

Historia de la cirugía de epilepsia

Alonso-Vanegas MA,¹ Bramasco Avilez A,² Moreno Jiménez S¹

RESUMEN

Uno de los grandes triunfos de la neurocirugía moderna es el hecho de que muchos pacientes con epilepsia puedan ser curados, o presentar una mejoría significativa de esta enfermedad devastante, mediante diversos procedimientos quirúrgicos, con una morbimortalidad muy baja. La cirugía de epilepsia en su connotación actual se desarrolla gracias a la introducción de tres grandes avances para la medicina: anestesia, antisepsia y la localización cerebral. Esta revisión se enfoca en el trabajo visionario de numerosos investigadores desde los trabajos de Paul Broca, quien establece la relación existente entre la afasia y el lóbulo frontal hasta la localización estereotáctica de áreas epileptógenas por Talairach y Bancaud. En este recorrido se analizan los trabajos de Hitzig y Fritsch, quienes publican sus resultados sobre estimulación cortical en perros; de Horsley, quien realiza cirugía de epilepsia con localización clínica del área epileptogénica; de Krause, quien realiza la primera estimulación cortical en humanos buscando localizar los focos epileptógenos; de Penfield, quien inicia las resecciones del lóbulo temporal para el manejo de la epilepsia, así como el desarrollo del electroencefalograma por Berger. Debido entonces al esfuerzo e ingenio de grandes hombres estamos hoy día más cerca de una solución definitiva, o al menos una mejoría importante para el paciente epiléptico, y la cirugía de epilepsia ha pasado a ocupar un lugar sobresaliente en los anales de la medicina.

Palabras clave: cirugía de epilepsia, pioneros de la cirugía de epilepsia, Víctor Horsley, Wilder Penfield, Fedor Krause, Otrid Foerster, historia de la epilepsia.

Rev Mex Neuroci 2004; 5(6): 602-608

History of epilepsy surgery

ABSTRACT

One of the great triumphs of modern neurosurgery is the fact that many patients with epilepsy can be cured, or at least display a significant improvement of this devastating disease, by means of diverse surgical procedures, with a very low morbidity and mortality. The surgery of epilepsy in its present connotation is developed thanks to the introduction of three great advances for the medicine: anesthesia, antisepsis and the cerebral localization. This paper focuses in the visionary work of numerous investigators, beginning with the works of Paul Broca, which establishes the relationships between aphasia and the frontal lobe, as well as the stereotactic localization of ictal zones by Talairach and Bancaud. The works of Hitzig and Fritsch are analyzed, that publish their results on cortical stimulation in dogs; Horsley that makes surgery of epilepsy with clinical localization of the ictal zone by Hughlings Jackson; Krause that makes the first cortical stimulation in humans looking for localization of ictal zones, and Penfield that initiate the resections of the temporal lobe in the treatment of epilepsy, as well as the development of electroencefalogram by Berger. Due to the effort and talent of great men, that we are closer to a definitive solution or at least an important improvement for the epileptic patient. The surgery of epilepsy has come to occupy an important place in the annals of the medicine.

Key words: Surgery of epilepsy, pioneers of the surgery of epilepsy, Victor Horsley, Wilder Penfield, Fedor Krause, Otrid Foerster, history of the epilepsy.

Rev Mex Neuroci 2004; 5(6): 602-608

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la epilepsia ha quedado documentado por la humanidad desde hace 3,000 años, sin embargo, no es sino hasta el siglo XIX cuando la ciencia, combinada con la inquietud de grandes hombres visionarios, vislumbra en el escenario la localización topográfica del origen de las crisis convulsivas, y por ende los intentos por reseca de ma-

nera quirúrgica dichas áreas. Subsecuentemente esta idea acompaña al hombre en el desarrollo de diversas y variadas tecnologías, hoy día indispensables para el manejo quirúrgico de la epilepsia. Es uno de los grandes triunfos de la neurocirugía moderna, el que muchos pacientes con epilepsia puedan ser curados, o bien presentar una mejoría significativa de esta enfermedad a través de procedimientos quirúrgicos, que cursan con una morbimortalidad muy baja.

INICIOS

Las trepanaciones se realizaron desde antes de la medicina hipocrática hasta el siglo XIX en un intento por curar la epilepsia. Un ejemplo es el caso de Benjamín Winslow Dudley, quien, entre los años

1. Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez.

2. Centro Médico Nacional 20 de Noviembre "ISSSTE".

Correspondencia:

Dr. Mario A. Alonso-Vanegas*

INNN Manuel Velasco Suárez. Insurgentes Sur No. 3877. C.P. 14269, México, D.F.

1818 y 1827, utilizó las trepanaciones para tratar a cinco pacientes con epilepsia secundaria a trauma craneoencefálico, y publicó sus resultados en el primer número del "*Transylvania Journal of Medicine*". Así, se convirtió en el primer cirujano en América en utilizar un procedimiento quirúrgico para el manejo de la epilepsia y el primero en publicar una serie de casos.¹ Sin embargo, la cirugía de epilepsia como precursora de los procedimientos utilizados hoy día, se inicia únicamente después de la introducción de tres grandes avances en el campo de la medicina: anestesia, antisepsia y la localización cerebral. En 1844, Horace Wells utiliza el óxido nitroso para la anestesia de pacientes sometidos a tratamiento dental, dos años después, William Morton introduce el uso de éter en la anestesia, y, en 1847, J.Y. Simpson utiliza por primera vez el cloroformo. En 1867, después de la introducción de la Teoría de Microbios y Gérmenes por Louis Pasteur, Joseph Lister (Figura 1) introduce la antisepsia en el cuarto de operaciones, utilizando ácido carbólico. En relación con la localización cerebral, los trabajos inician con Paúl Broca, quien establece la relación de la afasia con una lesión inferior del lóbulo frontal izquierdo.²

Diecinueve años después, en 1870, Gustav Fritsch y Edouard Hitzig (Figura 2) publicaron los resul-



Figura 2. Fritsch y Hitzig.

tados en su trabajo sobre la estimulación eléctrica en la corteza de perros.² Los trabajos sobre localización cerebral proliferaron rápidamente con los procedimientos ablativos de David Ferrier, quien se encargó de corroborar los hallazgos obtenidos por Fritsch y Hitzig, y sometió a prueba las observaciones clínicas de Hughlings Jackson en la hemiplejía, corea y epilepsia.³

La estimulación cortical en humanos se remonta a Ohio, en 1874, cuando Robert Bartholow, quien, teniendo a su cargo una paciente con un gran defecto craneal que exponía parte de sus hemisferios cerebrales, introduce agujas a través de la duramadre para estimular la corteza, tras lo que la paciente presenta contracciones musculares en las extremidades derechas.²

En el año de 1875, un cirujano de Liverpool, Richard Caton,⁴ demostró actividad eléctrica en cerebros de animales, pero habría de pasar más de medio siglo antes de que esta actividad pudiese ser registrada desde el cuero cabelludo.

EUROPA

Uno de los casos más memorables para la neurocirugía ocurrió el 25 de noviembre de 1884, cuando el sobrino de Joseph Lister, Rickman Godle, resecó un tumor que había sido localizado correctamente por A.H. Bennet con base en el análisis del tipo de crisis motoras y la parálisis parcial que el paciente presentaba. Desafortunadamente el paciente falleció un mes después a consecuencia de infección e hipertensión endocraneana, pero el primer paso estaba dado y la cirugía de epilepsia había comenzado.

Poco tiempo después, gracias a una beca de la asociación médica británica, John Hughlings Jackson (Figura 3), David Ferrier y Víctor Horsley (Figura 4) incursionaron en el campo de la cirugía para



Figura 1. Joseph Lister.



Figura 3. Hughlings Jackson.

tratar la epilepsia, en el Hospital Nacional para la Parálisis y la Epilepsia en Queen's Square, Londres. El 25 de mayo de 1886, utilizando la información proporcionada por Ferrier y Jackson para la localización de la lesión, Horsley operó a un paciente de 22 años de edad con estatus epilepticus y crisis focales motoras, causadas por una fractura hundida de cráneo, como consecuencia de un trauma craneoencefálico sufrido 15 años antes. Horsley reseco una cicatriz altamente vascularizada y el paciente se curó de las crisis. Sin embargo, la cirugía de epilepsia, en el verdadero sentido de la palabra, inicia un mes después, el 22 de junio de 1886, cuando operó a un segundo paciente, también referido por Jackson. Éste era un paciente masculino de 20 años de edad, quien padecía desde hacía dos años, lo que sería llamado a la postre "crisis jacksonianas", de inicio en la mano izquierda con oposición clónica del pulgar e índice. Esta cirugía no solamente se planeó con base en un análisis exacto de la semiología de la crisis, sino que Horsley, además de quitar el tumor, también reseco el tejido circundante, el cual se encontraba notoriamente alterado. Posteriormente, en un pie de nota describió: "La razón de la cirugía era remover el FOCO EPILEPTÓGENO" siendo ésta la primera ocasión en que el término aparecía en la literatura,² y considerán-

dose esta intervención como la primera cirugía formal de epilepsia descrita.

Los resultados se publicaron en el Congreso Anual de la Asociación Médica Británica, en Brighton, en agosto de 1886, y en abril de 1887 se publicaron los resultados de nueve casos de cirugía de epilepsia en el "British Medical Journal".^{5,6} Con el tiempo, el interés de Horsley por la cirugía de epilepsia disminuyó y no volvió a publicar sobre el tema después de 1890.

El sitio de interés principal por la cirugía de epilepsia se trasladó de Inglaterra a Alemania con el trabajo de dos pioneros en la neurocirugía, Fedor Krause y Otfried Foerster.

Fedor Krause fue entrenado como cirujano general, pero pronto desarrolló interés por el sistema nervioso central. Sus publicaciones, basadas en sus observaciones acerca del manejo quirúrgico de la epilepsia se encuentran en una serie de tres volúmenes, publicados de 1909 a 1912. Krause operó antes del advenimiento del electroencefalógrafo y se basó principalmente en el desarrollo de las crisis epilépticas después de la estimulación cortical para la localización del foco epileptógeno, en pacientes bajo anestesia local. Con base en sus observaciones con anestesia local en la estimulación cortical, publicó el primer mapa de la corteza motora humana.



Figura 4. Víctor Horsley.

Se cree que Krause fue el primer cirujano en realizar estimulación eléctrica cortical transoperatoria. Aunque no necesariamente el primer caso, el primer caso registrado en la literatura correspondió a una paciente femenina de 15 años quien había sufrido de "inflamación severa del cerebro" a la edad de dos años y desarrolló convulsiones que incrementaron en frecuencia e intensidad con el tiempo. Las crisis siempre empezaban en cara, brazo y pierna izquierdos, y secundariamente se generalizaban en ocasiones. Durante la cirugía, al estimular eléctricamente la corteza, la paciente presentó movimientos de la porción inferior de la cara, hombro y brazo izquierdos, describiendo Krause literalmente "*La punción cerebral por encima del área del centro facial e inmediatamente por debajo de la corteza demostró ser exitosa, y una gran cantidad de líquido, alrededor de 100 cc de líquido claro, fue extraído. Evidentemente estábamos tratando con un quiste encefálico localizado en la región subcortical*".⁷ La paciente, 17 años después de la cirugía, no había presentado ninguna crisis, y no solamente se curó de su epilepsia, sino que mejoró significativamente en su estado mental.

Krause también describió la cirugía del cerebro sin anestesia, indicando que el cerebro expuesto era insensible al "*corte, manipulación e irritación*". También se le acredita la introducción de la cirugía neurológica en algunos países de América Latina. Se estima que Krause, durante su vida, operó alrededor de 400 pacientes epilépticos, representando, por mucho, la mayor serie de ese tiempo.

Otfrid Foerster se entrenó como neurólogo y desarrolló un gran interés por el manejo de la patología neurológica y realizó sus primeras intervenciones neuroquirúrgicas durante la Primera Guerra Mundial, la cual dejó como saldo muchos pacientes con crisis parciales, secundarias a la cicatrización cerebral provocada por heridas de armas de fuego en la cabeza. Foerster, como neurólogo, había adquirido la habilidad y conocimiento para localizar los focos epileptógenos, como neurocirujano, reseccó las cicatrices. Siempre utilizó anestesia local, lo que le brindó la oportunidad de realizar estimulación cortical. En 1926, Foerster publicó su trabajo titulado "*El manejo quirúrgico de la epilepsia y la patogénesis de la epilepsia*".⁷

Dándose a conocer por la estimulación cortical intraoperatoria bajo anestesia local, también se le debe el primer mapa entero de la corteza cerebral publicado conjuntamente con Penfield, en 1930. Gracias a su trabajo fue muy conocido alrededor del mundo atrayendo muchos visitantes, entre los que se encuentran el propio Wilder Penfield, Percival Bailey y Paúl Bucy.

Conjuntamente con Altenburger produjo el primer electrocorticograma transoperatorio, y se le atribuye el haber acuñado el término de "Epilepsia psicomotora". Asimismo, fue el primero en estimular áreas de la corteza fuera del área motora, e introdujo la hiperventilación para la inducción de crisis. Foerster esencialmente financió sus propios trabajos hasta 1932, cuando recibió ayuda financiera de la Fundación Rockefeller. En 1934, el mismo año en que se fundó el Instituto Neurológico de Montreal, se completó la Fundación Otfrid Foerster, la cual no sobrevivió a la Segunda Guerra Mundial.

AMÉRICA DEL NORTE

Durante la Segunda Guerra Mundial, el foco de la cirugía neurológica y particularmente los avances en el desarrollo de la cirugía de epilepsia se trasladaron de Europa a América del Norte.

El alumno más importante de Foerster en términos de cirugía de epilepsia fue Wilder Penfield (Figura 5), quien tiempo después de haber sido nombrado jefe de neurocirugía de la Universidad de McGill, en Montreal, Canadá, tuvo conocimiento del trabajo de Foerster, y en 1928 recibió una beca de



Figura 5. Wilder Penfield.

la Fundación Rockefeller para viajar a Alemania y aprender la técnica de estimulación cortical y resección de cicatrices cerebrales. Durante su estancia de seis meses con Foerster, sus observaciones sobre la inducción de crisis a través de la estimulación eléctrica les llevaron a sugerir que las crisis eran el resultado de la vasoconstricción en respuesta a la estimulación eléctrica. Publicaron sus resultados en 1930 tanto en alemán como en inglés.

Después de regresar a Montreal, con otra beca de la Fundación Rockefeller, Penfield fundó el Instituto Neurológico de Montreal, en 1934, con la ayuda de William Cone, quien también había pasado algún tiempo con Foerster.

En 1929, cuando Hans Berger (Figura 6) publicó su primer trabajo sobre electroencefalografía,⁸ ésta se veía con escepticismo, sin embargo, pasarían tan sólo diez años para que la técnica de Berger revolucionara el diagnóstico de los trastornos epilépticos. En Boston, Frederic y Erna Gibbs junto con William Lennox describieron tres patrones epilépticos electroencefalográficos que diferenciaban gran mal, pequeño mal y epilepsias psicomotoras.⁹ Herbert Jasper y John Kershman, basándose en su amplia experiencia en Montreal,¹⁰ argumentaban que los trastornos epilépticos debían ser clasificados con base en su localización y no en los patrones paroxísticos, por lo que, utilizando montajes bipolares, reconocieron de manera acertada el origen temporal de muchas descargas epilépticas. Fue en el año de 1950 cuando Penfield y Herman Flanigin describieron sus resultados en 68 pacientes sometidos a resecciones del lóbulo temporal en el Instituto Neurológico de Montreal, después de una evaluación que incluía un electroencefalograma preoperatorio y un registro electrocorticográfico transoperatorio.¹¹ La técnica de estimulación cortical que Penfield aprendió en el laboratorio de Foerster junto con la



Figura 6. Hans Berger.

electroencefalografía le ayudó a elucidar el mapa cortical, así como el papel desempeñado por el lóbulo temporal en la epilepsia.

Jasper y el grupo de Montreal merecen el crédito por elucidar de manera precisa las correlaciones electrofisiológicas de las crisis parciales y de la epilepsia del lóbulo temporal.¹² En 1947, Percival Bailey inició el manejo quirúrgico de pacientes con epilepsia psicomotora basado solamente en los hallazgos electroencefalográficos que mostraban ondas agudas de origen temporal; describiendo en 1951 junto a Gibbs una serie de 25 pacientes a quienes se les realizó lobectomía temporal basados solamente en criterios electroencefalográficos.¹³ De esta manera se consolidó la función del electroencefalograma como un instrumento esencial para la localización preoperatoria de focos epileptógenos. Y adoptada por otros centros en Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Italia, España, Suiza y Cuba,¹² con lo que la cirugía del lóbulo temporal se tornó (y aún continúa siendo) la cirugía más común para el manejo de la epilepsia.¹⁴

Gracias a la mejoría en las técnicas de localización mediante electroencefalografía, la evidencia que involucraba las estructuras mediales del lóbulo temporal en la epileptogénesis se volvió abrumadora, por lo que se iniciaron las resecciones de estas estructuras. Las reoperaciones efectuadas en Montreal mostraron ser benéficas y además revelaron patología hipocampal,^{15,16} algunos otros cirujanos se dieron cuenta que al incluir en sus resecciones de manera rutinaria al hipocampo, amígdala y uncus mejoraban los resultados de sus cirugías.¹⁷⁻¹⁹ En 1953, Murray Falconer¹⁷ introdujo la lobectomía temporal anterior en bloque, en la ciudad de Londres.

Para 1958, la aceptación del papel que jugaban las estructuras mesiales del lóbulo temporal, en las crisis parciales refractarias al manejo médico llevaron a Paulo Niemeyer a demostrar la efectividad de las resecciones limitadas a esta zona.²⁰ En el Segundo Coloquio Internacional efectuado en Bethesda, Maryland, en 1958, presentó su experiencia en 19 pacientes en quienes había resecado exitosamente, a través de un abordaje transventricular, las estructuras mediales del lóbulo temporal, y dio crédito a Riechert y Jung, quienes habían interrumpido el fórnix de manera estereotáctica.

MÉTODOS DE LOCALIZACIÓN APLICADOS

Jean Talairach visualizó los métodos estereotácticos como ideales para el análisis de la neuroanatomía humana de una forma tridimensional, y diseñó un sistema basado en un eje que va de la comisura anterior hasta la comisura posterior para un mejor estudio del cerebro humano. Este méto-

Evolución de la cirugía en epilepsia

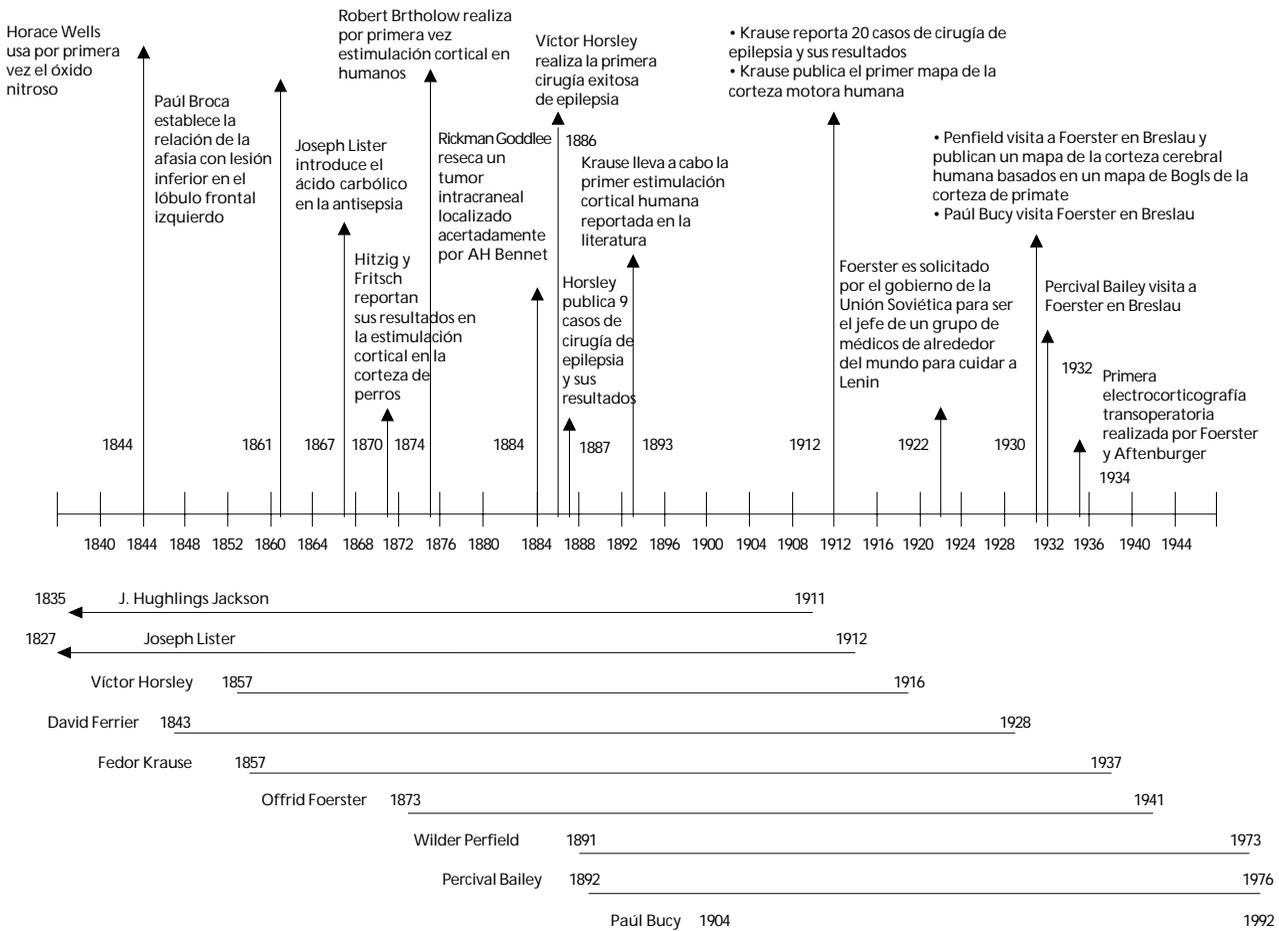


Figura 7. Evolución de la Cirugía de Epilepsia (de Luders Hans con autorización).

do también permitió la normalización de los datos anatómicos de diferentes cerebros, lo que lo llevó a la publicación de dos atlas anatómicos en 1957.^{21,22} En 1959, Bancaud vio el potencial del concepto espacial del cerebro humano, propuesto por Talairach y empezó a trabajar con él para desarrollar aplicaciones de la exploración estereotáctica funcional en epilepsias intratables, aplicando numerosos electrodos intracerebrales con respecto a marcadores anatómicos confiables, registrando la actividad eléctrica cerebral de estructuras profundas durante las crisis. Bancaud desarrolló un análisis cuidadoso de las correlaciones anatomo-clínico-fisiológicas que determinaban, directamente, la estrategia quirúrgica, utilizando registros electroencefalográficos de crisis acertadamente localizadas en el espacio cerebral. Describió las contribuciones respectivas de las estructuras mediales y laterales en la organización de las crisis temporales y frontales, el rol de la amígdala e hipocampo vs. la neocorteza temporal y el área motora suplementaria, así como el área 24 de la circunvolución del cíngulo vs. las cortezas fron-

tales dorsolateral, ventrolateral y ventromedial.

Los registros intracerebrales ictales dilucidaron las áreas corticales a reseca por el neurocirujano, por lo que se requirió de nuevas definiciones; la zona donde se origina la crisis se calificó como "zona epileptogénica", diferenciándose esta zona epileptogénica del espacio ocupado por la actividad interictal llamada "zona irritativa", y definiendo el espacio ocupado por una alteración morfológica o una lesión que supuestamente provoca epilepsia como "zona lesional". Talairach y Bancaud demostraron que las zonas lesionales e irritativas tienen relaciones topográficas distintas con la zona epileptogénica.^{23,24}

Talairach desarrolló un nuevo tipo de cirugía de epilepsia basado en una representación tridimensional de las zonas epileptógenas, irritativas y lesionales. Con este nuevo método el plan quirúrgico podía ser cuidadosamente preparado y adaptado en cada caso en particular.

Entendiendo la dinámica que revelaba la secuencia de síntomas conforme aparecían, Bancaud pudo

realizar una extrapolación del origen anatómico de la crisis. Con esta extrapolación, la caracterización de los síntomas iniciales parecieron no más importantes que los síntomas de cualquier otra fase de la crisis. Bancaud consideró el concepto del orden y secuencia de la semiología de los elementos como cruciales, y encontró analogías con la organización sintáctica las palabras en un enunciado con significado. Esto llevó a la definición de "patrones de crisis", el cual se menciona en la mayoría de las publicaciones de Bancaud.

Talairach y Bancaud publicaron más de 60 artículos originales. Demostraron el papel desempeñado por las estructuras límbicas, la amígdala, y el hipocampo en la sintomatología clínica y organización electroclínica de las crisis del lóbulo temporal. El trabajo de continua colaboración entre Jean Talairach y Jean Bancaud culminó con su informe general presentado en 1974 a la Société de Neurochirurgie de habla francesa, titulado "Approche Nouvelle de la Chirurgie de l'Épilepsie." Seguramente una de las contribuciones más importantes es el énfasis que pusieron en el valor de la semiología clínica y su integración a través de las correlaciones "anatomio-electro-clínicas" de los pacientes con crisis.²

Una revisión de la historia de la cirugía de epilepsia nos muestra que los procedimientos quirúrgicos para el tratamiento de la epilepsia eran dependientes de, y relacionados con, la definición precisa del foco epiléptico, lo cual sigue siendo lo más importante en la actualidad.

REFERENCIAS

1. Patchell R, Young B, Tibbs P. Benjamin Winslow Dudley and the surgical treatment of epilepsy. *Neurology* 1987; 37: 290-1.
2. Capítulos En: Hans L. (ed.). *Epilepsy Surgery*; 2001, p. 19-53.
3. Wilkins R, Rengachary S. *Neurosurgery*. "Historical aspects of neurosurgery". 1; 3-10.
4. Caton R. *The electrical currents of the Brain*. *Br Med J* 1875; 2: 278.
5. Horsley V. *Brain-Surgery*. *Br Med J* 1886; 2: 670-5.
6. Horsley V. *Ten consecutive cases of operations upon the brain and cranial cavity to illustrate the details and safety of the method employed*. *Br Med J* 1887; 3: 863-5.

7. Krause F. *Surgery of the Brain and Spinal cord-based on personal experiences*. Vol III (Traducción en inglés). New York: Rebman Company; 1912.
8. Berger H. *Über das Elektrenkephalogramm des Mensch*. *Arch Psychiatr Nervenkr* 1929; 87: 527-70.
9. Gibbs FA, Gibbs EI, Lennox WG. *Cerebral dysrhythmias of epilepsy*. *Arch Neurol Psychiatry*.
10. Jasper HH, Kreshman J. *Electroencephalographic classification of the epilepsies*. *Arch Neurol Psychiatry*.
11. Penfield W, Flanigin H. *Surgical therapy of temporal lobe seizures*. *Arch Neurol Psychiatry* 1950; 64: 491-500.1960; 17: 266-82.
12. Wyllie E. "Historical perspectives and future directions". *The treatment of epilepsy. Principles and practice*. 1993, p. 957-66.
13. Bailey P, Gibbs FA. *The surgical treatment of psychomotor epilepsy*. *JAMA* 1951; 145: 365-70.
14. Engel Jr. (ed.). *Surgical treatment of the epilepsies*. New York, NY: Raven Press; 1987, p. 727.
15. Earle KM, Baldwin M, Penfield W. *Incisural sclerosis and temporal lobe seizures produced by hippocampal herniation at birth*. *Arch Neurol Psychiatry* 1953; 69: 27-42.
16. Penfield W, Baldwin M. *Temporal lobe seizures and the technique of subtotal temporal lobectomy*. *Ann Surg* 1952; 136: 625-34.
17. Falconer MA. *Discussion on the surgery of the temporal lobe epilepsy: surgical and pathological aspects*. *Proc R Soc Med* 1953; 33: 400-13.
18. Green JR, Duisberg REH, McGrath WG. *Focal epilepsy of psychomotor type. A preliminary report on observations on effects of surgical therapy*. *J Neurosurgery* 1951; 8: 157-72.
19. Morris AA. *Temporal lobectomy with removal of uncus, hippocampus and amygdale*. *Arch Neurol Psychiatry* 1956; 76: 479-96.
20. Niemyer P. *The transventricular amygdalohippocampectomy in temporal lobe epilepsy*. In: Bailey P (ed.). *Temporal lobe epilepsy*. Springfield, IL: Charles C Thomas; 1958, p. 461-82.
21. Talarach J, David M, Tournoux P, et al. *Atlas d'anatomie stereotaxique des noyaux gris centraux*. Paris: Masson & Clie; 1957.
22. Talarach J, Szikla G, Topurnoux P, et al. *Atlas d'anatomie stereotaxique du telencephale*. Paris: Masson & Clie; 1967.
23. Talarach J, Bancaud J. *Lesion, "irritative" zone and epileptogenic focus*. *Confin Neurol* 1966; 27: 91-4.
24. Bancaud J. *Topographic relationships between cerebral lesions and seizure discharge*. In: Cancer R, Angeleri F, Penry JK (eds.). *Advances in epileptology: proceedings of the XI Epilepsy International Symposium*. New York: Raven Press; 1980, p. 103-9.

