

Departamento de Cirugía
Facultad de Medicina
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MADRID

TESIS DOCTORAL

**LOCALIZACION ANATOMO-FUNCIONAL EN LA
CORTEZA CEREBRAL. APLICACION DE UN
SISTEMA DE INTEGRACION DE IMAGENES
COMO GUIA PARA LA RESECCION DE
LESIONES CEREBRALES CORTICALES**

Doctorando:

Paloma Pulido Rivas

Director:

Dr.D.Rafael García de Sola

RELACION DE ABREVIATURAS UTILIZADAS EN EL TEXTO

AC:	Plano calloso anterior
ADS:	Angiografía Digital
AMS:	Área motriz suplementaria
AP:	Proyección antero-posterior de la radiografía
CA:	Comisura anterior
CA-CP:	Línea intercomisural
CAD:	Dibujo asistido por ordenador
CC:	Cuerpo calloso
CLE:	Complejo lesivo-epileptógeno
CP:	Comisura posterior
ECoG:	Electrocorticografía
EEG:	Electroencefalograma
HP:	Plano horizontal del cuerpo calloso
MAEC:	Mapas de actividad eléctrica cerebral
MC:	Plano calloso medio
NEG:	Neumoencefalografía
PC:	Plano calloso posterior
PET:	Tomografía por emisión de positrones
RM:	Resonancia Magnética
Rx:	Radiografía de cráneo
SEG:	Estereoencefalografía
SEEG:	Estereoencefalografía
SD:	Desviación estandar
SLS:	Línea desde el limbo esfenoidal a la protuberancia occipital
SPECT:	Tomografía por emisión de foton único
TAC:	Tomografía axial computarizada
VEG:	Ventriculografía

INDICE

I.- INTRODUCCION	1
1.1.- REFERENCIAS HISTORICAS	1
1.2.- LOCALIZACION CEREBRAL. Siglo XIX	3
1.2.1.- Localización en Neurocirugía	7
1.3.- NEUROIMAGEN	11
1.3.1.- Neuroimagen Estructural	11
1.3.1.1.- Rx de Cráneo	11
1.3.1.2.- Ventriculografía y Neumoencefalografía	12
1.3.1.3.- Angiografía Cerebral	12
1.3.1.4.- Tomografía Axial Computarizada	14
1.3.1.5.- Resonancia Magnética	14
1.3.2.- Neuroimagen Funcional	15
1.3.2.1.- Actividad Metabólica	15
1.3.2.2.- Actividad Eléctrica Cerebral	16
1.4.- NEUROCIURUGIA ESTEREOTAXICA DEL CORTEX CEREBRAL	18
1.4.1.- Estereotaxia	18
1.4.1.1.- Evolución histórica	18
1.4.1.2.- Atlas Estereotáxico de Talairach	20
1.4.2.- Localización de lesiones córtico-subcorticales	
Telencefálicas	21
1.4.2.1.- Método de reconstrucción craneal geométrico basado en la TAC.	21
1.4.2.2.- Otros Métodos	22
1.4.2.3.- Electrocorticografía y Estimulación	23
1.4.2.4.- Abordaje combinado Estereotáxico-Microquirurgico	23
1.5.- NEUROCIURUGIA FUNCIONAL DEL CORTEX CEREBRAL	25
1.5.1.- Cirugía de la Epilepsia	25
1.5.1.1.- Escuela de Montreal	25
1.5.1.1.1.- Sistema de OLIVIER	26
1.5.1.2.- Escuela de Paris	27
II.- HIPOTESIS	29
2.1.- INTRODUCCION	29
2.2.- LOCALIZACION DE LESIONES CORTICO-SUBCORTICALES TELENCEFALICAS	30
2.3.- LOCALIZACION DEL COMPLEJOS LESIVO-EPILEPTOGENOS	31

III.- OBJETIVOS	32
IV.- MATERIAL y METODO	34
4.1.- POBLACION ESTUDIADA	34
4.2.- METODOLOGIA	36
4.2.1.- Superposición de imágenes	36
4.2.1.1.- Realización de los estudios Neurorradiológicos	36
4.2.1.1.1.- Rx de cráneo	36
4.2.1.1.2.- TAC Cerebral	37
4.2.1.1.3.- RM Cerebral	37
4.2.1.1.4.- Angiografía Digital	38
4.2.1.2.- Integración de imágenes con el sistema CAD	39
4.2.1.2.1.- Rx de cráneo	40
4.2.1.2.2.- RM	40
4.2.1.2.3.- TAC	40
4.2.1.2.4.- ADS	40
4.2.1.2.5.- Estudio de Dipolos	41
4.2.1.2.6.- Mapa Anatomo-Funcional	41
4.2.2.- Medidas Atlas Anatomo-Funcional	42
4.2.2.1.- Cuadrícula de TALAIRACH	42
4.2.2.1.1.- RM sagital de línea media y RM temporal	43
4.2.2.1.2.- RM coronal a nivel de la comisura anterior	44
4.2.2.2.- Cuerpo Calloso	45
4.2.2.2.1.- Angulos del Cuerpo Calloso	45
4.2.2.2.2.- Sistema de OLIVIER	46
4.2.2.3.- Referencias óseas	47
4.2.2.4.- Correlación angiografía-resonancia	48
4.2.3.- Lesionectomía	49
4.2.3.1.- Planificación de cirugía Anatomo-Funcional	49
4.2.3.1.1.- Cirugía con referencias Anatómicas	49
4.2.3.1.2.- Cirugía con referencias anatomo-funcionales	50
4.2.3.2.- Integración vídeo-mapa anatomo-funcional	50
4.2.4.- Localización del Complejo Lesivo-Epileptógeno	52
4.2.4.1.- Electrocorticografía aguda	52
4.2.4.1.1.- Integración vídeo-mapa anatomo-funcional	53
4.2.4.2.- Electrocorticografía crónica	53
4.2.4.1.2.- Area Motriz Suplementaria	54
4.2.4.3.- Otras intervenciones quirúrgicas	55
4.2.4.3.1.- Callosotomías	55
4.2.4.3.2.- Hemisferectomía	55
4.2.5.- Análisis estadístico	56
4.2.6.- Metodología de la revisión bibliográfica	56
V.- RESULTADOS	57

5.1.- POBLACION DEL ESTUDIO	57
5.2.- MEDIDAS, SURCOS y DISTANCIAS	59
5.2.1.- De la cuadrícula de TALAIRACH	59
5.2.1.1.- Medidas y distancias de la cuadrícula	59
5.2.1.2.- Proporcionalidad de la cuadrícula	62
5.2.2.- Cuerpo Caloso	65
5.2.2.1.- Angulos del Cuerpo Caloso	65
5.2.2.2.- Sistema de Referencia de OLIVIER	67
5.2.2.3.- Estudio comparativo OLIVIER-TALAIRACH	68
5.2.3.- Referencias óseas	71
5.2.4.- Correlación Angiografía-Resonancia	73
5.3.- LOCALIZACION DE LESIONES	75
5.3.1. Generales	75
5.3.1.1.- Lesionectomías con clínica de hemorragia	76
5.3.1.2.- Lesionectomías con clínica de epilepsia	76
5.3.2.- Resultados quirúrgicos	76
5.4.- LOCALIZACION DE COMPLEJOS LESIVO-EPILEPTOGENOS	79
5.4.1.- Generales	79
5.4.1.1.- Grupo RM sin lesión	79
5.4.1.2.- Grupo RM con lesión	79
5.4.2.- Resultados quirúrgicos	80
5.4.2.1.- Electrocorticografía aguda	80
5.4.2.2.- Electrocorticografía crónica	82
5.4.2.3.- Otras intervenciones	84
5.4.2.3.1.- Callosotomía	84
5.4.2.3.2.- Hemisferectomía	84
VI.- DISCUSION	85
VII.- CONCLUSIONES	113
VIII.- RESUMEN	115
IX.- TABLAS	
X.- ICONOGRAFIA	
XI.- BIBLIOGRAFIA	117

INTRODUCCION

Este trabajo pretende aportar una nueva metodología en la localización anatómo-funcional de lesiones córtico-subcorticales con indicación de tratamiento neuroquirúrgico. Estas lesiones pueden ser de dos tipos: 1.- Aquellas visibles en las pruebas de neuroimagen y que presentan una indicación de extirpación quirúrgica per se, como las malformaciones vasculares o las lesiones tumorales benignas o metastásicas. 2.- Lesiones, visibles o no con las pruebas de neuroimagen, que forman parte del complejo lesivo-epileptógeno a reseca en las epilepsias fármaco-resistentes. Por esta razón, a lo largo de toda la exposición se van a ir intercalando sendos apartados: 1.- Lesiones córtico-subcorticales y 2.- Epilepsia.

1.1.- REFERENCIAS HISTORICAS

Dentro de la cultura griega, PITAGORAS (580-489 a.J.C.)⁵⁵ fué aparentemente el primero en describir el cerebro como un órgano central que controla las actividades superiores. Localiza el alma en el cerebro. POSEIDONIUS que vivió en Bizancio en el siglo IV a.J.C., tuvo algunas ideas sobre la función del cerebro. Creyó que la imaginación se localizaba en la porción anterior, la razón en la zona media y la memoria en su parte posterior. ALCMAEON considera que " el cerebro, es el asiento de los sentidos y el centro de la inteligencia". Para HIPOCRATES (460-377 a.J.C.)^{55,79} el cerebro es el órgano mas perfecto del cuerpo, asiento de placeres y penas y mensajero del conocimiento y movimiento. Describe los síntomas contralaterales en los traumatismos y recomienda y practica la trepanación en diversas situaciones: traumatismo craneal, epilepsia, cefaleas... Se le atribuye la primera mención escrita sobre la Epilepsia, llamada Enfermedad Sagrada en esta época, aunque reconociendo que estaba relacionada con el cerebro. Atribuye la epilepsia a una alteración del cerebro, al observar que lesiones en un lado de la cabeza producen convulsiones en el lado contralateral. Este hallazgo clínico sin embargo ha sido atribuido a HEROFILO, a HERASISTRATO

DE ALEJANDRIA y RUFO DE EFESO^{55,134}.

RUFO DE EFESO⁵⁴ estuvo interesado en Neuroanatomía y distinguió el cerebro del cerebelo, reconoció las membranas que recubren el cerebro, describió el cuerpo calloso y los ventrículos.

Después de HIPOCRATES el centro del saber pasó a Alejandría. Una figura a destacar es AURELIUS CORNELIUS CELSUS (alrededor del año 30 a.J.C.)²⁰ que reconoció, igual que sus predecesores, la lesión por contragolpe.

La mayor información acerca del trabajo de los griegos y de la Escuela de Alejandría procede de GALENO (130-200 d.J.C.) que debió tener acceso a los escritos de los diferentes autores citados por él. Refiere: " el cerebro es el centro del movimiento y de las sensaciones, el cuerpo es el instrumento del alma"; reconoce la existencia del acúmulo del líquido cefalorraquídeo, y distinguió cuatro tipos según la localización entre cerebro, membranas menínges, hueso, pericráneo y piel, pero no llegó a describir la dilatación ventricular. Otro autor de esta época fue ARETEO DE CAPADOCIA (alrededor del año 150)⁶⁵, el primero en mencionar específicamente el uso de la trefina para curar la epilepsia. Reconoce la amnesia postepiléptica, el status epiléptico y describe el aura epiléptica.

NEMUSIO de Siria hace una descripción del cerebro en partes con funciones definidas: en los ventrículos frontales se localiza la imaginación, el espíritu psíquico y los órganos de los sentidos; en el centro del cerebro, la inteligencia, los sueños y el pronóstico; y en la parte posterior, la memoria y el espíritu vital.⁵⁴

Durante el Periodo Medieval se detuvo el avance médico, principalmente en los conocimientos neurológicos, al estar prohibida la realización de disecciones humanas.

Durante el Renacimiento (1500-1700), aunque no se realizaron avances importantes en la cirugía del sistema nervioso, destacan figuras como DESCARTES que dice que el centro del alma esta situado en la glándula pineal. THOMAS WILLIS refiere que el cerebro controla movimientos voluntarios y

sensaciones, el cerebelo controla los movimientos involuntarios del corazón y pulmón, el cuerpo estriado recibe todas las sensaciones y es el asiento del sentido común, en el cuerpo calloso se localiza la imaginación y en el cortex cerebral se almacena la memoria^{54,134}.

Hay otra anotación con respecto a esta época, descrita por BALLANCE⁶ como la referencia mas antigua de procedimientos quirúrgicos en relación con abscesos craneales o cerebrales. Según este autor, MASSA, que murió en 1569, describió una parálisis contralateral en un caso de absceso cerebral y remarcó que este tipo de parálisis ocurría en ciertos tipos de traumatismos de la cabeza.

Hasta el periodo pre-Listeriano (1846) la cirugía del sistema nervioso, aunque se realizaba básicamente sobre los traumatismos craneoencefálicos, comienza a tener indicaciones sobre los hematomas y los abscesos.

Los primeros estudios anatómicos comienzan con GENNARI (1782) y VIC d'AZYR (1786)⁵⁵ que describen una línea blanca en el cortex cerebral cerca de la cisura calcarina y BAILLARGER (1840) que describe las conexiones entre la sustancia blanca y gris del cortex cerebral.

El primer documento de operación cerebral realizado con resección de lesión intracraneal curando supuestamente la epilepsia fue descrito por HEYMAN en 1831¹⁰¹. Intervino a una paciente joven con una fractura parietal izquierda deprimida, antigua y resecó un tejido duro, amarillo, gliótico encapsulado identificándolo como un absceso. La paciente quedó libre de crisis.

www.neurorgs.com

1.2.-LOCALIZACION CEREBRAL. Siglo XIX

Un requisito importante para el nacimiento de la Neurocirugía era asegurar un conocimiento mas exacto de las funciones del sistema nervioso.

Durante el periodo 1846-1890 se realizaron una serie de descubrimientos que provocaron un avance dentro de la Cirugía Neurológica. Destacan figuras como

FRANCOIS MAGENDIE⁵⁴ que observa las funciones de los nervios raquídeos, estudia la composición y circulación del líquido cefalorraquídeo, describe la rigidez de descerebración y el mecanismo del vómito. Observa el resultado de la extirpación del cerebelo.

A LOUIS PIERRE GRATIOLET (1854) se le debe la descripción moderna de las circunvoluciones cerebrales y su nomenclatura. BOUILLAUD mantiene el papel del cerebro en relación con el movimiento, la inteligencia y la voluntad, localizando en los lóbulos anteriores el lenguaje⁵⁴. MARC DAX sugirió que, dado que la afasia se presentaba con hemiplejía derecha, el centro del habla probablemente estaría en el hemisferio cerebral izquierdo. Esto fue posteriormente confirmado por BROCA⁶⁵.

Posiblemente sea durante el siglo XIX el momento de mayor avance localizacionista, con figuras tan importantes como PIERRE PAUL BROCA (1824-1880)¹⁸, que describe la tercera circunvolución frontal como la zona alterada en los casos de afasia (1861). En 1871 BROCA realiza la primera craneotomía basada en la localización cerebral en un paciente de 38 años que había sufrido un mes antes un golpe en región fronto-parietal izquierda. El paciente comenzó con un cuadro de fiebre, vómitos y dificultad progresiva para articular el lenguaje, con comprensión normal, diagnosticándole una lesión a nivel de la tercera circunvolución frontal izquierda. La localización de esta circunvolución la realizó trazando una línea desde la base de la apófisis orbitaria externa hacia el occipital, marcando un punto a 5 cm. desde dicha apófisis y trazando una perpendicular de 2 cm en este punto. Alrededor de este punto realizó la craneotomía¹⁴³. Al elevar el hueso se encontró con una gran cantidad de material purulento que respetaba la duramadre. Unas horas después el paciente no mejoraba y utilizando un trocar fino pinchó a través de la duramadre y en dirección hacia la cisura de Silvio, sin obtener material purulento. El paciente falleció a las 48 horas. En la autopsia no se encontraron más abscesos epidurales, pero al abrir la duramadre se encontró una reacción meningoencefálica con colección de pus a nivel de la tercera circunvolución frontal y que se extendía hacia la cisura de Sylvio.^{18,143}

INTRODUCCION

Clinicamente esta craneotomía tiene dos significados quirúrgicos importantes:

- el diagnóstico del lugar del absceso está basado en una dificultad para articular el lenguaje, por lo tanto en un dato clínico y de exploración.
- la localización del absceso está basada en una relación entre el cerebro y el cráneo

BROCA realizó amplios estudios en cadáveres entre la correspondencia de determinados puntos del cráneo y las circunvoluciones y desarrolló diferentes instrumentos para localizar lesiones, entre ellos un aparato estereográfico. En 1879 publica un trabajo para localizar lesiones cerebrales mediante la termocencefalografía. Una elevación de la temperatura de 11 a 31 suponía una indicación quirúrgica de esa zona. Junto con J. LUCAS CHAMPIONNIERE, describió sobre un cráneo el sistema para localizar el centro de articulación del lenguaje y el surco de Rolando¹⁴³.

FRITSCH y HITZIG en 1870 demuestran la existencia de centros motores en el perro a nivel de la convexidad cerebral tras estudios cordicales. Las observaciones realizadas en las heridas de la guerra franco-alemana corroboran estos hallazgos, en el sentido de que la estimulación eléctrica del corte provocaba respuestas motoras. Lo que dió lugar a una eclosión sin precedentes de estudios sobre el cerebro²³.

De forma experimental estas observaciones clínicas fueron controladas y precisadas por numerosos autores, destacando FERRIER, HORSLEY y BEEVOS. Se estudiaron, además, los resultados de la ablación de zonas limitadas de la corteza cerebral³⁷.

La primera discusión científica sobre la localización de las funciones en el cortex cerebral se plantea en el Congreso Médico Internacional celebrado en Londres en 1881, entre GOLTZ de Strasburgo y FERRIER de Londres¹¹⁹. El primero, que argumentaba en contra de la localización específica, porque utilizó un modelo experimental en perros en los cuales demostraba que una vez producida una lesión cerebral se observaban más lesiones generales que específicas.

INTRODUCCION

FERRIER, por el contrario, defendía la localización cerebral y utilizando el mono demostró déficits específicos motores, sensitivos y visuales. Fué apoyado mayoritariamente en el Congreso Médico, pero a pesar de ello las discusiones tanto de los localizacionistas como de los no localizacionistas continuaron durante unos años.

ROLANDO⁵⁴ es uno de los primeros en estudiar los efectos de la corriente eléctrica en el cerebro de animales. CHARLES BELL establece qué nervios de sentidos especiales se extienden desde áreas específicas del cerebro hasta éstos órganos y que los nervios espinales llevan funciones sensitivas en las raíces posteriores y funciones motoras en las anteriores.

Para ROBERT BENTLEY TODD la inteligencia, los movimientos voluntarios y las emociones son funciones del córtex cerebral, cuerpo estriado y mitad superior del cerebro respectivamente⁵⁵.

JOHN HUGHLINGS JACKSON define al sistema nervioso como un magma sensitivo y motor que coordina muchos centros y sugiere la posibilidad de centros motores en relación con la arteria cerebral media. WERNICKE postula tres niveles evolutivos de mecanismos sensitivos y motores: bajo en la médula espinal, medio a nivel rolándico y alto en los lóbulos prefrontales. Publica el primer informe comprensible de los logros alcanzados en la localización cerebral (1881-1883) y su teoría sobre la naturaleza de la afasia localizada en el centro auditivo en la primera circunvolución temporal y el concepto de articulación del lenguaje en el área de Broca. Una lesión en la parte posterior de la primera circunvolución temporal provocaba una disminución de memoria para las imágenes auditivas de las palabras; esto producía un síndrome clínico que se manifestaba en una disminución de la comprensión verbal con preservación de la capacidad de hablar⁵⁵.

Con JACKSON y GOWERS (1881)⁶⁸ surge un nuevo planteamiento en la localización cerebral y se preguntan por la localización y la etiología de las crisis epilépticas:

-) Cual es el sentido de la descarga, cómo se producen los síntomas del ataque ?

-) Es el sentido de la descarga el sentido de la enfermedad ?
-) Cómo se explican los síntomas de la descarga tan lejos de su origen ?
-) Cual es la naturaleza de los cambios que causan la descarga ?

1.2.1.- LOCALIZACION EN NEUROCIRUGIA

Los avances en la localización neurológica unido a una mejora en las medidas asépticas de la cirugía hacen posible el inicio de la Neurocirugía¹¹⁵.

El primer intento que se conoce de extirpación de un tumor cerebral, diagnosticado y localizado mediante métodos neurológicos fue la intervención realizada por Sir DICKMAN GODLEE a una paciente de HUGHES BENNET el 23 de noviembre de 1884⁶.

Simultáneamente VICTOR HORSLEY (1857-1916)⁶⁶ extiende sus investigaciones a la estimulación eléctrica en áreas motoras de monos, después en orangutanes y finalmente en el hombre. El 25 de Mayo de 1886 VICTOR HORSLEY realizó con éxito su primera intervención quirúrgica cerebral en un paciente de 22 años con epilepsia focal postraumática secundaria a un traumatismo a la edad de 7 años. Resecó el tejido cerebral localizado a nivel de la porción posterior del surco frontal superior. Las crisis cesaron y el paciente mejoró su estado neurológico. El 22 de Junio del mismo año, interviene a otro paciente, extirpando un tuberculoma que le ocasionaba una epilepsia focal; en este caso se utilizó la estimulación eléctrica para localizar el área del pulgar. Ambos pacientes fueron estudiados por JOHN HUGHLINGS JACKSON^{68,23}.

HORSLEY, con un método científico exacto, confirmó las deducciones realizadas por JACKSON con sus estudios sobre la epilepsia y es considerado el fundador de la Moderna Neurocirugía. Él y sus colaboradores publicaron los primeros trabajos sobre la localización cerebral y la cirugía. En 1888 realizó un mapa cortical con la representación somatotópica de la corteza cerebral en el mono.

Otra contribución importante a la localización cerebral surgió del llamado

INTRODUCCION

"Padre de la Moderna Neurofisiología", CHARLES SHERRINGTON¹³⁹. Junto con FERRIER transfirió los resultados de sus investigaciones en monos al cerebro humano teniendo en cuenta la proximidad de la escala evolutiva. SHERRINGTON colaboró en los procedimientos del Consejo que investigó las evidencias y los animales utilizados por GOLTZ y FERRIER en su discusión de 1881. Junto a sus colaboradores publicaron más de 300 trabajos sobre la localización cerebral. A finales del siglo XIX, el trabajo de SHERRINGTON y GRUENBAUM establece la separación en primates superiores del área motora en la zona prerrolándica y del área sensitiva en la zona postrolándica¹⁵⁵.

SHERRINGTON junto con SHARPEY-SCHAFER y BROWN describieron los primeros detalles sobre la corteza del lóbulo temporal, mientras que FERRIER demostraba que la extirpación de esta zona producía alteraciones del comportamiento. En 1906 se publica un clásico de SHERRINGTON: "The integrative action of the Nervous System"¹³⁹

Durante los últimos años del siglo XIX la cirugía neurológica era realizada por unos pocos cirujanos generales que tenían interés por el sistema nervioso. El primer texto sobre cirugía del sistema nervioso fue escrito en 1870 por ERNST von BERGMAN que además creó un ritual quirúrgico aséptico⁵⁵.

Sir WILLIAM MACEWEN, en Glasgow, localiza un absceso en el área de Broca en 1876. Aconseja la intervención, no siendo permitido que se realizase. La autopsia demostró que el diagnóstico era correcto.

FRANCESCO DURANTE de Roma, diagnosticó un meningioma del surco olfatorio, extirpándolo en Mayo de 1884⁵⁵.

HUGHES BENNET de Londres, en colaboración con JACKSON extirparon un glioma en área motora derecha⁵⁴.

Sin embargo es VICTOR HORSLEY el primer neurocirujano reconocido por sus características de cirujano, neuroanatomista, neuropatólogo y neurofisiólogo.

FEDER KRAUSE de Berlin, fue el fundador de la Neurocirugía en Alemania y uno de los primeros en estudiar la corteza cerebral en detalle. Bajo anestesia local intervino a un paciente de una cicatriz cortical y le exploró con cautela el área

INTRODUCCION

motora y otras regiones corticales utilizando estimulación eléctrica y tres ayudantes observando las respuestas. Sus resultados fueron publicados entre 1908-1911. Localizó el área de la pierna del homúnculo en el vertex de la convexidad, error que no fue corregido hasta 1940⁵⁶. Sus observaciones sobre la estimulación del cerebro de los epilépticos le hizo concluir que: "la estimulación de la corteza cerebral en la sala de operaciones es un método indispensable de investigación en los epilépticos".

A finales del siglo XIX, KRAUSE, recogió su experiencia de 54 casos con epilepsia a los que realizó excisiones corticales, en 29 de ellos se atribuyó la etiología a un trauma o a una infección¹⁰¹.

VON MONAKOV es uno de los pioneros del siglo XX en la localización cerebral, planteando la necesidad de distinguir entre la localización de la lesión y la localización de la función⁵⁵.

En el caso de los complejos lesivo-epileptógenos la localización de las áreas funcionales y epileptógenas han estado basadas en la estimulación y en la actividad eléctrica.

FOERSTER influido por JACKSON, SHERRINGTON y WERNICKE realizó cientos de estimulaciones corticales en operaciones por cicatrices epilépticas en heridos durante la 10 Guerra Mundial. Poco después fue introducida la Electrocorticografía aplicada posteriormente a la localización de tumores cerebrales y focos epilépticos en 1935⁵⁶.

HARVEY CUSHING, en 1899, se especializa en Neurocirugía formándose con HALSTED, que desarrolló técnicas quirúrgicas y demostró las ventajas de la anestesia y de las técnicas de asepsia. Aconsejó a CUSHING a realizar un viaje de estudios a Europa entre 1900 y 1901 al Servicio de SHERRINGTON para aprender técnicas neurofisiológicas. CUSHING fue el primero en realizar un mapa del cortex cerebral humano obtenido por estimulación eléctrica en pacientes conscientes²⁵.

Cushing, en 1922, realizaba estimulaciones de las zonas motoras y sensitivas en pacientes sometidos a intervenciones quirúrgicas con anestesia local. Interviene a pacientes para reseca el foco epileptógeno de acuerdo con la localización funcional y la estimulación cortical directa^{23,101}.

Desde entonces ha persistido como uno de los problemas fundamentales de la Neurocirugía la localización de las lesiones quirúrgicas subcorticales y de los complejos lesivos-epileptógenos. El neurocirujano siempre busca una máxima exposición de la lesión con el mínimo de exposición del tejido normal. En el primer caso, la localización de lesiones subcorticales se ha basado inicialmente en la localización de determinadas estructuras de acuerdo a referencias óseas externas. Así, la Cisura de Sylvio estaría localizada en la unión de una línea trazada desde el proceso angular externo del hueso frontal y el 75 % de la longitud de un arco trazado desde el nasion hasta el inion; la Cisura de Rolando estaría delimitada por una línea situada 2 cm. posterior al 50% del arco trazado desde el nasion hasta el inion y que conectara con el punto medio del arco cigomático. Con estas referencias se realizaría la craneotomía dependiendo del lóbulo en el que se localice la lesión¹⁶⁸.

Los avances en las técnicas radiológicas han ido permitiendo la visualización de las lesiones intracerebrales. De forma progresiva a lo largo del siglo XX se han desarrollado técnicas cada vez mas sofisticadas para acceder a este tipo de lesiones y que su resección ocasione el menor daño posible al parénquima cerebral.

1.3.- NEUROIMAGEN

A medida que han avanzado las técnicas de imagen se han podido ir apreciando anomalías que indirectamente reflejaban una lesión cerebral subyacente (el caso de calcificaciones en la Rx de craneo) hasta conseguir visualizar la lesión en los tres ejes del espacio como con la Resonancia Magnética Nuclear (RM) o incluso visualizar una zona de hipometabolismo mediante la Tomografía por emisión de positrones (PET).

En el caso concreto de la epilepsia otro de los problemas a plantear es que la correspondencia entre alteración funcional y lesión estructural no es posible hoy día objetivarla en todos los tipos de epilepsia, aunque se están produciendo continuos

avances que están aumentando los porcentajes de correlación entre función y lesión en la más diversas formas de epilepsia.

1.3.1.- NEUROIMAGEN ESTRUCTURAL

1.3.1.1.- RADIOGRAFIA DE CRANEO

La primera imagen, válida aún hoy día, que se obtuvo fue la radiografía de cráneo (Rx) (McRAE,1948)⁹⁷. No consigue visualizar el cerebro, pero tiene un importante valor al dar signos indirectos por los que se puede presumir una patología cerebral subyacente (aumento de grosor de la calota y/o senos paranasales, que indican un proceso de atrofia cerebral, la presencia de fracturas en una epilepsia post-traumática, o asimetrías en la fosa media en una epilepsia temporal).

1.3.1.2.- VENTRICULOGRAFIA Y NEUMOENCEFALOGRAFIA

En el transcurso del tiempo se han ido generando otros tipos de imágenes basadas en la Rx de craneo. La primera de ellas, la Neumoencefalografía (NEG), descrita en 1918 por WALTER DANDY²⁶, permitía obtener la imagen del aire inyectado a nivel lumbar y que asciende y penetra en el cráneo, dibujando los espacios subaracnoideos y ventrículos cerebrales. Al precisar los contornos cerebrales, permitía realizar diagnósticos más fiables de atrofias regionales o de presencia de masas intracraneales.

El segundo tipo de imagen es la Ventriculografía¹¹⁸ (VEG), descrita en 1923 por SICARD y LAPLANE. Consiste en la inyección de contraste yodado directamente en los ventrículos cerebrales, a través de una cánula ventricular introducida

por un orificio de trépano. Sin embargo la ventriculografía no se utilizó de forma más sistemática hasta 1928 con BALADO y CARRILLO por los efectos irritativos que producía. Así como la NEG ha quedado obsoleta tras la aparición de la TAC y la RM, la VEG se utiliza aún durante las intervenciones neuroquirúrgicas talámicas funcionales para la delimitación exacta de los ventrículos cerebrales, con el fin de determinar ciertas coordenadas precisas para la introducción de electrodos intracerebrales¹³⁷.

1.3.1.3.- ANGIOGRAFIA CEREBRAL

En 1927 MONIZ¹⁰⁰ introduce la angiografía cerebral utilizando yoduro de sodio al 25 %, inyectado por punción directa en carótida interna. Prosiguió con sus experiencias intentando mejorar no sólo el medio de contraste sino también la técnica. Practicó alrededor de 300 angiografías en humanos durante un periodo de 4 años. Uno de los problemas mas importantes era la existencia de efectos secundarios del medio de contraste con cuadros graves de epilepsia, afasias, hemiparesias e incluso muerte.

OKA y RADT introdujeron el dióxido de torio como contraste y MONIZ en 1931 lo utiliza en angiografías cerebrales. Todo su trabajo aparece recogido en su libro "L'Angiographie Cérébrale" publicado en 1934¹⁰⁰.

LÖHR y JACOBI, en 1933 destacan la utilidad de la angiografía cerebral como método diagnóstico de tumores cerebrales en su libro: "Die Kombinierte Encephalo-Arteriographic", recogiendo los datos de sus experiencias en 300 casos. OLIVECRONA, TONNIS, FERNANDEZ y cols. practican angiografías para el diagnóstico de las hidrocefalias, abscesos, aneurismas, traumatismos craneales¹⁰⁵.

WOOD, LÖFRGREN, STELLER y cols. investigaron con detalle la correlación entre la localización de un tumor y sus hallazgos angiográficos. Dieron un gran valor a la angiografía en el diagnóstico de los tumores por el desplazamiento de los vasos, anomalías en el trayecto normal del vaso y aparición de vasos anómalos.

En 1956 LINDGREN utiliza la vía femoral para introducir catéteres y llegar

hasta las carótidas realizando angiografías selectivas de carótida interna o externa²⁸.

En 1980 se introduce la técnica de substracción angiográfica o angiografía digital (ADS), que consiste en la manipulación electrónica por computadora de las imágenes angiográficas en tiempo real, con la substracción de estructuras óseas y otros tejidos de forma controlada e instantánea, para conseguir imágenes con menos interferencias, con dosis de contraste mínimas. Su utilidad, en el contexto de la patología que nos ocupa, aunque limitada, es imprescindible en cuatro situaciones: 1.- Sospecha de malformación vascular, 2.- Previa a la realización del Test de Wada, 3.- En epilepsias parciales susceptibles de tratamiento quirúrgico, ya que se obtiene una imagen de las arterias y venas corticales visibles al abrir la duramadre y que ayudan a delimitar las zonas a estudiar y la zona a resear, 4.- Igualmente en la resección de lesiones subcorticales pequeñas, como un sistema de localización de la lesión^{121,159,166}.

1.3.1.4.- TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA

Desarrollada por Sir GODFREY HOUNSFIELD a finales de la década de los 60 y utilizada por primera vez en 1972 como respuesta a las 3 principales limitaciones de la radiología convencional: es imposible exponer en una placa bidimensional toda la información de un objeto tridimensional, no hay discriminación entre tejidos blandos y no es posible medir cuantitativamente las diferentes densidades de las sustancias atravesadas por los Rayos X²⁷.

La Tomografía Computarizada (TAC) es la reconstrucción por medio de un computador de un plano topográfico de un objeto a partir de la medición de múltiples transmisiones de Rayos X, con las siguientes ventajas con respecto a las anteriores: 1.- Por primera vez se obtienen imágenes del parénquima cerebral, aunque no con muy alta definición; pero se visualizan y delimitan lesiones estructurales como tumores, atrofias, malformaciones, etc. 2.- Gracias a la utilización de nuevos sistemas y software pueden realizarse reconstrucciones tridimensionales^{120,162}.

1.3.1.5.- RESONANCIA MAGNETICA

La espectroscopia por Resonancia Magnética (RM) fué descubierta en 1946 por FELIX BLOCH y EDUARD PURCELL, de forma independiente². Desde entonces ha sido utilizada en múltiples campos de la investigación hasta que en 1971 DAMADIAN identificó y separó el tejido normal del neoplásico mediante las medidas de los tiempos de relajación T1 y T2 y en 1973 PAUL LAUTERBUR desarrolló el primer sistema capaz de crear una imagen mediante el empleo de la RM^{29,53}.

Se considera un medio diagnóstico sin peligros conocidos al no utilizar los Rayos X sino fuentes de energía muy débiles, cuyas longitudes de onda son similares a las empleadas en la radiocomunicación. Permite obtener imágenes en los tres planos: axial, sagital y coronal.

En general, con respecto a las anteriores técnicas tiene las siguientes ventajas: 1.- Visualización en los tres planos del espacio. 2.- Gran nitidez en el dibujo cerebral, de forma que es posible observar estructuras como los surcos y circunvoluciones cerebrales, amígdala-hipocampo, cuerpo calloso... 3.- Capacidad de reconstrucciones tridimensionales, aplicadas fundamentalmente a las técnicas de Angio-RMN. 4.- Posibilidad en un futuro cercano de obtener imágenes anatomo-funcionales, utilizando otros elementos diferentes al hidrógeno, mediante las técnicas de espectroscopia.

1.3.2. - NEUROIMAGEN FUNCIONAL

Hasta aquí se han descrito las técnicas que permiten obtener una imagen anatómica de las estructuras craneo-encefálicas. Sobre todo en el caso de pacientes epilépticos está indicado obtener otro tipo de imágenes que incrementen nuestra capacidad diagnóstica, pudiendo diferenciar dos tipos de imágenes

funcionales: de la actividad metabólica y de la actividad eléctrica cerebral.

1.3.2.1.- ACTIVIDAD METABOLICA

La primera de ellas se obtiene mediante la aplicación del PET (Positron Emission Tomography), que nos proporciona imágenes en planos axiales, similares a la TAC o la RM, de normalidad o alteraciones en el flujo sanguíneo cerebral y metabolismo cerebral de múltiples elementos, desde el oxígeno y la glucosa a muy diversos neurotransmisores. En pacientes con epilepsia temporal se ha demostrado la existencia de un área de hipometabolismo en los estudios interictales, que se corresponde con el área epileptógena identificada por medios neurofisiológicos³⁴, aunque por lo general es más extensa¹⁵³. La PET es menos eficaz en la identificación de focalidad en epilepsias extratemporales⁷⁰.

La segunda de ellas, el SPECT¹⁵ (Single Photon Emission Tomography) es la hermana pobre de la anterior. Siendo menos costosa permite de igual forma la localización tridimensional de un radioisótopo, aunque con una resolución espacial mucho menor. Teóricamente sus aplicaciones y posibilidades podrían ser similares a las del PET, dependiendo de la consecución del radiofármaco adecuado. Su utilidad en la detección de focos epilépticos durante el periodo intercrítico está aún muy controvertida, aunque se acepta su valor en los estudios críticos (LEE, et al., 1988)^{84,94,141,166}.

1.3.2.2.- ACTIVIDAD ELECTRICA CEREBRAL

El segundo tipo de imágenes funcionales son aportadas por las técnicas de EEG computarizado que muestran los Mapas de Actividad Eléctrica Cerebral (MAEC)⁹². Hay que tener en cuenta que las técnicas de mapeo cerebral se generan a partir de unos electrodos colocados en el cuero cabelludo (similar a una semiesfera) y sin embargo son presentados en un plano bidimensional, por lo que solamente tienen un valor informativo, ilustrativo pero relativamente localizador. En ningún momento son superponibles a las pruebas anteriores que pueden tener una

capacidad localizadora anatómica de relativa precisión. En esto hay dos excepciones hasta el momento. La primera de ellas es la utilización de las técnicas de mapeo en la Electrocorticografía utilizando mantas o redes de electrodos. Las imágenes obtenidas son bidimensionales, pero se corresponden bien con dichas mantas de electrodos que también se encuentran prácticamente en un solo plano. Lo único necesario sería tener algún tipo de sistema que precise la exacta colocación de estas mantas sobre el cerebro y que pueda superponer todas las imágenes.

La segunda técnica, el Estudio de Dipolos, asume que la cabeza es una esfera y mediante un modelo matemático precisa un punto teórico dentro de dicha esfera, donde se encontraría el dipolo eléctrico capaz de generar el tipo de descarga epiléptica que se ha detectado en los electrodos colocados en la superficie (electrodos convencionales EEG). Esta técnica de dipolos nos presenta el centro de la esfera y medidas de su radio de acuerdo a la colocación de los electrodos del scalp, dándonos las coordenadas en los tres ejes del espacio del punto donde teóricamente se genera el dipolo^{71,138}.

Las técnicas de Magnetoencefalografía (MEG) están aún en sus inicios. El principio que las dirige es similar a lo referido acerca del estudio de dipolos^{11,104}. En teoría su desarrollo y perfeccionamiento la convertirá en la prueba de elección en las epilepsias parciales y facilitará de forma extraordinaria la localización anatomofuncional del foco epileptógeno^{133,144}. Esto será de gran utilidad para el control médico o planear su resección quirúrgica. No hemos de olvidar tampoco que también la MEG aplicada a las epilepsias generalizadas ayudará a discernir el origen multifocal cortical o centroencefálico, lo que sin duda abrirá el camino a nuevos planteamientos quirúrgicos en este tipo de epilepsias graves.

1.4.- NEUROCIRUGIA ESTEREOTAXICA DEL

CORTEX CEREBRAL

1.4.1.- ESTEREOTAXIA

1.4.1.1.- EVOLUCION HISTORICA

Simultáneamente con los descubrimientos de las técnicas radiológicas se iban desarrollando técnicas capaces de llegar a zonas inaccesibles del cerebro con el mínimo riesgo. Surgen así los sistemas de estereotaxia, con una primera referencia en la segunda mitad del siglo XIX de V.HORSLEY y R.H.CLARKE que describen un atlas estereotáxico en animales para estudio de estructuras profundas^{76,137}.

MUSSEN desarrolló el primer aparato de estereotaxia aplicable al hombre, basado en el sistema de HORSLEY y CLARKE, no convenciendo a ningún neurocirujano para que lo utilizara^{1,16}. También realizó un atlas basado en el conocimiento del cráneo y del cerebro humano.

Los sistemas de estereotaxia requieren un aparataje especial de sujeción al cráneo, unos instrumentos guía a través de los cuales se puede llegar al punto diana seleccionado y una base de referencia anatómica que se mantenga constante y que pueda ser visible radiológicamente. Las primeras referencias que utilizaron HORSLEY y CLARKE fueron el plano sagital medio y la línea meato auditivo externo y plano de la órbita. Sin embargo no llegó a ser aplicado en humanos por la gran variabilidad de las dimensiones óseas craneales.

Con la llegada de la ventriculografía y la neumoencefalografía era posible tener puntos de referencia encefálicos exactos y visibles radiológicamente. En 1947 SPIEGEL y WYCIS¹⁴² realizaron la primera intervención estereotaxica produciendo una lesión en el núcleo dorsomedial del tálamo y globus palido, como alternativa a las lobectomías prefrontales en pacientes con alteraciones psiquiátricas y síntomas extrapiramidales. Tomando como referencia el sistema ventricular dibujado con la

ventriculografía y sujetando la cabeza del paciente en un molde de yeso.

De forma casi simultánea, LEKSELL⁸⁶ en Suecia también diseñó otro sistema de estereotaxia y describe otras aplicaciones, además de la cirugía talámica, como la utilidad para introducir isótopos radioactivos en un tumor cerebral o la radiocirugía^{87,88}. Poco tiempo después, TALAIRACH¹⁴⁷ en Francia diseñó un sistema con posibilidad de introducir electrodos profundos para estudio de la corteza cerebral, con directa aplicación en la exploración de epilepsias incontrolables médicamente. Describe la telerradiografía como sistema que disminuye los errores de la ampliación de las radiografías.

Para facilitar la finalidad de la estereotaxia, de localizar y llegar de forma muy precisa a un punto determinado del encéfalo, éstos y otros autores han realizado varios atlas estereotáxicos con cortes milimetrados de cerebros que permiten determinar la localización de una determinada estructura, con errores mínimos y de acuerdo con líneas basales de referencia. Los primeros atlas se realizaron para localizar los distintos núcleos talámicos, (TALAIRACH, 1957¹⁴⁶; SCHALTENBRAND y BAILEY, 1959¹³⁵) durante la época inicial del tratamiento quirúrgico de la Enfermedad de Párkinson¹³⁶. En 1967, TALAIRACH¹⁴⁷ publica el primero y único Atlas Estereotáxico de Corteza Cerebral, basado en la línea intercomisural CA-CP descrita anteriormente por él mismo, mostrando un cierto grado de proporcionalidad entre las estructuras corticales y dicha línea localizada en la región medial talámica.

1.4.1.2.- ATLAS ESTEREOTAXICO DE TALAIRACH.

En 1967 TALAIRACH¹⁴⁷ publicó el primer Atlas Estereotáxico del Telencéfalo, basado en cortes seriados macroscópicos de más de 100 hemisferios cerebrales de cadáveres humanos cortados en condiciones estereotáxicas. Unas 400 telerradiografías, que se habían realizado para estudio de pacientes epilépticos

jóvenes, (neumoencefalografías, ventrículografías y arteriografías) se utilizaron para comparar con los cortes anatómicos. Los cerebros fueron estudiados en base a la línea CA-CP (Comisura anterior-comisura posterior) que mantiene una relación constante con las estructuras telencefálicas. A partir de esta línea cuadrículó el cerebro, encerrándolo en un marco exterior, acomodado a la línea CA-CP, siendo la longitud horizontal la distancia fronto-occipital, (establecida entre los puntos extremos frontal y occipital); como longitud vertical la distancia vértex-lóbulo temporal, igualmente entre los puntos más distantes; la dimensión transversal vendría definida por la distancia entre los puntos más laterales. A partir de estos puntos trazó líneas paralelas y perpendiculares respectivamente con la línea CA-CP, formando una cuadrícula externa que a su vez se subdivide en 1/2, 1/4 y 1/8. Las diversas subdivisiones forman una rejilla que se denominó con letras mayúsculas en el eje ántero-posterior, números para el eje vertical y letras minúsculas para el eje transversal.

Esta rejilla permite establecer una clara proporción entre las estructuras cerebrales y su relación en el espacio, ventrículos, espacios subaracnoideos y vasos cerebrales.

Las dimensiones más frecuentemente encontradas fueron de 171 mm. para la distancia frontoorbitaria, 121 mm. para la vértex-temporal, 25 mm. la distancia CA-CP, 78 mm. la distancia CA-CP vértex y 43mm. la distancia CA-CP temporal. La distancia desde línea media a cara externa es de 68 mm.

Estableció las zonas de variaciones máximas de los surcos pericalloso, callosomarginal, cíngulo, ínsula, cisura de Silvio, surcos T1-T2, T2-T3, F2-F3, cisura calcarina, cisura parieto-occipital, Rolando y estructuras ventriculares.

A este trabajo hay que añadir el trabajo de SZIKLA sobre la anatomía vascular del Telencéfalo, obtenido por angiografía estereotáxica y estereoscópica¹⁴⁵.

1.4.2.- LOCALIZACION DE LESIONES CORTICO-SUBCORTICALES TELEENCEFALICAS

Para localizar quirúrgicamente las lesiones córtico-subcorticales de pequeño tamaño se han utilizado diferentes métodos:

1.4.2.1.- MÉTODO DE RECONSTRUCCION CRANEAL GEOMETRICO BASADO EN LA TAC.

Basándose en los cortes de la TAC y en la escala que indica la magnificación se pueden tener medidas reales. Se realiza una reconstrucción del cráneo y de la lesión para después superponer ésta al cráneo del paciente. Esto se puede llevar a cabo de forma automática, por el propio ordenador de la TAC, o de forma geométrica. Uno de estos métodos es el propuesto por PARERA¹¹⁷ Se traza una línea que corresponda a la longitud real de uno de los cortes de la base de cráneo de la TAC, tomando como puntos de referencia estructuras óseas como las órbitas, silla turca, peñasco, protuberancia occipital... Se reconstruye el grosor correspondiente al cráneo en su parte anterior y posterior y calculado en el corte de la TAC. Se trazan líneas paralelas con una separación correspondiente al grosor de cada corte. Sobre cada una de estas líneas se reconstruye el cráneo con su grosor, dibujando en cada corte aquellas estructuras que vayan apareciendo, ventrículos, pineal, incluyendo la lesión, hasta reconstruir todo el cráneo.

www.neurorgs.com

1.4.2.2.- OTROS MÉTODOS.

PATIL y WOOSLEY¹¹⁶ describen un método para centrar la craneotomía y localizar lesiones profundas visibles en la TAC. Su sistema consiste en colocar en el cráneo del paciente un objeto lineal metálico de 3-4 cm, en la zona supuesta de la lesión. Realizan un radiografía lateral visualizando la referencia metálica. Sobre esta radiografía se traza una línea que pase por referencias óseas y que se corresponda con uno de los cortes de la base de cráneo de la TAC, trazando después un corte

paralelo a éste y de acuerdo con el scout view donde aparece la lesión. La distancia de esta línea a la línea de base se calcula contando los cortes y multiplicándolo por el grosor de cada corte de la TAC y sumando el factor de amplificación de la radiografía. Miden la distancia desde el borde externo del cráneo a la lesión en la TAC y esto se traslada sobre el corte marcado en la Rx. Se traza una línea desde este punto hasta el punto final de la marca metálica y se traslada sobre el cráneo del paciente teniendo en cuenta la magnificación de la placa radiográfica.

Otro sistema es el utilizado por HIRSCHBERG⁶³ basado en colocar catéteres radiopacos de 1,5 mm de diámetro y con una diferencia en longitud entre cada uno similar al grosor de cada corte de la TAC. Los catéteres son colocados en el cráneo adheridos y paralelos entre sí, el más corto anterior y el más largo posterior. Se realiza una TAC y se visualiza la lesión. Sobre el cráneo en ese corte aparecen cortadas las varillas. De esta forma se conoce la localización en altura del tumor. Para localizar en el eje ántero-posterior sólo hay que ver qué varilla es la que está más cerca del tumor.

Otros autores han descrito métodos basados en la inyección de azul de metileno en la piel y el cráneo bajo control de la TAC como localización preoperatoria de la lesión^{60,80}.

Una de las técnicas más utilizadas en los últimos diez años ha sido la ecografía intraoperatoria. Método simple y atraumático que permite localizar una lesión subcortical y tener un control de la total resección durante la intervención^{40,51}.

1.4.2.3 - ELECTROCORTICOGRAFIA y ESTIMULACION

En centros con experiencia en Cirugía de la Epilepsia, han utilizado la electrocorticografía con mantas de electrodos subdurales para detectar zonas lesivas como método de localización de procesos expansivos en áreas funcionales importantes. En el caso de lesiones localizadas en áreas de lenguaje, la

intervención se realiza habitualmente con anestesia local^{19,21} mientras que en córtex sensitivo-motor puede ser bajo anestesia general realizándose estimulaciones directas corticales³¹ o estudios crónicos¹⁵⁶. Estas técnicas no sólo facilitan la localización de la zona lesiva sino que permiten elegir vías de acceso por zonas menos funcionantes^{32,39}.

1.4.2.4.- ABORDAJE COMBINADO ESTEROTAXICO-MICROQUIRURGICO.

Desde los años 80 la localización de lesiones subcorticales pequeñas o profundas se ha realizado utilizando los sistemas de estereotaxia. Esta técnica fue propuesta por Guiot⁵⁷. y seguida posteriormente por otros autores (Riechert y Munding, 1964)¹²⁵. Con pequeñas modificaciones, dependiendo de la guía utilizada, el método consiste en realizar una angiografía (en el caso de malformaciones vasculares) o una TAC o RM (en el caso de lesiones tumorales) en condiciones estereotáticas^{14,46,74}. Una vez localizado el tumor, se realiza una pequeña craneotomía, se introduce una cánula guiada por el sistema de estereotaxia hasta el tumor y a continuación con técnicas microquirúrgicas se realiza una incisión cortical y se sigue el trayecto de la cánula hasta la lesión^{42,77}.

Este sistema tiene el inconveniente de que hay que atravesar el parénquima cerebral para acceder a la lesión, la cánula se puede desplazar y llevar a error, el campo quirúrgico está limitado por el aparataje estereotático y es un sistema incómodo para el paciente, al que tiene que realizarse los estudios radiológicos con la guía de estereotaxia y esperar a que se realicen los cálculos adecuados antes de proceder a la anestesia general e intervención quirúrgica. La intubación endotraqueal del paciente suele estar además dificultada por el propio marco estereotático.

Esta técnica ha tenido diferentes modificaciones según las Escuelas y los sistemas de Estereotaxia utilizados^{35,59,61,77,98,114,132}. Una de las más ingeniosas, para

no tener que introducir una cánula, es la incorporación a la guía de un haz de laser^{64,72} para localizar la lesión, o de una sonda de ultrasonidos⁵.

1.5 .- NEUROCIRUGIA FUNCIONAL DEL CORTEX CEREBRAL

1.5.1.- CIRUGIA DE LA EPILEPSIA

Hay dos grupos o Escuelas bien diferenciados por su metodología y criterios neurofisiológicos tendentes a encontrar el complejo lesivo-epileptógeno:

1.5.1.1.- ESCUELA DE MONTREAL

Su metodología, propuesta por PENFIELD Y JASPER¹¹⁸, está basada en la Electrocorticografía (ECoG). La diseñaron para efectuar el registro directo de la actividad eléctrica del córtex cerebral durante el acto quirúrgico, con la finalidad de precisar la localización y extensión del área epileptógena a resear. Es preciso una estrecha colaboración entre el neurofisiólogo y el neurocirujano, así como tener en cuenta los efectos de las diferentes medicaciones anestésicas sobre dicha actividad electroencefalográfica (EEG).

JASPER⁶⁹ describe las descargas de puntas agudas (Spikes), rápidas y de alto voltaje, como la forma más frecuente de descarga epiléptica interictal. Se pueden presentar solas, de forma esporádica, varias seguidas en forma de descarga paroxística o en forma de complejos punta-onda. Su importancia en la detección es que tienen capacidad localizadora, delimitando la resección quirúrgica cortical a llevar a cabo. No obstante reconoce que su presencia puede indicar actividad epileptógena referida desde focos corticales o subcorticales distantes.

Para él tienen importancia localizadora cuando se acompañan de una lesión cortical objetivable y hay una actividad eléctrica basal anormal.

Otros signos EEG de lesiones epileptógenas corticales descritos por JASPER son las descargas paroxísticas rítmicas de diferentes características. Pueden ser similares a las observadas en las post-descargas tras estimulación eléctrica. Dichas postdescargas pueden ser obtenidas en cualquier zona del cortex, dependiendo del tipo de estimulación. En la ECoG pueden observarse otros tipos de actividad no epileptógena que indican zonas corticales patológicas, siendo útiles para delimitar las áreas lesivas corticales.

El registro de crisis espontáneas es fortuito y no se pretende en la Electrocorticografía aguda, dado que el paciente se encuentra por lo general despierto y con el córtex cerebral expuesto. Sin embargo, con la estimulación eléctrica se pretende obtener el inicio de las descargas epilépticas, representado por el aura. Pero el objetivo mayor de dicha estimulación es sobre todo la localización funcional motora, sensitiva o del habla.

1.5.1.1.1.- SISTEMA DE OLIVIER

Con el objetivo de facilitar la localización del complejo lesivoepileptógeno en 1987, OLIVIER¹¹⁰, tomando como punto de referencia el cuerpo calloso, describe un sistema de planos anatómicos que permiten localizar determinados surcos y circunvoluciones, principalmente el surco central y el giro pre y postcentral^{85,111}. El sistema consiste en trazar un plano horizontal que une el borde inferior del esplenium y la rodilla del cuerpo calloso, esta línea se extiende hacia occipital y hacia el polo frontal. Se trazan tres líneas perpendiculares a ésta, la más anterior pasa por el borde anterior de la rodilla y delimita un plano calloso anterior (AC), el plano posterior está delimitado por una línea perpendicular que pasa por el límite posterior del esplenium (PC). La tercera línea se traza paralela a las anteriores y por el punto medio de la línea que une el extremo anterior y posterior del cuerpo calloso (MC).

El sistema de rejilla del cuerpo calloso se puede construir en una proyección lateral de la angiografía (combinando la fase arterial y la fase venosa) o en el plano sagital de línea media de la RM. De acuerdo con este sistema el Surco Central está cruzado por el plano medio (MC) en un 95 % de los casos .

1.5.1.2.- ESCUELA DE PARIS

TALAIRACH y BANCAUD¹⁴⁸ en 1967 describen una sistemática para el tratamiento quirúrgico de la epilepsia basada en dos aspectos: una mejor localización anatomofuncional de las estructuras telencefálicas (Estereoencefalografía, SEG) y una mejor localización del foco epileptógeno mediante la obtención de un registro tridimensional de las crisis espontáneas y provocadas (Estereo-electroencefalografía, SEEG). Para poder llevar a cabo la colocación de electrodos en pacientes epilépticos, con alta precisión y conocimiento del lugar a donde se dirigen y las estructuras que precisan estudiar, conciben toda una estructura estereotáxica en la que estaban estrechamente interconectados el diseño del propio quirófano, con un sistema de telerradiografía basculante, la guía estereotáxica y su atlas estereotáxico del telencéfalo:

QUIROFANO.- Tenía la particularidad de tener una mesa basculante sobre la que se colocaba su guía estereotáxica.

GUIA ESTEREOTAXICA.- A diferencia del resto, tiene unas parrillas laterales con doble rejilla, que permite la introducción de electrodos paralelos y asegura la ortogonalidad de los Rx.

TELERADIOGRAFÍA.- El tubo de Rx se coloca a 5 m., con lo que la magnificación y distorsión se reduce al mínimo.

Tiene un sistema que permite dirigir el rayo perfectamente perpendicular a la guía, que soporta la cabeza del paciente y las parrillas laterales.

Describen el concepto de la Estereoencefalografía,^{9,149} como una metodología basada en pruebas neurorradiológicas realizadas en condiciones estereotáxicas, que pretende dar unas coordenadas precisas en los tres ejes del espacio, para localizar y definir estructuras córtico-subcorticales del telencéfalo. Con el equipamiento descrito se realizaban al paciente las siguientes pruebas neurorradiológicas: Neumoencefalografía, con la finalidad de visualizar surcos; Ventriculografía, para obtener los contornos de los ventrículos y facilitar la localización de estructuras anexas a ellos así como la línea CA-CP sobre la que se realiza el cuadrículado proporcional del cerebro; y la Angiografía, para visualizar las arterias y venas corticales, con la doble finalidad de utilización de puntos de referencia anatómicos y eludirlos en el momento de la colocación de los electrodos exploratorios. El objetivo de esta sistemática era superponer las diferentes imágenes de cada paciente en un dibujo para obtener un esquema individual y cuadricular el cerebro de acuerdo a la línea CA-CP. Esto permite realizar esquemas proporcionales en cada enfermo, con la ventaja de poderlos comparar con los esquemas de su atlas estereotáxico y con los de otros pacientes.

Con esta metodología se consigue: 1.- Localización directa de surcos y circunvoluciones corticales. 2.- Localización indirecta de estructuras importantes (Rolando, áreas de Brodman...).3.- Transfiere a un sistema de localización común (Atlas Estereotáxico) las estructuras individuales estudiadas. Esto permite un conocimiento anatómico-funcional en cada paciente. 4.- Sistema de coordenadas que permiten superponer estudios de múltiples pacientes y comparar con estudios de otros investigadores.

Además favorece la colocación de electrodos profundos en el lugar deseado con mínimo riesgo, precisión en alcanzar el lugar deseado y conocimiento de todas las estructuras implicadas en el trayecto del electrodo.

HIPOTESIS

2.1.- INTRODUCCION

La sistemática descrita por TALAIRACH,^{9,147} para realizar la Estereoencefalografía presenta una serie de ventajas:

Se conjugan diferentes pruebas neurorradiológicas (Rx, Neumo y/o Ventriculografía, Arteriografía) mediante la superposición de los diferentes estudios realizados en unas determinadas condiciones estereotáxicas. Esto permite que se pueda realizar un mapa individual de cada paciente con la localización de arterias, venas y surcos a tamaño real y que además sea comparable con otros pacientes. Sobre el esquema están representados los electrodos colocados y su relación con las estructuras vasculares. La información que proporciona puede considerarse tridimensional por conjugación de las proyecciones anteroposterior y lateral. Su comparación con esquemas de atlas anatómicos permite obtener una correlación anatomo-funcional.

El principal inconveniente que presenta es la necesidad de disponer de una estructura del quirófano que permita la realización de telerradiografías, requiriendo para ello unas condiciones de espacio y aparataje estereotáxico específicos.

Recientemente, YASARGYL¹⁷⁰ ha descrito técnicas quirúrgicas basadas en los conceptos de la cirugía tradicional, siguiendo las referencias anatómicas y las vías naturales de acceso. Ha propuesto la disección de los surcos corticales y su utilización como vías de abordaje a lesiones profundas subcorticales. Esto evita que se realicen incisiones sobre la corteza cerebral y que se introduzcan cánulas a través del parénquima. La RM aporta imágenes en los tres planos y permite visualizar los surcos corticales y su relación con la lesión. El problema es determinar qué surco hay que elegir, qué trayecto y qué dirección tiene en los tres ejes del espacio.

2.2 - LOCALIZACION DE LESIONES CORTICOSUB-CORTICALES TELEENCEFALICAS.

Con la utilización de programas de diseño asistido por ordenador (sistemas CAD) podríamos realizar un esquema de cada paciente, superponiendo los diferentes estudios neurorradiológicos (Rx, RM, Angiografía...) realizados de forma ambulatoria. La integración de las imágenes estaría basada en la línea CA-CP, visible en la RM y calculable en la Rx y en la Angiografía; de acuerdo con el Atlas Estereotáxico de TALAIRACH, se realizaría el cuadrículado del cerebro. Esta imagen puede normalizarse y ser comparada con imágenes del Atlas Estereotáxico similares al corte de la RM que más nos interesa, con el fin de poder identificar las áreas funcionales relacionadas con la lesión y con el probable abordaje quirúrgico. La localización de la lesión se realizaría en base a las referencias oseas, arteriales y venosas relacionadas con la lesión.

Con esta sistemática obtendríamos, sin la utilización de los sistemas de estereotaxia, un esquema anatomofuncional del paciente, similar a la Estereoencefalografía, donde estarían reflejados los surcos más próximos a la lesión y las venas y arterias que están en relación con el surco seleccionado para realizar su abordaje quirúrgico.

La superposición a los esquemas ya realizados de la imagen del campo quirúrgico (obtenida a través de una cámara de video acoplada al microscopio), convertirían a este sistema de integración de imágenes en un instrumento quirúrgico de guía al cirujano para localizar y extirpar la lesión, sustitutivo de la guía estereotáxica y más netamente quirúrgico ya que permite que el cirujano se vaya desplazando por planos y referencias anatomo-funcionales.

2.3.- LOCALIZACION DEL COMPLEJO LESIVO EPILEPTOGENO

Existen diversas metodologías en el abordaje quirúrgico de la epilepsia incontrolable médicamente, destacando:

A.- Resección cortical basada en la Electrocorticografía, propuesta por W.PENFIELD y H.JASPER¹¹⁸.

B.- Resección cortical basada en la Estereoelectroencefalografía, propuesta por J. TALAIRACH y J.BANCAUD^{7,148}.

Ambos métodos pretenden localizar el Complejo Lesivo-Epileptógeno (CLE) para su posterior extirpación quirúrgica, utilizando conceptos neurofisiológicos diferentes y técnicas de registro y estimulación más o menos agresivas. El resultado final oscila entre un 60-90 % de pacientes intervenidos quirúrgicamente a los que se les consigue erradicar sus crisis, con bajos porcentajes de morbi-mortalidad. En el momento actual las diferentes Unidades de Cirugía de la Epilepsia existentes en el mundo conjugan ambas metodologías, dependiendo del tipo de epilepsia focal que presenta cada paciente^{92,102,112}.

Dados los recursos técnicos disponibles de imagen (TAC, RM, ADS...) y análisis de señal EEG (Mapas de actividad eléctrica cerebral, Estudio de Dipolos,...), así como la precisión alcanzada en el estudio electroclínico (registro video-EEG de las crisis espontáneas), se puede poner en duda la necesidad de colocación de gran número de electrodos intracerebrales para la localización del CLE^{83,91}.

En este sentido, la unión de ambas técnicas: visualización de la estructura anatómica cerebral con la RM y ADS (así como de las lesiones visibles en la TAC y/o RM, si las hubiera), junto con los datos de imagen aportados por las referidas técnicas neurofisiológicas, permitirá la realización de un mapa anatomofuncional del paciente utilizando el sistema de integración de imágenes referido anteriormente.

OBJETIVOS

Se analizará la capacidad localizadora del sistema de integración de imágenes que se propone, en las dos vertientes que se pretende estudiar:

- A.- Localización de un punto. Es el caso de las lesiones pequeñas córtico-subcorticales, no visibles en la superficie cerebral.
- B.- Delimitación de una superficie. Es el caso de las resecciones quirúrgicas en la Cirugía de la Epilepsia

3.1.- LOCALIZACION DE LESIONES CORTICO-SUBCORTICALES

1.- Visión en conjunto e integración de todas las pruebas radiológicas realizadas: Rx, RM, TAC y Angiografía. Sin necesidad de utilizar los sistemas de estereotaxia.

2.- Contrastar los esquemas obtenidos con los realizados con la SEG.

3.- Selección de una vía de abordaje a través de los surcos, para llegar a la zona lesiva, sin atravesar el parenquima cerebral y evitando las teóricas áreas funcionales más importantes.

4.- Puesta a punto de la técnica de dirección del abordaje quirúrgico mediante la utilización en tiempo real en el quirófano de la Estación de Trabajo de Tratamiento de Imágenes.

3.2. - CIRUGÍA DE LA EPILEPSIA

Realizar para cada paciente, en nuestra Estación de Trabajo, una superposición de las imágenes:

- a) Morfológicas: Integración de Rx cráneo, ADS, RM y TAC.
- b) Funcionales: Integración de MAECs y Estudio de Dipolos.

El objetivo es obtener la máxima información sobre la localización y los límites anatómicos del Complejo Lesivo-Epileptógeno así como su correlación funcional. Como mapa o guía para las exploraciones invasivas con electrodos y posterior resección cortical. Ofrecer a este tipo de pacientes un menor riesgo quirúrgico de provocar secuelas neurológicas incapacitantes tras la extirpación del C.L.E.. Archivar sobre dicho esquema la localización de los electrodos exploratorios, límites de la resección cortical realizada, localización de las biopsias, etc.

MATERIAL Y METODO

4.1.- POBLACION ESTUDIADA

Desde 1990 a 1994 se han estudiado un total de 104 pacientes del Servicio de Neurocirugía del Hospital de La Princesa y de la Unidad de Neurocirugía del Hospital Madrid, repartidos entre los siguientes grupos:

- GRUPO A.- CONTROL: 10 pacientes

Formado por pacientes a los cuales se les realizó estudio de RM cerebral y ADS por presentar cefaleas y/o hemorragia subaracnoidea. Ambas exploraciones se encontraban dentro de la normalidad. Ninguno de los pacientes había presentado crisis comiciales y la exploración neurológica era normal.

- GRUPO B.- LESIONECTOMIA: 38 Pacientes

Grupo de pacientes que presentan en RM y/o Angiografía una lesión vascular o tumoral benigna de menos de 3 cm.de tamaño. La clínica que han presentado ha sido de hemorragia cerebral o epilepsia. El tratamiento quirúrgico ha sido exclusivamente la resección de la lesión. Este grupo se ha dividido en dos subgrupos:

B1.- HEMORRAGIA CLINICA: 25 Pacientes

Los pacientes con clínica de hemorragia por lesión vascular seleccionados para este grupo habian presentado el cuadro hemorrágico al menos tres meses antes. En los estudios de TAC y/o RM realizados previos a la intervención no se observaban colecciones hemáticas. (8 pacientes con cavernomas, 17 malformaciones arteriovenosas)

B2.- EPILEPSIA: 13 pacientes

En el estudio anatomopatológico de estos pacientes, 5 fueron cavernomas, 7 astrocitomas benignos y 1 meningioma.

- GRUPO C.-RESECCION DEL COMPLEJO LESIVO-EPILEPTO

GENO (CLE.): 56 pacientes

Pacientes con epilepsia incontrolable médicamente de más de dos años de evolución. Se han clasificado en dos subgrupos según la existencia o no de lesión en la RM:

C1.- NO LESION EN RM: 30 pacientes

C2.- LESION EN RM: 26 pacientes

4.2.- METODOLOGIA

Se utiliza un programa de diseño asistido por ordenador (AUTOCAD v,11.0; Autodesk7) que precisa una estación de trabajo con una CPU con microprocesador 386 y coprocesador matemático 387, pantalla gráfica de alta resolución, tableta digitalizadora acoplada a un negatoscopio e impresora a color. Se dispone además de una tarjeta de vídeo para la adquisición de la imagen quirúrgica obtenida a través de una cámara de vídeo conectada al microscopio.

4. 2.1.- SUPERPOSICION DE IMAGENES

4. 2.1.1.- REALIZACION DE LOS ESTUDIOS NEURORRADIOLOGICOS

Los estudios neurorradiológicos habitualmente se realizan dentro de nuestro hospital, siguiendo la misma sistemática en todos los casos. Cada estudio puede realizarse en días diferentes, tanto estando el paciente ingresado como ambulante. La finalidad de realizar todos los estudios radiológicos siguiendo la misma sistemática es poder integrar todas las imágenes de un mismo paciente teniendo unos puntos de referencia comunes en cada estudio.

4.2.1.1.1.- RX DE CRANEO

Proyección anteroposterior (AP) y lateral, lo más centradas posibles, con calidad adecuada para distinguir los contornos óseos, realizadas a 1 m. de distancia (magnificación calculada: 1.10)

LATERAL:

Rayo perpendicular a la línea orbitomeatal. Es importante distinguir claramente: peñascos, silla turca, CAI, suturas coronal y lambdoidea.(contorno de craneotomías previas, clips,..)

AP:

Rayo angulado 101 en relación a la línea órbitomeatal.

Sobre la Rx de craneo podemos calcular siguiendo a TALAIRACH et al¹⁴⁷ la línea CA-CP, tomando las siguientes líneas de referencia:

Si trazamos la línea SLS, desde la tabla interna de la protuberancia occipital interna a nivel del seno lateral, hasta el limbo esfenoideal, en un 88% de los casos esta línea es paralela a la línea CA-CP o con un ángulo inferior a 2130'.

Por otra parte sabemos que la distancia entre la línea CA-CP y la línea SLS es de 23 mm. En el 98 % de los casos hay una variación < de 3 mm.

La distancia entre una línea vertical a nivel de la comisura anterior (CA) al tubérculo sellar es de 8 mm " 3 mm. en el 86% de los casos.

La línea CP pasa por el centro del conducto auditivo con una variaciones de " 3 mm , en el 83.3 %.

4.2.1.1.2.- TAC CEREBRAL

Generalmente se realiza con un General Electric 9000 o un Toshiba 600. Con técnica adecuada de angulación del gantry para que los cortes sean paralelos a la línea órbitomeatal, y tener referencias para calcular la línea CA-CP.

Se realizan cortes axiales de 1 cm excepto que por las características de la lesión se especifiquen de menor grosor. En todos los pacientes se realiza un estudio sin y con contraste.

Los cortes programados quedan reflejados en el topograma.

4.2.1.1.3.- RM CEREBRAL

Se realiza con un equipo superconductor de 0.5 T, Toshiba MRT-50A.

TECNICA:

- .- Secuencias en:
 - T1 (TR 500-700 ms y TE 20-30) para visualizar bien la anatomía cerebral.
 - T2 (TR 2000 ms y TE 20-120) para observar las características más relevantes de la lesión
 - T1 tras la inyección de gadolinio a dosis de 0.1 mmol/kg.
- .- Cortes: axiales, sagitales y coronales con un grosor de 5-7.5 mm y un FOV de 20-25 cm.
- .- Topograma de los cortes realizados sobre el corte sagital de línea media.
- .- Medida real de la línea CA-CP de cada paciente.

SAGITAL:

El estudio sagital es el especialmente importante, sobre él se basan los demás. Es fundamental un corte de línea media donde se visualice la comisura anterior (CA) y la comisura posterior (CP). A continuación se realizan cortes paralelos a éste con espesor de 5-7.5 mm , llegando hasta los más corticales para la visualización de los surcos.

Ampliación máxima posible en T1 de los cortes sagitales incluido el de línea media y hasta la corteza. (Figs.1a y b.)

CORONAL:

Topograma de los cortes realizados. Deben de ser perpendiculares a la línea CA-CP, de un grosor de 5-7.5 mm.

AXIAL:

Topograma de los cortes realizados. Deben ser paralelos a la línea CA-CP, siguiendo la línea órbito-meatal y por lo tanto comparables con las imágenes de la TAC.

4.2.1.1.4.- ANGIOGRAFÍA DIGITAL

A través de punción femoral se realiza de forma selectiva la cateterización de

la carótida interna solicitada y/o vertebral.

PROYECCION LATERAL:

Evitar rotaciones con superposición de ambas órbitas y ala menor del esfenoides.

Se intenta que todo el cráneo esté contenido dentro del foco con el fin de tener todos los datos anatómicos que quedaron reflejados en la radiografía lateral de cráneo. Si esto no es posible por las características del aparato, se centrará en la zona donde se localice la lesión (frontal, parietal, temporal, occipital,).

La serie angiográfica debe visualizar fases arteriales precoces, fases capilares para captar las zonas de vascularización anómala y fases venosas llegando hasta las fases mas tardías.

Ampliación a tamaño real de una fase arterial precoz, fase venosa tardía y fase capilar si es patológica . Las ampliaciones seran al mismo tamaño en toda la serie y con técnica sustraída y técnica para visualización ósea.(Fig.1c).

PROYECCION ANTERO-POSTERIOR:

El rayo debe estar dirigido hacia la línea órbitomeatal, con superposición del borde superior del peñasco con la órbita. De esta forma el punto silviano posterior coincidirá con el punto medio de una línea entre el vértice y la línea orbito-meatal. Esto servirá de referencia para comparar con los cortes coronales de la RM.

Se obtendrá la misma serie que en la proyección lateral, desde fase arterial a venosa, con las ampliaciones correspondientes en técnica ósea y sustraída.

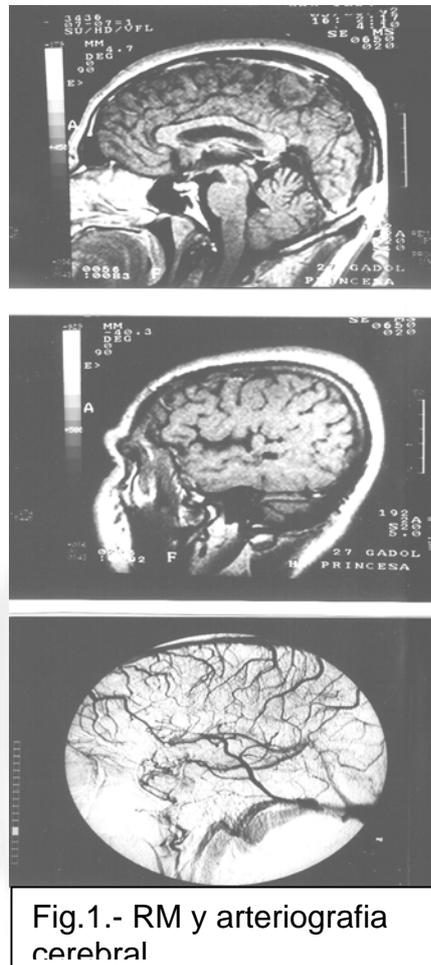


Fig.1.- RM y arteriografía cerebral

4. 2.1.2.- INTEGRACION DE IMAGENES CON EL SISTEMA CAD

Todas las imágenes correspondientes a un mismo paciente son introducidas en el ordenador en forma de capas superpuestas e independientes, de igual forma que si se tratara de láminas transparentes, pudiendo seleccionar en cualquier momento las más útiles. Todas las imágenes tienen como punto de referencia la línea intercomisural CA-CP.

4.2.1.2.1.- RX CRANEO

Comenzamos siempre por la radiografía lateral de cráneo en proyección lateral, quedando reflejados diferentes datos anatómicos como las suturas coronal y lambdoidea, silla turca, ala menor del esfenoides, peñasco y conducto auditivo interno así como la línea CA-CP de acuerdo a referencias óseas. (Fig.2a).

4.2.1.2.2.- RM

En una segunda capa se introducen las imágenes correspondientes a la línea media de la RM en corte sagital donde se visualiza la línea CA-CP, se toman puntos de referencia externos para poder digitalizar posteriormente el resto de cortes sagitales y en los cuales no tenemos visible la línea CA-CP. Estos se digitalizan en capas diferentes, no solo para la localización de la lesión sino también para dejar reflejados el contorno de las circunvoluciones y los surcos más destacados. (Fig.2b).

La lesión se dibuja con sus características más prominentes: zona de mayor captación, nódulo, edema, zonas quísticas ...

4.2.1.2.3.- TAC

Las imágenes de la TAC cerebral en cortes axiales son trasladadas sobre la radiografía lateral de cráneo localizando la lesión. En ocasiones la imagen de la TAC nos aporta más información en cuanto a la lesión que la RM, sin embargo ésta es más útil en cuanto a detalles y estructuras anatómicas circundantes.

4.2.1.2.4.- ANGIOGRAFÍA

En otra capa se introducen las imágenes de la fase arterial de la angiografía (carótida y/o vertebral) destacando las arterias más relacionadas, sus desplazamientos y zonas de mayor vascularización. La fase venosa de la angiografía es especialmente importante en cuanto a las venas corticales, puntos de referencia visibles en la intervención quirúrgica. (Fig 2.)

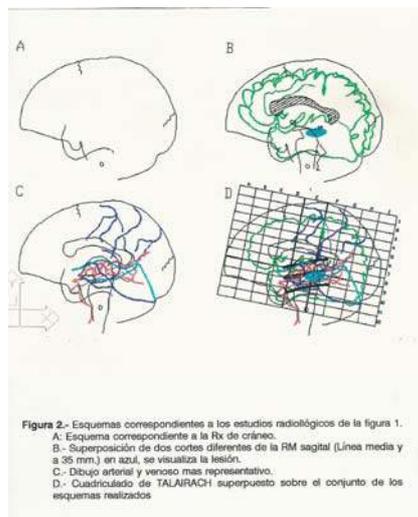
4.2.1.2.5.-ESTUDIOS DE DIPOLOS

En los casos de epilepsia, los resultados obtenidos con la cartografía cerebral y los programas de dipolos aportan una información objetiva sobre los resultados neurofisiológicos no invasivos y se pueden superponer sobre los esquemas anteriores. El utilizado en este trabajo está basado en un modelo de tres esferas concéntricas con un radio de cráneo de 76 mm, dando como resultante final la localización de la fuente de descargas en un eje de coordenadas orientado en las tres direcciones del espacio. El punto cero es el punto central de la esfera que se situaría sobre un plano que cruza la posición teórica de los electrodos C3, T3 y T4 del sistema internacional 10-20. Nosotros podemos situar estos electrodos sobre la radiografía de cráneo y sobre los esquemas localizando el centro de la esfera y trasladando sobre éste las coordenadas del dipolo, igualmente podemos localizar el resto de los electrodos y marcar las zonas del mapping referidas a estos electrodos. También de forma inversa podemos trasladar este punto sobre las fotos de la RM.

4.2.1.2.6.- MAPA ANATOMO-FUNCIONAL

Basándonos en la línea CA-CP y de acuerdo con el atlas estereotáxico de TALAIRACH, se realiza el cuadrículado del cerebro. Esta imagen puede normalizarse y ser comparada con imágenes del atlas estereotáxico similares al corte de la RM que más nos interesa, con el fin de poder identificar las áreas funcionales relacionadas con la lesión y con el probable abordaje quirúrgico. (Fig.2)

Una vez introducidas todas las imágenes el programa nos permite rotar la imagen, seleccionar una o varias capas, ampliar una zona determinada,.. además de obtener por impresora a tamaño real, ampliado o reducido cada imagen.



4.2.2.- MEDIDAS ATLAS ANATOMO-FUNCIONAL

Con la finalidad de comprobar la exactitud de la sistemática descrita en cuanto a superposición de los estudios neurorradiológicos (principalmente RM y ADS) se han recogido una serie de datos en cuanto a distancias y medidas de estructuras localizadas en línea media como puede ser la comisura anterior y posterior y el cuerpo calloso. Todas las medidas recogidas se han expresado en milímetros. Teniendo en cuenta la sistemática de Talairach se ha cuadrículado el cerebro, y se intenta valorar una proporcionalidad con la línea CA-CP.

La Tabla I del Anexo representa la planilla utilizada para la recogida de datos de los pacientes para su posterior introducción en una base de datos diseñada para este trabajo. Se han recogido una serie de datos generales según la siguiente nomenclatura:

- 1.- Número consecutivo de paciente
- 2.- Código utilizado para realizar los esquemas con el programa CAD.
- 3.- Edad
- 4.- Iniciales del paciente

- 5.- Sexo
- 6.- Grupo
- 7.- Localización de la lesión

Las variables 8 a 67 corresponden a las medidas realizadas.

4.2.2.1.- CUADRICULA DE TALAIRACH

Se pretende comprobar si existe una proporcionalidad del cerebro con respecto a la comisura anterior y posterior siguiendo la sistemática de TALAIRACH en los diferentes ejes del espacio (vertical, horizontal y transversal).

4.2.2.1.1.- RM SAGITAL DE LÍNEA MEDIA Y RM SAGITAL TEMPORAL DERECHA

Sobre el esquema realizado correspondiente al corte de RM sagital de línea media y al corte sagital a 30-35 mm de línea media se calcula (Fig.3,pag.44bis):

- | | |
|------------|--|
| CA-CP | (8).- Distancia entre la comisura anterior y posterior. |
| CA-LIM.ANT | (9).- Distancia desde la comisura anterior al límite más anterior frontal, por prolongación de la línea CA-CP.
(10).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP. |
| C.CALL. | (11).- Máxima longitud del cuerpo calloso medido en un plano paralelo a la línea CA-CP.
(12).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP. |
| CC-LIM.ANT | (13).- Distancia desde el límite anterior del cuerpo calloso hacia el polo frontal por prolongación de la línea anterior.
(14).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP. |
| CC-LIM.SUP | (15).- Distancia desde el límite superior del cuerpo calloso hasta el límite superior |

MATERIAL y METODO

frontal medido en una línea trazada por la CA y perpendicular a la Línea CA-CP.

(16).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP.

CC-LIM.POST (17).- Distancia desde el límite posterior del cuerpo caloso al límite superior cerebral, medido en una línea perpendicular a la línea CA-CP.

(18).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP.

CC-OCCIPITA (19).- Distancia desde el límite póstero-inferior del cuerpo caloso al borde occipital, medido en una línea paralela a la CA-CP.

(20).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP.

CC-CALCARIN (21).- Distancia desde el mismo punto anterior del cuerpo caloso a la cisura calcarina.

(22).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP.

CP-LIM.POST (23).- Distancia desde la comisura posterior al límite occipital, medido en una línea que continúe a la línea CA-CP.

(24).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP.

A-P TOTAL (25).- Distancia máxima antero-posterior medido en la línea CA-CP.

(26).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP.

CP-LIM.SUP (27).- Distancia desde la comisura posterior al límite más superior, medido en una línea perpendicular a la línea CA-CP.

(28).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP

CA-LIM.INF (29).- Distancia desde la comisura anterior al límite más inferior del lóbulo temporal, medido en una línea perpendicular a la línea CA-CP.

(30).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP

S-I TOTAL (31).- Suma de las distancias 27 y 29.

(32).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP

4.2.2.1.2.- RM CORONAL A NIVEL DE LA COMISURA ANTERIOR

D-I TOTAL (33).- Distancia máxima de derecha a izquierda a nivel temporal.

(34).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP

- S-I TOTAL (35).- Distancia maxima entre el límite superior e inferior.
 (36).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP
- TEMP.DERC (37).- Medida máxima horizontal del lóbulo temporal derecho.
 (38).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP2
- TEMP.IZD. (39).- Medida máxima horizontal del lóbulo temporal izquierdo.
 (40).- Cociente entre la distancia anterior y la distancia CA-CP

A continuación se puede observar un esquema con la representación de las diferentes variables (Figura 3).

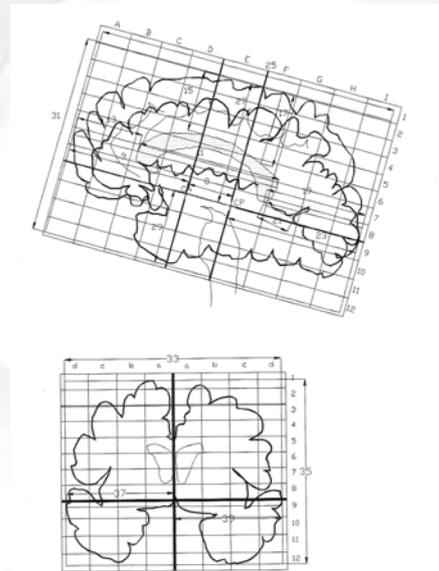


Figura 3.- CUADRICULADO DE TALAIRACH. Los números corresponden a las variables referidas en el texto.

4.2.2.2.- CUERPO CALLOSO

4.2.2.2.1.- ANGULOS DEL CUERPO CALLOSO

Permite realizar un estudio morfométrico del cuerpo calloso basado en las medidas de cinco ángulos específicos descritos en la literatura^{41,3} (Fig.4).

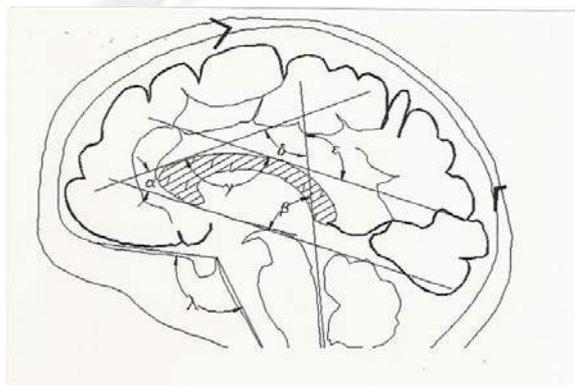
- α .- (41).-Trazado entre una línea que cruza la comisura anterior y pasa por el borde inferior de la rodilla del cuerpo calloso y una línea tangencial a la superficie superior de la porción anterior del cuerpo.

MATERIAL y METODO

- β.- (42).-Angulo formado entre la primera línea descrita anteriormente y una línea trazada tangencial al cuarto ventrículo.
- γ.- (43).-Angulo que se forme entre la línea tangencial al cuarto ventrículo y la prolongación de la línea tangencial a la superficie superior del cuerpo caloso (angulo α)
- δ.- (44).- Angulo formado por la tangencial a la superficie anterior y superior del cuerpo caloso y una línea tangencial a la parte posterior y superior del cuerpo caloso.
- ε.- (45).- Angulo formado entre la línea tangencial al cuarto ventrículo y la prolongación de la línea tangencial a la superficie posterior del cuerpo caloso.

Se ha elegido un sexto ángulo descrito habitualmente en las malformaciones craneales, su representación se realiza sobre la Rx de cráneo.

- λ.- (46).- Angulo formado entre los planos esfeno-etmoidal y clivus.



4.2.2.2.2.- SISTEMA DE OLIVIER

El sistema referencial de OLIVIER traza un plano horizontal que une el borde inferior del esplenium con la rodilla del cuerpo caloso, posteriormente se trazan tres líneas perpendiculares a estas, el plano caloso anterior (AC) que delimita el borde anterior del cuerpo caloso, el plano caloso posterior (PC) que delimita el esplenium y el plano medio (MC) perpendicular al plano horizontal y en la mitad de los dos planos anteriores. Se analiza la localización de los planos descritos por OLIVIER sobre la cuadrícula de TALAIRACH y se miden las distancias entre estos planos y la comisura anterior y posterior. Se ha calculado el ángulo formado entre la línea

intercomisural y el plano horizontal de OLIVIER.
(Fig.5).

- ANGULO CA-CP/CC (47).- Angulo entre la línea CA-CP y el plano horizontal.
- CUADR.AC.- (48).- Cuadrícula del sistema de Talairach donde se localiza el plano AC.
- DIST AC-CA.- (49).- Distancia entre el plano AC y la comisura anterior.
- CUADR. MC.- (50).- Cuadrícula del sistema de TALAIRACH donde se localiza el plano MC.
- DIST MC-CA.- (51).- Distancia entre el plano MC y la comisura anterior.
- DIST.MC-CP.- (52).- Distancia entre el plano MC y la comisura posterior.
- CUADR.PC.- (53).- Cuadrícula del sistema de TALAIRACH donde se localia el plano PC.
- DIST.PC-CP.- (54).- Distancia entre el plano PC y la comisura posterior.
- CC-OLIV.- (55).- Distancia entre el plano AC y PC, mide la longitud del cuerpo caloso.

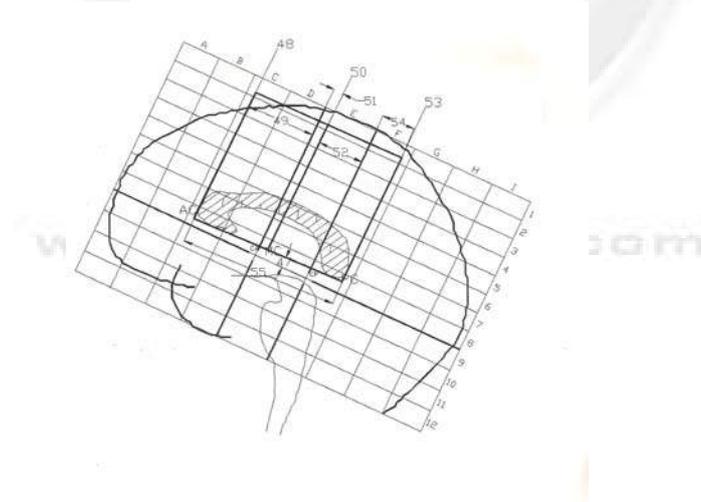


Figura 5.- SISTEMA REFERENCIAL DE OLIVIER. Estudio comparativo OLIVIER-TALAIRACH. Los números corresponden a las variables referidas en el texto.

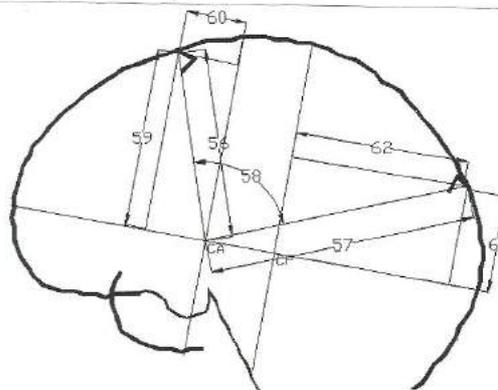
4.2.2.3.- REFERENCIAS OSEAS

Sobre los esquemas realizados sobre la Rx de cráneo se traza la sutura coronal y lambdoidea. Se han medido las distancias entre estas suturas a la comisura anterior y el ángulo que forman entre sí. También se ha medido la distancia a la horizontal y vertical desde la sutura coronal a la CA y desde la sutura lambdoidea a la CP.

CA-CORONAL.-	(56).- Distancia desde la comisura anterior a la sutura coronal.
CA-LAMBD.-	(57).- Distancia desde la comisura anterior a la sutura lambda
ANGULO.-	(58).- Angulo formado entre las dos líneas anteriores.
CORONAL-CAH.-	(59).- Distancia desde la sutura coronal a la prolongación anterior de la línea intercomisural.
CORONAL-CAV.-	(60).- Distancia desde la sutura coronal a una línea perpendicular a la línea intercomisural a nivel de la comisura anterior.
LAMB-CPH.-	(61).- Distancia desde la sutura lambdoidea a la prolongación posterior de la línea intercomisural.
LAMB-CPV.-	(62).- Distancia desde la sutura lambda a una línea perpendicular a la línea intercomisural a nivel de la comisura posterior.

En la Figura 6, estan representadas las variables número 56 a 62.

En la Figura 6, estan representadas las variables número 56 a 62.



4.2.2.4.- CORRELACION ANGIOGRAFIA-RESONANCIA

Para comprobar una buena superposición de dos estudios diferentes como la RM y la angiografía se realiza el esquema de la RM sagital de línea media y en una capa diferente se realiza el dibujo angiográfico mas representativo de línea media con las arterias pericallosa, calloso-marginal y la vena de Galeno. Se superponen ambas imágenes y se miden los desplazamientos máximos entre el dibujo del cuerpo calloso obtenido de la RM y el trayecto de los vasos de la ADS en unos puntos seleccionados teniendo en cuenta que las estructuras deben adaptarse perfectamente entre si (Fig.7).

4.2.2.4.1.- RELACION ARTERIAS-LINEA CA-CP

A-CC-HORIZ.- (63).- Distancia máxima medida a nivel de la arteria pericallosa, en un plano horizontal paralelo a la línea CA-CP, que pase por la cuadrícula superior del cuadriculado de TALAIRACH.

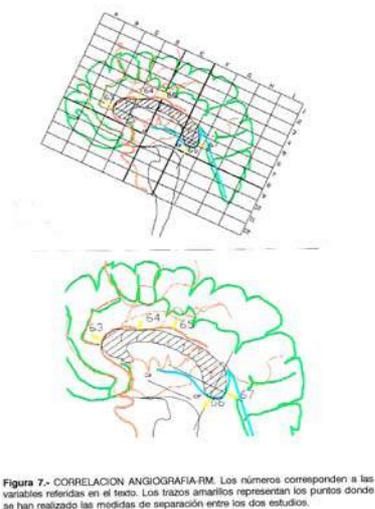
A-CC-VERT.- (64).- Distancia máxima medida a nivel de la arteria pericallosa, en un plano vertical perpendicular al anterior y a nivel de la cuadrícula C-D de Talairach.

A-CA-VERT.- (65).- Distancia máxima medida a nivel de la arteria pericallosa en un plano vertical a la comisura anterior.

4.2.2.4.2.- RELACION VENA DE GALENO LINEA CA-CP

V-CC-VERT.- (66).- Distancia máxima medida en un plano vertical a nivel de la ampolla de Galeno en su punto más inferior.

V-CC-HORIZ.- (67).- Distancia máxima medida en un plano horizontal a nivel de la ampolla de Galeno en su punto más posterior.



4.2.3.- LESIONECTOMIA

4.2.3.1.- PLANIFICACION DE CIRUGIA ANATOMO-FUNCIONAL

4.2.3.1.1.- CIRUGIA CON REFERENCIAS ANATOMICAS

El abordaje de las lesiones subcorticales de pequeño tamaño (tumoraes o vasculares) se realiza siguiendo los datos anatómicos y a través de la apertura y disección de los surcos con la finalidad de que la incisión del córtex cerebral se reduzca al mínimo. Una vez realizados los esquemas, tras la integración de los estudios radiológicos se planifica la intervención, se determina qué surco es el más cercano a la lesión y la relación de este surco con venas corticales. La situación de la lesión sobre el cuadrículado del atlas estereotáxico nos permite localizar las zonas funcionales y elegir una vía de acceso. Sobre los esquemas están reflejadas

las suturas coronal y lambdoidea que servirán para centrar la craneotomía. La existencia de gran cantidad de venas corticales en la zona adyacente a la lesión, principalmente en el lóbulo frontal o parietal, requiere que se realice una craneotomía más amplia para poder diferenciar todas las venas.

Efectuada la craneotomía y abierta la duramadre se observan las venas y se identifican con las de los esquemas y su relación con los surcos. En lesiones de cara interna es importante el trayecto de las arterias pericallosa y callosomarginal, como punto de referencia y fácilmente identificables. Según su relación con la lesión se localiza el surco que está próximo a la lesión y se disecciona mediante técnicas microquirúrgicas. Si la lesión está en la profundidad del surco durante la disección se llegará directamente a ella. Si está en una circunvolución anterior o posterior al surco seleccionado, hay que calcular la profundidad en los cortes sagitales y coronales de la RM para incidir en la propia circunvolución una vez alcanzada la profundidad.

4.2.3.1.2.- CIRUGIA CON REFERENCIAS ANATOMO-FUNCIONALES

En lesiones localizadas a nivel de zonas no silentes (por ejemplo, a nivel rolándico), se han realizado igualmente los esquemas, se ha comprobado la relación de la lesión con el surco rolándico y se han identificado las venas corticales. En una primera intervención se lleva a cabo una craneotomía centrada sobre la lesión, apertura de la duramadre y, tras identificar las venas que referencian la lesión, se ha colocado una manta de electrodos subdurales (20 o 32 contactos) realizando estudios de electrocorticografía crónica. A las 48 horas de la intervención se realiza estudio radiológico simple, en dos proyecciones AP y lateral, superponiendo a los esquemas previos la situación real de la manta de electrodos y su relación con la craneotomía realizada y con la lesión. Los resultados neurofisiológicos en cuanto a la localización de las zonas funcionantes y zonas lesivas en relación con los electrodos subdurales son trasladados a los esquemas del paciente. Esto permite

elegir un abordaje a través de un surco o circunvolución para reseca la lesión sin ocasionar déficit neurológico.

4.2.3.2.- INTEGRACION VIDEO-MAPA ANATOMO-FUNCIONAL

Previamente se integran los estudios neurorradiológicos y del atlas estereotáxico y se planifica la intervención en cuanto al surco a seguir para llegar a la lesión. Una vez realizada la craneotomía y abierta la duramadre el microscopio se coloca ortogonal al plano sagital. Se dispone de una cámara de vídeo acoplada al microscopio quirúrgico, que a su vez esta conectada con el ordenador viéndose sobre la pantalla del ordenador el campo quirúrgico. La tarjeta de vídeo utilizada permite que se pueda visualizar simultáneamente los esquemas realizados con el programa de dibujo y la imagen del campo quirúrgico. En la pantalla, donde se visualizan los esquemas realizados previamente, se rotan éstos para situarlos en el mismo sentido que la colocación del paciente. Los esquemas se incrementan hasta obtener la misma amplificación utilizada en el microscopio. Se desplaza la imagen del campo quirúrgico hasta conseguir que coincida con los esquemas, teniendo en cuenta el dibujo arterial y venoso visible en el córtex cerebral expuesto.

Una vez conseguida la superposición se localiza el surco que interese para acceder a la lesión. Sobre la pantalla se puede ver la lesión y su relación con los vasos. Durante la disección de los surcos se puede movilizar libremente el microscopio para permitir la "navegación" a través de los surcos. Si existen dudas sobre el trayecto del surco se coloca el microscopio ortogonal y se vuelve a tener la relación de la lesión con las estructuras vasculares y surcos.

4.2.4.- LOCALIZACION DEL COMPLEJO LESIVO-EPILEPTOGENO

Los estudios clínicos y neurofisiológicos no invasivos aportan información a grandes rasgos de la localización del complejo lesivo-epileptógeno (CLE). En ocasiones las técnicas radiológicas informan de procesos lesivos responsables de las crisis comiciales y ayudan a la localización del foco.

En los pacientes estudiados por epilepsia incontrolable medicamente, la realización de los esquemas anatómo-funcionales mediante la integración de los estudios radiológicos, atlas estereotáxico y dipolos permite obtener un documento con información anatómofuncional de la zona a estudiar y una mayor exactitud en la colocación de electrodos para realizar los estudios neurofisiológicos invasivos. Se han utilizado electrodos de foramen oval, mantas de electrodos subdurales de diferentes contactos (4,10,20,32 y 64) y ocasionalmente electrodos profundos.

4.2.4.1.- ELECTROCORTICOGRAFIA AGUDA

Generalmente se realiza en los casos de epilepsia temporal unilateral, con o sin lesión en la RM. La información obtenida en cuanto a situación y mayor actividad de los electrodos de foramen oval es trasladada a los esquemas previos. Antes de la intervención se planifica la colocación de las mantas de electrodos, generalmente una de 20 contactos para corteza externa y otra de 4 contactos en cara interna, que tendrá una situación similar a la que se consigue con los electrodos ovaes. Las mantas se colocan deniendo como punto de referencia venas corticales; si existe lesión en la RM ésta quedará cubierta por la manta subdural. Igualmente se trata de cubrir la zona teórica de las coordenadas obtenidas con el programa de dipolos.

4.2.4.1.1.- INTEGRACION VIDEO-MAPA ANATOMO-FUNCIONAL

Cuando se realiza la electrocorticografía intraoperatoria, el ordenador se conecta mediante una salida de vídeo al vídeo y cámara que recoge la imagen del microscopio. Esto permite tener en la pantalla del ordenador constantemente la imagen del campo quirúrgico y sobre ésta se puede superponer los esquemas del paciente realizados con el AUTOCAD. En la intervención una vez abierta la duramadre, se coloca el microscopio perpendicular al plano del lóbulo temporal. Una vez ampliada la imagen de los esquemas previos al mismo tamaño que la magnificación del microscopio, se trata de girar la imagen hasta que ambas coinciden: esquemas y campo quirúrgico. A continuación se coloca la manta de electrodos con la misma disposición que se había planificado previamente. Sobre el esquema se marcan los electrodos más demostrativos tanto con actividad lesiva como epileptógena. De acuerdo con el resultado neurofisiológico se planifica la resección cortical.

La resección cortical se realiza con ayuda del laser de CO2. El corte que realiza el laser es seguido en la pantalla del ordenador utilizando el ratón y dibujando la misma resección. Esto permite tener un mejor control de la zona resecada. Sobre el esquema se añade de forma progresiva información sobre focos ectópicos epileptógenos y sobre la localización exacta de las biopsias tomadas.

4.2.4.2.- ELECTROCORTICOGRAFIA CRONICA

En las epilepsias extratemporales se han colocado mantas de electrodos subdurales para electrocorticografía crónica con la finalidad de delimitar mejor las zonas epileptógenas, las zonas lesivas y zonas funcionales mediante la estimulación del mediano o del pedio. La realización previa de los esquemas, relacionando la lesión (si era visible) con las venas corticales, ha facilitado la

colocación más adecuada de las mantas cubriendo no solo la lesión sino también la teórica zona correspondiente a Rolando de acuerdo con los esquemas de TALAIRACH.

La realización posterior de una Rx simple de cráneo en proyección lateral y anteroposterior ha permitido confirmar la disposición definitiva de la manta de electrodos con relación a la RM. En el estudio electrocorticográfico crónico se determinan los electrodos más lesivos y más epileptógenos.

Una de las zonas estudiadas con electrocorticografía crónica ha sido el lóbulo frontal y en concreto el área motriz suplementaria. Por sus especiales características las vamos a considerar de forma independiente

4.2.4.2.1.- AREA MOTRIZ SUPLEMENTARIA

La sistemática que seguimos para el estudio de epilepsias con probable origen a nivel del AMS, intentando con los electrodos subdurales cubrir áreas similares a las propuestas por TALAIRACH^{147,148,149} en sus estudios, está basada en la colocación de electrodos ovoides bilaterales (situados a nivel de amígdala e hipocampo) y mantas de electrodos subdurales colocadas en corteza externa frontal y en ambas caras internas, a nivel de la primera circunvolución frontal.

De acuerdo con los estudios de TALAIRACH la zona de mayor actividad epileptógena del AMS estaría situada en su rejilla a nivel de la cuadrícula D-3 y D-4. Sobre nuestros esquemas podemos encontrar datos anatómicos de arterias y venas que estén relacionados con esta teórica zona y planificar la colocación de las mantas de electrodos subdurales para cubrirla. Igualmente las mantas de electrodos subdurales cubren las coordenadas correspondientes al dipolo, si lo hubiera. La colocación definitiva de dichas mantas o redes de electrodos se lleva a cabo tras el estudio Electrocoorticográfico agudo intraoperatorio, eligiendo la localización de mayor actividad epileptógena intercrítica.

En las primeras 48 horas tras la colocación de dichos electrodos, se realiza control radiológico de su situación definitiva en proyección anteroposterior y lateral. Se superpone sobre los esquemas previos para comprobar si la situación definitiva es la planificada preoperatoriamente. A continuación se lleva a cabo el estudio

electrocorticográfico crónico, con sistemas de registro Video-EEG.

El resultado de la ECoG crónica, en cuanto a zonas de mayor actividad epileptógena y áreas funcionales, se traslada a los esquemas y se diseña la cortectomía a realizar.

4.2.4.3.- OTRAS INTERVENCIONES QUIRURGICAS

4.2.4.3.1.- CALLOSOTOMIAS

Para determinar el límite posterior de las callosotomías se considera útil la realización de los esquemas con la superposición principalmente de la RM sagital de línea media y la ADS (en este caso principalmente con el trayecto de la arteria pericallosa y callosomarginal), esto permite delimitar la longitud de la sección del cuerpo calloso a realizar y tener un control de la situación del límite posterior. Igualmente las referencias óseas externas y las venas corticales facilitaran la localización de este límite.

4.2.4.3.2.- HEMISFERECTOMIA

Hemos creído útil la aplicación del Sistema de Referencia de OLIVIER, basado en los límites del Cuerpo Calloso, para determinar la región rolándica y su relación con la zona a reseca. El plano horizontal esta representado por una línea que pasa por el borde inferior del esplenium y de la rodilla del cuerpo calloso. Esta línea se prolonga hasta el polo occipital y frontal correspondiéndose con la longitud del cerebro. Se dibujan tres líneas perpendiculares a ésta. El plano calloso anterior estaría delimitando el borde de la rodilla y el plano calloso posterior por el límite del esplenium. El plano calloso medio es perpendicular al plano horizontal y en la mitad de los dos planos anteriores. La cisura de Rolando estaria situada entre el plano medio y el posterior.

4.2.5.- ANALISIS ESTADISTICO

Los datos fueron recogidos en una base de datos (DBaseIII plus) diseñada para este trabajo. El análisis estadístico de los datos se ha efectuado mediante el paquete estadístico EPIINFO v.5.

Se realizó un análisis descriptivo de los datos, expresando la media como medida de tendencia central y su desviación estándar como medida de la variabilidad de los datos. Se ha utilizado el test de Anova de 1 vía y el t-Test para datos cuantitativos distribuidos normalmente y Kruskal-Wallis y U de Mann Witney como test no paramétricos si la distribución no era normal. Para datos cualitativos utilizamos el test de la Chi-cuadrado.

Se consideró estadísticamente significativo un nivel de confianza >95% ($p < 0,05$).

4.2.6.- METODOLOGIA DE LA REVISION BIBLIOGRAFICA

El método fundamental utilizado para la búsqueda bibliográfica realizada para este estudio ha sido el sistema informatizado de archivo bibliográfico MEDLINE, a partir del cual se han obtenido otras fuentes de información.

RESULTADOS

5.1.- POBLACION DEL ESTUDIO

5.1.1. - GENERALES

Se ha estudiado una población de 104 casos, de los cuales un 49 % (51 pacientes) eran hombres y un 51 % (53 pacientes) eran mujeres. Las edades estaban comprendidas entre 7 y 66 años, con una edad media de 30,3 " 12,6.

La sistemática descrita referente a la superposición de imágenes se ha realizado en los 104 pacientes. Sin embargo en la realización de los estudios estadísticos tanto a nivel de comparación con la sistemática de TALAIRACH, OLIVIER, estudios morfométricos del cuerpo caloso, estudios de correlación con radiología de cráneo y comparación RM-ADS, se han seleccionado 100 pacientes. Los cuatro pacientes excluidos eran epilécticos y presentaban en 3 casos lesiones en la RM muy importantes por secuelas de intervenciones previas y malformaciones congénitas. El cuarto caso no se ha incluido en la estadística al tratarse de una niña de 7 años. Se ha considerado que al no estar finalizado el desarrollo craneoencefálico, los datos morfométricos no son comparables con el resto de los casos.

www.neurorgs.com

La distribución de los 100 pacientes por grupos es la siguiente:

A.- GRUPO CONTROL: 10 casos

Edad media: 36,6 " 8,2 (20 - 55)

Sexo: 40 % hombres y 60 % mujeres.

B.- GRUPO LESIONECTOMIAS: 37 casos

Edad media: 34,7 " 11,6 (12 - 65)

Sexo: 46 % hombres (17 pacientes) y 54 % mujeres (20 pacientes)

C.- GRUPO COMPLEJO LESIVO-EPILEPTOGENO (CLE): 53 casos

Edad media: 26,2 " 12,1 (11 - 66)

Sexo: 55 % hombres (29 pacientes) y 45 % mujeres (24 pacientes).

No existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo de lesionectomías con respecto a la edad. Hay diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,01$) entre el grupo control y el grupo de localización del complejo lesivo-epileptógeno; igualmente la diferencia es significativa entre el grupo de lesionectomía y resección de complejo lesivo-epileptógeno con respecto a la edad, siendo más joven la población del grupo C.

No hay diferencias estadísticamente significativas en la distribución del sexo en los tres grupos.

Globalmente los 100 casos tienen una edad media de 30,36 " 12,32. Un 50 % son hombres y un 50 % mujeres.

5.2.- MEDIDAS,SURCOS y DISTANCIAS

5.2.1.- DE LA CUADRICULA DE TALAIRACH

De todas las distancias recogidas en la metodología con respecto a la cuadrícula de TALAIRACH se han seleccionado aquellas que son mas representativas y que enmarcarían el cerebro en los tres planos del espacio. En la Tabla II y III, del anexo, se recogen la media y la desviación estándar de todas las medidas de cada grupo (en mm.).

5.2.1.1.- MEDIDAS Y DISTANCIAS DE LA CUADRÍCULA

5.2.1.1.1.- RESULTADOS DE CADA GRUPO

En la Tabla se recogen los resultados de las medias y desviación estándar (SD) correspondientes a las distancias seleccionadas en los tres grupos :

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOMIAS N = 37 MEDIA " SD	CLE N = 53 MEDIA " SD
CA-CP	8	25,3 " 0,5	25,5 " 0,5	25,1 " 1,1
CA-LIM.AN	9	61,9 " 2,3	63,9 " 3,7	63,7 " 4,6
CP-LIM.PO	23	68,5 " 3,1	70,1 " 5,9	67,3 " 5,8
A-P TOTAL	25	155,7" 3,9	159,6 " 8,3	156,3 " 9,6
CP-LIM.SU	27	70,2 " 2,4	70,9 " 3,5	70,2 " 5,1
CA-LIM.INF	29	36,7 " 2,8	38,6 " 3,9	39,1 " 3,7
S-I TOTAL	31	106,9 " 3,8	109,6 " 5,9	109,3 " 7,4
D-I TOTAL	33	120,2 " 7,8	122,1 " 7,1	124,2 " 8,1
TEMP.DERC	37	61,5 " 4,2	60,8 " 3,9	62,0 " 4,3
TEMP.IZD.	39	59,1 "4,7	61,2 " 4,4	62,2 " 4,8

V = Variable

N = Número de casos

SD = Desviación estándar

A nivel de los lóbulos temporales no hay diferencia significativa entre ambos hemisferios en ninguno de los tres grupos.

5.2.1.1.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE GRUPOS**5.2.1.1.2.1.- Grupo Control y Grupo de Lesionectomías:**

Se han analizado los diez pacientes del grupo control y los 37 del grupo de lesionectomías.

En el análisis estadístico comparativo de todas las medidas recogidas de la cuadrícula de TALAIRACH entre ambos grupos, no hay diferencias estadísticamente significativas, excepto en la distancia medida desde el esplenio del cuerpo calloso a la cisura calcarina ($v=21$), siendo mayor en el grupo de lesionectomías ($p<0,002$).

Los resultados correspondientes al estudio comparativo de todas las medidas realizadas están reflejados en la Tabla II del Anexo.

5.2.1.1.2.2.- Grupo Control y Grupo Complejo Lesivo-epileptógeno:

En el análisis estadístico comparativo de estos grupos se observan diferencias estadísticamente significativas en la distancia desde el cuerpo calloso a la cisura calcarina ($v=21$) siendo mayor en el grupo de CLE ($p<0,009$). Hay diferencia estadísticamente significativa en la distancia desde la comisura anterior al límite inferior temporal ($v=29$) siendo mayor en el grupo de pacientes con resección del complejo lesivo-epileptógeno ($p<0,05$).

Existen diferencias significativas en la distancia súpero-inferior medida en el corte coronal de la RM ($v=35$), siendo menor en el grupo control ($p<0,04$).

El estudio comparativo correspondiente a todas las medidas realizadas referentes a la cuadrícula de TALAIRACH entre los dos grupos, pueden observarse en la Tabla III del Anexo.

5.2.1.1.2.3.- Grupos Lesionectomías y CLE:

La línea CA-CP ($v=8$) es menor en el grupo de pacientes en los que se realizó localización del complejo lesivo-epileptógeno, siendo la diferencia estadísticamente significativa. En el grupo de pacientes con complejos lesivo-epileptógenos la medida del cuerpo calloso ($v=11$) es menor estadísticamente ($p<0,001$).

La distancia desde la comisura posterior al límite posterior ($v=23$) es mayor en

RESULTADOS

el grupo de lesionectomías, siendo la diferencia estadísticamente significativa. ($p < 0,02$). La distancia súpero-inferior medida en el corte coronal de la RM ($v=35$) es menor en el grupo de lesionectomías, con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,002$).

En la Tabla IV del anexo se pueden visualizar todos los resultados comparativos entre estos dos grupos.

5.2.1.1.3.- RESULTADOS GLOBALES DE LA CUADRICULA:

En la Figura 8, (página siguiente) se pueden observar los datos globales de los 100 pacientes analizados conjuntamente con las medidas de las variables más representativas. Los resultados correspondientes a todas las medidas se pueden ver en la Tabla V del Anexo. No existen diferencias estadísticamente significativas en la longitud medida a nivel del lóbulo temporal en ambos hemisferios

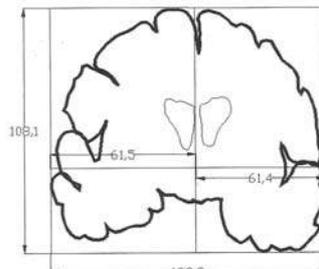
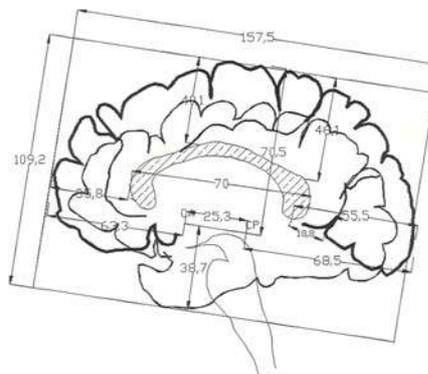


Figura 8.- RESULTADOS GLOBALES (100 casos) de la CUADRICULA DE TALAIRACH.

5.2.1.2.- PROPORCIONALIDAD DE LA CUADRÍCULA

5.2.1.2.1.- RESULTADOS DE CADA GRUPO.

En este apartado se valora la proporcionalidad de las diferentes distancias del cuadrículado de TALAIRACH con respecto a la línea CA-CP.

En la tabla adjunta se pueden observar los datos correspondientes a las proporciones obtenidas con respecto a las distancias seleccionadas en el apartado anterior, por grupos, y que se han considerado más representativas. En las Tablas VI y VII del Anexo se recogen todos los datos obtenidos en cada uno de los tres grupos.

VARIABLE / CA-CP	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOMIAS N = 37 MEDIA " SD	CLE N = 53 MEDIA " SD
CA-LIM.ANT	10	2,5 " 0,1	2,4 " 0,1	2,5 " 0,1
CP-LIM.POS	24	2,7 " 0,1	2,7 " 0,2	2,7 " 0,2
AP-TOTAL	26	6,1 " 0,2	6,2 " 0,3	6,0 " 0,1
CP-LIM.SUP	28	2,7 " 0,1	2,7 " 0,1	2,8 " 0,2
CA-LIM.INF	30	1,4 " 0,1	1,5 " 0,2	1,5 " 0,1
S-I TOTAL	32	4,2 " 0,1	4,2 " 0,2	4,3 " 0,2
D-I TOTAL	34	4,7 " 0,3	4,7 " 0,3	4,9 " 0,4
TEMP.DERC	38	2,4 " 0,2	2,3 " 0,2	2,4 " 0,2
TEMP.IZD	40	2,1 " 0,5	2,4 " 0,2	2,5 " 0,2

V = Variable
N = Número de casos
SD = Desviación estándar

5.2.1.2.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE GRUPOS

5.2.1.2.2.1.- Grupo Control y Grupo de Lesionectomías:

No hay diferencias estadísticamente significativas entre las proporciones de los dos grupos. Únicamente se ha encontrado diferencia en la relación entre la distancia desde el esplenio del cuerpo caloso a la cisura calcarina ($v=22$). Esta proporción es menor en el grupo control ($p<0,002$). Todos los resultados comparativos, así como su nivel de significación, entre estos grupos se pueden ver en la Tabla VI del anexo.

5.2.1.2.2.2.- Grupo Control y Grupo CLE:

Existe diferencia estadísticamente significativa entre la proporción obtenida a nivel de la línea trazada desde el esplenio del cuerpo caloso a la cisura calcarina ($v=22$). Esta proporción es mayor en el grupo de complejos lesivo-epileptógenos ($p<0,006$).

La relación entre la distancia desde la comisura anterior y el límite inferior con la línea CA-CP ($v=30$) es menor en el grupo control ($p<0,02$). La proporción obtenida del cociente entre la distancia súpero-inferior total medida en la RM coronal y la línea intercomisural ($v=36$) es mayor en el grupo de complejos lesivo-epileptógenos. A nivel del lóbulo temporal izquierdo ($v=40$) hay diferencia estadísticamente significativa en el factor proporcional siendo menor en el grupo control ($p<0,01$).

Los resultados correspondientes a los factores de proporción de todas las distancias medidas en ambos grupos así como su nivel de significación están reflejados en la Tabla VII del Anexo.

5.2.1.2.2.3.- Grupo Lesionectomías y CLE:

Hay diferencia estadísticamente significativa entre el cociente obtenido entre la distancia del cuerpo caloso con la línea CA-CP ($v=12$). Este cociente es mayor en las lesionectomías ($p<0,001$).

Existe diferencia entre la relación obtenida entre la distancia súpero-inferior medida en el corte coronal y la línea intercomisural ($n=36$), siendo mayor en las lesiones del complejo lesivo-epileptógeno ($p<0,001$).

Los resultados comparativos de estos dos grupos, en cuanto a factores de proporción sobre la cuadrícula de TALAIRACH, pueden verse en la Tabla VIII del Anexo.

5.2.1.2.3.- PROPORCIONALIDAD GLOBAL

Se ha obtenido la proporción media de los 100 casos seleccionados obtenida como el cociente resultante entre las diferentes distancias medidas y la distancia intercomisural (Tabla IX). Los resultados mas representativos se encuentran en la Figura adjunta (Fig.9).

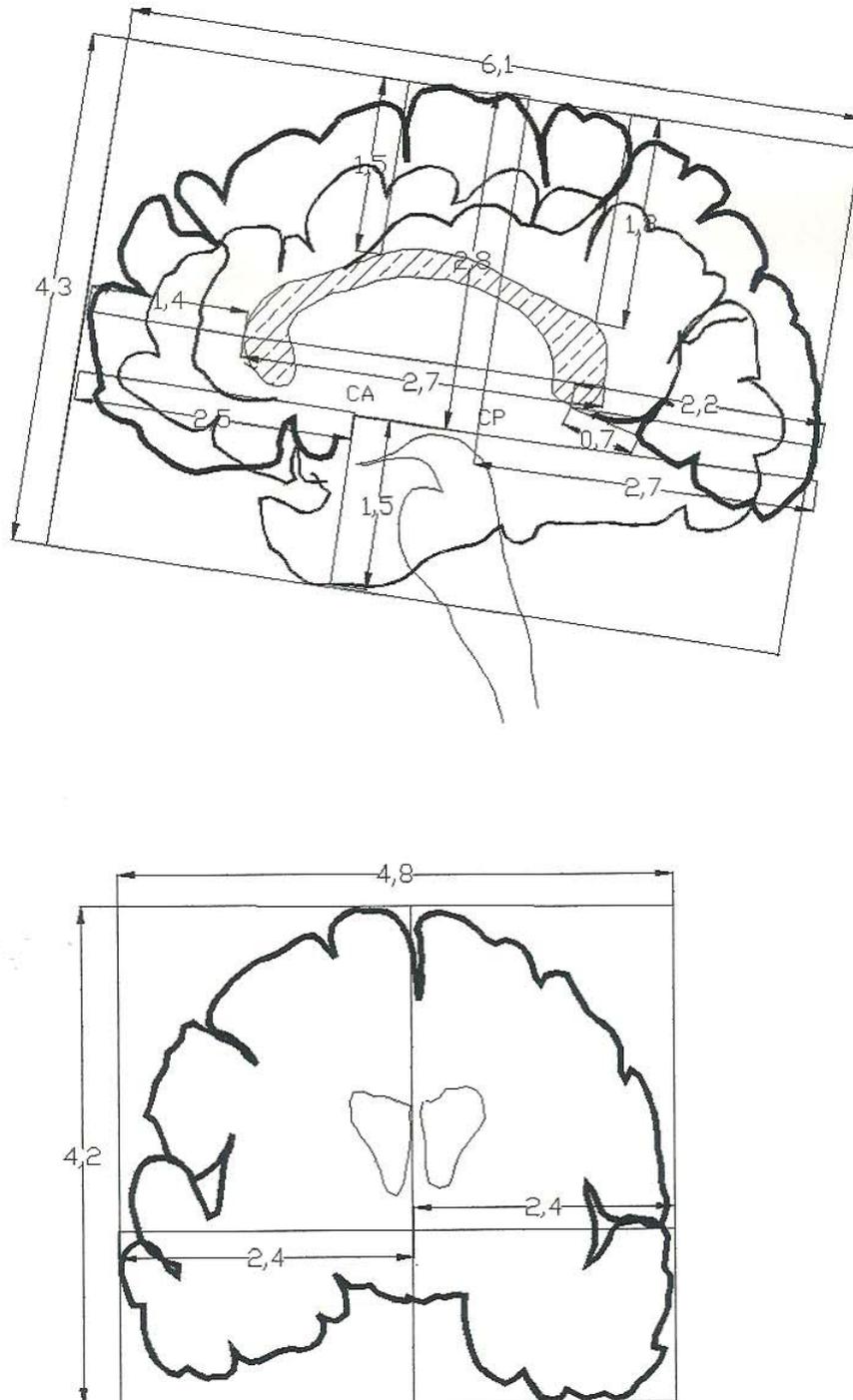


Figura 9.- PROPORCIONALIDAD DE LA CUADRICULA DE TALAIRACH. RESULTADOS GLOBALES (100 casos).

5.2.2.- CUERPO CALLOSO

5.2.2.1.- ANGULOS DEL CUERPO CALLOSO

5.2.2.1.1.- RESULTADOS POR GRUPOS:

En la tabla se observan los resultados correspondientes a las medias y desviación estándar de los ángulos medidos en cada grupo . El sexto ángulo (v=46) se corresponde con el ángulo de Mac Rae.

ANGULO	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM. N = 37 MEDIA " SD	CLE N = 53 MEDIA " SD
α	41	40,7 " 6,5	42,9 " 8,9	47,1 " 9,8
β	42	63,0 " 7,5	64,1 " 6,1	63,1 " 9,0
γ	43	76,4 " 3,4	73,3 " 8,2	70,1 " 8,3
δ	44	136,7 " 6,1	137,1 " 7,3	134,3 " 8,7
ϵ	45	119,8 " 5,8	115,5 " 5,7	115,6 " 6,8
λ	46	118,8 " 5,6	117,5 " 8,1	119,2 " 8,5

N = Número de casos

V = Variable

SD = Desviación estándar

5.2.2.1.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE GRUPOS:

5.2.2.1.2.1.- Grupo Control y Grupo de Lesionectomías:

Entre el grupo control y el grupo de pacientes seleccionados por una lesionectomía no hay diferencia estadísticamente significativa en ninguno de los ángulos. (Tabla X).

5.2.2.1.2.2.- Grupo Control y Grupo de CLE:

El ángulo α ($v=41$) es mayor en el grupo de resección del complejo lesivo-epiletógeno, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$). El ángulo γ ($v=43$) formado entre la tangente al cuarto ventrículo y una tangente al límite superior y posterior del cuerpo caloso es mayor en el grupo control, con una diferencia estadísticamente significativa ($p<0,01$). No se observan diferencias estadísticamente significativas entre el resto de los ángulos (Tabla XI).

5.2.2.1.2.3.- Grupo Lesionectomía y CLE:

Solo existe diferencia estadísticamente significativa entre el ángulo alfa ($v=41$) siendo menor en el grupo de lesionectomías ($p<0,04$). (Tabla XII).

5.2.2.1.3.- RESULTADOS GLOBALES:

Los resultados globales obtenidos en los 100 pacientes estan reflejados en la tabla y Figura.

ANGULO	V	N = 100 MEDIA " SD
α	41	44,9 " 9,4
β	42	63,4 " 7,9
γ	43	71,9 " 8,2
δ	44	135,5 " 8,0
ϵ	45	116,0 " 6,4
λ	46	118,5 " 8,1

V = Variable
N = Número de casos
SD = Desviación estandar

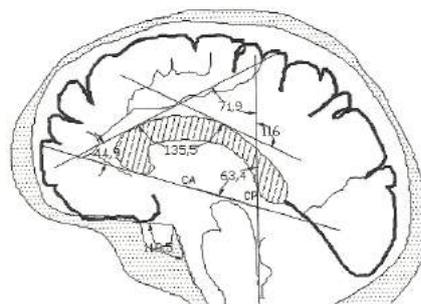


Fig. 10.- Resultados globales de los ángulos medidos en el cuerpo caloso.

5.2.2.2.- SISTEMA DE REFERENCIA DE OLIVIER

5.2.2.2.1.- MEDIDAS DEL SISTEMA DE OLIVIER

5.2.2.2.1.1.- RESULTADOS POR GRUPOS

Se analiza la distancia desde el plano anterior (AC) del cuerpo caloso hasta el plano posterior (PC). En el punto medio se situa el plano MC.

A.- Grupo Control:

La longitud media del cuerpo caloso ($v=55$) medida entre los dos planos descritos por OLIVIER es de 70,3 " 4,2 (Tabla XIII).

B.- Grupo Lesionectomías:

La distancia entre el plano AC y PC es de 72,3 " 5,3 en este grupo.

C.- Grupo Complejo Lesivo-epileptógeno:

Los resultados obtenidos en este grupo son de una distancia media de 69,1 " 5,7 (Tabla XIV).

5.2.2.2.1.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE GRUPOS:

5.2.2.2.1.2.1.- Grupo Control y Grupo Lesionectomía:

No existe diferencia estadísticamente significativa entre la longitud del cuerpo caloso medida entre los dos planos de OLIVIER (Tabla XIII).

5.2.2.2.1.2.2.- Grupo Control y Grupo CLE:

La longitud del cuerpo caloso es menor en el grupo de pacientes con complejos lesivo-epileptógeno, pero esta diferencia no es estadísticamente significativa (Tabla XIV).

5.2.2.2.1.2.3.- Grupos Lesionectomía y CLE:

La longitud del cuerpo caloso es mayor en el grupo de lesionectomías, siendo la diferencia estadísticamente significativa ($p<0,009$) (Tabla XV).

5.2.2.2.1.3.- RESULTADOS GLOBALES

La distancia media entre los dos planos del cuerpo caloso, anterior y posterior, ($v=55$) en los 100 pacientes es de 70,4 " 5,5 (Tabla XVI).

5.2.2.3.- ESTUDIO COMPARATIVO OLIVIER-TALAIRACH

5.2.2.3.1.- RESULTADOS POR GRUPOS

En la tabla siguiente se pueden ver las medias y desviación estándar de las variables analizadas en los tres grupos.

VARIAB	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOMIAS N = 37 MEDIA " SD	CLE N = 53 MEDIA " SD
ANG.CA-CP/CC	47	5,2 " 2,5	4,6 " 2,9	5,3 " 3,3
CUADR.AC	48	B = 10 % C = 90 %	B = 13,5 % C = 83,8 % D = 2,7 %	B = 24,5 % C = 73,6 % D = 1,9 %
DIST AC-CA	49	30,4 " 4,2	31,1 " 4,7	30.8 " 5,1
CUADR-MC	50	D = 10 % E = 90 %	D = 5,4 % E = 94,6 %	D = 22,6 % E = 77,4 %
DIST.MC-CA	51	4,9 " 2,9	6,1 " 4,7	4,4 " 4,3
DIST.MC-CP	52	19,7 " 3,8	19,2 " 4,9	21,6 " 5,2
CUADR.PC	53	F = 70 % G = 30 %	F = 70,3 % G = 29,7 %	F = 84,9 % G = 11,3 % E = 3,8 %
DIST.PC-CP	54	15,6 " 4,5	16, 5 " 6,7	12,3 " 6,3

N = Número de casos

V = Variable

SD = Desviación estandar

5.2.2.3.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE GRUPOS:

5.2.2.3.2.1.- Grupo Control y Grupo Lesionectomía:

No hay diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos ni con respecto a la localización de los planos de OLIVIER sobre las cuadrículas de TALAIRACH ni en cuanto a las distancias de estos planos a las comisuras anterior o posterior (Tabla XIII).

5.2.2.3.2.2.- Grupo Control y Grupo Complejo Lesivo-epileptógeno

No hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (Tabla XIV).

5.2.2.3.2.3.- Grupos Lesionectomía y CLE.

Entre estos dos grupos existen diferencias estadísticamente significativas en la localización del plano posterior sobre la cuadrícula de TALAIRACH ($v=53$) ($p<0,05$)(Tabla XV).

5.2.2.3.3.- RESULTADOS GLOBALES

El plano anterior ,AC, ($v=48$) se localiza en un 79% de casos en la cuadrícula C, en un 19% en la B, en un 2 % en la D. La distancia media desde el plano anterior a la comisura anterior ($v=49$) es de 30,8 " 4,8.

El plano medio ($v=50$) se situa en un 85% de pacientes sobre la cuadrícula E, en un 1%% sobre la D. La distancia desde la comisura anterior al plano medio ($v=51$) es de 5,4 " 4,4. Desde la comisura posterior al plano medio ($v=52$) hay una distancia media de 20,5 " 5,1.

El plano posterior ($v=53$) se localiza en un 78% de los casos en la cuadrícula F, en un 20% sobre la G y en un 2% sobre la E. La distancia desde el plano posterior a la comisura posterior ($v=54$) es de 14,3 " 6,6 (Tabla XVI).

El ángulo medio formado entre el plano horizontal y la línea intercomisural (v=47) es de $5,1 \pm 3,1$ (Tabla XVI).

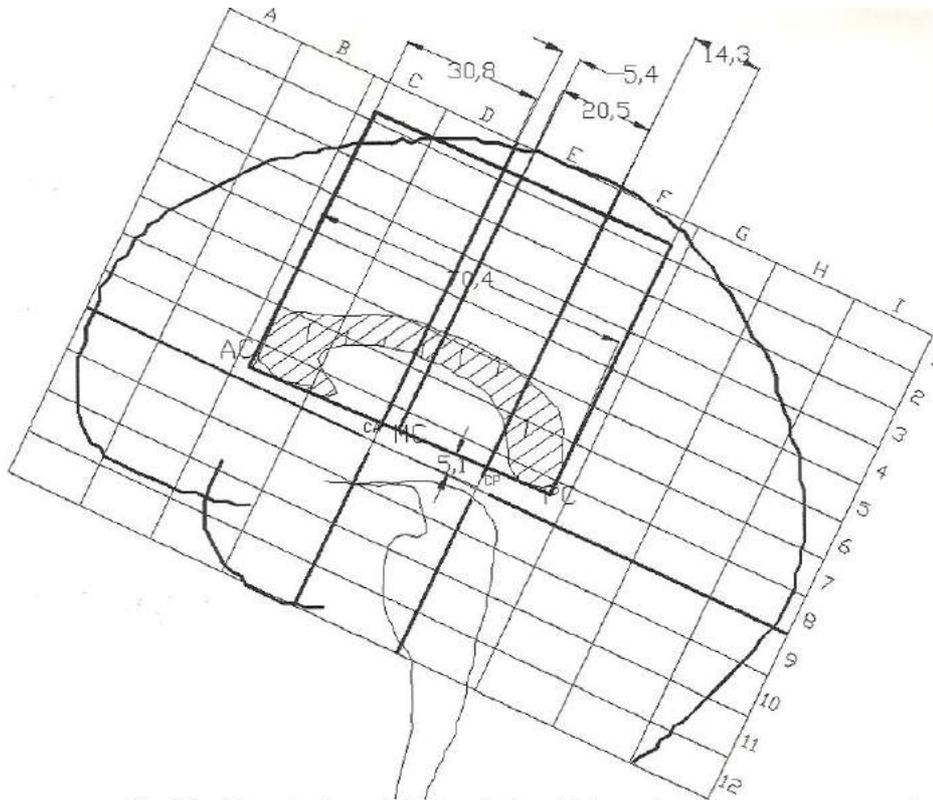


Fig.11.- Resultados globales de los 100 pacientes con respecto al Sistema Referencial de OLIVIER y su correlación con la Cuadrícula de TALAIRACH.

5.2.3.- REFERENCIAS OSEAS

5.2.3.1.- RESULTADOS POR GRUPOS

Los datos obtenidos en cada grupo son los siguientes:

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOMIAS N = 37 MEDIA " SD	CLE N = 53 MEDIA " SD
CA-CORONAL	56	69,4 " 3,7	70,2 " 5,5	69,8 " 4,9
CA-LAMBD	57	92,7 " 3,9	96,5 " 5,9	95,2 " 5,9
ANGULO	58	85,8 " 5,0	87,3 " 5,7	88,6 " 6,8
COR-CAH	59	66,4 " 3,3	66,8 " 6,8	64,3 " 9,6
COR-CAV	60	19,9 " 5,2	21,7 " 7,8	23,8 " 8,9
LAM-CAH	61	32,7 " 3,6	32,5 " 7,3	34,6 " 7,6
LAM-CAV	62	62,4 " 4,3	65,7 " 4,5	63,1 " 7,1

N = Número de casos

V = Variable

SD = Desviación estandar

5.2.3.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE GRUPOS

5.2.3.2.1.- Grupo Control y Grupo Lesionectomía:

No hay diferencias estadísticamente significativas entre las distintas medidas de ambos grupos (Tabla XVII).

5.2.3.2.2.- Grupo Control y Grupo Complejo Lesivo-epileptógeno:

No hay diferencias significativas entre las distintas distancias (Tabla XVIII).

5.2.3.2.3.- Grupos Lesionectomías y CLE:

No hay diferencias significativas entre los grupos (Tabla XIX).

5.2.3.3.- RESULTADOS GLOBALES.

Los resultados globales obtenidos en los 100 pacientes estan reflejados en la tabla y figura adjunta:

VARIABLE	V	N = 100 MEDIA " SD
CA-COR	56	69,9 " 5
CA-LAMB	57	95,4 "5,8
ANGULO	58	87,1 " 6,3
COR-CAH	59	71,8 " 6,4
COR-CAV	60	22,6 " 8,2
LAMB-CPH	61	33,6 " 7,2
LAMB-CPV	62	64 " 6,8

V = Variable
N = Número de casos
SD = Desviación estándar

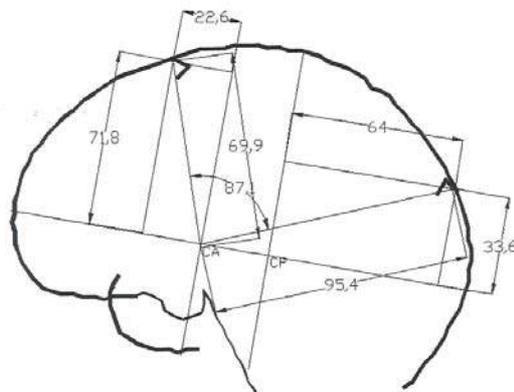


Figura 12.- Resultados globales de los 100 pacientes con respecto a las variables óseas seleccionadas.

5.2.4.- CORRELACION ANGIOGRAFIA- RESONANCIA.

5.2.4.1.- RESULTADOS POR GRUPOS.

Las distancias se han medido en milímetros. Los resultados obtenidos en los tres grupos son los siguientes:

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM. N = 37 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD
A-CC-HORIZ	63	0,1 " 0,2	0,3 " 0,6	0,4 " 1,0
A-CC-VERT	64	1,6 " 2,3	0,8 " 1,2	0,8 " 1,8
A-CA-VERT	65	2,4 " 2,8	1,2 " 1,4	1,6 " 2,3
V-CC-VERT	66	0,1 " 0,2	0,1 " 0,2	0,4 " 0,8
V-CC-HORIZ	67	0,7 " 1,1	0,7 " 1,4	1,2 " 1,7

N = Número de casos

V = Variable

SD = Desviación estándar

5.2.4.2.- RESULTADOS COMPARATIVOS ENTRE GRUPOS

5.2.4.2.1.- Grupo Control y Grupo Lesionectomía:

No hay diferencias estadísticamente significativas entre las distintas medidas de ambos grupos (Tabla XX).

5.2.4.2.2.- Grupo Control y Grupo Complejo Lesivo-epileptógeno:

No hay diferencias significativas entre las distintas distancias (Tabla XXI).

5.2.4.2.3.- Grupos Lesionectomías y CLE:

Hay diferencias significativas entre ambos grupos en la distancia medida a nivel de la vena de Galeno en su porción mas inferior,(v=66) siendo mayor en el grupo CLE ($p < 0,004$) (Tabla XXII).

5.2.4.3.- RESULTADOS GLOBALES

Los resultados globales correspondientes a los 100 pacientes con respecto al análisis de estas variables estan reflejados en la tabla y figura adjunta.

VARIABLE	V	N = 100 MEDIA " SD
A-CC-HOR	63	0,4 "0,8
A-CC-VER	64	0,9 "1,6
A-CA-VER	65	1,5 " 1,9
V-CC-VER	66	0,3 "0,6
V-CC-HOR	67	0,9 "1,5

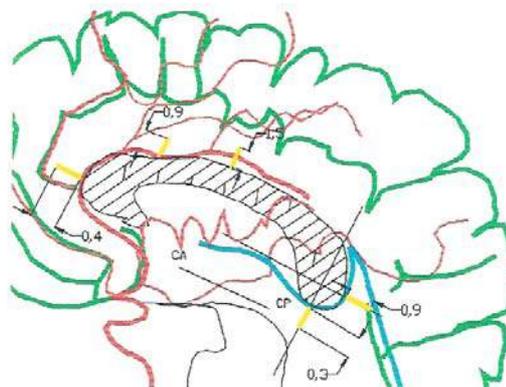


Fig.13.- Correlacion Angiografía-Resonancia. Resultados globales de las distancias máximas.

5.3.- LOCALIZACION DE LESIONES

Los 38 pacientes del grupo de lesiones han sido intervenidos quirúrgicamente realizándose una resección exclusivamente de la lesión que presentaban.

25 pacientes habían presentado un cuadro previo de hemorragia cerebral por malformaciones vasculares y 13 pacientes habían presentado crisis convulsivas focal o generalizada como manifestación clínica.

5.3.1.- RESULTADOS GENERALES

5.3.1.1.- LESIONECTOMIAS CON CLINICA DE HEMORRAGIA

De los 25 pacientes estudiados en este grupo, 8 presentaban cavernomas y 17 malformaciones arteriovenosas.

Las edades de estos pacientes se encontraban entre 12 y 56 con una edad media de 34,2 " 10,94. 12 eran hombres y 13 mujeres.

Las lesiones se localizaron en 13 casos en hemisferio derecho con la siguiente distribución: 5 temporales, 3 frontales, 4 parietales , 1 occipital. En el hemisferio izquierdo fueron, 4 frontales, 6 parietales y 2 temporales.

Se ha seguido la misma metodología de comparación de distancias entre subgrupos y solo en el estudio estadístico comparativo con el grupo control hay diferencia estadísticamente significativa en la distancia medida desde el esplenio del cuerpo calloso a la cisura calcarina ($v=21$) ($p<0,02$).

Dentro del estudio comparativo a nivel de los ángulos del cuerpo calloso se observa que el ángulo ε ($v=45$) es menor en este grupo ($p<0,03$).

5.3.1.2.- LESIONECTOMIAS CON CLINICA DE EPILEPSIA

De los 13 pacientes de este grupo 8 eran mujeres y 5 hombres. Las edades de estos pacientes estaban comprendidas entre 7 y 65 años con una edad media de 35,5 " 15,2. Las lesiones se localizaban en cuatro casos en el hemisferio derecho (parietal, 2 temporales y una en la ínsula) y 9 en hemisferio izquierdo, con la siguiente distribución: 5 temporales, 2 parietales, 1 área de Broca, 1 prerrolándica. Para los estudios estadísticos comparativos el caso 58 fue excluido por la edad (7 años).

El estudio anatomopatológico demostró que de las 13 lesiones, 5 fueron cavernomas, 7 astrocitomas grado I y uno un meningioma.

Comparando este grupo con el grupo control en cuanto a las distancias del cuadrículado de TALAIRACH, se ha encontrado que existen diferencias estadísticamente significativas en las distancias medidas desde la comisura posterior al límite posterior ($v=23$), desde el cuerpo calloso a la cisura calcarina ($v=21$) y desde la comisura anterior al límite inferior ($v=29$). Estas distancias son mayores en el grupo de pacientes con lesiones causantes de epilepsia.

En las medidas de cuerpo calloso, localización del sistema de OLIVIER, suturas y correlación angiografía-resonancia no se han encontrado diferencias significativas.

5.3.2.- RESULTADOS QUIRURGICOS

De los 38 pacientes intervenidos, en dos casos (lesiones parietales izquierdas, casos 59 y 65) se realizó estudio electrocorticográfico crónico para localizar la zona de Rolando. En uno de los pacientes (caso 59) se colocó una manta de 32 electrodos a nivel de corteza externa cubriendo la lesión que no era

RESULTADOS

visible en la corteza. La realización previamente de la integración de imágenes facilitó que de acuerdo con el dibujo venoso se colocara la manta cubriendo zonas motoras y sensitivas. El estudio neurofisiológico crónico determinó una zona lesiva epileptógena a través de la cual se realizó la disección del surco para acceder a la lesión. La lesión fue resecada, el paciente no presentó déficit neurológico ni crisis convulsivas. El diagnóstico fue de astrocitoma grado II. (Fig.I del Anexo).

En el segundo caso (caso 65) la lesión se localizaba en cara interna. Se colocaron 2 mantas de 20 contactos en cara interna y una en corteza externa. La resección de la lesión fue macroscópicamente completa y sin ocasionar déficit neurológico. Las crisis han disminuido significativamente.

En 7 pacientes con lesiones que provocaron epilepsia se realizó electrocorticografía intraoperatoria. En todos los casos en la planificación preoperatoria de la intervención y la realización de la integración de imágenes se colocó una manta de 20 contactos cubriendo la lesión y de acuerdo con las venas corticales. Los resultados de la electrocorticografía definieron unos electrodos como lesivos y otros como epileptógenos. Los electrodos lesivos, según los resultados neurofisiológicos, en todos los casos coincidieron con los electrodos que cubrían la lesión en la planificación previa. Esto se realizó sin informar previamente a los neurofisiólogos de la localización de la lesión. De acuerdo con los esquemas se localizó el surco más relacionado con la lesión y se realizó una disección a través de los surcos hasta acceder a ella. Una vez resecada la lesión se realizó estudio ECoG demostrando una desaparición del trazado comicialógeno en todos los casos menos en uno localizado en el área de Broca (caso 57, cavernoma); la zona epileptógena se situaba en el área de Broca, según los esquemas y por este motivo no se resecó. La paciente no ha presentado déficit neurológico, durante los primeros meses persistieron las crisis disminuyendo de intensidad y frecuencia, encontrándose libre de crisis desde hace un año (Figs.II y III del Anexo).

En siete casos de lesiones temporales, se ha utilizado el sistema de superposición de la imagen del vídeo quirúrgico obtenida del microscopio. Tras abrir

RESULTADOS

la duramadre el microscopio se ha colocado ortogonal al plano cerebral y la imagen de los esquemas realizados previamente se ha amplificado al aumento utilizado en el microscopio. Mediante rotaciones y giros, ambas imágenes (esquemas y campo quirúrgico) se han superpuesto. Seleccionando aquellas capas de esquemas más útiles, se han identificado las venas corticales y su relación con la lesión (Figs. IV a VI). Una vez localizado el surco para acceder a la lesión, el microscopio se moviliza libremente y solo para confirmar la localización es necesario colocarlo ortogonal. La lesión fue identificada en 6 casos según las venas corticales y en un caso, de un pequeño cavernoma a nivel de la ínsula, las arterias fueron más útiles en la localización de la lesión.

En los casos de malformaciones arteriovenosas la superposición ha sido útil al permitir identificar el surco sobre el que se localizaba la MAV y la relación entre surcos y arterias. Se ha encontrado una buena correlación al superponer los estudios angiográficos sobre la RM, coincidiendo el esquema de la MAV obtenido de la RM con el realizado sobre la ADS con unas distorsiones menores de 2 mm. (Figs.VIIa y VIIb).

En todos los pacientes intervenidos en este grupo se resecó la lesión completamente comprobado con estudios de RM y/o angiografía postoperatoria. En dos casos se ocasionó un déficit neurológico transitorio (hemiparesia izquierda y afasia nominal).

5.4.- LOCALIZACION DE COMPLEJOS LESIVO-EPILEPTOGENOS

5.4.1.- GENERALES

En este grupo se han intervenido 56 pacientes con epilepsia incontrolable médicamente de más de 2 años de evolución. En 30 casos la RM era normal, no mostraba ninguna lesión. En 26 casos se observaron lesiones en la RM pero sólo 11 de estos pacientes presentaban lesiones que eran quirúrgicas de por sí. Los pacientes presentaban una edad media de 25,9 " 11,5 con un rango de 11 a 61. 30 casos eran hombres y 26 mujeres.

5.4.1.1.- RESULTADOS GRUPO CON RM SIN LESION.

La edad media de los pacientes de este grupo es de 24,8 " 9,9. 18 eran hombres y 12 mujeres. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en las medidas del cuerpo calloso medidas sobre la cuadrícula de TALAIRACH. En el grupo de pacientes epilépticos sin lesión se ha encontrado que la longitud del cuerpo calloso ($v=55$) es menor ($p < 0,05$) que en el grupo control.

Las localizaciones de los focos fueron 11 temporales derechos, 6 temporales izquierdos, 7 área motriz suplementaria, 2 frontales, 1 central y 3 multifocales, por lo que se realizó callosotomía.

5.4.1.2.- RESULTADOS GRUPO CON LESION EN LA RM.

De los 26 pacientes de este grupo, 12 eran hombres y 14 mujeres. Las edades estaban comprendidas entre 11 y 61 años con una edad media de 27,2 " 13,3. La distancia desde la comisura anterior al límite inferior ($v=29$) es mayor en este grupo que en el grupo control ($p < 0,05$).

En los ángulos del cuerpo calloso se ha encontrado una disminución del ángulo gamma ($v=43$) en comparación con el grupo control ($p<0,002$).

En este grupo las lesiones se localizaron en 13 casos temporales derechos, 6 temporal izquierdo, 2 parieto-temporo-occipitales, 2 área motriz suplementaria, 2 frontales y 1 caso de multifocalidad realizándose hemisferectomía.

5.4.2.- RESULTADOS QUIRURGICOS.

Globalmente, en los 56 pacientes se realizaron: 36 lobectomías temporales, 9 resecciones de focos a nivel del área motriz suplementaria, 7 resecciones corticales con diferentes localizaciones del CLE (frontal, encrucijada parieto-temporo-occipital, central), 3 callosotomías y 1 hemisferectomía.

Los resultados histológicos en el grupo sin lesión en la RM fueron en 27 de los 30 casos de cambios reactivos inespecíficos con gliosis, satelitosis y disminución neuronal (3 pacientes a los que se realizó callosotomía no se tomó biopsia).

De los 26 pacientes del grupo con lesión en la RM en 10 casos se encontraron cambios reactivos con gliosis, satelitosis y disminución neuronal y en los diez restantes, 6 astrocitomas, 3 colesteatomas, 1 papiloma de plexos.

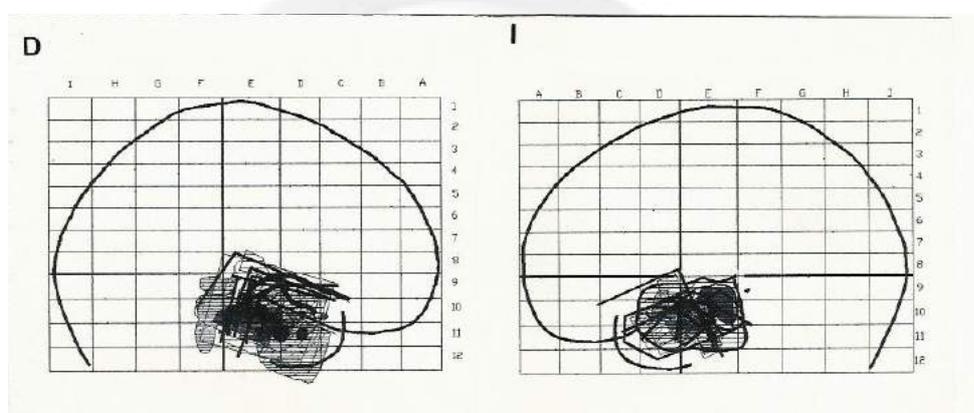
5.4.2.1.- ELECTROCORTICOGRAFIA AGUDA

En 44 pacientes se realizó exploración con electrodos subdurales intraoperatorios (ECoG aguda).

En las 36 epilepsias temporales (24 derechas y 12 izquierdas) se realizó exploración con electrodos de foramen oval bilaterales colocados unos días antes de la intervención. En el estudio intraoperatorio se colocó una manta de 20 contactos sobre la corteza temporal y una manta de 4 contactos en cara interna a nivel de región amígdalohipocámpica. La realización de la integración de imágenes

RESULTADOS

servió para colocar la manta cubriendo aquellas zonas con lesión según la RM y de acuerdo a venas corticales. Los resultados neurofisiológicos en cuanto a los electrodos lesivos y epileptógenos queda reflejado sobre otra capa de los esquemas (Fig.VIII). En los esquemas siguientes se pueden observar las zonas más epileptógenas así como la superposición de la resección realizada en las epilepsias temporales derechas(D) e izquierdas(I).



La resección realizada así como la toma de las biopsias basada en los electrodos queda reflejada sobre los esquemas quedando todo archivado en soporte magnético.

En 5 casos se utilizó además el sistema de integración con vídeo teniendo control intraoperatorio de los electrodos comicialógenos. La realización de la lobectomía utilizando el laser fué reflejada sobre la superposición de imágenes. Se observa una coincidencia de las venas corticales con las venas de los dibujos, existiendo distorsión en la perifería de los esquemas. (Figs IX a XI).

También se realizaron ECoG aguda en cuatro epilepsias frontales y en una

epilepsia de área motriz suplementaria izquierda (caso 47). Esta intervención se realizó con anestesia local, estando la paciente despierta, para poder explorar las funciones del lenguaje, al presentar en la RM una lesión congénita a nivel del área de Broca. Se exploró intraoperatoriamente tanto corteza externa frontal como cara interna, localizándose la actividad comicialógena exclusivamente a nivel del área motriz suplementaria, zona que se resecó. La paciente no ha presentado déficit neurológico y tras un periodo de seguimiento de 20 meses no ha presentado crisis (Fig.XII).

5.4.2.2.- ELECTROCORTICOGRAFÍA CRÓNICA

Se ha llevado a cabo en 11 pacientes de este grupo. 8 pacientes presentaban epilepsia de área motriz suplementaria (6 derechas, 2 izquierdas). Se colocaron electrodos de foramen oval y tras realizar una craneotomía frontal pasando línea media se colocó una manta de electrodos de 20 contactos sobre cara interna frontal del hemisferio a explorar. Esta manta tenía por finalidad cubrir la zona del AMS. La realización de la integración de imágenes facilitó que se situara en la zona más adecuada de acuerdo con la arteria pericallosa y con las venas corticales. Se colocó una segunda manta de 10 contactos sobre la cara interna frontal contralateral. En ocasiones se ha colocado una manta sobre corteza externa. La ECoG aguda permitió dejar las mantas sobre la zona más epileptógena.

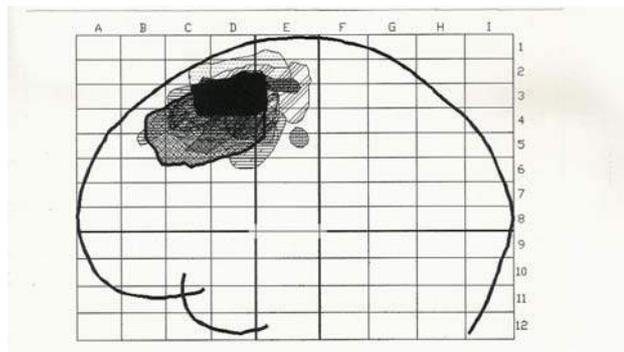
Posteriormente se realiza estudio radiológico simple en dos proyecciones para comprobar la correcta colocación de las mantas de acuerdo con la planificación pre e intraoperatoria. Si existen modificaciones o desplazamientos se corrige la posición de las mantas sobre los esquemas.

Los estudios neurofisiológicos crónicos realizados se trasladan a los esquemas y se diseña la intervención a realizar. (Figs. XIII y XIV).

En los 8 casos la zona más lesiva ha coincidido con las cuadrículas D3-D4

RESULTADOS

principalmente y con extensión hacia la C4. En el esquema se puede ver la superposición de los resultados de la electrocorticografía de todos los pacientes.



Se han realizado estudios crónicos también sobre dos epilepsias de localización a nivel de la encrucijada parieto-témporo-occipital colocando mantas de electrodos subdurales y en uno de ellos electrodos profundos. (Fig.XV).

Igualmente sobre una epilepsia sin lesión en la RM y de localización central derecha se colocaron dos mantas de 20 electrodos (caso 29).

5.4.2.3.- OTRAS INTERVENCIONES QUIRURGICAS

5.4.2.3.1.- CALLOSOTOMIAS

Se han realizado 3 callosotomías anteriores. La realización de los esquemas con la integración de la RM y la angiografía ha sido útil para determinar el límite posterior de la callosotomía. El recorrido de las ramas de la arteria pericallosa y su situación con el propio cuerpo calloso junto con las venas corticales permitió situar el límite posterior. (Fig. XVI)

5.4.2.3.2.- HEMISFERECTOMIA

En un paciente (caso 101), con hemiplejía y crisis incontrolables por una lesión extensa atrófica secundaria a un proceso expansivo en la infancia y que afectaba a todo el hemisferio derecho se realizó una hemisferectomía funcional. La técnica que se utilizó para localizar los límites de la zona a reseca se basó en el sistema referencial de OLIVIER. Este paciente en la intervención previa que se le había realizado unos años antes se le colocaron clips metálicos que impidieron la realización de la RM. En el estudio angiográfico (arterias pericallosas y vena de Galeno) se puede observar la extensión del cuerpo caloso. Se realizó la superposición del estudio angiográfico, se dibujaron los planos descritos por OLIVIER y basado en el teórico cuerpo caloso visualizado en la angiografía, se superpuso la rejilla de TALAIRACH, localizando la CA-CP en la radiografía de cráneo tal y como él describe (Fig. XVII).

Se encontró una coincidencia entre la zona teórica de Rolando en la cuadrícula de TALAIRACH con la supuesta localización en el sistema de OLIVIER.

DISCUSION

6.1.- OBJETIVO

Se está produciendo un importante y continuo avance en el campo de la Neuroimagen y, más concretamente, en el de la RM. Entre otras consecuencias, tanto en otras regiones telencefálicas como a nivel del córtex cerebral, se está facilitando un diagnóstico precoz de lesiones corticales (tras una primera crisis epiléptica, por ejemplo), se está con mayor capacidad de descubrir lesiones productoras de hemorragias córtico-subcorticales (Angiomas Cavernosos) o en las epilepsias parciales fármaco-resistentes se ha incrementado el porcentaje de pacientes en los que se visualiza algún tipo de alteración, en relación a la época de la TAC⁴⁵.

Este tipo de lesiones no suelen exceder los 2cm. de tamaño y están situadas subcorticalmente, de forma que no son visibles en el córtex tras la apertura de la duramadre. En el caso de que exista una indicación quirúrgica de extirpación (caso de los tumores o malformaciones vasculares), la principal dificultad quirúrgica no está en las maniobras de exéresis, sino en la localización de dichas lesiones, máxime cuando se encuentran en íntima relación con zonas corticales no silentes. Lo que en ocasiones convertía una lesión en inextirpable por los altos riesgos de secuelas neurológicas que conllevaba su extirpación.

Por el contrario, en los casos de epilepsias fármaco-resistentes, el hallazgo de una lesión facilita en gran manera el estudio neurofisiológico, tendente a localizar el Complejo Lesivo-Epileptógeno¹⁵³. Aunque el abordaje quirúrgico a la lesión se va a ver dificultado de la misma forma que en los casos ya referidos de lesionectomía¹⁵³.

Por tanto en el planteamiento quirúrgico de una lesionectomía hay tres interrogantes a solucionar: Localización anatómica de la lesión, función del córtex circundante y vía de abordaje.

La utilización de técnicas estereotáxicas, más concretamente el abordaje combinado estereotáxico-microquirúrgico⁴², facilita en gran manera la localización de la lesión. La vía de abordaje es rígida y está marcada por la cánula introducida, que sirve de guía a la disección microquirúrgica. Este abordaje no es posible utilizarlo en lesiones en la profundidad de surcos en relación con zonas no silentes. Es el caso, por ejemplo, de cavernomas en la parte más superior de la cisura de Sylvio, cubiertos por el pliegue curvo izquierdo, que tendría que ser atravesado por dicha cánula.

El abordaje combinado estereotáxico-microquirúrgico presenta además otros problemas. Cuando intentamos localizar lesiones de pequeño tamaño, las maniobras anestésicas pueden movilizar el parénquima cerebral lo suficiente como para que la cánula, en el caso de ser introducida una vez abierta la duramadre, no nos lleve directamente a la lesión. Esta metodología requiere además que, antes de proceder a la intervención quirúrgica, el paciente ha de ser llevado a la TAC o a la sala de angiografía, tras colocarle la guía estereotáxica con anestesia local, en orden a localizar la lesión y tomar las oportunas referencias en los tres ejes del espacio; con la consiguiente incomodidad e incluso importante stress que esto conlleva.

YASARGIL¹⁷⁰, en 1986 describe y propone el abordaje trans-sulcal a este tipo de lesiones. Aunque se le ha discutido la posibilidad de producir mayor agresión quirúrgica, por afectación de la vascularización que discurre en las paredes y valles sulcales, lo importante es que el cirujano tiene una ruta anatómica por la que llegar. La apertura y disección del surco ha de realizarse siempre con técnicas microquirúrgicas. De forma que hoy día está ampliamente extendido el concepto de "navegación" a través de los surcos.

Pero el mismo YASARGIL recientemente, en su último Volumen Microneurosurgery IV-A, editado en 1994¹⁷¹, refiere cómo "muchos surcos visualizados claramente en la RM no pueden ser reconocidos en la superficie cerebral explorada quirúrgicamente. Durante la exploración microquirúrgica de la

superficie cerebral es, por tanto, extremadamente difícil (o a menudo imposible) identificar con certeza el mismo surco que aparece tan obvio en las imágenes de la RM".

TALAIRACH¹⁴⁷ describe detalladamente en su Atlas Estereotáxico una metodología, que él denomina Estereoencefalografía, con la que pretende varios objetivos en el estudio de pacientes epilépticos: Obtener un mapa anatómico de cada paciente, mediante la integración de las diferentes pruebas neuroradiológicas que se le realizan. Dado que éstas (Neumoencefalografía, Ventriculografía y Angiografía) se realizan en condiciones estereotáxicas y con técnicas de telerradiografía, el mapa obtenido está a tamaño real. Además, la sistemática mediante la cual cuadrícula el córtex cerebral demuestra una proporcionalidad entre éste y la línea CA-CP. De forma que, comparando los esquemas individuales con los de su Atlas Estereotáxico, podemos tener una visión muy aproximada de las zonas funcionales corticales de cada paciente.

Ante la necesidad de mejorar nuestra metodología de abordaje a las lesiones córtico-subcorticales, seguimos la idea del abordaje trans-sulcal de YASARGIL⁴³. El problema es la identificación del surco por el que llegar a la lesión. Éste podría ser localizado si se le pudiera relacionar con el dibujo vascular visible en el córtex expuesto quirúrgicamente, sobre todo el dibujo venoso. Para esto ideamos una metodología original de superposición de imágenes mediante un programa de dibujo asistido por ordenador (AUTOCAD v.11). El hecho de que en el corte medial sagital de la RM se visualiza claramente la línea CA-CP, hace que además podamos llevar a cabo toda la sistemática de TALAIRACH en cuanto a localización anatómico-funcional.

Esta nueva metodología respondería a los tres interrogantes expuestos anteriormente: Localizar anatómicamente la lesión, conocer la función del cortex circundante y utilizar la mejor vía de abordaje (trans-sulcal). Si el método fuera fiable, tendríamos la posibilidad de llevar a cabo intervenciones quirúrgicas con un sentido más actual, en que se intenta prescindir de la guía estereotáxica ("frameless stereotaxy"), para lo que se han diseñado complejos sistemas de brazos

robotizados. El auge de estos métodos se explica porque, en el fondo, volvemos a los conceptos clásicos quirúrgicos, en que el cirujano aborda la lesión siguiendo planos, rutas y marcas anatómicas, sin la necesidad de estar acompañado de artificios rígidos y engorrosos como las guías estereotáxicas.

Esta metodología podría ser aplicada en múltiples tipos de lesiones telencefálicas. En este trabajo, cuya finalidad última es apreciar la fiabilidad y utilidad del método, nos hemos restringido a dos: 1.- Lesiones quirúrgicas benignas (Malformaciones Vasculares y Tumores), de pequeño tamaño, cuya indicación ha sido sólo su abordaje y extirpación quirúrgica (Grupo B, de Lesionectomías). 2.- Pacientes con Epilepsia Fármaco-Resistente, en los que es preciso localizar el CLE por métodos neurofisiológicos (Grupo C), aunque el hecho de encontrar y localizar anatomo-funcionalmente una lesión (quirúrgica o no) ayude en este proceso. La aplicación de esta metodología a estos pacientes permitirá, al igual que la SEG de TALAIRACH, ofrecer al Neurofisiólogo un mapa anatomo-funcional cerebral de cada paciente, sobre el que se diseñará la colocación de electrodos y la posterior resección cortical.

Se han desechado pacientes con otro tipo de lesiones (por ejemplo, metástasis) que, aunque fueran de pequeño tamaño, sus efectos sobre el parénquima cerebral circundante podrían distorsionar la proporcionalidad entre el córtex cerebral y la línea CA-CP.

6.2.- MATERIAL

Se han seleccionado 10 pacientes como grupo control a los cuales, por haber presentado cefalea y/o hemorragia subaracnoidea, se les había realizado una angiografía siendo esta normal. Se les ha considerado como casos normales al no haberse encontrado ninguna patología en RM ni en la ADS. Los casos del grupo control, para poder ser comparados con los otros grupos, precisaban la realización de un estudio angiográfico, al ser esta una prueba agresiva, no se pudieron utilizar personas sin ninguna patología.

Las edades de estos pacientes se encontraban entre 20 y 55 años, desechando pacientes con edad superior al considerar que pueden presentar signos de atrofia cortical.

En el grupo B se han seleccionado pacientes que presentaban una lesión vascular o tumoral benigna de pequeño tamaño consideradas quirúrgicas per se y que habitualmente para su localización se requieren sistemas de estereotaxia por su dificultad en localizar.

Los pacientes estudiados se han clasificado en dos grupos dependiendo de la clínica que presentaron. En el primero de ellos se han incluido aquellos pacientes que presentaban un cuadro clínico de hemorragia por malformación vascular (cavernoma o malformación arteriovenosa). El cuadro hemorrágico se había presentado unos meses antes y en los estudios inmediatamente preoperatorios no se apreciaban restos hemorrágicos localizadores.

En un segundo subgrupo se han incluido 13 pacientes que presentaban lesiones tumorales benignas o malformaciones vasculares (cavernomas) que les había provocado clínica de epilepsia (una única crisis o crisis incontrolables médicamente de más de dos años de evolución). Las lesiones por su tamaño requerirían sistemas de estereotaxia para poder localizarlas. Otra característica de este grupo es que la situación de la lesión era en zonas funcionales importantes

DISCUSION

(parietal izquierdo, area de Broca, pliegue curvo, Rolando...). A todos estos pacientes se les realizó exclusivamente una resección de la lesión. El objetivo preoperatorio era localizar y extirpar la lesión en su totalidad. En los casos que presentaban epilepsia incontrolable se realizaron estudios pre e intraoperatorios similares a los de los pacientes incluidos en el grupo de localización de complejo lesivo-epileptógeno. En ninguno de los casos se amplió la resección cortical a pesar de que en los estudios electrocorticográficos intraoperatorios la zona epileptógena estuviera adyacente a la lesión.

Los 56 pacientes del tercer grupo presentan epilepsia incontrolable medicamente de más de dos años de evolución. En 30 de estos casos, en los estudios de neuroimagen no se observa ninguna lesión. En los 26 casos restantes, en la RM se observaba lesión, pero sólo en 10 casos la lesión se consideraría quirúrgica per se al ser compatible la imagen con astrocitomas benignos. En los 16 casos restantes las imágenes de RM son signos de atrofia, encefalomalacia, gliosis, esclerosis mesial,...

El objetivo en este grupo fue la realización de unos esquemas individuales que permitieran tener un documento anatomofuncional de cada paciente con la localización de zona lesiva y zona epileptógena, con un mejor control en la colocación de los electrodos en las zonas predeterminadas. Posibilidad de superponer pacientes de características similares. En estos casos la intervención ha ido encaminada a resecar no sólo la lesión, cuando ha existido, sino también la zona comicialógena.

La edad media de los pacientes de este grupo es significativamente menor que la edad del grupo control y del grupo de lesiones. Esto es debido a que los pacientes epilépticos crónicos que se intervienen en la mayoría de las Unidades de Cirugía de la Epilepsia son muy jóvenes.

6.3.- METODOLOGIA

Se ha utilizado una metodología basada en tecnología relativamente asequible, al estar compuesta de un ordenador de características básicas y un programa comercial de diseño asistido por ordenador(AUTOCAD,v.11.0), con amplia difusión . Este programa es de uso común dentro del campo de la ingeniería y arquitectura y constantemente se producen actualizaciones y nuevas versiones. Una de sus ventajas es la capacidad para poder tener diferentes capas visibles o no en un momento determinado. Esto facilita la realización de esquemas o dibujos muy complejos, con gran cantidad de información almacenada pero fácilmente fraccionables en dibujos más simples.

Dentro de los estudios radiológicos la información principal se obtiene de la RM. Aporta imágenes anatómicas del cerebro con las estructuras de línea media así como surcos y circunvoluciones y permite ver lesiones de pequeño tamaño y su referencia con otras estructuras. La radiografía de cráneo permite referenciar estas lesiones con puntos óseos concretos. La angiografía digital informa del dibujo venoso cortical, puntos de referencia para la localización de las lesiones cuando se expone el córtex en el acto quirúrgico. En la actualidad la TAC cerebral prácticamente no se utiliza quedando reservada para aquellos casos de pacientes en los que la RM no se puede realizar por ser portadores de prótesis metálicas, claustrofobia... La imagen que se obtiene informa de la lesión pero no permite tener una referencia anatómica en cuanto a circunvoluciones y surcos. A todos los pacientes estudiados en este trabajo se les realizó RM excepto a un paciente epiléptico portador de objetos metálicos.

La digitalización de una determinada imagen permite tomar unos puntos de referencia comunes en otra imagen y poder superponerlas, lo que hace posible que los cortes sagitales de la RM muy laterales, donde no hay señal de la CA-CP, se puedan superponer exactamente con el corte de línea media y estos a su vez con la Rx de cráneo, ADS....

El resultado neurofisiológico preoperatorio que se ha utilizado en la superposición de imágenes ha sido el basado en el estudio del dipolo¹³⁸. Considerando que este modelo localiza el origen de la descarga en un punto de una esfera y teniendo en cuenta las diferentes conductividades de la piel, cráneo y cerebro, el teórico centro de esta esfera estaría formado por la confluencia de los planos formados entre los electrodos temporales T3 y T4 situados según el sistema EEG internacional 10-20, y el plano perpendicular a éste a nivel del electrodo del vértex. La información obtenida está reflejada en unas coordenadas X, Y y Z. La realización de una esfera sobre el cráneo permite situar el punto del dipolo. (Fig. XIII).

Los estudios de dipolos se han realizado en 31 pacientes (2 pacientes del grupo de lesionectomías, 16 epilépticos con lesión en la RM y 13 epilépticos sin lesión). En seis casos no se obtuvo dipolo, al no presentar los pacientes actividad epileptógena durante el registro. En 18 casos el dipolo se situó dentro de la zona más comicialógena confirmada en la electrocorticografía. En 7 casos el dipolo se localizaba en otra área.

6.4.- RESULTADOS

MEDIDAS DE LA CUADRICULA DE TALAIRACH

Sobre los esquemas realizados se ha cuadrículado el cerebro de acuerdo a la metodología de TALAIRACH, para comprobar si nuestra sistemática y los mapas realizados serían similares a los obtenidos con un estudio estereoencefalográfico y comparables con su atlas anatomofuncional. Se han elegido además otras distancias entre estructuras de línea media y surcos por ser fácilmente identificables.

Las medidas obtenidas por TALAIRACH¹⁴⁷ referentes a su cuadrícula son las siguientes: la distancia CA-CP es de 25 mm; la distancia total ántero-posterior es de 171 mm; desde la línea intercomisural al límite superior hay 78 mm y al límite

DISCUSION

inferior 43; siendo la distancia total súpero-inferior de 121 mm. Desde la comisura anterior al límite anterior frontal la distancia es de 71 mm y desde la comisura posterior al límite posterior es de 75 mm. Para la distancia entre ambos hemisferios obtiene un valor de 136 mm.

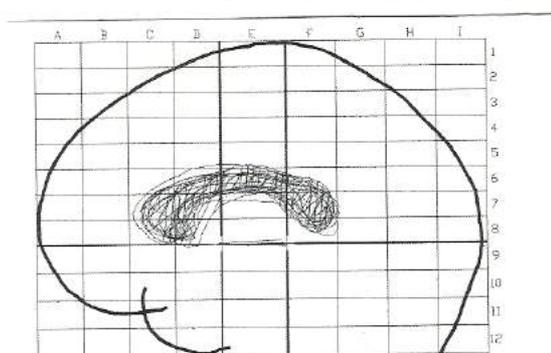
LLama la atención que los resultados obtenidos en el grupo control referentes a estas medidas son todos menores que los descritos por TALAIRACH, mientras que la línea intercomisural sin embargo tiene las mismas dimensiones. Una de las explicaciones a este resultado puede ser la metodología utilizada por este autor, basada en cadáveres a los que inyectaba primero contraste en el sistema ventricular para visualizar la línea CA-CP, inyección de formol al 10% en el espacio subaracnoideo y ventricular y posteriormente el cerebro se introducía en una solución de formol al 4%. No se hace referencia en este libro a la causa del fallecimiento o si existía patología neurológica. Otros autores han realizado medidas de la longitud ántero-posterior del córtex, basados en estudios de RM en vivos⁸⁵ encontrando que esta distancia mediría 163,4mm. Este resultado está más aproximado a los resultados que se han obtenido en el grupo control (155,79mm). Por otra parte la RM no es un buen método para realizar estudios sobre el hueso, se pueden presentar distorsiones en aquellas estructuras más localizadas cerca del hueso y que nos artefacten los límites externos⁵⁸. Al existir esta discordancia entre los resultados del grupo control con los resultados de TALAIRACH, se midieron otras distancias referidas por otros autores y basadas igualmente en estudios de cadáveres, pero fijados solamente con formol al 4%. Una de estas medidas es la distancia desde el límite anterior del cuerpo calloso al límite anterior cortical (v=13). En los resultados obtenidos por ONO et al.¹¹³ son de una media de 34 (28-38) y nosotros hemos observado una distancia de 35,5 " 3,2 mm. Para estos autores, la distancia desde el cuerpo calloso al límite superior (v=15) es de 36 mm, variando entre 32 y 44, y desde el esplenium a la cisura calcarina (v=21) la distancia es de 15 mm con un rango muy amplio entre 7 y 25. Los resultados del grupo control para estas distancias es respectivamente de 39,5 " 3,5mm y 17,5 " 2,5mm.

Otra de las medidas que se han considerado como representativas es la

DISCUSION

longitud del cuerpo calloso en un plano paralelo a la línea intercomisural ($v=11$). Los datos del grupo control son de $70,8 \pm 4,5$. WOICIECHOWSKY¹⁶⁴ obtiene unos resultados de $71,3 \pm 4,0$. En el estudio descriptivo anatómico de LANG^{81,82} se obtienen unos resultados de 73,67 (62-86). Otros autores también han encontrado datos muy similares^{3,85}.

En resumen, las medidas de estructuras de línea media como la línea intercomisural y el cuerpo calloso son similares a las referidas por otros autores. Otras distancias tomadas como referencias como la distancia desde el esplenio a la cisura calcarina o desde la parte anterior del cuerpo calloso al límite anterior y superior, se encuentran dentro de los valores referidos por otros autores. Las distancias globales son inferiores a las obtenidas en el trabajo de TALAIRACH y esto podría ser debido a la metodología utilizada para fijar los cerebros. Por otro lado, la distribución del cuerpo calloso en los diez casos con respecto a la cuadrícula es similar a la descrita por TALAIRACH¹⁵¹, así como la superposición de las suturas calcarinas. Esto refrendaría que se pueden comparar estos mapas realizados con esta metodología con su Atlas Estereotáxico, teniendo precaución en las localizaciones muy periféricas. En el esquema se puede observar la distribución del cuerpo calloso sobre el cuadrículado de TALAIRACH de los diez pacientes del grupo control.



Comparando el grupo control con el grupo de lesionectomías y CLE, se

puede apreciar que las distancias totales en los tres ejes del espacio son discretamente superiores a las obtenidas en el grupo control, sin que las diferencias sean estadísticamente significativas. Solamente hay diferencia significativa en la distancia medida a nivel de la cisura calcarina. Esto puede explicarse por la gran variación anatómica de este surco con oscilaciones entre 7 y 25 mm, y refrendado en los estudios de BRIERLEY et al.¹⁷ ya que encuentran una gran variación anatómica en las estructuras posteriores a la comisura posterior y no relacionada con la longitud intercomisural.

En el estudio comparativo entre el grupo control y el grupo de localización de complejos lesivo-epileptógenos se aprecia además un aumento en la distancia desde la comisura anterior al límite inferior temporal. Este aumento en esta distancia se ve reflejado igualmente en la distancia súpero-inferior total medida en el corte coronal. Sin embargo, al analizar esta distancia por localizaciones, se encuentra que en pacientes con focos temporales esta distancia es menor incluso que la media del grupo control, aunque sin diferencia significativa. Este aumento de la distancia desde la CA al límite inferior temporal está aumentado en los casos de epilepsia extratemporal confirmando por tanto que en las epilepsias temporales hay una atrofia cerebral focal.

PROPORCIONALIDAD DE LA CUADRICULA.

TALAIRACH realizó el cuadrículado del cerebro enmarcándolo en unas líneas paralelas y perpendiculares a la línea intercomisural, obteniendo unos cuadrados o apartados: ántero-superior, pósterosuperior, ántero-inferior y pósteroinferior. Entre todos ellos quedaría la línea CA-CP. Posteriormente subdividió cada apartado en cuadrículas de menor tamaño, obtenidas como la mitad y como un cuarto de cada apartado. Se ha intentado comprobar una proporcionalidad entre cada uno de estos apartados con la distancia entre ambas comisuras. Obteniendo en los tres grupos que el largo de la cuadrícula anterior es 2,5 veces la línea CA-CP, 2,7 veces la línea CA-CP sería el largo posterior y 2,8 para la altura superior. (Ver Fig. 9, pag. 64.bis). Hay variación en la proporción inferior que es de 1,4 en el grupo control y 1,5 en los otros dos grupos.

Los resultados obtenidos en los 100 casos ponen de manifiesto una

proporción del cerebro con respecto a la línea CA-CP, variando el coeficiente de proporción en cada bloque pero con muy pocas variaciones entre los distintos grupos. Teniendo en cuenta la medida de la línea CA-CP se podrían por tanto cuadrangular todos los cerebros utilizando estos coeficientes de proporción sin necesidad de realizar la rejilla completa, subdividiendo sólo en las zonas específicas de estudio.

CUERPO CALLOSO

Se ha elegido esta estructura para realizar un estudio morfométrico. La imagen que se obtiene en la RM es lo suficientemente nítida como para permitir delimitar todo su contorno. Es una estructura grande y central que no se ve artefactada por las distorsiones de las imágenes fotográficas en zonas periféricas. Por otra parte es una estructura ampliamente estudiada por otros autores y con datos objetivos con respecto a su longitud y a una serie de ángulos formados entre sus regiones.

Se han descrito en la literatura cinco ángulos formados por líneas tangentes a las diferentes superficies del cuerpo calloso⁴¹. Sus resultados son de 38,4 " 8,17 para el ángulo alfa (v=41), 61 "6,4 para el beta (v=42). El ángulo gamma (v=43) tiene un valor medio de 81 " 8,9, el delta (v=44) es de 142,8 " 11,55 y para el épsilon (v=45) los valores serían de 118,5 " 8,07. Estos autores toman un sexto ángulo de control para su estudio, que es el formado entre el plano esfenoide y una línea desde la silla turca al borde anterior del agujero magno (v=46) con unos datos de 117,3 " 6,4. Los resultados obtenidos en el grupo control, así como en los grupos B y C, con respecto a estos seis ángulos son similares a los descritos por dichos autores. En el estudio comparativo entre los grupos sí se aprecia que en el grupo de lesiones del CLE el ángulo alfa es mayor mientras que el gamma es menor. Esto puede ser debido a la morfología más anómala que se encuentra en los pacientes epilépticos, refrendado por el hecho de que los resultados más dispares con respecto a esta medida son debidos a los pacientes a los que se realizó una callosotomía y los pacientes con epilepsia localizada a nivel del área motriz suplementaria. A esto habría que añadir que el grupo de pacientes con lesiones del CLE la distancia CA-

DISCUSION

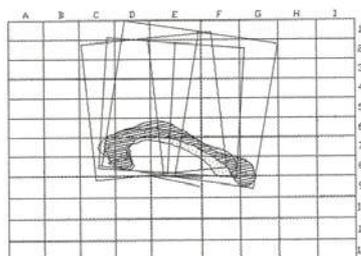
CP es menor, la longitud del cuerpo caloso también es menor. Esto podría ser debido a que el grupo C es el más inhomogéneo en estudios con grupos similares.

Por otro lado, los resultados globales obtenidos en este apartado son comparables y sus medias se encuentran entre los rangos de los valores obtenidos de la bibliografía. Esto refrendaría que el método utilizado en la digitalización de las imágenes de resonancia es válido al no detectar errores en los cálculos realizados.

OLIVIER describe un sistema de localización de estructuras funcionales basado en el cuerpo caloso y en una serie de planos trazados a nivel de su límite anterior, posterior y medio^{85,111}. Según este Sistema Referencial el plano medio (MC) intersectaría el surco central en un 95 % de los casos, con unas variaciones de 3-7 mm. La localización de la zona inferior del surco central se situaría posterior al plano MC a una distancia de 0,3 " 1,2 mm y el trayecto superior estaría 4 mm anterior al plano posterior (PC).

En este trabajo se han trazado estos planos sobre el cuerpo caloso y se ha correlacionado con el cuadrículado de TALAIRACH, comprobando sobre qué cuadrícula se situarían y qué distancia hay desde cada plano a la comisura anterior o posterior. Igualmente se ha medido el ángulo formado entre el plano horizontal caloso y la línea intercomisural ($v=47$) y la longitud del cuerpo caloso, medida en el plano horizontal ($v=55$).

Los resultados de la longitud del cuerpo caloso son de 70,3 " 4,2, comparables a los referidos por este autor. Pero se puede apreciar una gran variación entre los resultados comparativos de ambos autores sobre la localización del Surco Central como se puede apreciar en la figura:



Según el cuadrículado de TALAIRACH el Surco Central^{99,147,152} se sitúa sobre la cuadrícula E y extendiéndose superiormente hacia la F. Realizando la sistemática de OLIVIER^{85,111}, en un 10 % de los casos del grupo control el plano MC y por lo tanto la localización teórica del Surco Central estaría sobre la cuadrícula D, por lo tanto más anterior. La morfología del cuerpo calloso es muy variada, sobre todo en el grupo de pacientes con complejos lesivo-epiletógenos y consideramos que el sistema de OLIVIER puede ser un buen método referencial para localizar Rolando, pero posiblemente sea más seguro y exacto realizar el cuadrículado completo del cerebro que no solamente sobre una estructura central muy variable anatómicamente. El cuadrículado de TALAIRACH informa además de la localización de todas las áreas de BRODMAN, aportando una información más completa.

REFERENCIAS OSEAS.

Tradicionalmente la localización quirúrgica de las lesiones intracraneales se basaba en la relación de estos procesos con respecto a puntos óseos referenciales, como las suturas, peñasco,... Se ha medido la distancia entre las suturas coronal y lambdoidea con respecto a la comisura anterior, el ángulo que formarían estos tres puntos y la distancia desde cada sutura a la comisura correspondiente.

Los resultados correspondientes a los tres grupos son homogéneos, no se han encontrado diferencias significativas. Tan sólo en el grupo de lesionectomías la distancia desde la comisura anterior a la sutura lambdoidea es mayor que en el resto de los grupos. Esta diferencia es mínima y probablemente es significativa por la poca desviación estándar que se encuentra en los datos de este apartado. Esto está relacionado con que en el grupo B las distancias posteriores son discretamente mayores que en el grupo control y, por lo tanto, la relación ósea también está aumentada.

Los resultados globales de los 100 casos muestran que el ángulo formado entre la CA y las dos suturas es de $87,1^{\circ} \pm 6,3$ muy aproximado a un ángulo recto. La desviación estándar es relativamente pequeña en estas medidas, por lo que se les puede considerar como fiables para la localización indirecta de la comisura anterior

y posterior en aquellos casos en que no sea visible por otros métodos de imagen, como la Rx o angiografía haciendo más exacto el sistema de TALAIRACH de referencias óseas para la CA-CP.

CORRELACION ANGIOGRAFIA-RESONANCIA

La digitalización manual de las exploraciones radiológicas conlleva un cierto error, máxime si se integran dos estudios de características diferentes y principalmente en el caso de la angiografía, donde se pueden producir fácilmente distorsiones que alterarían el resultado por angulaciones, giros y el propio error de magnificación de la técnica radiológica. Anatómicamente la arteria pericallosa discurre por el límite superior del cuerpo calloso. Sin embargo, en estudios de cadáveres, entre ambas estructuras se puede encontrar un tejido aracnoideo que provoca que en ocasiones la adaptación no sea completa^{81,113,134}. Por este motivo se han seleccionado 3 puntos en el recorrido de la arteria pericallosa donde se han medido la separación entre los dos dibujos realizados (cuerpo calloso tomado de la RM y arteria según la ADS). A priori, la existencia de distancias entre arteria y cuerpo calloso se consideran errores en la superposición. En el primer punto el error es de 0,1 " 0,2, este error es de 1,6 "2,3 en el segundo punto y en el tercero 2,4 " 2,8 ; este último punto se encuentra artefactado por variaciones anatómicas de la arteria que en muchas ocasiones ya se divide en ramas y cambia su trayecto por el cuerpo calloso.

En el sistema venoso se han medido dos puntos tomados a nivel de la ampolla de Galeno, considerando que esta estructura delimita posteriormente el cuerpo calloso. Los errores son de 0,1 y 0,7 mm.

Globalmente se obtiene que los errores máximos por la propia superposición de imágenes sería inferior a 1,5 " 1,9 mm, por lo que los mapas realizados con esta metodología son lo suficientemente fiables e idóneos para localizar lesiones mayores de 1 cm.

LOCALIZACION DE LESIONES

En este grupo la sistemática utilizada ha permitido la localización de lesiones córtico-subcorticales de pequeño tamaño sin necesidad de utilizar los sistemas de estereotaxia propuestos en los años 80, como el abordaje combinado estereotaxico-quirúrgico^{14,42,75}. La posibilidad de visualizar los surcos y las circunvoluciones en la RM, así como el poder correlacionar el dibujo venoso, clave en el acto quirúrgico como identificador de la circunvolución correspondiente y, por lo tanto, de la localización de la lesión, ha facilitado que el abordaje a las lesiones sea a través de los surcos realizando una disección microscópica y navegando entre ellos hasta llegar a la zona lesiva. Con esta técnica se consigue una menor lesión cortical, por consiguiente menor déficit neurológico, y se pueden seleccionar las zonas de abordaje siguiendo vías anatómicas naturales.

Las lesiones que debutaron como cuadro hemorrágico tienen indicación quirúrgica al tener una alta probabilidad de resangrado a largo plazo, tanto sean malformaciones arterio-venosas como cavernomas^{30,130}. Todas (25 pacientes) fueron localizadas sin ocasionar déficits y sin error al elegir el surco que permitió su acceso.

Los cavernomas causan epilepsia como síntoma inicial con una incidencia variable según las diferentes series^{126, 157}. En la actualidad se discute si los cavernomas que provocan epilepsia exclusivamente deben ser operados cuando su tamaño es pequeño y se localizan en áreas funcionantes, o si se les debe de dejar a su evolución natural^{24,130}, teniendo en cuenta la dificultad que plantean en su localización quirúrgica⁹⁶. El problema fundamental es tener la capacidad para localizar el cavernoma con precisión y acceder a ellos sin dislacerar el córtex cerebral.

Las lesiones resecaadas causantes de epilepsia en todos los casos (13 pacientes) se encontraban en zonas funcionantes, por lo que la resección se

encaminó a extirpar exclusivamente la lesión para no ocasionar déficit neurológico, planteando una segunda intervención en el caso de que persistieran las crisis. 4 de los 13 pacientes de este grupo presentaron crisis en los 3-6 meses postoperatorios que han ido desapareciendo, llevando mas de un año y medio de control sin crisis. Los otros nueve pacientes no han presentado crisis desde la intervención.

LOCALIZACION DE COMPLEJOS LESIVO-EPILEPTOGENOS.

Una de las dificultades mayores que se plantean en las Unidades de Cirugía de la Epilepsia es la localización del complejo lesivo-epileptógeno^{44,131,154}.

En el libro de PENFIELD y JASPER¹¹⁸ publicado en 1954 titulado Epilepsia y Anatomía Funcional del Cerebro Humano, los autores documentan los hallazgos neurofisiológicos de pacientes determinados con esquemas idénticos para todos ellos, sobre los que van añadiendo los datos encontrados hasta construir mapas individualizados. La reunión de múltiples pacientes y la similitud de los hallazgos funcionales les permitieron llegar a construir mapas anatomo-funcionales universalizados, ejemplo de los cuales es el famoso Homúnculo de representación anatomofuncional de la región central.

En el estudio y tratamiento quirúrgico de la Epilepsia, PENFIELD y JASPER generaron una metodología anatomo-quirúrgica y neurofisiológica que se caracteriza por su bidimensionalidad y por basarse en el estudio intercítico del fenómeno epiléptico. TALAIRACH y BANCAUD^{8,150} mejoran esta metodología y diseñan un sistema que permite estudiar tridimensionalmente el cerebro del paciente epiléptico, añadiendo el concepto neurofisiológico de la necesidad de estudiar, de forma igualmente tridimensional, el inicio y desarrollo de la descarga epiléptica. Para esto último proponen la colocación de electrodos profundos, llevando a cabo la exploración estereoelectroencefelográfica (SEEG).

Ahora bien, para obtener una completa seguridad de la localización anatomo-funcional de cada electrodo, tuvieron que diseñar toda una estructura estereotáxica,

que comprendió el desarrollo de una Guía Estereotáxica para el estudio de la corteza cerebral, la concepción de un quirófano especial en el que llevar a cabo los estudios radiológicos con la mínima distorsión posible (telerradiografía) y la construcción de un Atlas Estereotáxico basado en la línea intercomisural CA-CP^{147,150}.

Antes de llevar a cabo el estudio SEEG era imprescindible realizar el estudio Estereoencefalográfico (SEG) ya referido. Esto hacía posible además llevar a cabo posteriormente un proceso de "normalización" de la línea CA-CP y la superposición de mapas de diferentes pacientes con similares hallazgos, lo que les permitió realizar estudios estadísticos de localización anatómica de surcos, cisuras, estructuras ventriculares o paraventriculares, etc.(Véase Figs. de las páginas 81 y 95). Además de conseguir demostrar también las correspondencias funcionales de numerosas estructuras importantes desde el punto de vista epileptógeno, como es el caso de la localización funcional del Area Motriz Suplementaria descrita por PENFIELD y JASPER¹¹⁸.

La aparición de las redes de electrodos subdurales, que pueden dejarse implantadas sobre el cortex a explorar, ha reducido la necesidad de realizar estudios funcionales pre-resección quirúrgica "a craneo abierto" bajo anestesia local^{124,154,165}. Aunque aumenta los costes y el riesgo de infección, en general vale la pena realizar estudios exhaustivos de forma crónica, con el enfermo en condiciones normales, cuando estamos ante la posibilidad de afectar zonas funcionalmente no silentes. Esto permite realizar sin premuras estudios neurofisiológicos muy completos y seguros, así como diseñar con gran exactitud la zona quirúrgica a reseca. La resección cortical, planteada en un segundo tiempo, se realiza así de forma rápida y descansada.

Sin embargo, en casos de resecciones que puedan implicar zonas del lenguaje, y con pacientes de nivel intelectual normal y colaboradores, la intervención bajo anestesia local sigue siendo aún muy válida.

AREA MOTRIZ SUPLEMENTARIA

El Area Motriz Suplementaria (AMS), descrita por W.PENFIELD, es una de las zonas epileptógenas más características y frecuentes de las epilepsias fármaco-resistentes extratemporales.

Se sitúa inmediatamente delante de la representación motora del pie contralateral y se encuentra casi por completo en la cara medial, dentro de la fisura interhemisférica, correspondiéndose con la parte más posterior de la primera circunvolución frontal. Desde el punto de vista funcional su estimulación eléctrica o la propia descarga epiléptica produce multitud de acciones como cambios posturales, vocalización, actos motores coordinados, cambios autonómicos, etc.

J.TALAIRACH y J.BANCAUD¹⁴⁸, mediante su sistema de cuadrículado cerebral basado en la línea CA-CP realizan una localización estadística de los límites de dicha AMS: Surco caloso-marginal y extensión de F1, así como la delimitación topográfica tras estimulación eléctrica inductoras de respuestas clínicas, extendiéndose fundamentalmente alrededor de las cuadrículas D-3 y D-4. (Ver Figs XIII y XIV del Anexo)..

La metodología de TALAIRACH para el estudio de las epilepsias localizadas a nivel del AMS requiere la colocación de electrodos profundos, mediante estereotaxia, no sólo en ambas AMSs sino también en giro cingular, giro orbitario, corteza externa de F2 y F3, región amigdaló-hipocámpica y corteza externa temporal. Una vez colocados los electrodos es necesario reproducir una crisis espontánea para poder correlacionar las manifestaciones de las crisis con los electrodos correspondientes^{103,107,149}.

En los nueve pacientes intervenidos por epilepsia de AMS se les ha colocado en una primera intervención electrodos de foramen oval bilaterales para control de región amigdaló-hipocámpica, siguiendo la técnica de WIESSER¹⁶³ y mantas de electrodos subdurales cubriendo ambas caras internas frontales y corteza externa frontal del hemisferio considerado más lesivo. Las zonas más afectadas se han situado sobre las cuadrículas D3-D4 (Fig. página 83) de forma similar a los estudios SEEG. De los 9 pacientes cuatro están sin crisis, en tres hay una disminución

importante y en dos persisten las crisis. Los resultados anatomopatológicos demostraron zonas de gliosis, satelitosis y disminución neuronal.

OTROS COMPLEJOS LESIVOS-EPILEPTOGENOS.

Excepto en las epilepsias temporales en que se puede discutir si se realiza una lobectomía tradicional o una resección tallada de acuerdo a los resultados de las exploraciones neurofisiológicas, en las resecciones extratemporales no hay duda que han de ser talladas de acuerdo a los resultados neurofisiológicos y de neuroimagen^{22,33,44}.

El resto de los pacientes de este grupo presentan diferentes localizaciones del CLE. Por esto no se ha realizado un análisis más completo por grupos al no considerar que hubiera un número apropiado de casos con características similares. Dentro de las epilepsias temporales, a pesar de ser un número elevado (36 pacientes) presentan gran variabilidad (con o sin lesión en RM, lesión quirúrgica per se, hemisferios distintos,...) y no es el objetivo de este trabajo. Hemos considerado útil la colocación de electrodos de foramen oval en una primera fase para descartar bilateralidad¹⁶³ y posteriormente la realización intraoperatoria de electrocorticografía aguda con mantas subdurales colocadas en corteza externa (20 contactos) y en cara interna (4 contactos)según la bibliografía^{49,109}.

La resección se realiza de acuerdo a los hallazgos neurofisiológicos (EEG, Electrodo oval, ECoG), funcionales (test de Wada, mapa funcional con redes de electrodos) y la topografía cortical de acuerdo con los estudios de neuroimagen^{49,111,169}.

En las figuras de la página 81 se pueden ver las zonas con mas actividad epileptógena de cada hemisferio tras el proceso de normalización de los 36 pacientes.

Globalmente en el resto de pacientes con CLE extra-AMS hemos encontrado en todos los casos una alteración anatomo-patológica de la zona resecada con

disminución neuronal, gliosis y satelitosis en los pacientes sin lesión en RM o con lesión no tumoral.

Un 65 % de estos pacientes estan libres de crisis tras más de un año de seguimiento.

También hemos considerado útil la aplicación de este sistema de integración de imágenes para delimitar el límite posterior en los casos de callosotomías (Fig.XVI del Anexo).

Aunque no están claras las indicaciones y criterios de selección de los pacientes, parece que todos los autores coinciden al menos en reservar esta intervención para aquellos pacientes con epilepsias graves que no son candidatos a resecciones corticales¹⁶⁷. Entre éstas destacan las epilepsias generalizadas con crisis atónicas, tónicas y/o tónico-clónicas. También responden bien aquellos pacientes con lesiones en un solo hemisferio, en los que hay que valorar la indicación de la callosotomía versus hemisferectomía. Se benefician menos otros síndromes como el de Rasmussen, Lennox-Gastaut, las epilepsias multifocales y las epilepsias del lóbulo frontal¹⁴⁰. Las epilepsias parciales pueden empeorar, no siendo una de sus indicaciones. Se discute si el bajo nivel intelectual tiene peor pronóstico, las secuelas neuropsicológicas así como la extensión de la callosotomía. Se acepta por lo general realizarla en dos estadios. En el primero se realiza la sección de al menos 1/2 o 2/3, que se completa en un segundo tiempo según el resultado obtenido. De igual forma está en discusión la necesidad de realizar EEG durante la sección quirúrgica. No obstante se aconseja la realización de un estudio angiográfico, para tener referencias anatómicas más precisas sobre la extensión de la sección quirúrgica. De igual forma se aconseja no invadir los ventrículos laterales, respetando la capa endimaria. Descripciones detalladas de la técnica, indicaciones y resultados de la callosotomía las podemos encontrar en los trabajos publicados por MAXWELL⁹⁵, ROBERTS^{128,129} o SPENCER¹⁴⁰.

La delimitación quirúrgica del límite posterior de la callosotomía a realizar plantea dificultades durante la propia intervención. Algunos autores utilizan sistemas

de estereotaxia para localizar el límite posterior, otros colocan referencias metálicas en la piel localizando el punto teórico y control radiológico de la referencia durante la propia intervención, se basan en cálculos sobre las referencias óseas⁴ o se basan en la monitorización con EEG³⁸

En las callosotomías realizadas en nuestra Unidad, la realización de los esquemas con la superposición principalmente de la RM sagital de línea media y la angiografía (en este caso principalmente con el trayecto de la arteria pericallosa y callosomarginal), ha permitido delimitar la longitud de la sección del cuerpo calloso a realizar y tener un control de la situación del límite posterior. Igualmente las referencias óseas externas y las venas corticales han facilitado la localización de este límite.

Otra aplicación original ha sido en la realización de una hemisferectomía subtotal. La hemisferectomía fue realizada por primera vez por DANDY²⁶ en 1928 para resección de tumores cerebrales y aplicada al control de la epilepsia por McKENZIE en 1938. OBRADOR¹⁰⁶ (1952) fue el primero que propuso su realización en bloque. Dados los problemas de hemosiderosis que aparecían tras la hemisferectomía anatómica, RASMUSSEN propuso una hemisferectomía anatómica subtotal y posteriormente una hemisferectomía funcionalmente total, que se comenzó a realizar en el Montreal Neurological Institute a partir de 1974¹²². VILLEMURE¹⁵⁸ hace una recopilación de las diferentes técnicas de hemisferectomía y RASMUSSEN¹²³ expone las principales indicaciones para la realización de la hemisferectomía total funcional y de la hemisferectomía subtotal así como sus resultados, en los que destaca el hecho de tener un más alto porcentaje de control de las crisis que las resecciones corticales (más del 50%). Dada la importante distorsión anatómica en estos casos de grandes lesiones hemisféricas, no es tan fiable la utilización del cuadrículado de TALAIRACH basado en la línea CA-CP. En este caso es probablemente más fiable seguir el sistema referencial de OLIVIER para determinar la región rolándica y su relación con la zona a reseñar (Fig.XVII).

6.5.- NUEVAS PERSPECTIVAS

Desde su inicio en 1906, las técnicas estereotáxicas han sido utilizadas por el neurocirujano como sistemas localizadores de lesiones o estructuras cerebrales. Para ello se requiere de un marco estereotáxico de referencia que está fijo en el cráneo del paciente en orden a realizar los estudios radiológicos pertinentes para localizar el punto diana.

En 1946 aparece el primer calculador electrónico y 20 años después la tecnología computarizada es aplicada en el campo médico sobre las imágenes obtenidas de los rayos X.

A partir de entonces, los sistemas de estereotaxia se han perfeccionado informando no sólo de las coordenadas para llegar a la lesión, sino trazando el trayecto más adecuado o el mejor punto de entrada. En 1977 KELLY introduce el concepto de estereotaxia volumétrica computarizada y consigue obtener una reconstrucción del volumen tumoral en un monitor dentro del propio quirófano ; su continuación en esta línea le ha llevado a disponer de una potente estación de trabajo con reconstrucción tridimensional de la lesión a reseca y visible en el propio objetivo del microscopio quirúrgico, que se convierte de esta forma en un "microscopio estereotáxico". En el momento actual, su quirófano instalado en la Clínica Mayo es el que dispone de tecnología más sofisticada en cuanto a reconstrucción tridimensional de lesiones y trabajando en tiempo real⁷³.

Las técnicas de procesamiento para obtención de imágenes 3-D incluyen una sistemática compleja que ha ido avanzando en fases: sombreado de la lesión y de las estructuras más profundas, segmentación de un objeto para obtener un área... Mediante la utilización de potentes herramientas matemáticas se han convertido las imágenes en modelos poligonales, desde los más simples a los más complejos, hasta llegar a obtener una imagen real de la lesión⁵².

Sin embargo la estereotaxia persiste como un sistema rígido, adaptado al cráneo del paciente y es un localizador referencial temporal. Otro de sus inconvenientes es que el arco estereotáxico guía los instrumentos neuroquirúrgicos hacia un punto siguiendo un trayecto lineal, convirtiéndose en un equipamiento que limita la movilidad del cirujano. A esto hay que añadir una nueva concepción quirúrgica que en los últimos años está modificando las intervenciones neuroquirúrgicas: la navegación a través de los surcos y cisuras, como técnica menos lesiva y que aprovecha rutas anatómicas. Todos estos conceptos están contribuyendo al desarrollo de dos líneas distintas de perfeccionamiento estereotáxico-microquirúrgico basada en la actual tecnología electrónica.

Por una parte los sistemas de estereotaxia sin marco "frameless stereotactic" que, tomando como puntos de referencia estructuras externas del paciente, trazan coordenadas que permiten realizar una reconstrucción posterior. Como en el sistema desarrollado por ROBERTS et al., basado en ultrasonidos como detector¹²⁷ u otros similares propuestos por diversos autores^{10, 48,62,93}

Ejemplos más sofisticados son los equipos compuestos de una potente estación de trabajo y un brazo multiarticulado, Neuronavigator^{160,161} o el Viewing Wand³⁶, capaces de proporcionar al neurocirujano información en tiempo real sobre su situación en el campo quirúrgico. La estación de trabajo obtiene imágenes 3-D de la RM o TAC y es capaz de digitalizar una serie de puntos de referencia de la cabeza del paciente, conociendo a partir de entonces la posición en que ha sido colocada por el neurocirujano y, por tanto, cualquier punto de su interior. En la pantalla de dicha estación de trabajo se le va ofertando al neurocirujano todos los datos que precise en cuanto a localización del punto a llegar, dirección, distancia recorrida, etc., con sólo ir orientando el extremo del brazo articulado. Las limitaciones por el momento es que las imágenes de que se disponen proceden de la RM y/o TAC, pero no es posible integrar las imágenes angiográficas.

Desde nuestro punto de vista, estos nuevos sistemas están siendo

denominados de forma algo errónea. En primer lugar al referirlos como "frameless stereotaxy", lo que supone un concepto negativo. En segundo lugar, las casas comerciales los difunden como "robots", cuando en realidad utilizan la robótica sólo desde el punto de vista de un brazo articulado pasivo que únicamente administra información, sin tener capacidad de ejecución.

Otra de las líneas de desarrollo es la basada en las técnicas de robotización con las ventajas y desventajas que suponen y que están llevando a la aplicación de los robots híbridos, combinados, con una parte activa automática y otra pasiva manual⁹⁰. Es de destacar en este grupo el equipo diseñado por BENABID, et al.¹² que incluye en el extremo del brazo robotizado el microscopio quirúrgico, identificando el punto diana del sistema con el foco de la lente.

Llevados por la misma necesidad de solucionar los problemas de localización intraoperatoria se diseñó y se fué perfeccionando el sistema de integración de imágenes que hemos descrito. Aunque mucho menos sofisticado que los anteriores, presenta una serie de características o ventajas: está basado en un ordenador tipo PC y el programa de diseño es un programa comercial. Y, sobre todo, permite superponer a la imagen de la RM y/o TAC la exploración angiográfica, fundamental para identificar estructuras corticales. Esto nos ha dado incluso la posibilidad de superponer la imagen del campo quirúrgico sobre los esquemas prequirúrgicos. Lo que permite, por ejemplo, la colocación de los electrodos en zonas anatómo-funcionales predeterminadas y tener un mejor control de la resección realizada de acuerdo con los estudios neurofisiológicos. También permite medir los errores y distorsiones entre los esquemas realizados y el campo quirúrgico real. Queda de esta forma en soporte magnético toda la información referente al acto quirúrgico realizado como mapa anatómo-funcional individualizado.

En resumen, se cumple plenamente nuestro objetivo de disponer de un sistema que nos permita localizar un punto del cortex cerebral o delimitar toda una superficie.

El ideal, sin embargo, de un sistema de integración de imágenes sería obtener una imagen 3-D conjugando todas las exploraciones neuroradiológicas, fundamentalmente RM y Angiografía. Actualmente esto no existe y menos sobre un ordenador tipo PC. Las aproximaciones que se están llevando a cabo, como acabamos de describir, requieren potentes ordenadores, no asequibles por su valor económico a la mayoría de los Servicios de Neurocirugía, aparte de personal técnico adecuado.

Mas el avance en las técnicas de imagen neurorradiológicas está consiguiendo la reconstrucción tridimensional de la RM^{67,89,130,152} y Angio-RM, obteniendo una información anatómica muy precisa. A la que muy pronto se añadirán imágenes de RM funcional. A medida que se obtengan imágenes más detalladas y, desde nuestro punto de vista, encuadradas dentro de lo que podría denominarse ESPACIO TRIDIMENSIONAL DE TALAIRACH, los métodos de "frameless stereotaxy", como el nuestro, irán mejorando en precisión no sólo anatómica sino funcional.

Con estas tendencias se llegará en un futuro próximo a conseguir tres objetivos básicos en la Neurocirugía: Terminar con la subdivisión artificial de Neurocirugía Funcional y Estereotáxica, refrendada incluso por una Sociedad Europea y Mundial. Llevar a cabo las intervenciones utilizando datos y rutas anatómicas, como siempre ha ocurrido en cualquier tipo de Cirugía. Y, por último, obtener una alta precisión en la capacidad localizadora y abordaje a la lesión por la vía menos traumática.

CONCLUSIONES

1.- Se describe un sistema original de integración de imágenes que permite la localización de lesiones y estructuras anatómo-funcionales telencefálicas.

2.- Con esta metodología se pueden realizar esquemas anatómo-funcionales individuales similares cualitativa y cuantitativamente a los obtenidos con la Estereoencefalografía de TALAIRACH, sin necesidad de utilizar sistemas de estereotaxia. No hemos encontrado diferencias significativas en relación a los estudios de TALAIRACH en el Grupo Control y de Lesionectomías.

3.- El ESPACIO TRIDIMENSIONAL DE TALAIRACH es útil y se comprueba la proporcionalidad del telencéfalo con respecto a la línea CA-CP. Esto, sin embargo, presenta dos excepciones:

- * En la región occipital, por su variabilidad anatómica.
- * En el Grupo de CLE por la diversidad en la localización y probable mayor extensión de las lesiones, aunque no sean visibles en la RM.

4.- La superposición de imágenes ha aportado datos anatómicos para la localización de lesiones con alta precisión, presentando un error inferior a 0,5 cm. Lo que nos ha permitido localizar sin guía estereotáxica todas las lesiones subcorticales mayores de 1 cm.

5.- Su empleo en la Cirugía de la Epilepsia nos genera, al igual que la Estereoencefalografía un mapa anatómo-funcional individualizado. Esto facilita la colocación de electrodos sobre las estructuras corticales deseadas, así como diseñar la intervención quirúrgica.

6.- El almacenamiento en soporte magnético de dichos mapas individuales genera

un sistema de archivo de datos anatómo-funcionales, neurofisiológicos, biopsias, resultados neuropatológicos y límites de la resección quirúrgica. La aplicación de un proceso de normalización nos permite superponer estudios de pacientes con igual patología. Obteniendo en todo momento resultados similares a los referidos por TALAIRACH.

7.- Una de las aplicaciones con mayor utilidad ha sido en los pacientes con epilepsia del área motriz suplementaria. Ha aportado una gran precisión en la localización de las cuadrículas D3 y D4 de TALAIRACH, con el fin de colocar electrodos subdurales y facilitar la localización del CLE.

8.- El sistema referencial de OLIVIER sólo informa sobre la situación de ROLANDO y presenta grandes variaciones en relación al sistema de TALAIRACH.



RESUMEN

Este trabajo pretende aportar una nueva metodología en la localización anatómo-funcional de lesiones córtico-subcorticales con indicación de tratamiento neuroquirúrgico. Estas lesiones pueden ser de dos tipos: 1.- Aquellas visibles en las pruebas de neuroimagen y que presentan una indicación de extirpación quirúrgica per se, como las malformaciones vasculares o las lesiones tumorales benignas . 2.- Lesiones, visibles o no con las pruebas de neuroimagen, que forman parte del complejo lesivo-epileptógeno a reseca en las epilepsias fármaco-resistentes.

Con la utilización de un programa de diseño asistido por ordenador (AUTOCAD v,11.0; Autodesk7) se ha realizado un esquema o mapa de cada paciente, superponiendo los diferentes estudios neurorradiológicos (Rx,RM, Angiografía...) realizados sin condiciones estereotáxicas. La integración de las imágenes estaría basada en la línea CA-CP, visible en la RM y calculable en la Rx y en la Angiografía; de acuerdo con el Atlas Estereotáxico de TALAIRACH, se realiza el cuadrículado del cerebro. Este mapa individual puede normalizarse y ser comparado con imágenes del Atlas Estereotáxico similares al corte de la RM que más nos interesa, con el fin de poder identificar las áreas funcionales relacionadas con la lesión y con el probable abordaje quirúrgico. La comparación de pacientes con la misma patología, mediante este proceso de normalización, permite igualmente localizar regiones anatómo-funcionales similares en cuanto a su exploración neurofisiológica.

Con esta sistemática obtenemos, por tanto, sin la utilización de los sistemas de estereotaxia, un esquema anatomofuncional del paciente similar a la Estereoencefalografía de TALAIRACH, donde estarían reflejados los surcos más próximos a la lesión y las venas y arterias que están en relación con el surco seleccionado para realizar su abordaje quirúrgico. Además, la superposición a los esquemas ya realizados de la imagen del campo quirúrgico (obtenida a través de una cámara de video acoplada al microscopio), convierten a este sistema de integración de imágenes en un instrumento quirúrgico de guía al cirujano para localizar y extirpar la lesión, sustitutivo de la guía estereotáxica y más netamente

quirúrgico, ya que permite que el cirujano se vaya desplazando por planos y referencias anatomo-funcionales.

Desde 1990 a 1994 se han estudiado un total de 104 pacientes del Servicio de Neurocirugía del Hospital de La Princesa y de la Unidad de Neurocirugía del Hospital Madrid, repartidos entre los siguientes grupos: **GRUPO A.- CONTROL**:10 pacientes. Formado por pacientes a los cuales se les realizó estudio de RM cerebral y ADS por presentar cefaleas y/o hemorragia subaracnoidea. Ambas exploraciones se encontraban dentro de la normalidad. Ninguno de los pacientes había presentado crisis comiciales y la exploración neurológica era normal. **GRUPO B.- LESIONECTOMIA**:38 Pacientes. Grupo de pacientes que presentan en RM y/o Angiografía una lesión vascular o tumoral benigna de menos de 3 cm.de tamaño. La clínica fue de hemorragia cerebral o epilepsia. El tratamiento quirúrgico ha sido exclusivamente la resección de la lesión. Este grupo se ha dividido en dos subgrupos: B1.- **HEMORRAGIA CLINICA**: 25 Pacientes (8 pacientes con cavernomas, 17 malformaciones arteriovenosas) y B2.- **EPILEPSIA**: 13 pacientes (5 cavernomas, 7 astrocitomas benignos y 1 meningioma). **GRUPO C.- RESECCION DEL COMPLEJO LESIVO-EPILEPTOGENO(CLE)**: 56 pacientes. Pacientes con epilepsia incontrolable médicamente de más de dos años de evolución. Se han clasificado en dos subgrupos según la existencia o no de lesión en la RM: C1.- **NO LESION EN RM**: 30 pacientes. C2.- **LESION EN RM**: 26 pacientes.

Se ha analizado la capacidad localizadora del sistema de integración de imágenes que se propone, en las dos vertientes que se pretende estudiar:

- A.- Localización de un punto. Es el caso de las lesiones pequeñas córtico-subcorticales, no visibles en la superficie cerebral.
- B.- Delimitación de una superficie. Es el caso de las resecciones quirúrgicas en la Cirugía de la Epilepsia

Se han cuantificado los siguientes parámetros: 1.- Cuadrícula de TALAIRACH (Medidas y Distancias, y proporcionalidad con respecto a la línea CA-CP). 2.- Estudio morfométrico del Cuerpo Caloso. 3.- Estudio comparativo del Sistema Referencial de OLIVIER con el de TALAIRACH. 4.- Referencias óseas y correlación con la línea intercomisural. 5.- Correlación RM y ADS.

Esta metodología genera esquemas anatomo-funcionales individuales similares cualitativa y cuantitativamente a los obtenidos con la Estereoencefalografía de TALAIRACH, sin necesidad de utilizar sistemas de estereotaxia. No habiendo encontrado diferencias significativas en la comparación entre los datos aportados por TALAIRACH y los obtenidos en los Grupos Control y de Lesionectomías.

Desde nuestro punto de vista, el ESPACIO TRIDIMENSIONAL DE TALAIRACH es útil y se comprueba la proporcionalidad del telencéfalo con respecto a la línea CA-CP. Esto, sin embargo, presenta dos excepciones:

- * En la región occipital, por su variabilidad anatómica.
- * En el Grupo de CLE por la diversidad en la localización y probable mayor extensión de las lesiones, aunque no sean visibles en la RM.

En el caso de existencia de lesiones visibles en la RM y/o ADS, la superposición de imágenes ha aportado datos anatómicos para la localización de lesiones con alta precisión, presentando un error inferior a 0,5 cm. Lo que nos ha permitido localizar sin guía estereotáxica todas las lesiones subcorticales mayores de 1 cm.

El empleo de esta metodología en la Cirugía de la Epilepsia nos permite obtener, al igual que con la Estereoencefalografía, un mapa anatomo-funcional individualizado, aunque sin precisar la colocación de guías estereotáxicas. Esto facilita la colocación de electrodos sobre las estructuras corticales deseadas, así como diseñar la intervención quirúrgica.

Por otra parte, el almacenamiento en soporte magnético de dichos mapas individuales crea un sistema de archivo de datos anatomo-funcionales,

neurofisiológicos, biopsias, resultados neuropatológicos y límites de la resección quirúrgica. La aplicación de un proceso de normalización nos permite comparar estudios de pacientes con igual patología. Obteniendo en todo momento resultados superponibles a los referidos por TALAIRACH.

En este sentido, una de las aplicaciones con mayor utilidad ha sido en los pacientes con epilepsia del área motriz suplementaria, ya que ha aportado una gran precisión en la localización de las cuadrículas D3 y D4 de TALAIRACH, con el fin de colocar electrodos subdurales y facilitar la localización del CLE en dicha AMS.

Sin embargo, desde nuestro punto de vista, el sistema referencial de OLIVIER sólo informa sobre la situación de ROLANDO y presenta grandes variaciones en relación al sistema de TALAIRACH.

El avance en las técnicas de imagen neurorradiológicas está consiguiendo la reconstrucción tridimensional de la RM y Angio-RM, obteniendo una información anatómica muy precisa. A la que muy pronto se añadirán imágenes de RM funcional. A medida que se obtengan imágenes más detalladas y, desde nuestro punto de vista, encuadradas dentro de lo que podría denominarse ESPACIO TRIDIMENSIONAL DE TALAIRACH, los métodos de "frameless stereotaxy", como el nuestro, irán mejorando en precisión no sólo anatómica sino funcional.

Con estas tendencias se llegará en un futuro próximo a conseguir tres objetivos básicos en la Neurocirugía: Terminar con la subdivisión artificial de Neurocirugía Funcional y Estereotáxica. Llevar a cabo las intervenciones utilizando datos y rutas anatómicas, como siempre ha ocurrido en cualquier tipo de Cirugía. Y, por último, obtener una alta precisión en la capacidad localizadora y abordaje a la lesión por la vía menos traumática.

TABLAS

www.neurorgs.com

TABLA I.- MEDIDAS, SURCOS, DISTANCIAS

N1 (1):	CODIGO (2):	EDAD (3):
NOMBRE:	4:	5SEXO (5):
GRUPO:	6:	
DIAGNOSTICO:	7:	

RM SAGITAL LINEA MEDIA:

CA-CP	8:		CA-LIM.ANT	9:	10:
C.CALL.	11:	12:	CC-LIM.ANT	13:	14:
CC-LIM.SUP	15:	16:	CC-LIM.POST	17:	18:
CC-OCCIPITAL	19:	20:	CC-CALCARINA	21:	22:
CP-LIM.POST	23:	24:	A-P TOTAL	25:	26:
CP-LIM.SUP	27:	28:	CA-LIM.INF	29:	30:
S-I TOTAL	31:	32:			

RM CORONAL CA:

D-I TOTAL	33:	34:	S-I TOTAL	35:	36:
TEMP.DERC	37:	38:	TEMP. IZD.	39:	40:

ANGULOS DEL CUERPO CALLOSO:

41 α :	42 β :	43 γ :	44 δ :	45 ϵ :	46 λ :
---------------	--------------	---------------	---------------	-----------------	----------------

SISTEMA REFERENCIAL DE OLIVIER:

47 ANGULO CA-CP/CC:	48 CUADR. AC:	49 DIST AC-CA:
50 CUADR. MC:	51 DIST MC-CA:	52 DIST MC-CP:
53 CUADR. PC:	54 DIST PC-CP:	55 CC-OLIV:

SUTURAS-RX:

56 CA-CORONAL:	57 CA-LAMB:	58 ANGULO:
59 CORONAL-CAH:	60 CORONAL-CAV:	61 LAMB-CPH:
62 LAMB-CPV:		

ANGIOGRAFIA:

63 A-CC-HORIZ:	64 A-CC-VERT:	65 A-CA-VERT:_
66 V-CC-VERT:	67 V-CC-HORIZ:	

TABLA II.- CUADRICULA DE TALAIRACH.

Grupos Control y Lesionectomías

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM. N = 37 MEDIA " SD	SIGN.
CA-CP	8	25,302 " 0,505	25,545 " 0,571	N.S.
CA-LIM.ANTER.	9	61,924 " 2,398	63,917 " 3,766	N.S.
C.CALLOSO	11	70,786 " 4,475	72,779 " 5,102	N.S.
CC.LIM.ANT.	13	35,471 " 3,227	35,523 " 4,603	N.S.
CC.LIM.SUP.	15	39,444 " 3,566	39,608 " 4,126	N.S.
CC.LIM.POST.	17	45,906 " 2,640	45,138 " 4,717	N.S.
CC-OCCIPITAL	19	53,822 " 2,739	56,053 " 5,224	N.S.
CC-CALCARINA	21	17,506 " 2,241	19,914 " 1,952	p<0,002
CP-LIM.POST.	23	68,570 " 3,193	70,129 " 5,916	N.S.
A-P TOTAL	25	155,795 " 3,989	159,622 " 8,325	N.S.
CP-LIM.SUP.	27	70,225 " 2,414	70,981 " 3,582	N.S.
CA-LIM.INF.	29	36,757 " 2,822	38,673 " 3,955	N.S.
S-I TOTAL	31	106,982 " 3,812	109,654 " 5,939	N.S.
D-I TOTAL	33	120,236 " 7,892	122,027 " 7,093	N.S.
S-I TOTAL COR.	35	105,156 " 5,810	105,434 " 5,910	N.S.
TEMP.DERC.	37	61,151 " 4,249	60,814 " 3,971	N.S.
TEMP.IZD.	39	59,087 " 4,716	61,213 " 4,435	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA III.-CUADRICULA DE TALAIRACH.

Grupos Control y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	CLE N = 53 MEDIA " SD	SIGN
CA-CP	8	25,302 " 0,505	25,162 " 1,074	N.S.
CA-LIM.ANTER	9	61,924 " 2,398	63,754 " 4,608	N.S.
C.CALLOSO	11	70,786 " 4,475	67,928 " 5,075	N.S.
CC.LIM.ANT.	13	35,471 " 3,227	36,162 " 3,795	N.S.
LIM.SUP.	15	39,444 " 3,566	40,480 " 3,769	N.S.
CC.LIM.POST.	17	45,906 " 2,640	46,647 " 4,793	N.S.
CC-OCCIPITAL	19	53,822 " 2,739	55,419 " 6,108	N.S.
CC-CALCARINA	21	17,506 " 2,241	19,567 " 2,218	p<0,009
CP-LIM.POST.	23	68,570 " 3,193	67,325 " 5,817	N.S.
A-P TOTAL	25	155,795 " 3,989	156,386 " 9,667	N.S.
CP-LIM.SUP.	27	70,225 " 2,414	70,199 " 5,099	N.S.
CA-LIM.INF.	29	36,757 " 2,822	39,145 " 3,729	p< 0,05
S-I TOTAL	31	106,982 " 3,812	109,343 " 7,448	N.S.
D-I TOTAL	33	120,236 " 7,892	124,245 " 8,043	N.S.
S-I TOTAL COR.	35	105,156 " 5,810	110,597 " 8,137	p< 0,04.
TEMP.DERC.	37	61,151 " 4,249	62,052 " 4,330	N.S.
TEMP.IZD.	39	59,087 " 4,716	62,193 " 4,827	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

S.D.= Desviación estándar

SIGN = Nivel de significación

N.S.= No hay diferencia estadísticamente significativa.

TABLA IV.-CUADRICULA DE TALAIRACH.

Grupos Lesionectomía y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN
CA-CP	8	25,545 " 0,571	25,162 " 1,074	p<0,02.
CA-LIM.ANTER	9	63,917 " 3,766	63,754 " 4,608	N.S.
C.CALLOSO	11	72,779 " 5,102	67,928 " 5,075	p<0,001
CC.LIM.ANT.	13	32,523 " 4,603	36,162 " 3,795	N.S.
LIM.SUP.	15	39,608 " 4,126	40,480 " 3,769	N.S.
CC.LIM.POST.	17	45,138 " 4,717	46,647 " 4,793	N.S.
CC-OCCIPITAL	19	56,053 " 5,224	55,419 " 6,108	N.S.
CC-CALCARINA	21	19,914 " 1,952	19,567 " 2,218	N.S.
CP-LIM.POST.	23	70,129 " 5,916	67,325 " 5,817	p<0,02
A-P TOTAL	25	159,622 " 8,325	156,386 " 9,667	N.S.
CP-LIM.SUP.	27	79,981 " 3,582	70,199 " 5,099	N.S.
CA-LIM.INF.	29	38,673 " 3,955	39,145 " 3,729	N.S.
S-I TOTAL	31	109,654 " 5,939	109,343 " 7,448	N.S.
D-I TOTAL	33	122,027 " 7,093	124,245 " 8,043	N.S.
S-I TOTAL COR.	35	105,434 " 5,910	110,597 " 8,137	p<0,002
TEMP.DERC.	37	60,814 " 3,971	62,052 " 4,330	N.S.
TEMP.IZD.	39	61,213 " 4,435	62,193 " 4,827	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

S.D.= Desviación estándar

SIGN = Nivel de significación

N.S.= No hay diferencia estadísticamente significativa.

TABLA V.-CUADRICULA DE TALAIRACH.

Resultados globales

VARIABLE	V	GLOBAL. N = 100 MEDIA " SD
CA-CP	8	25,32 " 0,88
CA-LIM.ANTER	9	63,63 " 4,14
C.CALLOSO	11	70,01 " 5,48
CC.LIM.ANT.	13	35,86 " 4,04
LIM.SUP.	15	40,05 " 3,87
CC.LIM.POST.	17	46,01 " 4,61
CC-OCCIPITAL	19	55,49 " 5,53
CC-CALCARINA	21	18,84 " 4,11
CP-LIM.POST.	23	68,49 " 5,76
A-P TOTAL	25	157,52 " 8,85
CP-LIM.SUP.	27	70,49 " 4,36
CA-LIM.INF.	29	38,73 " 3,77
S-I TOTAL	31	109,22 " 6,62
D-I TOTAL	33	122,94 " 7,71
S-I TOTAL COR.	35	108,07 " 7,52
TEMP.DERC.	37	60,814 " 3,971
TEMP.IZD.	39	61,49 " 4,17

N = Número de casos

V = Variable

S.D.= Desviación estándar

TABLA VI.- PROPORCIONALIDAD DE LA CUADRICULA.

Grupos Control y Lesionectomías

VARIABLE / CA-CP	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM. N = 37 MEDIA " SD	SIGN.
CA-LIM.ANTER.	10	2,447 " 0,108	2,498 " 0,154	N.S.
C.CALLOSO	12	2,793 " 0,168	2,845 " 0,208	N.S.
CC.LIM.ANT.	14	1,399 " 0,142	1,386 " 0,186	N.S.
CC.LIM.SUP.	16	1,556 " 0,153	1,547 " 0,160	N.S.
CC.LIM.POST.	18	1,810 " 0,108	1,762 " 0,190	N.S.
CC-OCCIPITAL	20	2,122 " 0,122	2,190 " 0,202	N.S.
CC-CALCARINA	22	0,687 " 0,091	0,774 " 0,082	p<0,005
CP-LIM.POST.	24	2,705 " 0,127	2,740 " 0,230	N.S.
A-P TOTAL	26	6,155 " 0,181	6,244 " 0,326	N.S.
CP-LIM.SUP.	28	2,772 " 0,118	2,774 " 0,144	N.S.
CA-LIM.INF.	30	1,447 " 0,093	1,516 " 0,169	N.S.
S-I TOTAL	32	4,222 " 0,142	4,291 " 0,264	N.S.
D-I TOTAL	34	4,749 " 0,326	4,776 " 0,303	N.S.
S-I TOTAL COR.	36	4,156 " 0,279	4,126 " 0,260	N.S.
TEMP.DERC.	38	2,413 " 0,188	2,377 " 0,163	N.S.
TEMP.IZD.	40	2,135 " 0,565	2,393 " 0,188	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA VII.- PROPORCIONALIDAD DE LA CUADRICULA.

Grupos Control y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE / CA-CP	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
CA-LIM.ANTER.	10	2,447 " 0,108	2,529 " 0,169	N.S.
C.CALLOSO	12	2,793 " 0,168	2,698 " 0,198	N.S.
CC.LIM.ANT.	14	1,399 " 0,142	1,433 " 0,146	N.S.
CC.LIM.SUP.	16	1,556 " 0,153	1,604 " 0,136	N.S.
CC.LIM.POST.	18	1,810 " 0,108	1,849 " 0,176	N.S.
CC-OCCIPITAL	20	2,122 " 0,122	2,196 " 0,218	N.S.
CC-CALCARINA	22	0,687 " 0,091	0,773 " 0,088	p<0,006
CP-LIM.POST.	24	2,705 " 0,127	2,672 " 0,206	N.S.
A-P TOTAL	26	6,155 " 0,181	6,022 " 0,104	N.S.
CP-LIM.SUP.	28	2,772 " 0,118	2,785 " 0,178	N.S.
CA-LIM.INF.	30	1,447 " 0,093	1,551 " 0,134	p<0,02
S-I TOTAL	32	4,222 " 0,142	4,342 " 0,246	N.S.
D-I TOTAL	34	4,749 " 0,326	4,947 " 0,430	N.S.
S-I TOTAL COR.	36	4,156 " 0,279	4,368 " 0,282	p<0,03
TEMP.DERC.	38	2,413 " 0,188	2,466 " 0,206	N.S.
TEMP.IZD.	40	2,135 " 0,565	2,475 " 0,258	p<0,01

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA VIII.- PROPORCIONALIDAD DE LA CUADRICULA.

Grupos Lesionectomía y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE / CA-CP	V	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
CA-LIM.ANTER.	10	2,498 " 0,154	2,529 " 0,169	N.S.
C.CALLOSO	12	2,845 " 0,208	2,698 " 0,198	p<0.001
CC.LIM.ANT.	14	1,386 " 0,186	1,433 " 0,146	N.S.
CC.LIM.SUP.	16	1,547 " 0,160	1,604 " 0,136	N.S.
CC.LIM.POST.	18	1,762 " 0,190	1,849 " 0,176	N.S.
CC-OCCIPITAL	20	2,190 " 0,202	2,196 " 0,218	N.S.
CC-CALCARINA	22	0,774 " 0,082	0,773 " 0,088	N.S.
CP-LIM.POST.	24	2,740 " 0,230	2,672 " 0,206	N.S.
A-P TOTAL	26	6,244 " 0,326	6,022 " 0,104	N.S.
CP-LIM.SUP.	28	2,774 " 0,144	2,785 " 0,178	N.S.
CA-LIM.INF.	30	1,516 " 0,169	1,551 " 0,134	N.S.
S-I TOTAL	32	4,291 " 0,264	4,342 " 0,246	N.S.
D-I TOTAL	34	4,776 " 0,303	4,947 " 0,430	N.S.
S-I TOTAL COR.	36	4,126 " 0,260	4,368 " 0,282	p<0,001
TEMP.DERC.	38	2,377 " 0,163	2,466 " 0,206	N.S.
TEMP.IZD.	40	2,393 " 0,188	2,475 " 0,258	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA IX.- PROPORCIONALIDAD DE LA CUADRICULA

Resultados globales

VARIABLE / CA-CP	V	GLOBAL N = 100 MEDIA " SD
CA-LIM.ANTER.	10	2,51 " 0,16
C.CALLOSO	12	2,76 " 0,21
CC.LIM.ANT.	14	1,41 " 0,16
CC.LIM.SUP.	16	1,58 " 0,15
CC.LIM.POST.	18	1,81 " 0,18
CC-OCCIPITAL	20	2,19 " 0,20
CC-CALCARINA	22	0,74 " 0,16
CP-LIM.POST.	24	2,70 " 0,21
A-P TOTAL	26	6,12 " 0,83
CP-LIM.SUP.	28	2,78 " 0,16
CA-LIM.INF.	30	1,53 " 0,15
S-I TOTAL	32	4,31 " 0,25
D-I TOTAL	34	4,86 " 0,38
S-I TOTAL COR.	36	4,26 " 0,29
TEMP.DERC.	38	2,43 " 0,19
TEMP.IZD.	40	2,41 " 0,30

N = Número de casos

V = Variable

S.D. = Desviación estándar.

TABLA X.- ANGULOS DEL CUERPO CALLOSO.

Grupos Control y Lesionectomías

ANGULOS	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM. N = 37 MEDIA " SD	SIGN.
α	41	40,70 " 6,482	42,892 " 8,965	N.S.
β	42	63,00 " 7,498	64,162 " 6,090	N.S.
γ	43	76,40 " 3,978	73,270 " 8,225	N.S.
δ	44	136,70 " 6,129	137,054 " 7,284	N.S.
ϵ	45	119,80 " 5,846	115,486 " 5,752	N.S.
λ	46	118,80 " 5,653	117,541 " 8,123	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XI.- ANGULOS DEL CUERPO CALLOSO

Grupos Control y Complejo Lesivo-Epileptógeno

ANGULOS	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
α	41	40,70 " 6,482	47,075 " 9,841	p<0.05
β	42	63,00 " 7,498	63,038 " 9,000	N.S.
γ	43	76,40 " 3,978	70,151 " 8,377	p<0,01
δ	44	136,70 " 6,129	134,283 " 8,697	N.S.
ϵ	45	119,80 " 5,846	115,642 " 6,783	N.S.
λ	46	118,80 " 5,653	119,170 " 8,519	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XII.- ANGULOS DEL CUERPO CALLOSO.

Grupos Lesionectomías y Complejo Lesivo-Epileptógeno

ANGULOS	V	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
α	41	42,892 " 8,965	47,075 " 9,841	p<0.04
β	42	64,162 " 6,090	63,038 " 9,000	N.S.
γ	43	73,270 " 8,225	70,151 " 8,377	N.S.
δ	44	137,054 " 7,284	134,283 " 8,697	N.S.
ϵ	45	115,486 " 5,752	115,642 " 6,783	N.S.
λ	46	117,541 " 8,123	119,170 " 8,519	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XIII.- SISTEMA REFERENCIAL DE OLIVIER.

Grupos Control y Lesionectomía

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM. N = 37 MEDIA " SD	SIGN.
ANGULO CA-CP/CC	47	5,20 " 2,49	4,569 " 2,958	N.S.
CUADRIC. AC	48	B = 10 % C = 90 %	B = 13,5 % C = 83,8 % D = 2,7 %	N.S.
DIST. AC-CA	49	30,46 " 4,219	31,008 " 4,69	N.S.
CUADRIC. MC	50	D = 10 % E = 90 %	D = 5,4 % E = 94,6 %	N.S.
DIST. MC-CA	51	4,89 " 2,93	6,061 " 4,698	N.S.
DIST. MC-CP.	52	19,68 " 3,83	19,226 " 4,964	N.S.
CUADRIC. PC	53	F = 70 % G = 30 %	F = 70,3 % G = 29,7 %	N.S.
DIST. PC-CP	54	15,601 " 4,468	16,557 " 6,765	N.S.
CC-OLIV.	55	70,268 " 4,186	72,293 " 5,297	p<0,009

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XIV.- SISTEMA REFERENCIAL DE OLIVIER.

Grupos Control y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
ANGULO CA-CP/CC	47	5,20 " 2,49	5,36 " 3,37	N.S.
CUADRIC. AC	48	B = 10 % C = 90 %	B = 24,5 % C = 73,6 % D = 1,9%	N.S.
DIST. AC-CA	49	30,46 " 4,219	30,827 " 5,127	N.S.
CUADRIC. MC	50	D = 10 % E = 90 %	D = 22,6 % E = 77,4%	N.S.
DIST. MC-CA	51	4,89 " 2,93	4,431 " 4,324	N.S.
DIST. MC-CP.	52	19,68 " 3,83	21,575 " 5,252	N.S.
CUADRIC. PC	53	F = 70 % G = 30 %	F = 84,9 % G = 11,3 % E = 3,8 %	N.S.
DIST. PC-CP	54	15,601 " 4,468	12,348 " 6,324	N.S.
CC-OLIV.	55	70,268 " 4,186	69,098 " 5,655	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XV.- SISTEMA REFERENCIAL DE OLIVIER.

Grupos Lesionectomía y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
ANGULO CA-CP/CC	47	4,568 " 2,958	5,36 " 3,37	N.S.
CUADRIC. AC	48	B = 13,5 % C = 83,8 % D = 2,7 %	B = 24,5 % C = 73,6 % D = 1,9%	N.S.
DIST. AC-CA	49	31,008 " 4,690	30,827 " 5,127	N.S.
CUADRIC. MC	50	D = 5,4 % E = 94,6 %	D = 22,6 % E = 77,4%	N.S.
DIST. MC-CA	51	6,061 " 4,698	4,431 " 4,324	N.S.
DIST. MC-CP.	52	19,226 " 4,964	21,575 " 5,252	N.S.
CUADRIC. PC	53	F = 70,3 % G = 29,7 %	F = 84,9 % G = 11,3 % E = 3,8 %	p<0.05
DIST. PC-CP	54	16,557 " 6,765	12,348 " 6,324	N.S.
CC-OLIV.	55	72,293 " 5,297	69,098 " 5,655	p<0.009

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XVI.- SISTEMA REFERENCIAL DE OLIVIER.

Resultados globales

VARIABLE	V	GLOBAL N = 100 MEDIA " SD
ANGULO CA-CP/CC	47	5,05 " 3,14
CUADRIC. AC	48	B= 19 % C= 79 % D = 2 %
DIST. AC-CA	49	30,86 " 4,83
CUADRIC. MC	50	D = 15 % E = 85 %
DIST. MC-CA	51	5,10 " 4,38
DIST. MC-CP.	52	20,47 " 5,09
CUADRIC. PC	53	F = 78 % G = 20 % E = 2 %
DIST. PC-CP	54	14,31 " 6,59
CC-OLIV.	55	70,45 " 5,52

N = Número de casos

V = Variable

S.D. = Desviación estándar.

TABLA XVII.- REFERENCIAS OSEAS.

Grupos Control y Lesionectomías

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	SIGN.
CA-CORONAL	56	69,423 " 3,741	70,211 " 5,520	N.S.
CA-LAMBDA	57	92,740 " 3,873	96,536 " 5,879	p<0,05
ANGULO	58	85,800 " 5,007	87,297 " 5,739	N.S.
CORONAL-CAH	59	66,405 " 3,268	66,796 " 6,790	N.S.
CORONAL-CAV	60	19,899 " 5,254	21,686 " 7,807	N.S.
LAMBD-CPH	61	32,724 " 3,602	32,481 " 7,278	N.S.
LAMBD-CPV	62	62,389 " 4,355	65,732 " 4,512	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XVIII.- REFERENCIAS OSEAS.

Grupos Control y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
CA-CORONAL	56	69,423 " 3,741	69,820 " 4,878	N.S.
CA-LAMBDA	57	92,740 " 3,873	95,168 " 5,905	N.S.
ANGULO	58	85,800 " 5,007	88,623 " 6,789	N.S.
CORONAL-CAH	59	66,405 " 3,268	64,350 " 9,557	N.S.
CORONAL-CAV	60	19,899 " 5,254	23,815 " 8,845	N.S.
LAMBD-CPH	61	32,724 " 3,602	43,632 " 7,586	N.S.
LAMBD-CPV	62	62,389 " 4,355	63,102 " 7,058	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XIX.- REFERENCIAS OSEAS.

Grupos Lesionectomía y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
CA-CORONAL	56	70,211 " 5,520	69,820 " 4,878	N.S.
CA-LAMBDA	57	96,536 " 5,879	95,168 " 5,905	N.S.
ANGULO	58	87,297 " 5,739	88,623 " 6,789	N.S.
CORONAL-CAH	59	66,796 " 6,790	64,350 " 9,557	N.S.
CORONAL-CAV	60	21,686 " 7,807	23,815 " 8,845	N.S.
LAMBD-CPH	61	32,481 " 7,278	43,632 " 7,586	N.S.
LAMBD-CPV	62	65,732 " 4,512	63,102 " 7,058	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

www.neurorgs.com

TABLA XX.- CORRELACION ANGIOGRAFIA - RM

Grupo Control y Lesionectomía

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	SIGN.
A-CC-HORIZ	63	0,100 " 0,183	0,347 " 0,658	N.S.
A-CC-VERT	64	1,583 " 2,303	0,789 " 1,221	N.S.
C-CA-VERT	65	2,401 " 2,812	1,236 " 1,399	p<0,04
V-CC-VERT	66	0,133 " 0,216	0,091 " 0,239	N.S.
V-CC-HORIZ	67	0,700 " 1,058	0,724 " 1,401	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XXI.- CORRELACION ANGIOGRAFIA - RM

Grupos Control y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	CONTROL N = 10 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
A-CC-HORIZ	63	0,100 " 0,183	0,413 " 1,010	N.S.
A-CC-VERT	64	1,583 " 2,303	0,867 " 1,844	N.S.
C-CA-VERT	65	2,401 " 2,812	1,625 " 2,321	N.S.
V-CC-VERT	66	0,133 " 0,216	0,464 " 0,803	N.S.
V-CC-HORIZ	67	0,700 " 1,058	1,242 " 1,758	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

TABLA XXII.- CORRELACION ANGIOGRAFIA - RM

Grupos Lesionectomía y Complejo Lesivo-Epileptógeno

VARIABLE	V	LESIONECTOM N = 37 MEDIA " SD	CLE. N = 53 MEDIA " SD	SIGN.
A-CC-HORIZ	63	0,347 " 0,658	0,413 " 1,010	N.S.
A-CC-VERT	64	0,789 " 1,221	0,867 " 1,844	N.S.
C-CA-VERT	65	1,236 " 1,399	1,625 " 2,321	N.S.
V-CC-VERT	66	0,091 " 0,239	0,464 " 0,803	p<0,004
V-CC-HORIZ	67	0,724 " 1,401	1,242 " 1,758	N.S.

N = Número de casos

V = Variable

N.S. = No hay diferencia estadísticamente significativa.

S.D. = Desviación estándar.

SIGN = Nivel de significación.

ICONOGRAFIA

www.neurorgs.com

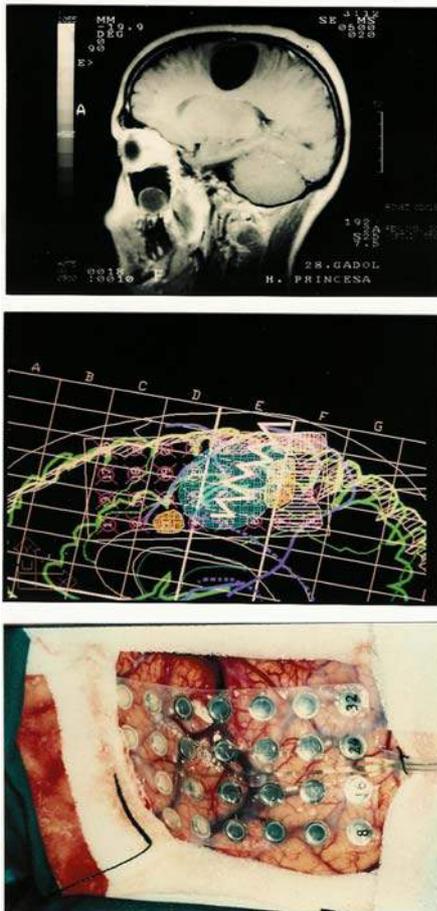


FIGURA I.- Caso 59. Paciente de 28 años con lesión quística a nivel de región central izquierda, según se puede ver en la RM sagital. En la figura central se observa un detalle del esquema anatomofuncional obtenido tras la realización de la integración de imágenes radiológicas, así como la colocación de una manta de electrodos de 32 contactos para la realización de la electrocorticografía crónica. En amarillo aparecen marcadas las zonas correspondientes a la representación del pie y la mano. En blanco se ha sombreado la zona epileptógena y en azul la imagen de la lesión. En la figura inferior, se observa la imagen del campo quirúrgico con la manta de electrodos. Se puede apreciar la correlación entre las venas y los electrodos representados en el esquema y la situación real en el campo quirúrgico.

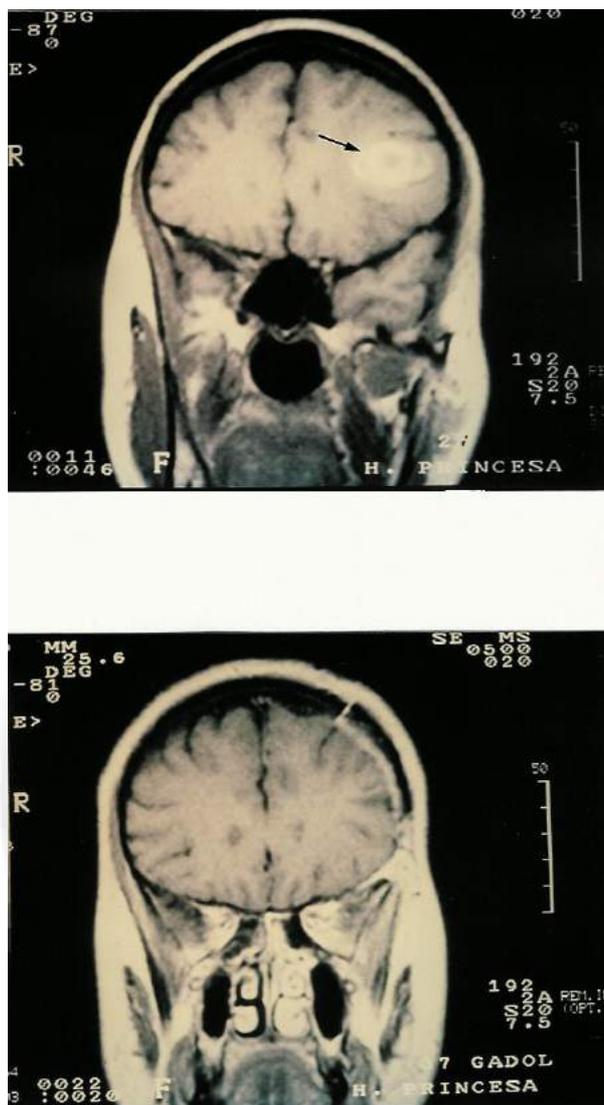


FIGURA III.- RM coronal pre y postoperatoria correspondientes al caso anterior. Se aprecia la resección realizada, exclusivamente de la lesión, así como el surco utilizado para acceder a ella.

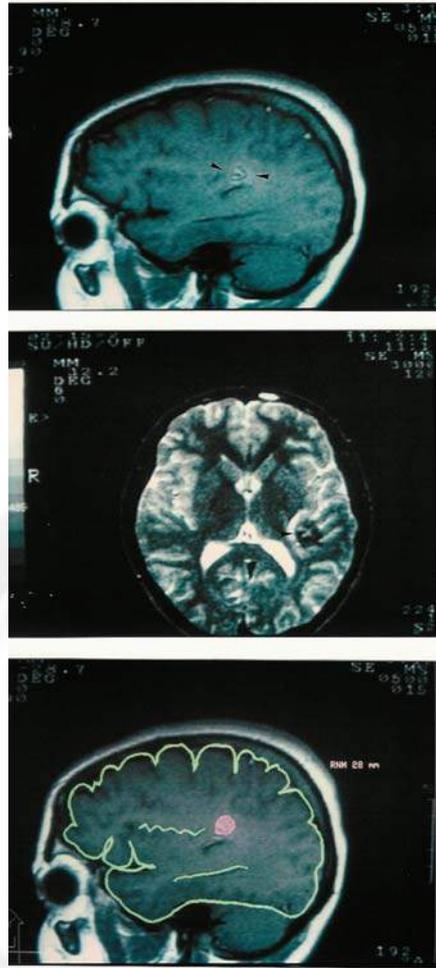
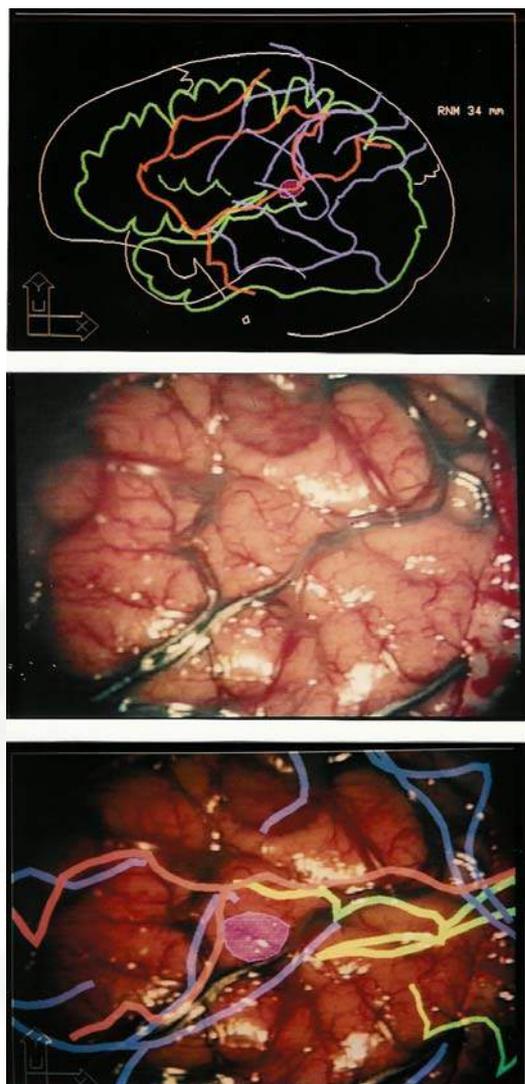


FIGURA IV.- Caso 71.- Paciente de 25 años con malformación vascular (cavernoma) localizada bajo el pliegue curvo. Imágenes de la RM en diferentes secuencias. La figura inferior corresponde a la realización del esquema correspondiente al corte sagital de la RM superpuesto sobre la RM. En color rojo, la lesión.



www.neurorgs.com

FIGURA V.- Esquema global del caso anterior, con la localización de arterias, venas y lesión sobre un corte de RM. Se puede apreciar la bifurcación de una vena cortical sobre la lesión. En la figura central, detalle del campo quirúrgico. En la imagen inferior se observa superpuesto el esquema ampliado de la zona de la lesión y el campo quirúrgico.

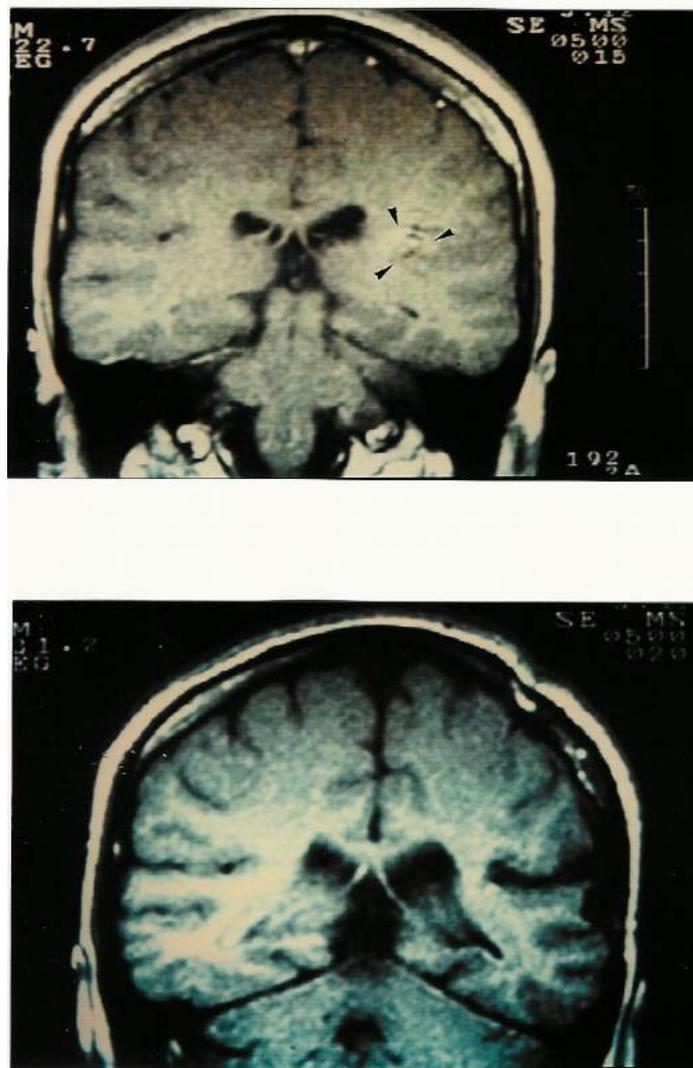


FIGURA VI.- RM coronal pre y postoperatoria de la paciente de las figuras IX y X. Se observa en la imagen inferior, RM postquirúrgica, la apertura del surco utilizado para acceder al cavernoma.



FIGURA VIIa.- Caso 74. Paciente de 22 años con malformacion arteriovenosa paraventricular frontal izquierda. Arteriografía de la MAV, fase arterial y venosa. La imagen inferior corresponde al esquema realizado preoperatoriamente, para ayudar a la localización durante la intervención.

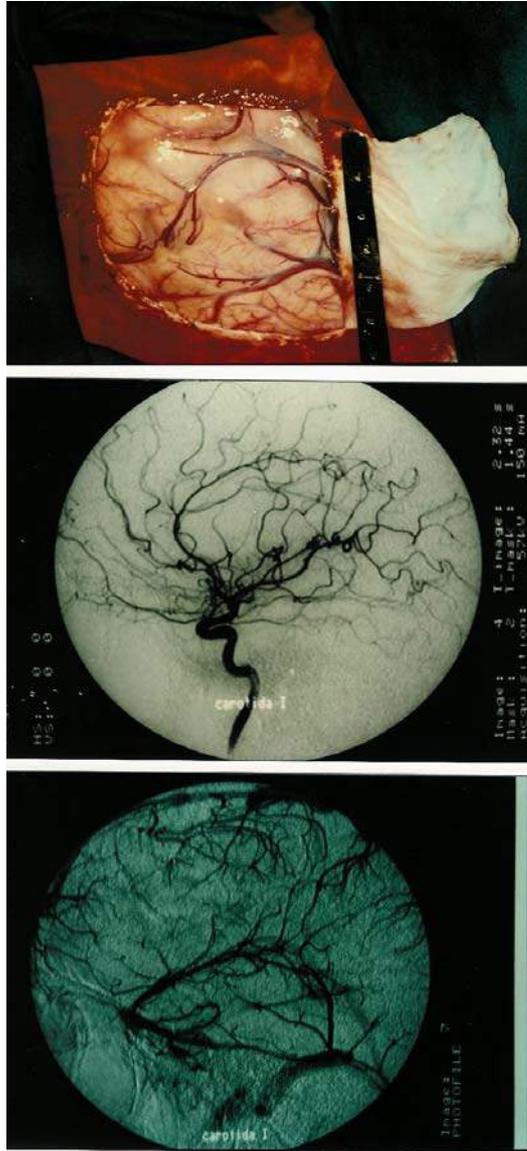


FIGURA VIIb.- Detalle del campo quirúrgico correspondiente al paciente del caso 74 (Figura VIIa). Como en todas las lesiones descritas, no es posible visualizar la lesión a nivel del cortex expuesto. La imagen central e inferior corresponden al control angiográfico postquirúrgico.

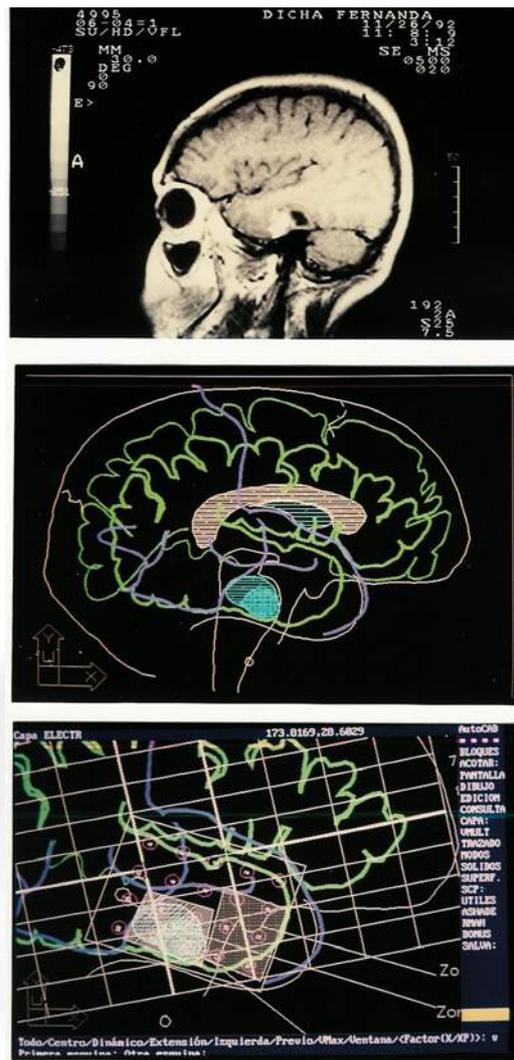


FIGURA IX.- Caso 44. Paciente de 32 años con epilepsia y lesión temporal derecha en RM (astrocitoma grado I). La imagen central corresponde al mapa realizado, donde se observa la lesión y su relación con una vena cortical. En la figura inferior, detalle ampliado del lóbulo temporal y su relación con el cuadrículado de TALAIRACH. Se han marcado los electrodos lesivos y los epileptógenos según la electrocorticografía intraoperatoria.

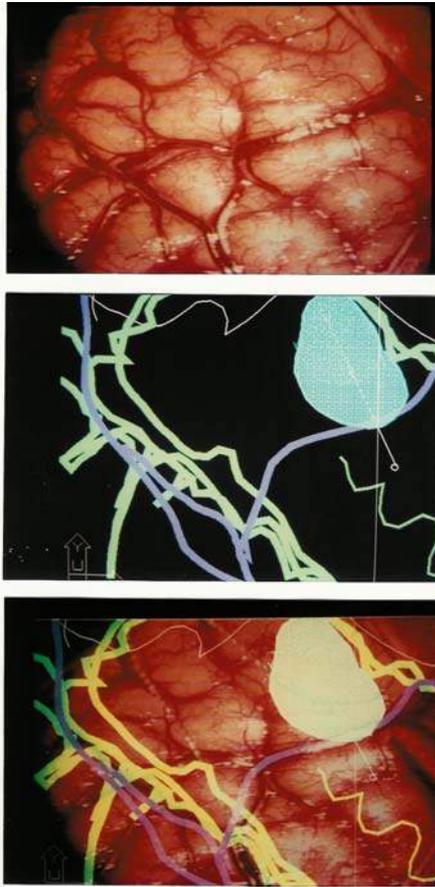
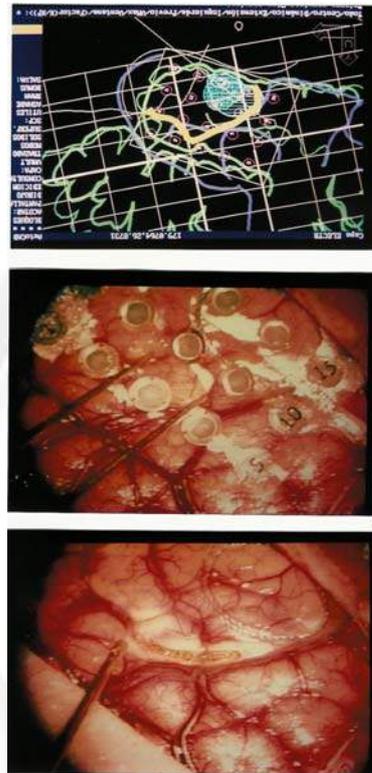


FIGURA X.- Campo quirúrgico correspondiente a la paciente de la figura IX. En el centro, ampliación del mapa individualizado, a la magnificación del microscopio quirúrgico. (Corresponde a un detalle de la imagen inferior de la Figura IX). En la imagen inferior se observa la superposición de los detalles anatómicos del mapa con el campo quirúrgico. Obsérvese el límite posterior de la lesión y su relación con una vena cortical.



www.neurorgs.com

FIGURA XI.- Esquema correspondiente a la paciente de las Figuras IX y X. Se ha girado 180° para correlacionar mejor con las imágenes quirúrgicas. En amarillo aparece trazado el límite de la resección realizada. En el centro, imagen quirúrgica con la superposición de la manta de electrodos. En la parte inferior se observa el inicio de los límites de la cortectomía a realizar, marcados con el laser de CO₂.

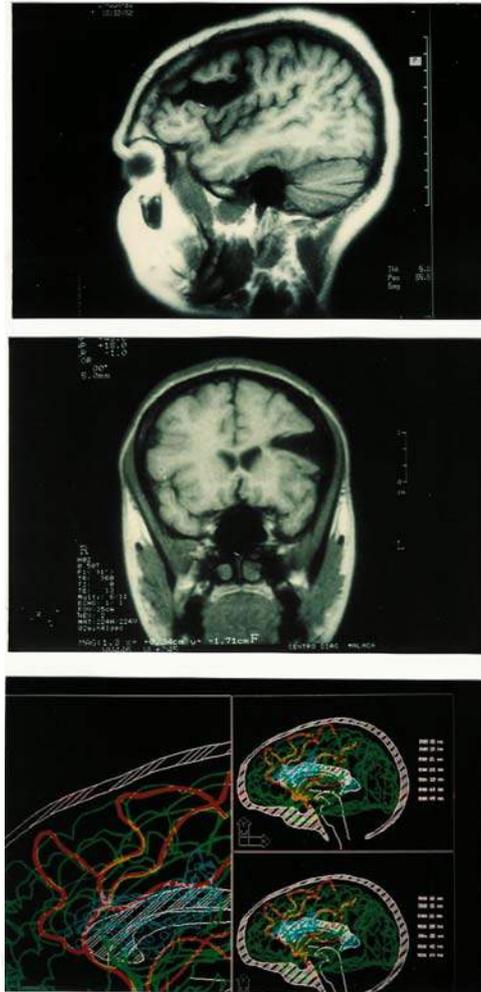
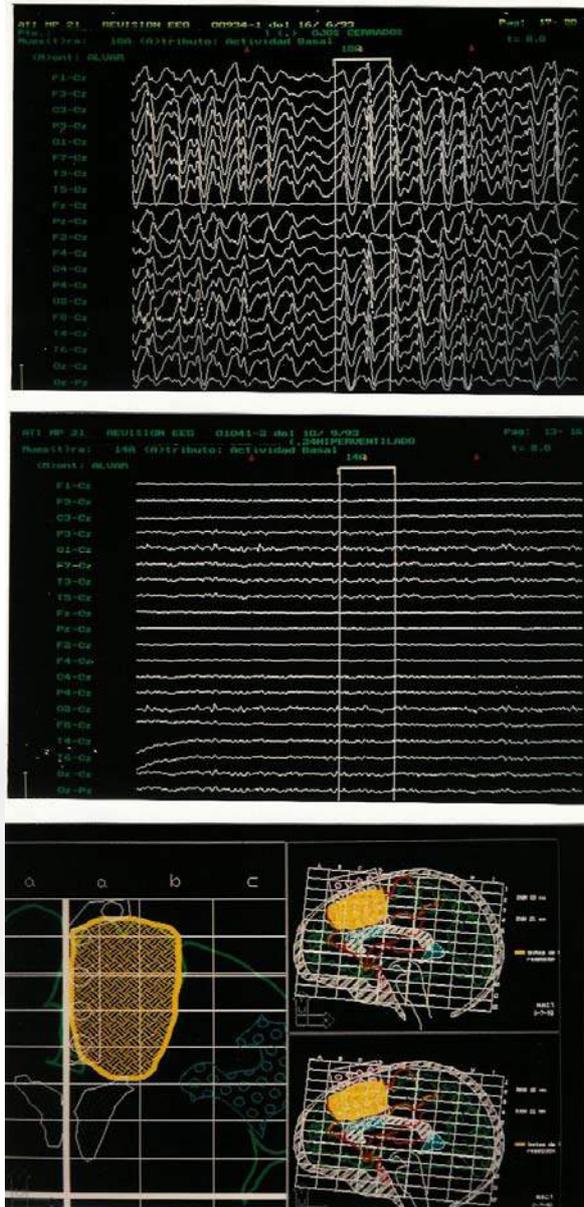


FIGURA XIIa.- Caso 41.- Paciente con epilepsia y lesión atrófica en la RM sagital, localizada en región frontal izquierda. Esquemas realizados tras la superposición de imágenes.



www.neurorgs.com

FIGURA XIIb.- Estudio electroencefalográfico de scalp pre y postquirúrgico correspondientes a la paciente de la figura anterior. Se trataba clínicamente de una paciente con crisis de petit mal y descargas típicas en el EEG. Sin embargo presentó una epilepsia focal del AMS. Remitió por completo tras la resección del AMS.

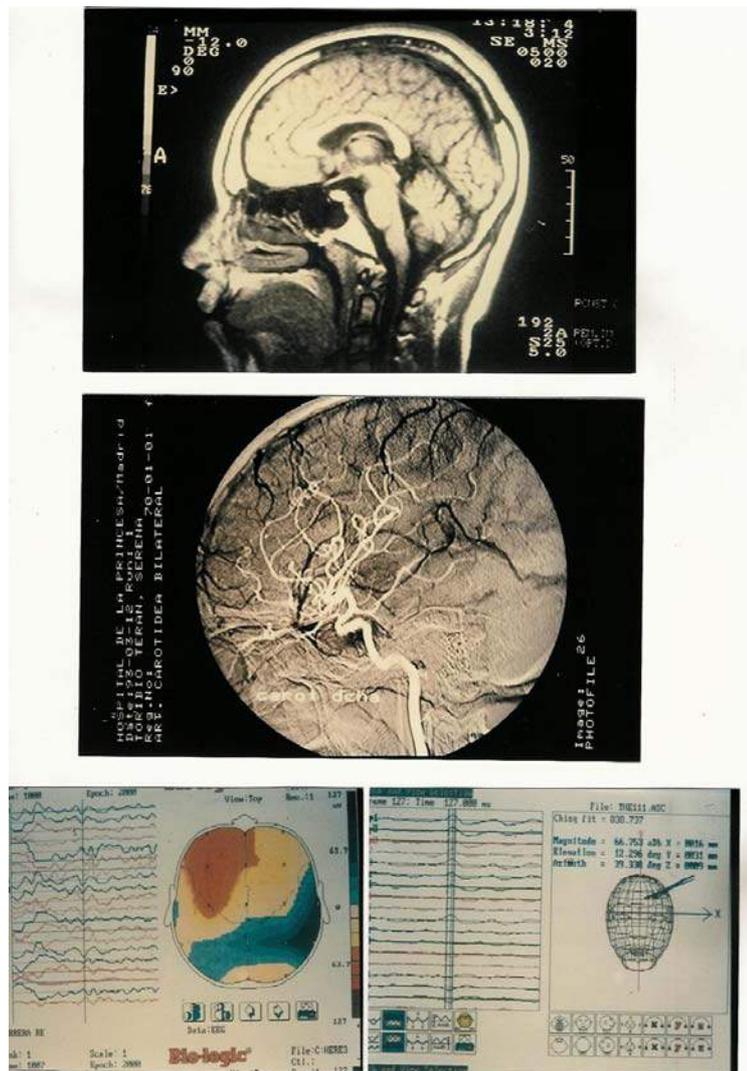


FIGURA XIII.- Caso 31.- Paciente con epilepsia de área motriz suplementaria izquierda. Los estudios neurorradiológicos no mostraban ninguna lesión estructural. En la figura inferior se observa el estudio de dipolos de este caso, con sus coordenadas.

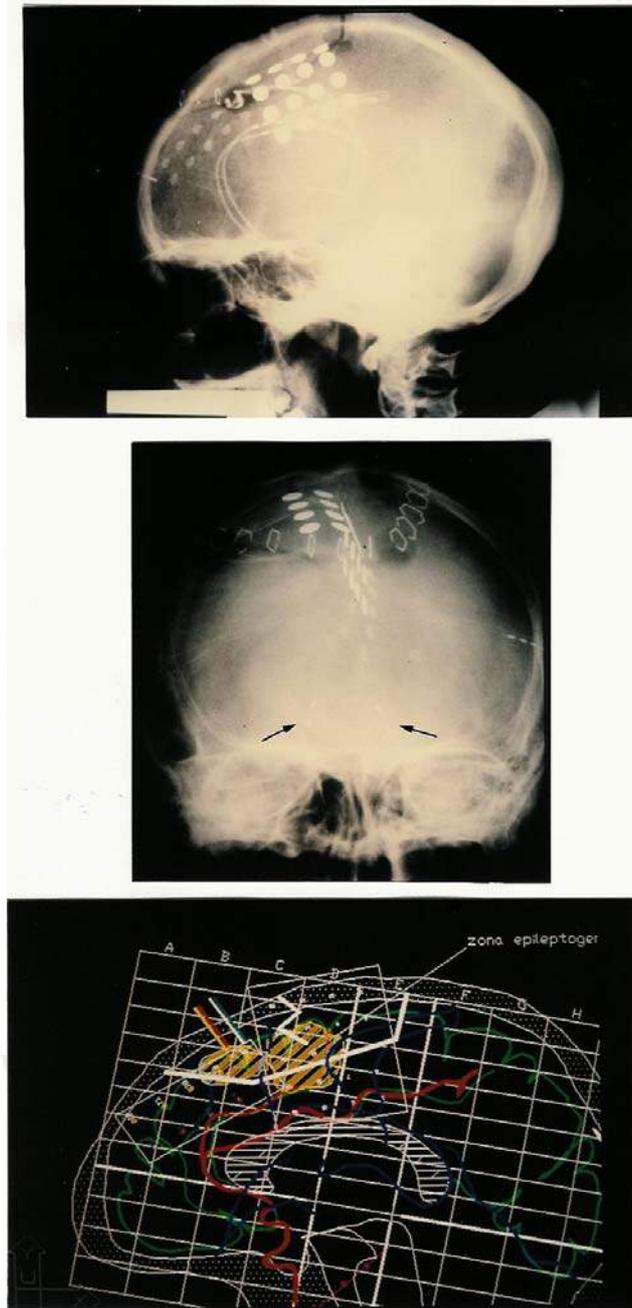


FIGURA XIV.- Control radiológico del paciente del caso anterior tras la colocación de las mantas de electrodos (y electrodos ovals) para electrocorticografía crónica. En el esquema se observan las mantas de electrodos con los resultados neurofisiológicos.

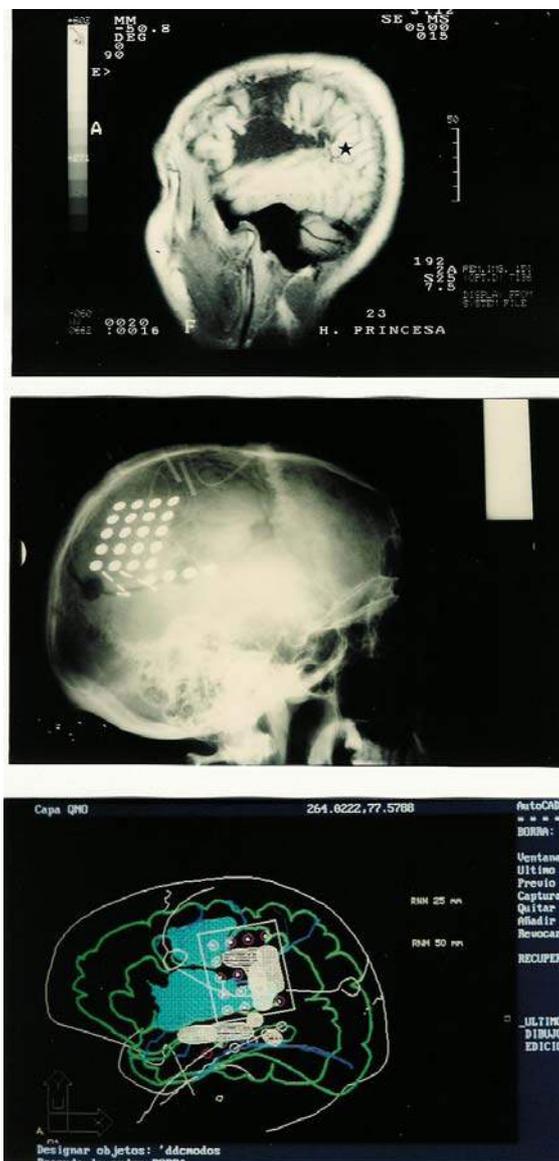


FIGURA XV.- Caso 49.- Paciente de 21 años con epilepsia desde los 6 años y lesión congénita parieto-temporo-occipital izquierda en la RM. En la imagen de RM se observa la localización del dipolo (). En el centro, estudio radiológico de control tras la colocación de una manta de electrodos, electrodos profundos y electrodos ovals. En el esquema se observan las zonas más afectadas en las diferentes mantas, así como su situación con respecto a la lesión observada en la RM.

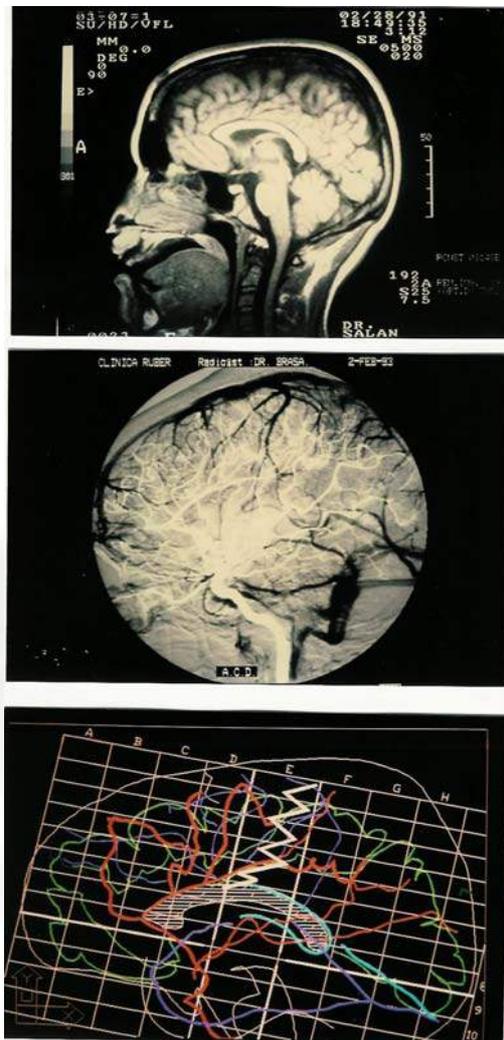


FIGURA XVI.- RM y Arteriografía correspondientes a un paciente con epilepsia incontrolable, sin lesión en la RM. (Caso 25). Se realizó una callosotomía.

En el esquema realizado se observa la distribución de la arteria pericallosa y sus ramas así como las venas corticales que permitieron delimitar la sección realizada.

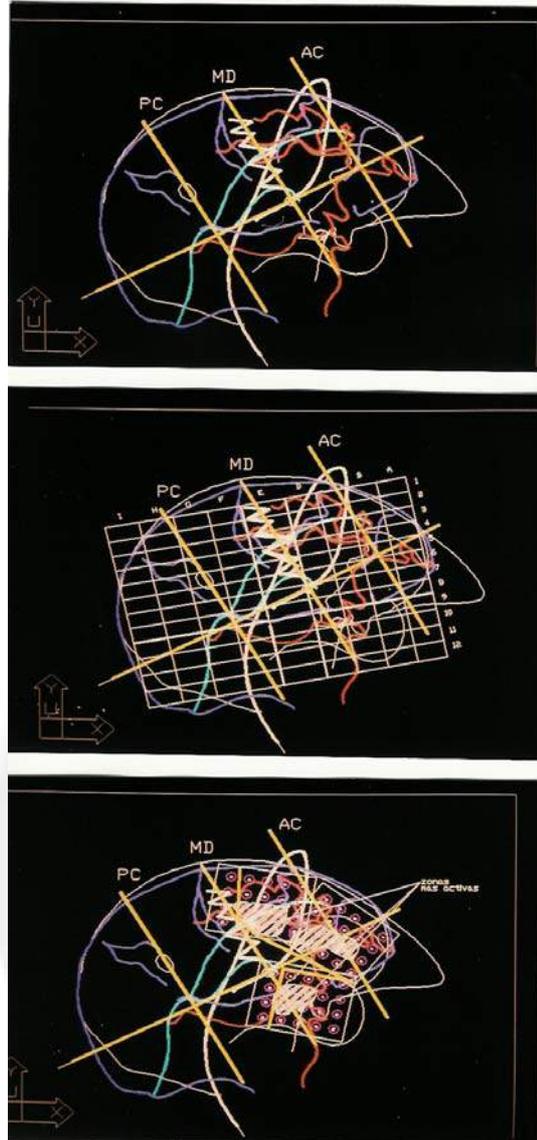


FIGURA XVII.- Caso 98.- Paciente de 20 años con hemiplejía y epilepsia incontrolable al que se realizó una hemisferectomía. En el esquema superior se ha utilizado, según la angiografía, el sistema referencial de OLIVIER para localizar el surco central (No se disponía de RM). En la Figura central, el cuadrículado de TALAIRACH y en la inferior los resultados obtenidos en la electrocorticografía aguda, así como la disposición de las mantas de electrodos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- AL-RODHAN,N.R. y KELLY,P.J. Pioneers of Stereotactic Neurosurgery. *Stereotac.Funct. Neurosurg.* 58:60-66.1992.
- 2.- ATLAS,S.W. *Magnetic Resonance Imaging of the Brain and Spine.* (Ed). New York. Raven Press.1991.
- 3.- ATLAS,S.W.; ZIMMERMAN,R.A. y BILANIUK,L.T. et al. Corpus callosum and system: Neuroanatomic MR evaluation of developmental. *Radiology.* 160:355-362.1986.
- 4.- AWAD,I.A.; WYLLIE,E. y LUDERS,H. et al. Intraoperative determination of the extent of corpus callosotomy for epilepsy: two simple techniques. *Neurosurgery.* 26:102-106. 1990.
- 5.- AUER,L.M. Ultrasound Stereotaxic Endoscopy in Neurosurgery. *Acta Neurochirurgica. Suppl.*54:34-41.1992.
- 6.- BALLANCE, C. Glimpse into History of Surgery of Brain. *Lancet* 1:111-116. 1922.
- 7.- BANCAUD,J. Apport de l'exploration fonctionnelle par voie stéréotaxique à la chirurgie de l'épilepsie. *Neurochirurgie* 5:55-112. 1959.
- 8.- BANCAUD,J.; TALAIRACH,J.; BONIS,A., et al. Informations neurophysiopathologiques aportées par l'investigation fonctionnelle stéréotaxique (S.E.E.G.) dans les epilepsies. *Rev. Neurol.* 108: 81-86. 1963.
- 9.- BANCAUD,J.; TALAIRACH,J.; BONIS,A., et al. *La Stéréoencéphalographie dans l'Épilepsie.* Masson et cie. Paris. 1965.
- 10.- BARNETT,G.H.; DONALD,M.D.; KORMOS,W. et al. Intraoperative localization using an armless,frameless stereotactic wand. *J.Neurosurg.*78:510-514.1993.
- 11.- BARTH,D.S.; SUTHERLING,W.; BROFFMAN,J.,et al. Magnetic localization of a dipolar current source implanted in a sphere and a human cranium. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.* 63:260-273. 1986.
- 12.- BENABID,A.L.; LAVALLEE,S.; HOFFMANN,D. et al. Potential Use of Robots in Endoscopic Neurosurgery. *Acta Neurochirurgica. Suppl.*54:93-97. 1992.
- 13.- BENGZON,A.R.; RASMUSSEN,T.; GLOOR,P. et al. Prognosis factors in the surgical treatment of temporal lobe epileptics. *Neurology* 18:717-731.1968.
- 14.- BOETHIUMS,J.; BERGSTROM,M. y GREITZ,T. Stereotaxic computerized Tomography with a GE 8800 scanner. *J.Neurosurg.* 52:794-800.1980.

- 15.- BONTE,F.J.; STOKELY,E.M. ;DEVOUS,M.D. et al. Single -proton tomographic study of regional cerebral blood flow in epilepsy. A preliminary report. Arch Neurol. 40:267-270.1983.
- 16.- BOSCH,D.A. Stereotactic techniques in clinical Neurosurgery. Springer-Verlag. Wien. New York. 1986.
- 17.- BRIERLEY,J.B. y BECK,E. The significance in human stereotactic brain surgery of individual variation in the diencephalon and globus pallidus. J.Neurol Neurosurg Psychiatry. 22:287-298. 1959.
- 18.- BROCA,P. Diagnostic d'un abcès situé au niveau de la region du langage:trepanation de cet abcès.Rev d'Anthrop. 5:244-248. 1876.
- 19.- BURCHIEL,K.J.; CLARKE,H.; OJEMANN,G.A. et al. Use of Stimulation Mapping and Corticography in the Excision of Arteriovenous Malformations in Sensorimotor and Language-Related Neocortex. Neurosurgery. 24:322-327. 1989.
- 20.- CLIFFORD,F. y BYNUM,W.F. Historical aspects of the Neurosciences. Raven Press. New York. 1982.
- 21.- COOPER,I.S. (Ed.). Cerebellar stimulation in man. Raven Press. New York. 1978.
- 22.- CRANDALL,P.H. Cortical Resections. En: Surgical Treatment of the Epilepsies. ENGEL,J.Jr.(Ed.). Raven Press. New York. pp.377-424. 1987.
- 23.- CRANDALL,P.H. Historical Trends: A Conical Spiral. En Neurosurgical Aspects of Epilepsy. Apuzzo,M.L. (Ed) AANS Publications Committee. 3-13.1991.
- 24.- CURLING,O.D.; KELLY,T.L.; ELSTER,A.D. et al. An analysis of the natural history of cavernous angiomas. J.Neurosurg. 75:702-706. 1991.
- 25.- CUSHING,H. A note upon the faradic stimulation of the postcentral gyrus in conscious patients. Brain. 32:44-53.1909.
- 26.- DANDY,W. Ventriculography following the injection of air into the cerebral ventricles. En Cranial Roentgenography. PENFIELD,W. y JASPER,H. Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain. Little, Brown and Co. Boston. 1954.pp 667-691..
- 27.- DECK,M.D.F. y WEINGARTEN,K. Computed tomography and magnetic resonance imaging of the central nervous system. En: Neurological Surgery. YOUMANS,J.R. (Ed). W.B. Saunders Company. 1990. pp 100-154.

- 28.- DIETEMANN,J.L. y MEDJEK,L. (Ed). *Angiographie Cérébrale*. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg. 1982.
- 29.- DOMENECH TORNE,F.M. y SETOAIN QUINQUER,J. Resonancia magnética nuclear. Una nueva tecnología al servicio del diagnóstico. *Medicina Clinica*. 82. (Suppl.) 5-7.1984.
- 30.- DRAKE,C.G. Cerebral arteriovenous malformations: Considerations for and experience with surgical treatment in 166 cases. *Clin. Neurosurg*. 26:145-208. 1979.
- 31.- EBELING,U.; SCHMID,D. y REULEN,H.J. Tumour-Surgery Within the Central Motor Strip: Surgical Results with the Aid of Electrical Motor Cortex Stimulation. *Acta Neurochir.(Wien)*. 101:100-107.1989.
- 32.- EBELING,U.; SCHMID,D.;YING,H. et al. Safe Surgery of Lesions Near the Motor Cortex Using Intra-operative Mapping Techniques: A Report on 50 Patients. *Acta Neurochir (Wien)*.19:23-28. 1992.
- 33.- ENGEL,J.Jr.(Ed.). *Surgical Treatment of the Epilepsies*. Raven Press. New York. 1987.
- 34.- ENGEL,J.Jr.; HENRY,T.R.; RISINGER,M.W., et al. Presurgical evaluation for partial epilepsy: relative contributions of chronic depth electrode recordings versus FDG-PET and scalp-sphenoidal ictal EEG. *Neurology*. 40:1670-1677.1990.
- 35.- ESPOSITO,V. OPPIDO,P.A.; DELFINI,R. et al.A simple method for stereotactic microsurgical excision of small, deep-seated cavernous angiomas. *Neurosurgery*. 34:515-519.1994.
- 36.- EVANS,A.C.; PETERS,T.M.; COLLINS,D.L. et al. Image registration based on Discrete Anatomic Structures. En: *Interactive Image-Guided Neurosurgery*. MACIUNAS,R.J. (Ed.). American Association of Neurological Surgeons. 1993. pp:63-80.
- 37.- FERRIER,D. The Functions of the Brain. En: *The Concept of Cerebral and Spinal Localization and the beginnings of Neurological Surgery*. Neurosurgical Update I. R.H.Wilkins y S.S. Rengachary. McGraw-Hill, Inc. New York. 1990. pp 3-11.
- 38.- FIOL,M.E.; GATES,J.R.; MIRELES,R. et al. Value of intraoperative EEG changes during corpus callosotomy in predicting surgical results. *Epilepsia*. 34:74-78. 1993.
- 39.- FIRSCHING,R.; KLUG,N.; BÖRNER,U. et al. Lesions of the Sensorimotor Region:Somatosensory Evoked Potentials and Ultrasound Guided Surgery. *Acta Neurochir (Wien)*.118:87-90.1992.

- 40.- GAAB,M.R. Intraoperative Ultrasound Imaging in Neurosurgery. En: *Ultraschall in der Medizin*. Georg Thieme Verlag. Stuttgart-New York. 1990. pp:62-71.
- 41.- GABRIELLI,O.; SALVOLINI,U.; BONIFAZI,V. et al. Morphological studies of the corpus callosum by MRI in children with malformative syndromes. *Neuroradiology*. 35:109-112. 1993.
- 42.- GARCIA DE SOLA, R.; CABEZUDO, J.; AREITIO, E. y BRAVO, G. Combined approach (stereotactic-microsurgical) to a paraventricular arteriovenous malformation. *Acta Neurochir. Suppl.*30:413-416. 1980.
- 43.- GARCIA DE SOLA,R.; PULIDO,P y KUSAK,E. Trans-fissural or Trans-sulcal approach versus combined stereotactic-microsurgical approach. *Acta Neurochirurgica. Suppl.*52. 22-25.1991.
- 44.- GARCIA DE SOLA,R y MIRAVET,J. Surgical treatment for epilepsy. Results after a minimum follow-up of five years. *Acta Neurochirurgica. Suppl.*52:157-160. 1991.
- 45.- GARCIA DE SOLA.R. Tratamiento Quirúrgico de las Epilepsias. En:Actualizaciones de las Epilepsias III. J.L.HERRANZ y J.A.ARMÍJO. (Eds.). EDIDE. Barcelona.1994.pp:226-263.
- 46.- GILDENBERG,P.; KAUFMAN,H. y MURTHY,K. Calculation of Stereotactic Coordinates from the Computed Tomographic Scan. *Neurosurgery*.10:580-586.1982.
- 47.- GIOMBINI,S. y MORELLO,G. Cavernous angiomas of the brain. Account of fourteen personal cases and review of the literature. *Acta Neurochir.(Wien)*. 40:61-82.1978.
- 48.- GIORGI,C.; CASOLINO,D.S.; ONGANIA,E. et al. Guided Microsurgery by Computer-Assisted Three-Dimensional Analysis of Neuroanatomical Data Stereotactically Acquired. *stereotac Funtc Neurosurg*. 54:482-487.1990.
- 49.- GIRVIN,J.P. Temporal Lobectomy. En: *Neurosurgical Aspects of Epilepsy*. APUZZO,M.L.J. (Ed.). *Neurosurgical Topics*. AANS. Park Ridge, Illinois. 1991. pp.157-170.
- 50.- GIUNTA,F.; MARINI,G. y BERTOSSI,M. Stereotactic Computer Graphic System with Brain Maps. *Acta Neurochirurgica.Suppl.*39:7-9. 1987.
- 51.- GODARD,J.; JACQUET,G.; STEIMLE,R. et al. L'Échographie peropératoire en Neurochirurgie. Son intérêt et ses applications dix ans après. *Neurochirurgie*. 39:183-188.1993.

- 52.- GOODMAN,J.H. Display and Graphic Manipulation of Neurodiagnostic Images. En: Computers in Stereotactic Neurosurgery. KELLY,P.J. y KALL,B.A.(Eds.). Blackwell Scientific Publications. Boston. 1992. pp:35-42.
- 53.- GOUAZE,A. y SALAMON,G. (Eds.) Brain Anatomy and Magnetic Resonance Imaging. Springer-Verlag.Berlin.Heidelberg.1988.
- 54.- GREEN,J.R. The beginnings of cerebral localization and neurological surgery. BNI Quart. 1(1): 12-28.1985.
- 55.- GREEN,J.R. The Concept of Cerebral and Spinal Localization and the Beginnings of Neurological Surgery. Neurosurgical Update I. R.H.Wilkins y S.S. Rengachary. McGraw-Hill, Inc. New York. 1990. pp 3-11.
- 56.- GREEN,J.R. Cerebral localization during the past century. BNI Quart. 1(2): 26-40.1985.
- 57.- GUIOT,G.;ROUGERIE,J.;SACHS,M. et al. Repérage stééotaxique de malformations vasculaires profondes intracérébrales. Sem Hop Paris. 36:1134-1143.1960.
- 58.- HAHN,F.J; CHU,W.K.; COLEMAN,P.E. et al. Artifacts and diagnostic pitfalls on magnetic resonance imaging: A clinical Review. radiologic.Clinics of North America. 26:717-735. 1988.
- 59.- HARIZ,M.I. y FODSTAD,H. Stereotactic localization of small subcortical brain tumors for open surgery. Surg-Neurol. 28(5): 345-50.1987.
- 60.- HASEGAWA,T.; YAMANO,K.; MIYAMORI,T. et al. Direct skull marking for a pre-operative localization in regional cerebral surgery. Technical Note. Acta Neurochirurgica. 119:171-173. 1992.
- 61.- HASSENBUSCH,S.J.; ANDERSON,J.S. y PILLAY,P.K. Brain Tumor Resection Aided with Markers placed using stereotaxis guided by Magnetic Resonance Imaging and Computed Tomography. Neurosurgery.28:801-806.1991.
- 62.- HEILBRUN,M.P.; KOEHLER,S.; MacDONALD,P. et al. Preliminary experinece using an optimized three-point transformation algorithm for spatial registration of coordinate systems:a method of noninvasive localization using frame-based stereotactic guidance systems. J.Neurosurg.81:676-682.1994.
- 63.- HIRSCHBERG,H. Localization of brain tumors with a simple scalp-mounted fiducial device. Technical note. J-Neurosurg. 70(2): 280-1.1989.
- 64.- HOR,F.;DESGEORGES,M.and ROSSEAU,G.L. Tumour Resection by Stereotactic Laser Endoscopy. Acta Neurochirurgica. Suppl.54,77-82.1992.

- 65.- HORRAX,H.G. Neurosurgery. An Historical Sketch. Charles C.Thomas. Springfields, Ill. 1952.
- 66.- HORSLEY,V. Brain Surgery. Br.Med.J.,2:670-675,1886. En: Surgical Treatment of the Epilepsies. ENGEL,J.Jr. (Ed.). Raven Press. New York. 1987. pp. 1-6.
- 67.- HU,X.; TAN,K.K.; LEVIN,D. et al. Three-dimensional magnetic resonance images of the brain:aplication to neurosurgical planning. J.Neurosurg.72:433-440.1990.
- 68.- JACKSON,J.H. On the anatomical and physiological localizations of movements in the brain. Lancet . 1:84-85; 162-164.1873.
- 69.- JASPER,H.; PERTUISET,B. y FLAGININ, H. EEG and cortical electrograms in patients with temporal lobe seizures. Arch. Neurol. Psychiatr. (Chic.) 65:272-290,1951.
- 70.- KANNER,A.M.; LEVINE,R.; SPENCER,N. et al. The value of 18FDG-PET in localizing seizure focus in patients with intractable partial seizure disorders. Epilepsia.31:671.1990.
- 71.- KAVANAGH,R.N.; DARCEY,D.; LEHMANN,D. et al. Evaluation of methods for three dimensional localisation of electrical sources in the human brain. IEEE Trans Biomed Eng. 25:421-429. 1978.
- 72.- KELLY,P.J.; ALKER,G.J. y GOERSS,S. Computer-assisted Stereotactic laser Microsurgery for the Treatment of Intracranial Neoplasm. Neurosurgery. 110:324-331.1982.
- 73.- KELLY,P.J.; KALL,B.A. y GOERSS,S. Transposition of volumetric information derived from computed tomography scanning into stereotactic space. Surg. Neurol. 21:465-471. 1984.
- 74.- KELLY,P.J.; ALKER,G.J. y KALL,B.A. et al. Method of Computed Tomography-based Stereotactic Biopsy with Arteriographic Control. Neurosurgery. 14 82): 172-177.1984.
- 75.- KELLY,P.J.; KALL,B.A. y GOERS,S.J. Results of computed tomography-based computer -assisted stereotactic resection of metastatic intracranial tumors. Neurosurgery. 22:7-17.1988.
- 76.- KELLY,P.J. Principles of stereotactic surgery. En: Neurological Surgery. YOUMANS,J.R. (Ed.). W.B. Saunders Company. 1990. pp:4183-4226.

- 77.- KELLY,P.J. Stereotactic imaging, surgical planning and computer-assisted resection of intracranial lesions: methods and results. *Adv-Tech-Stand-Neurosurg.* 17: 77-118.1990.
- 78.- KIKUCHI,K.;KOWADA,M.;OGAYAMA,H. et al. Automated anatomical localization of small Intracranial lesions with image processing based on Picture-Archiving and Communication Systems. *Stereotact Funct Neurosurg.* 54:477-481.1990.
- 79.- KNUT, H. *Historia de la Cirugía.* Editorial Raices. 1993. Madrid.
- 80.- LABORDE,G.; GILSBACH,J.; HARDERS,A. et al. Computer Assisted Localizer for Planning of Surgery and Intra-Operative Orientation. *Acta Neurochir (Wien).*119:166-170.1992.
- 81.- LANG,J. *Praktische Anatomie. Ein Lehr-und Hilfsbuch der anatomischen Grundlagen ärztlichen Handelns. Begr v T von Lanz, W Wachsmuth. Fortgef u hrsg von J Lang, W Wachsmuth. Teil 1:Bd 1 Kopf. teil B Gehirn- und Augenschädel, von J Lang in Zsarb mit K-A Bushe, W Buschmann,d Linnert. Springer, Berlin Heidelberg New York.*1979.
- 82.- LANG,J. Topographic Anatomy of Preformed Intracranial Spaces. *Acata Neurochirurgica.Suppl.* 54:1-10. 1992.
- 83.- LATOCK,J.T.; ABOU-KHALIL,B.W.; SIEGAL,G.J., et al. Patients with partial seizures: evaluation by MR, CT and PET imaging. *Radiology* 159:159-163,1986.
- 84.- LAXER,K.D. y GARCIA,P.A. Imaging criteria to identify the epileptic focus. *Neurosurgery Clinics of North America.* 4.(2). 199-209.1993.
- 85.- LEHMAN,R.M.; OLIVIER,A.; MOREAU,J. et al. Use of the Callosal Grid System for the Preoperative Identification of the Central Sulcus. *Stereotactic Funct Neurosurg.* 58:179-188.1992.
- 86.- LEKSELL,L. A Stereotaxic apparatus for intracerebral surgery. *Acta Chir.Scand.* 99.229-233. 1949.
- 87.- LEKSELL,L. y LIDEN,K.: A therapeutic trial with radioactive isotopes in cystic brain tumor: *Radioisotope Technique Conference, Oxford, vol.I. london, Hmso.* pp.76-78.1953.
- 88.- LEKSELL,L. *Stereotaxis and Radiosurgery. An operative System.* springfield,III,: Ch.C.Thomas.1971.
- 89.- LEVIN,D.N.; HU,X.; TAN,K.K. et al. Surface of the brain:Three-dimensional MR Images created with Volume Rendering.*Radiology.*171:277-280. 1989.

- 90.- LEWIS,M.A. y BEKEY,G.A. Automation and Robotics in Neurosurgery: Prospects and Problems. En Neurosurgery for the Third Millenium. APUZZO,M.J. (Ed.). American Association of Neurological Surgeons. 1992.pp:65-79.
- 91.- LÜDERS,H.; HAHN,J.; LESSER,R.P. et al. Localization of epileptogenic spike foci: Comparative study of closely spaced scalp electrodes, nasopharyngeal, sphenoidal, subdural and depth electrodes. Adv. Epileptol. 13:185-189,1982.
- 92.- LÜDERS,H.O. (Ed.). Epilepsy Surgery. Raven Press. New York. 1992.
- 93.- MACIUNAS,R.J.; GALLOWAY,R.L.; FITZPATRICK,J.M. et al. A universal System for interactive Image-Directed Neurosurgery. Stereotactic Funct Neurosurg.58:108-113.1992.
- 94.- MARKAND,O.N.; SHEN,W.; PARK,H.M. et al. Single photon imaging computed tomography (SPECT) for localization of epileptogenic focus in patients with intractable complex partial seizures. En Surgical Treatment of Epilepsy. THEODORE,W.H.(Ed.). 1992. Elsevier. pp:121-126.
- 95.- MAXWELL,R.E.; GATES,J.R. y GUMNIT,R.J. Corpus Callosotomy at the University of Minnesota. En: Surgical Treatment of the Epilepsies. ENGEL,J. Jr.(Ed.). Raven Press. New York. 1987. pp.659-666.
- 96.- McCORMICK,P.C. y MICHELSEN,W.J. Management of intracranial cavernous and venous malformations. En: Intracranial Vascular Malformation. BARROW,D.L. (Ed.) American Association of Neurological Surgeons. Illinois. 1990. pp:197-217.
- 97.- McRAE,D.L. Focal epilepsy: correlation of the pathological and radiological findings. Radiology 50:438-458,1948.
- 98.- MERIENNE,L.; LERICHE,B.; ROUX,F.X. et al. Utilisation du laser Nd-YAG en endoscopie intracranienne. Expérience préliminaire en stéréotaxie. Neurochirurgie.38: 245-247.1992.
- 99.- MISSIR,O.; DUTHEIL-DESCLERCS,C.; MEDER,J.F. et al. Aspect du sillon central en IRM. J.Neuroradiol.16:133-144.1989.
- 100.- MOONIZ,E. L'Angiographie Cérébrale.1934. Paris.Masso et Cie.
- 101.- MOORE,M.R.; ROSSITCH,E.; SHILLITO,J. Cushing and Epilepsy Surgery: Two Successfully Treated Cases with Long-Term Follow-up. Surg-Neurol. 32(3): 241-5.1989.
- 102.- MUNARI,C. Depth electrode implantation at Hôpital Sainte Anne, Paris. En: Surgical Treatment of the Epilepsies. ENGEL, J.Jr. (Ed.). Raven Press. New York. 1987. pp.583-588.

- 103.- MUSOLINO,A.; TOURNOUX,P.; MISSIR,O. et al. Méthodologie de l'étude anatomique "in vivo" et de l'exploration stéréo-électroencephalographique dans la chirurgie de l'épilepsie. *J.Neuroradiol.* 17: 67-102. 1990.
- 104.- NAKASATO,N.; LEVESQUE,M.F.; BARTH,D. et al. Comparisons of MEG, EEG and ECoG source localization in neocortical partial epilepsy in humans. *Electroencephalography and clinical neurophysiology.*171. 171-178. 1994.
- 105.- NOMURA,T. Atlas of Cerebral Angiography.(Ed.). Springer-Verlag Berlin. heidelberg. New York.1970.
- 106.- OBRADOR,S. About the surgical technique of hemispherectomy in cases of cerebral hemiatrophy. *Acta Neurochirurg.* 3:57-63.1952.
- 107.- OJEMAN,G.A. y ENGEL,J.Jr. Acute and Chronic Intracranial Recordind and Stimulation. En: *Surgical Treatment of the Epilepsies.* ENGEL,J.Jr.(Ed.). Raven Press. New York. 1987. pp.263-334.
- 108.- OJEMAN,G.; OJEMAN,J.; LETTICH,E. et al. Cortical language localization in left, dominant hemisphere. An electrical stimulation mapping investigation in 117 patients. *J.Neurosurg.* 71.316-326.1989.
- 109.- OJEMAN,G.A. Temporal lobectomy tailored to electrocorticography and functional mapping. En: *Surgery for Epilepsy. Contemporary Issues in Neurological Surgery.* SPENCER,S.S. y SPENCER,D.D. (Eds.). Blackwell Scientific Publ. Boston. 1991. pp.137-147.
- 110.- OLIVIER,A.; MARCHAND,E.; PETERS,T., et al. Depth electrode implantation at the Montreal Neurological Institute and Hospital. En: *Surgical Treatment of the Epilepsies.* ENGEL, J.Jr.(Ed.).Raven Press. New York. 1987. pp.595-602.
- 111.- OLIVIER,A. Surgery of Epilepsy: Overall Procedure. En: *Neurosurgical Aspects of Epilepsy.* APUZZO,M.L.J. (Ed.). Neurosurgical Topics. AANS. Park Ridge, Illinois. 1991. pp.117-148.
- 112.- OLIVIER,A. Extratemporal Cortical Resections: Principles and Methods. En: *Epilepsy Surgery.* LÜDERS,H.O. (Ed.). Raven Press. New York. 1992. pp.559-568.
- 113.- ONO,M.; KUBIK,S. y ABERNATHEY,CD. Atlas of the Cerebral Sulci. (Eds.). Georg Thieme Verlag. Stuttgart-New York.1990.
- 114.-OTSUKI,T. y OSHIMOTO,T. Endoscopic Resection of a Subthalamic Cavernous Angioma: Technical case report. *Neurosurgery,* 35: 751-754.
- 115.- PAIT,T.G.; DENNIS,M.W.; LAWS,E.R. et al. The history of the neurosurgical engine. *Neurosurgery.* 28(1): 111-128.1991.

- 116.- PATIL,A.A. y WOOSLEY,R.E. Scalp Marking on Intracranial Lesions Using Computed Tomography Images. A Technical note. Acta Neurochirurgica..80:62-64.1986.
- 117.- PARERA,C.; GARCIA DE SOLA,R.; BRASA,J. et al. Localización mediante reconstrucción geométrica craneal basado en la TAC. Reunión Anual de la Sociedad Española de Neurorradiología. Barcelona. Dic. 1979.
- 118.- PENFIELD,W. y JASPER,H. Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain. Little, Brown and Co. Boston. 1954.
- 119.- PHILLIPS,C.G.; ZEKI,S. y BARLOW,H.B. Localization of function in the cerebral cortex: past, present and future. Brain. 107:327-361.1984.
- 120.- QUISLING,R.G. Correlative Neuroradiology. A Topographic Approach to Cerebral Angiographic and CT Interpretation. (Ed). John Wiley and Sons.1980.
- 121.-QUISLING,R. Cerebral Angiography. En: Neurological Surgery. YOU-MANS,J.R. (Ed). Saunders Company, 1990. pp 239-291.
- 122.- RASMUSSEN,Th. Hemispherectomy for seizures revisited. Can.J.Neurol.Sci. 10:71-78,1983.
- 123.- RASMUSSEN,Th. Cerebral Hemispherectomy: Indications, Methods, ans Results. En: Operative Neurosurgical Techniques. SCHMIDECK,H.H. y SWEET,W.H. (Eds.). Grune & Stratton. Orlando. 1988. pp.1235-1241.
- 124.-REID,S.A. Toward the ideal Electroconvulsive therapy array. Neurosurgery. 25:135-137. 1989.
- 125.- RIECHER,T. y MUNDINGER,F. Combined stereotactic operation for treatment of deep-seated angiomas and aneurysms. J.Neurosurg.21:358-363.1964.
- 126.- RIGAMONTI,D. Natural history of cavernous malformation, capillary malformation (Telangiectasies) and venous malformatios. En: Intracranial Vascular Malformation. BARROW,D.L. (Ed.) American Association of Neurological Surgeons. Illinois.1990. pp:45-52.
- 127.- ROBERTS,D.W.; STROHBEHN,JW.; HATCH,J.F. et al.Frameless stereotaxic integration of computerized tomographic imaging and the operating microscope. J.Neurosurg. 65:545-549.1986.
- 128.- ROBERTS,D.W. Section of Corpus Callosum for Epilepsy. En: Operative Neurosurgical Techniques. SCHMIDECK,H.H. y SWEET,W.H. (Eds.). Grune & Stratton. Orlando. 1988. pp.1243-1250.

- 129.- ROBERTS,D.W. Corpus Callosum Section. En: Surgery for Epilepsy. Contemporary Issues in Neurological Surgery. SPENCER,S.S. y SPENCER,-D.D.(Eds.). Blackwell Scientific Publ. Boston. 1991. pp.168-178.
- 130.- ROBINSON,J.R.; AWAD,I.A. y LITTEL,J.R. Natural history of the cavernous angiomas. J.Neurosurg. 75:709-713. 1991.
- 131.- ROSSI,G.F.; COLICHIO,G. y SCERRATI,M. Resection surgery for partial epilepsy.Relation of surgical outcome with some aspects of the epileptogenic process and surgical approach. Acta Neurochir (Wien)130. 101-110.1994.
- 132.- SABIN,H.I.; WHITTLE,I.R. Stereotactic craniotomy and intraoperative lesion localisation using the Brown-Robert-Wells frame. Technical note. Acta-Neurochir-Wien. 102(3-4): 137-40.1990.
- 133.- SAINT-HILAIRE,J.M. Investigations pré-chirurgicales. Neurochirurgie. 38:34-66.1992.
- 134.- SALAMON,G. Atlas de la Vascularisation Arterielle du Cerveau chez L'Homme. (Ed.) Sandoz. Paris. 1971.
- 135.- SCHALTENBRAND,G. y BAILEY,P. Introduccion to Stereotaxis with an Atlas of the Human Brain. Stuttgart: G. Thieme.1959.
- 136.- SCHALTENBRAND,G y WAHREN,W. Atlas for Stereotaxy of the Human Brain. 21 Ed. Georg Thieme Publ. Stuttgart. 1977.
- 137.- SCHALTENBRAND,G y WAHREN,W. Stereotaxy of the Human Brain. 21 Ed. Georg Thieme Publ. Stuttgart. 1982.
- 138.- SCHERG,M. Fundaments of dipole source potential analysis. En : Auditory Evoked Magnetic Fields and Potentials. HOCHE,M., GRANDORI,F. y ROMANI,G.L. (Eds.) Advances Audiol. Vol 6. Karger. Basel 1989.
- 139.- SHERRINGTON,C.S. The integrative Action of the Nervous System. En: The Concept of cerebral and Spinal Localization and the Beginnings of Neurological Surgery. Neurosurgical Update I. R.H.Wilkins y S.S. Rengachary. McGraw-Hill, Inc. New York. 1990. pp 3-11.
- 140.- SPENCER,S.S.; GATES,J.R.; REEVES,A.R., et al. Corpus Callosum Section. En: Surgical Treatment of the Epilepsies. ENGEL, J.Jr.(Ed.). Raven Press. New York. 1987. pp.425-444.
- 141.- SPENCER,D.D.; SPENCER,S. y FRIED,I. Presurgical Localization: Neurophysiological and Neuroimaging Studies (Yale Perspective). En: Neurosurgical Aspects of Epilepsy. APUZZO,M.L.J (Ed.) American Association of Neurological Surgeons. 1991.73-85.

- 142.- SPIEGEL,E.A.; WYCIS,H.T.; MARKS,M. y LEE,A.J. Stereotaxic apparatus for operations on the human brain. *Science* 106:349-350,1947.
- 143.- STONE,J.L. Paul Broca and the first craniotomy based on cerebral localization. *J.Neurosurg.* 75:154-159.1991.
- 144.- SUTHERLING,W. RISINGER,N.; CRANDALL,P. et al. Focal functional anatomy of dorso-lateral fronto-central seizures. *neurology.* 1990.40. 87-98.
- 145.- SZIKLA G., BOUVIER, G. y HORI, T. *Angiography of the human cortex.* Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1977
- 146.- TALAIRACH,J.; DAVID,M.; TOURNOUX,P. et al. *Atlas d'Anatomie Stereotaxique.* Paris. Masson.1957.
- 147.- TALAIRACH,J.; SZIKLA,G.; TOURNOUX,P., et al. *Atlas d'Anatomie Stéréotaxique du Télencéphale.* Paris. Masson et Cie. 1967.
- 148.-TALAIRACH,J. y BANCAUD,J. Stereotactic approach to epilepsy. *Methodology of anatomo-funcional stereotaxic investigations.* *Progr.Neurol. Surg.*5:297-354,1973.
- 149.- TALAIRACH,J.; BANCAUD,J.; SZIKLA,G., et al. *Approche nouvelle de la neurochirurgie de l'épilepsie. Méthodologie stéréotaxique et résultats thérapeutiques.* *Neurochirurgie,* 20 Suppl.1. 1974.
- 150.-TALAIRACH,J. y BANCAUD,J. Stereotaxic exploration and therapy in epilepsy. En: VINKEN,P.J. y BRUYN,G.W. (Eds.). *Handbook of Clinical Neurology.* Vol. 15. *The Epilepsies.* North Holland Publ. Co. Amsterdam. 1974. pp.758-782.
- 151.- TALAIRACH,J. y TOURNOUX,P. *Co-Planar Stereotaxic Atlas of the Human Brain.* Georg Thieme Verlag. Stuttgart New York. 1988.
- 152.- TALAIRACH,J. y TOURNOUX,P. *Referentially Oriented Cerebral MRI Anatomy.* Georg Thime Verlag. Stuttgart-New York. 1993.
- 153.- THEODORE,W.H. MRI,PET,SPECT: Interrelations; technical limits, and unanswered questions. En: *Surgical Treatment of Epilepsy.* THEODORE,W.H. (Ed.). 1992. Elsevier. pp: 127-134.
- 154.- UEMATSU,S.; LESSER,R.; FISHER,R. et al. Resection of the epileptogenic area in critical cortex with the aid of a subdural electrode grid. *Stereotact. Funct. Neurosurg.* 54+55:34-45.1990.

- 155.- UEMATSU,S.; LESSER,R.P. y GORDON,B. Localization of Sensorimotor Cortex:The influence of Sherrington and Cushing on The Modern Concept. *Neurosurgery*.30:904-913.1992.
- 156.- UEMATSU,S.; LESSER,R.; FISHER,R. et al. Motor and Sensory Cortex in Humans:Topography Studied with Chronic Subdural Stimulation. *Neurosurgery*. 31:59-72.1992.
- 157.- VAQUERO,J.; MARTINEZ,R. y BRAVO,G. Cavernous Angiomas of the Brain. *Neurosurgery*. 12:208-210. 1983.
- 158.- VILLEMURE,J.G. Hemispherectomy Techniques. En: *Epilepsy Surgery*. LÜDERS,H.O. (Ed.). Raven Press. New York. 1992. pp.569-578.
- 159.- WADA,J. y RASMUSSEN,T. Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralization of cerebral speech dominance: experimental and clinical observations. *J.Neurosurg*. 17:266-282. 1960.
- 160- WATANABE,E.; WATANABE,T.; MANAKA,S. et al. Three-dimensional digitizer (neuronavigator):new equipment for computed tomography-guided stereotaxic surgery. *Surg. Neurol*. 27:543-547. 1987.
- 161.- WATANABE,E.; MAYANAGI,Y.; KOSUGI,Y. et al. Open surgery assisted by the neuronavigator. A stereotactic articulated, sensitive arm. *Neurosurgery*. 28:792-800.1991.
- 162.-WEISS,M.H. Neuroimaging Techniques -Diagnostic and therapeutic- An Update. *Contemporary Neurosurgery*. Vol 9. n118.1987.
- 163.- WIESER,H.G.; ELGER,C.E. y STODIECK,S.R.G. The "Foramen Ovale Electrode": a new recording method for the preoperative evaluation of patients suffering from medio-basal temporal lobe epilepsy. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol*. 66:314-322,1985.
- 164.- WOICIECHOWSKY,C.; VOGEL,S.; LEHMAN,R. et al. Transcallosal removal of lesions affecting the third ventricle:An anatomic and Clinical Study. *Neurosurgery*.36.117-123.1995.
- 165.- WYLER,A.R.; OJEMAN,G.A.; LETTICK,E. et al. Subdural strip electrodes for localizing epileptogenic foci. *J. Neurosurg*. 60:1195-1200,1984.
- 166.- WYLER,A.R.; ACKER,J.D. Presurgical Localization:Neurophysiological and Neuroimaging Studies (Tennessee Perspective). En: *Neurosurgical Aspects of Epilepsy*. APUZZO,M.L.J. (Ed.). American Association of Neurological Surgeons. 1991.pp:87-101.

167.-WYLER,A.R. Corpus callosotomy. En:Surgical Treatment of Epilepsy. THEODORE,W. (Ed.) Elsevier.1992. pp:205-208.

168.- WILKINS,R.H. Principles of Neurosurgical Operative Technique. Wilkins, R. En Neurosurgery. (I tomo). I. R.H.Wilkins y S.S. Rengachary. McGraw-Hill, Inc. New York. 1982. pp 427-438.

169.- YASARGIL,M.G.; TEDDY,P.J. y ROTH,P. Selective Amigdal-Hippocam-pectomy. Operative Anatomy and Surgical Technique. En: Advances and Technical Standars in Neurosurgery. Vol.12. SYMON,L.; BRIHAYE,J.; GUIDETTI,B., et al. (Eds.). Springer-Verlag. Wien. 1985. pp.93-124.

170.- YASARGIL,M.G.; CRAVENS,G.F. y ROTH,P. Surgical approaches to "inaccessible" brain tumours. Clin Neurosurg.1986. 34:42-110.

171.- YASARGIL,M.G. Microneurosurgery. Vol.IV-A. Georg Thieme Verlag. Stuttgart-New York.1994.

172.- YOSHIDA,M. Creation of a Three-Dimensional Atlas by Interpolation from Schaltenbrand-Bailey´s Atlas. Appl.Neurophysiol. 50:45-48. 1987.

