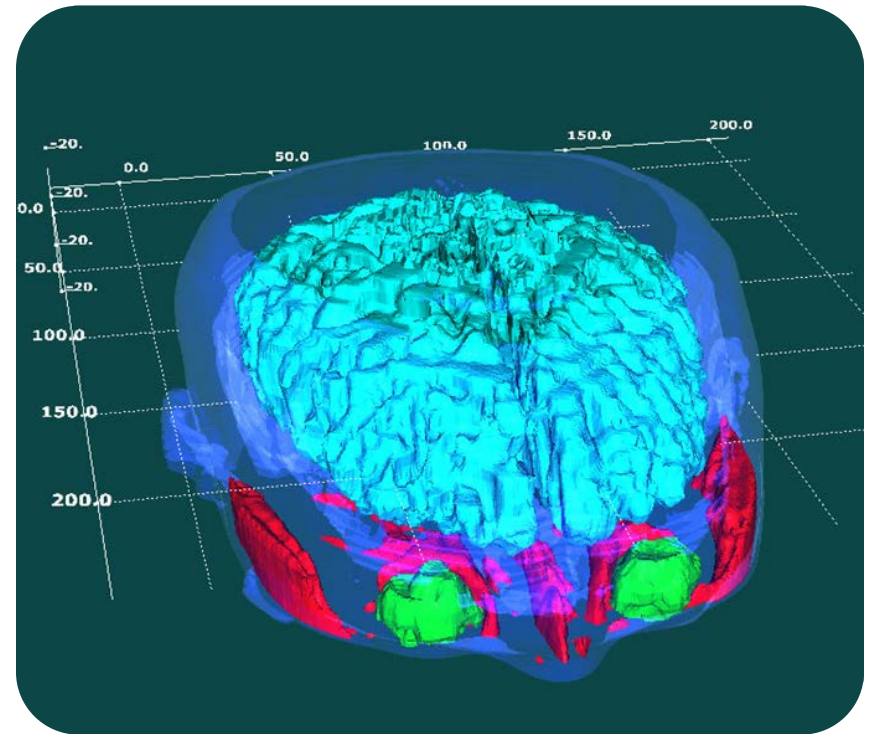
- La zona a explorar se encuentra situada en un campo magnético. Los protones de los núcleos de hidrógeno en presencia de un campo magnético se alinean en paralelo, que es el estado de menor energía.
- Mediante pulsos de radiofrecuencia se obtienen los dos componentes fundamentales de la RM, T1 y T2, que son los tiempos que tardan en recuperarse los núcleos de hidrógeno, después de la magnetización longitudinal o transversal, respectivamente.

VOLUMETRIC PIXEL: *VOXEL*

- Unidad cúbica que compone un objeto tridimensional.
- Es la unidad mínima procesable de una matriz tridimensional o cluster de voxeles.



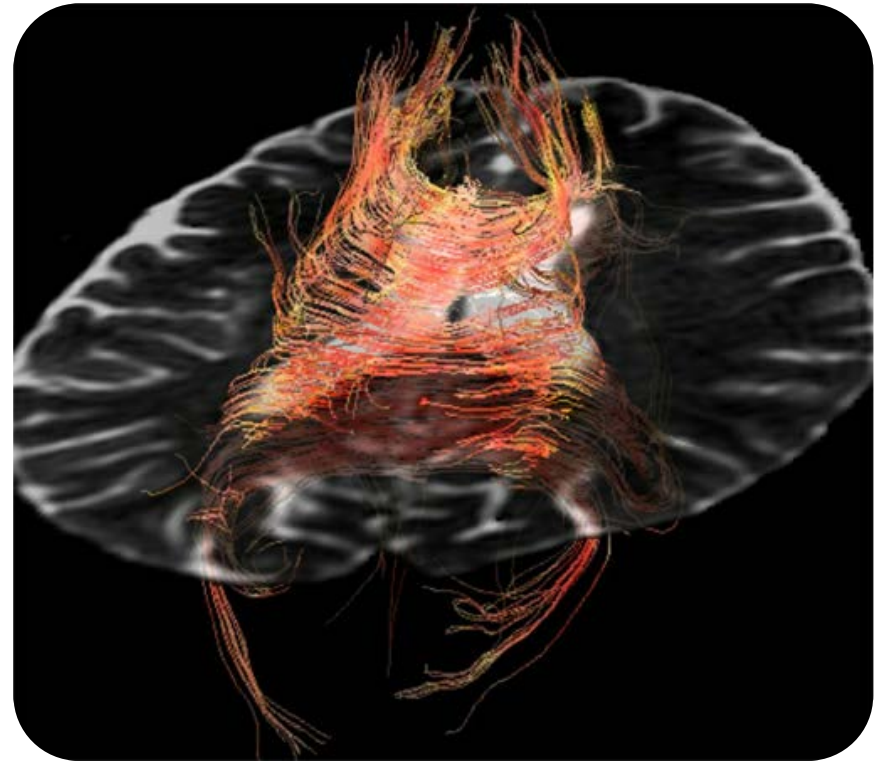
VOXEL



II. Imagenología

3.1. RM Tensor de Difusión

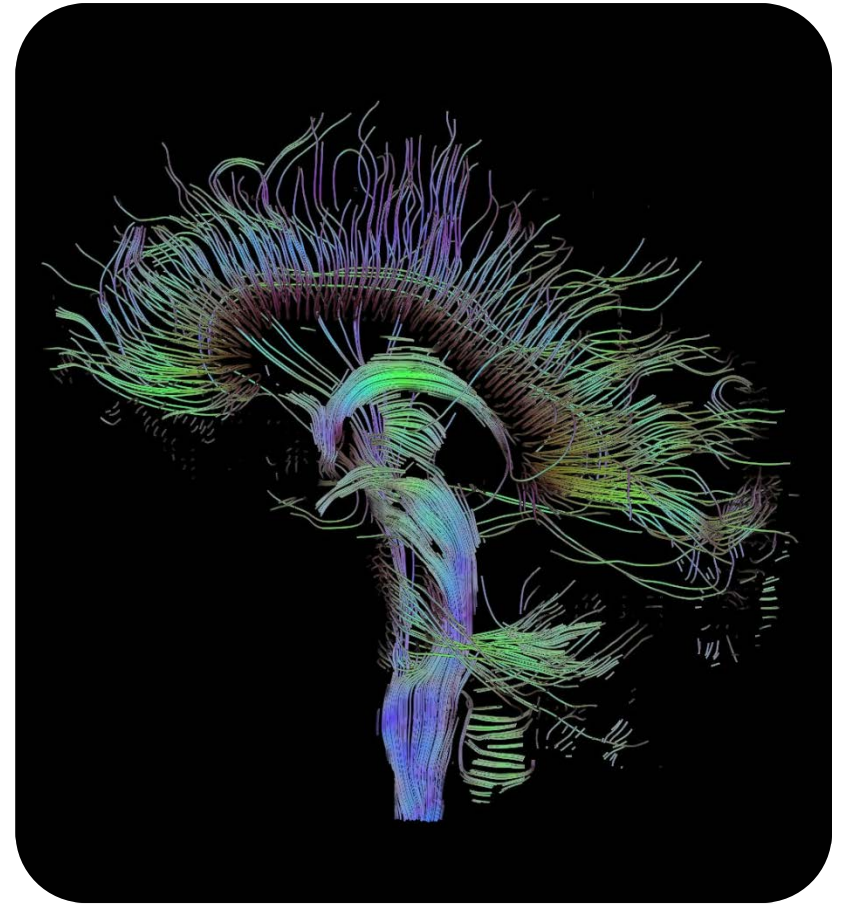
- **Siglas:** DTI
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** No
- **Características:** cuantifica el grado de anisotropía de los protones del agua en los tejidos. La anisotropía es la propiedad del tejido que depende de la direccionalidad de las moléculas de agua y de la integridad de la sustancia blanca.



II. Imagenología

3.1. RM Tensor de Difusión. Tractografía

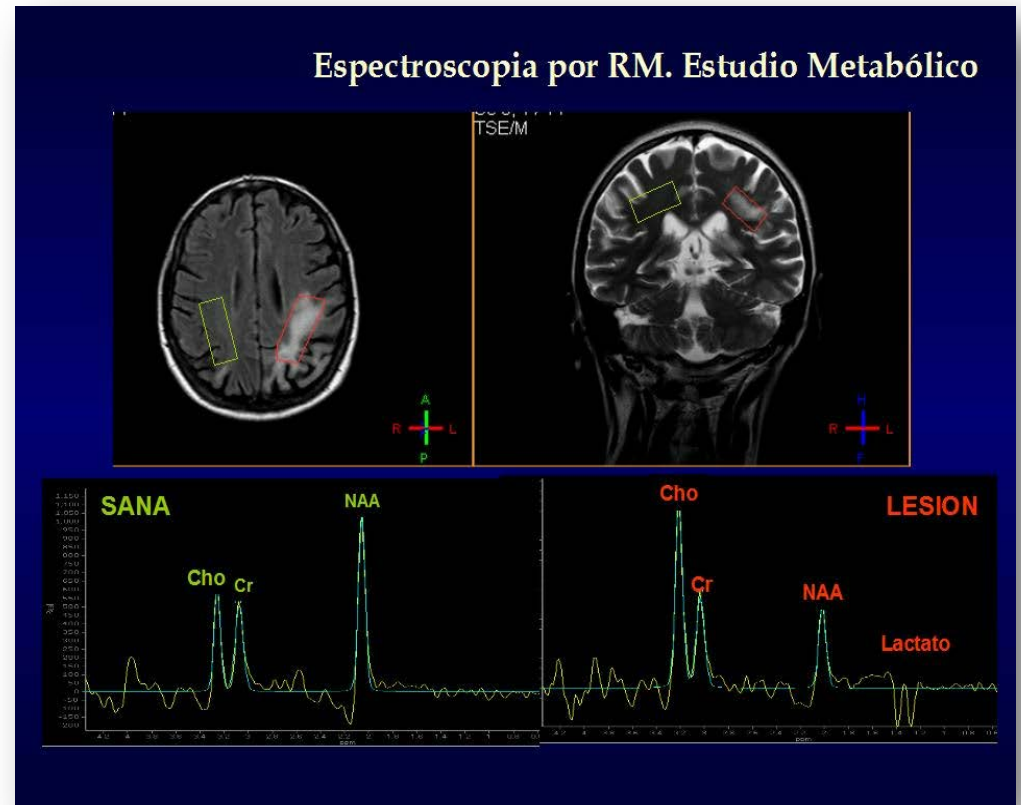
- La tractografía es la representación 3D de la DTI. Es un mapa de color que se obtiene a partir de la direccionalidad de desplazamiento de las moléculas de agua en los tractos de sustancia blanca en los 3 ejes del espacio.



II. Imagenología

3.2. RM Espectroscopía

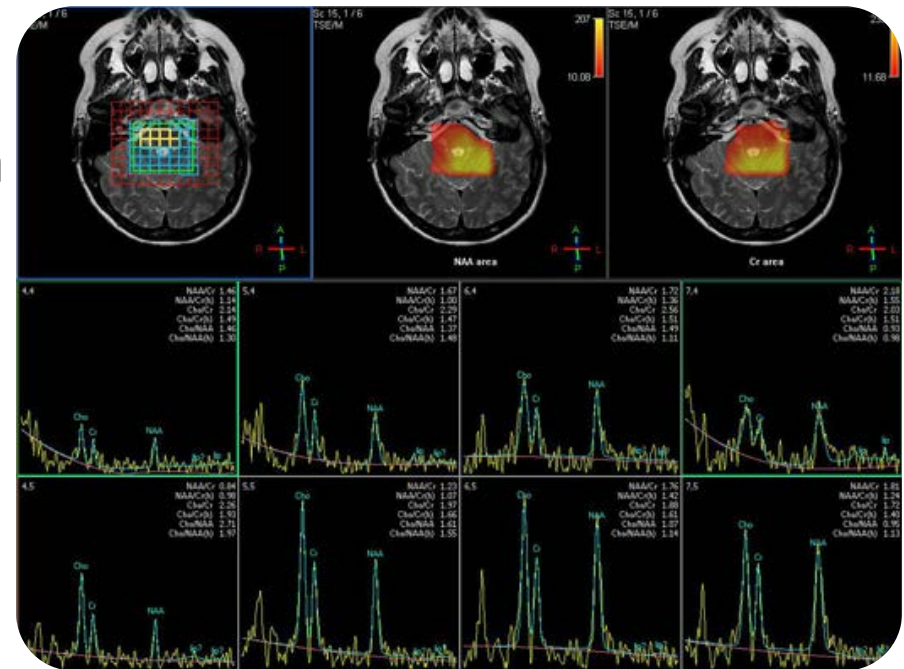
- **Siglas:** RMS
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** no
- **Características:** la espectroscopía es el análisis de radiaciones separándolas en sus componentes de acuerdo a sus longitudes de onda.



II. Imagenología

3.2. RM Espectroscopia

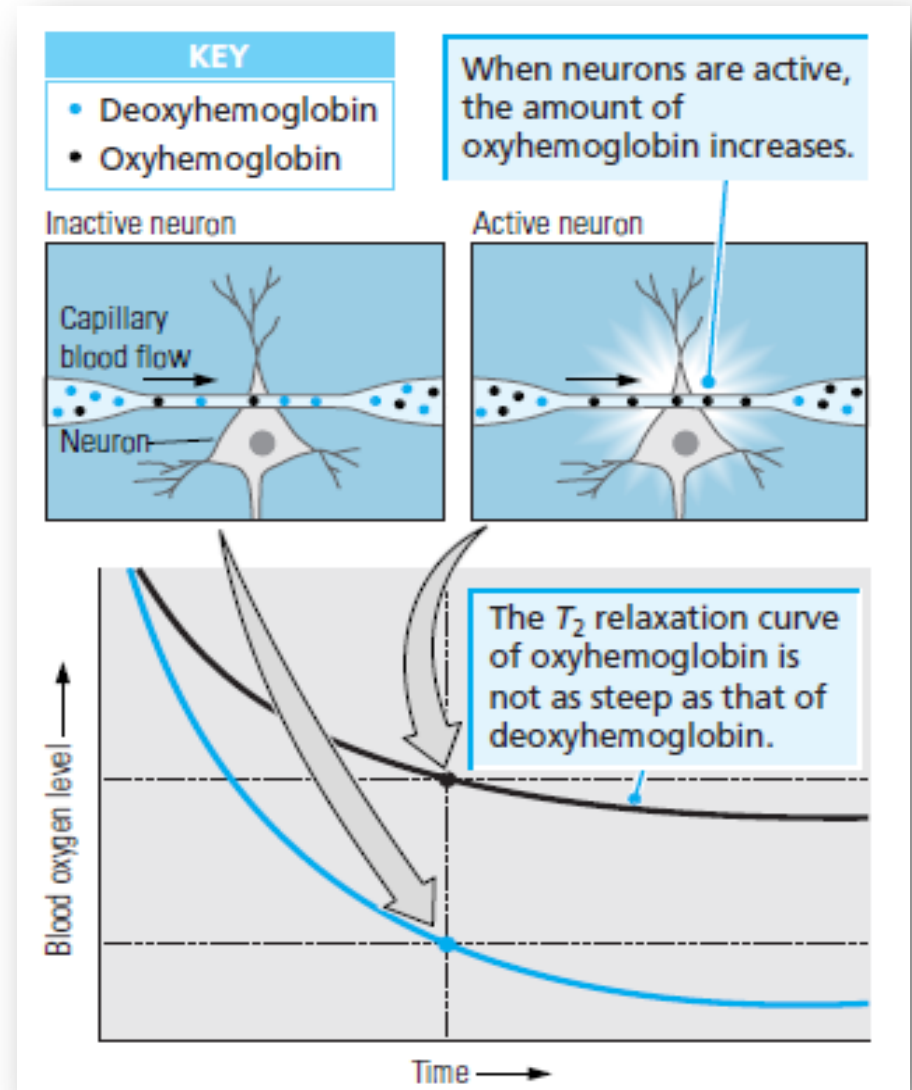
- La espectroscopia permite obtener un espectro metabólico del cerebro ya que la diferencia en la composición química de sus metabolitos se refleja en una diferente frecuencia de resonancia.
- N-acetilaspartato
- Colina
- Creatina
- Lactato.



II. Imagenología

4. Resonancia magnética funcional

- Siglas: RMf
- Resolución: espacial
- Invasiva: no
- Características: Permite evaluar procesos fisiológicos utilizando la desoxihemoglobina como un agente de contraste endógeno obteniendo una imagen en función del nivel de oxigenación de la sangre.
- La activación cerebral se manifiesta por una disminución de la desoxihemoglobina, que aparece como una imagen de intensidad regional aumentada.



II. Imagenología

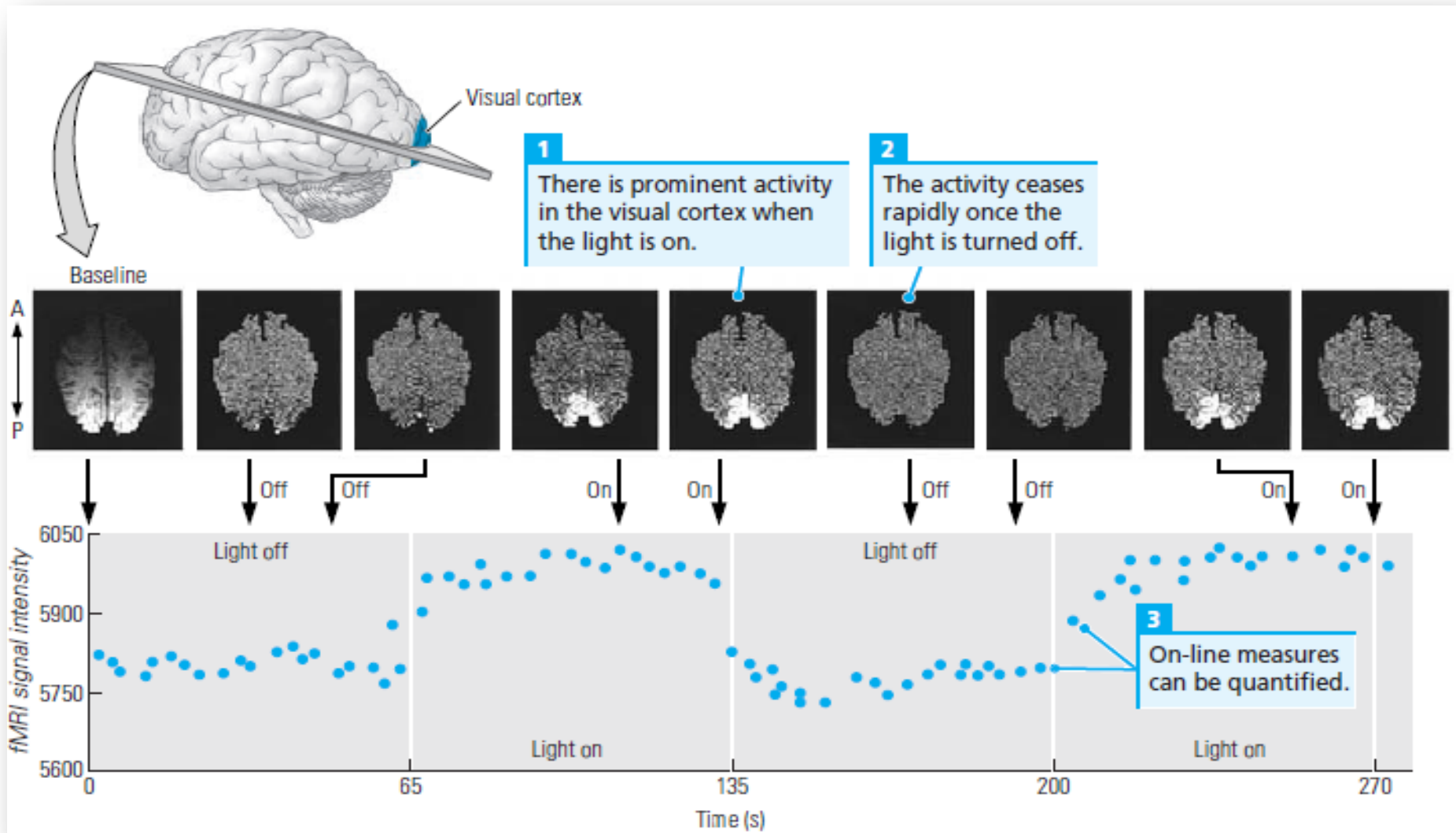
4. Resonancia magnética funcional



- **BOLD SIGNAL:** blood oxygen level dependent.
- Es la técnica mas utilizada en RMf, utiliza los cambios paramagnéticos provocados por la hemoglobina desoxigenada como contraste interno.

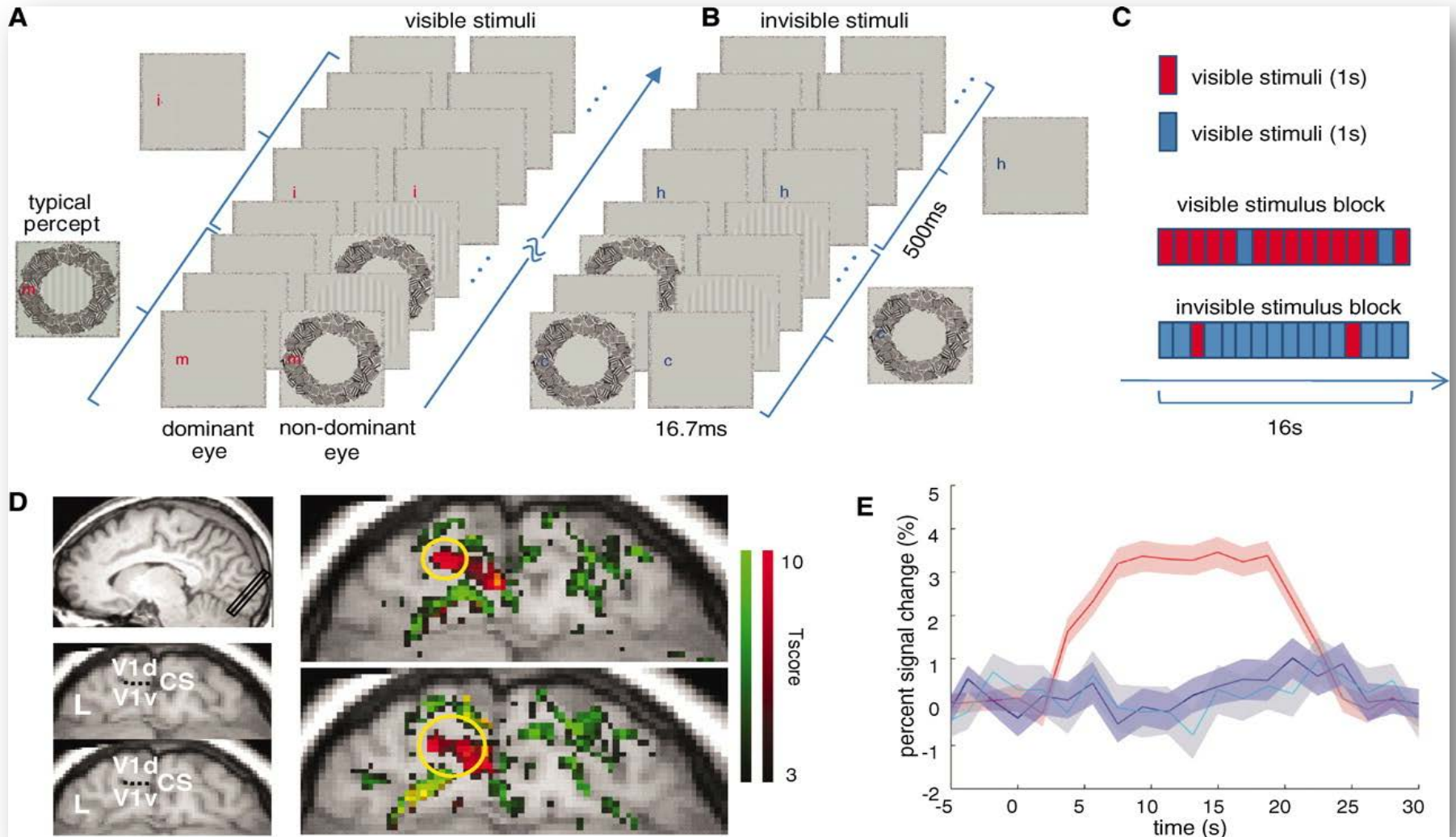
II. Imagenología

4. Resonancia magnética funcional



II. Imagenología

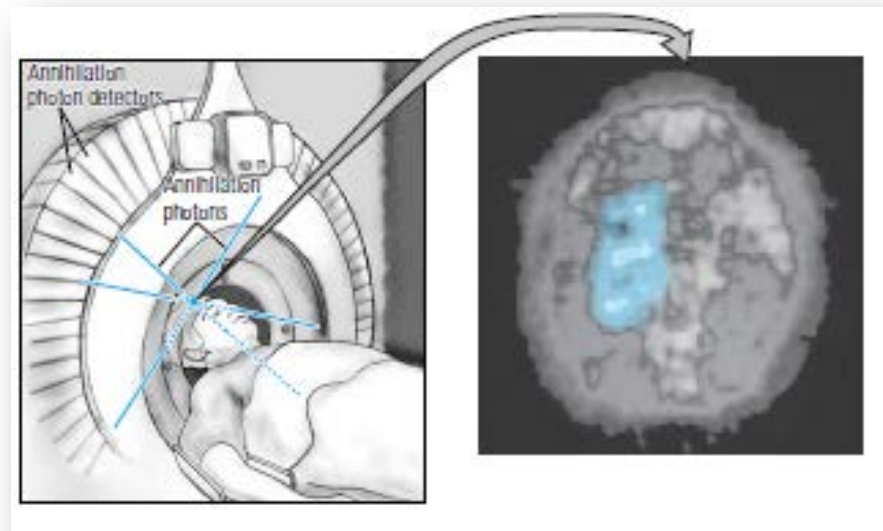
4. Resonancia magnética funcional



II. Imagenología

5. Tomografía por Emisión de Positrones

- **Siglas:** PET
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** si
- **Características:** permite la medición del metabolismo cerebral, perfusión sanguínea, densidad y distribución de receptores o transportadores de neurotransmisores.
- Detecta partículas cargadas positivamente (positrones), que se aniquilan con los electrones y emiten dos fotones gamma simultáneamente, con un ángulo de separación de 180° , entre uno y otro.



ANIQUILACION DE ELECTRON Y POSITRON

Este proceso requiere que la masa del electrón y el positrón se transformen en energía, es decir, en fotones.

Hay isótopos con núcleos estables y con núcleos inestables.



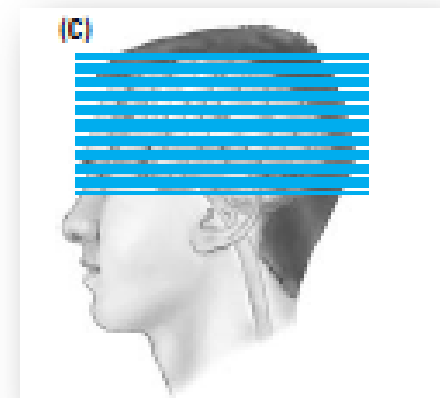
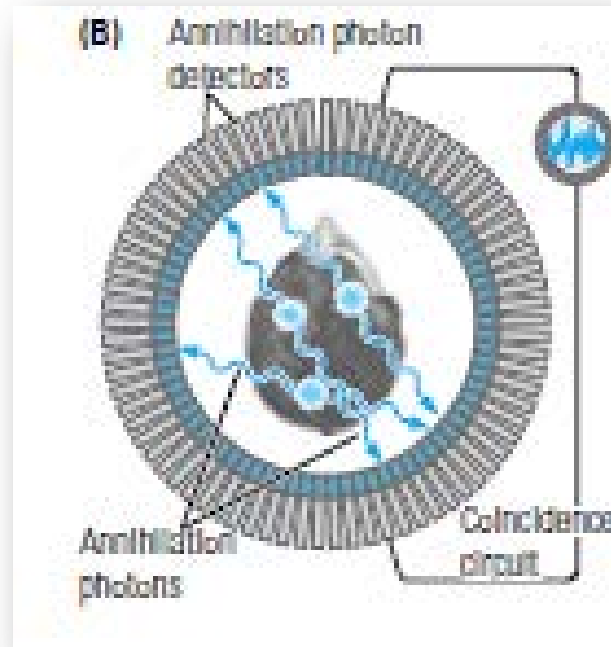
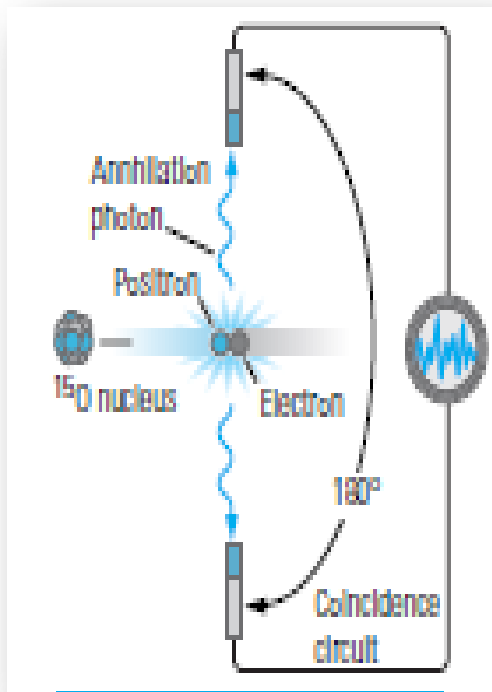
Radioactividad

Cuando un núcleo es inestable tiende a fragmentarse en dos o mas núcleos que son mas estables. Durante este proceso se produce energía en forma de fotones y otras partículas.



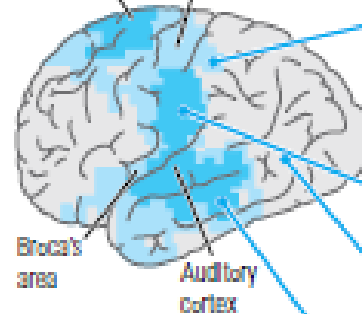
I. Imagenología

5. Tomografía por Emisión de Positrones



(A) Left brain

Supplementary motor cortex
Motor cortex



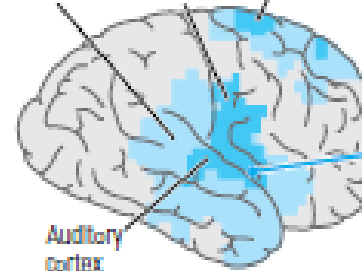
Light shading indicates the average level of blood flow.

Dark shading indicates higher-than-average blood flow.

The absence of shading indicates lower-than-average blood flow.

(B) Right brain

Wernicke's area
Motor cortex
Supplementary motor cortex

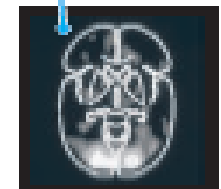
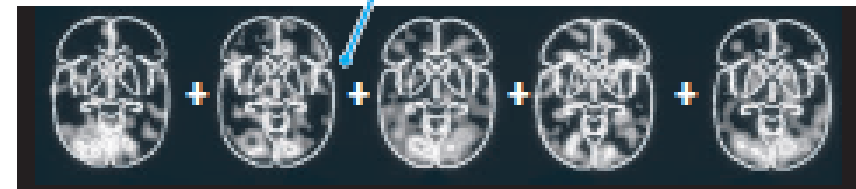
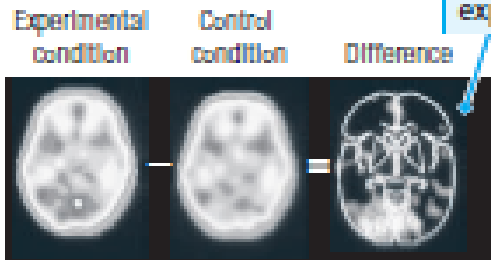


When the subject is speaking, a wide variety of regions in both the left and right hemispheres of the brain are activated.

The control condition is subtracted from the experimental condition.

Subtraction produces a different image for each subject, but all show increased blood flow in the occipital region.

The images are averaged to produce the average area of activation.



I. Imagenología

6. Tomografía por emisión de fotón único

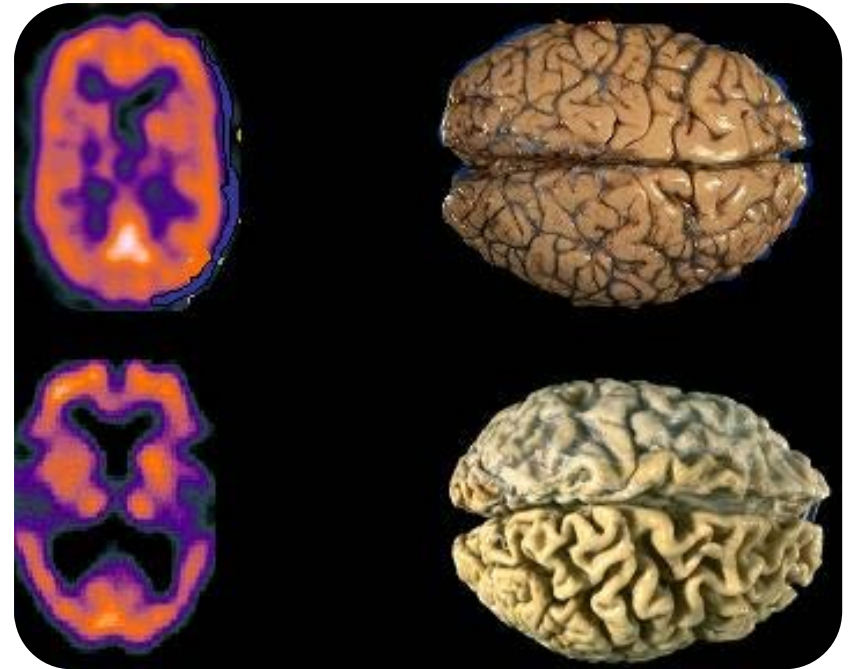
- **Nombre:** SPECT
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** si
- **Características:** es necesario introducir un radiotrazador el cual produce rayos gamma. Una cámara de rayos gamma gira alrededor del paciente para la adquisición de imágenes.



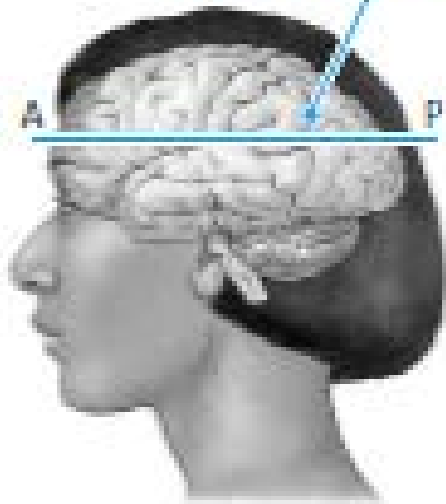
I. Imagenología

6. Tomografía por emisión de fotón único

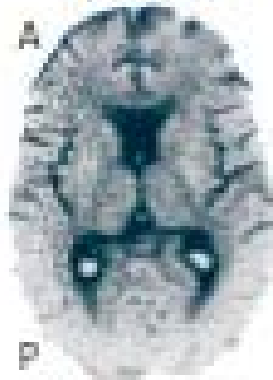
- El radiofármaco atraviesa la barrera hematoencefálica.
- SPECT de perfusión: indicador directo del metabolismo neuronal, indicador indirecto de un proceso cognitivo.
- SPECT de neurotransmisores: radiofármacos que actúan como ligando con receptores específicos.



Plane of Images



Computerized
tomography
(CT scan)



Position emission
tomography
(PET scan)



Magnetic resonance
imaging
(MRI scan)



Photograph



I. Imagenología

7. Ecografía Óptica

- **Siglas:** Eco
- **Resolución:** espacial
- **Invasiva:** no
- **Características:** emplea ondas sonoras de alta frecuencia emitidas por un transductor. Las ondas chocan en las interfases del globo y regresan al transductor. Existen algunas modalidades como Eco-A, Eco-B, Eco-Doppler y Eco-B tridimensional.



I. Imagenología

8. Tomografía por coherencia óptica

- Siglas: TCO
- Resolución: espacial
- Invasiva: No
- Características: técnica de alta resolución que usa luz de espectro cercano al infrarrojo para obtener imágenes en tiempo real de todas las capas de la retina incluyendo las fibras amielínicas de los axones de las células ganglionares.

