



Artículo de investigación

Modelo 3D de fibras de sustancia blanca en abordajes a la región mesial del lóbulo temporal

3D model of white matter fibers in approaches to the mesial region of the temporal lobe

Cinar Balduin Ayar-Hernández,* Sergio Moreno-Jiménez†

* MMC adscrito al Servicio de Neurocirugía del Hospital Central Militar, México. *Fellow* del Curso de Postgrado de Alta Especialidad Médica en Radioneurocirugía.

† Jefe de la Unidad de Radioneurocirugía. Profesor Titular del Curso de Postgrado de Alta Especialidad Médica de Cirugía de Epilepsia.

Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía «Manuel Velasco Suárez». UNAM. México.

RESUMEN

Introducción: El objetivo principal de la cirugía de epilepsia es proporcionar el máximo tiempo libre de convulsiones, no agregar déficit neurológico y disminuir los fármacos antiepilépticos. **Material y métodos:** Se estudiaron en total cuatro hemisferios cerebrales preparados con técnica Klinger. **Resultados:** Se hicieron mediciones de las distancias de la superficie cortical en el lóbulo frontal entre F2 y F3 al fascículo longitudinal superior, siendo de 19 ± 1.82 mm; de la superficie cortical de la porción posterior del giro temporal superior y medio con el tracto vertical del fascículo longitudinal superior fue de 21 ± 1.41 mm; de la superficie cortical de la región prefrontal y temporal posterior con el segmento arcuato del fascículo longitudinal superior fue de 24.25 ± 1.5 mm. La distancia media hacia la porción cortical de T2 fue de $18.75 \text{ mm} \pm 0.957$, la distancia del polo temporal al borde anterior del haz de Meyer fue de 29.5 ± 1.29 mm; la longitud de las radiaciones ópticas fue de 94.5 ± 1.29 mm. **Conclusiones:** El conocimiento de las fibras de sustancia blanca es importante para prevenir lesiones en los diferentes abordajes a la región temporal mesial y así optimizar el resultado funcional de la cirugía.

Palabras clave: Región temporal, fibras de sustancia blanca, Klinger.

ABSTRACT

Introduction: The main objective of epilepsy surgery is to provide maximum seizure-free time, not to add neurological deficit and decrease of antiepileptic drugs. **Material and methods:** A total of four cerebral hemispheres prepared with the Klinger technique were studied. **Results:** Measurements were made of the distances of the cortical surface in the frontal lobe between F2 and F3 to the superior longitudinal fasciculus being 19 ± 1.82 mm; of the cortical surface of the posterior portion of the superior and middle temporal gyrus with the vertical tract of the superior longitudinal fasciculus was 21 ± 1.41 mm; of the cortical surface of the posterior prefrontal and temporal region with the arcuate segment of the superior longitudinal fasciculus is 24.25 ± 1.5 mm. The average distance to the cortical portion of T2 was $18.75 \text{ mm} \pm 0.957$, the distance from the temporal pole to the anterior edge of the Meyer beam is 29.5 ± 1.29 mm; the length of the optical radiation is 94.5 ± 1.29 mm. **Conclusions:** Knowledge of white matter fibers is important to prevent lesions in different approaches to the mesial temporal region and thus optimize the functional outcome of surgery.

Keywords: Temporal region, white matter fibers, Klinger.

Introducción

Los abordajes quirúrgicos a la región temporomesial han sido descritos por múltiples autores con diferentes variantes. La amigdalohipocampectomía selectiva fue descrita por primera vez por Niemeyer en 1958.¹ Falconer y Taylor en 1958 estandarizaron la lobectomía temporal anterior.² Wieser y Yasargil en 1982

detallaron el abordaje transilviano para realizar la amigdalohipocampectomía.³ En 1993, Hori y Tabuchi popularizaron el abordaje subtemporal⁴ y, en el año 2000, el Dr. Olivier del Instituto Neurológico de Montreal describió el abordaje transcortical con resección endopial de la formación hipocampal y la amígdala.⁵

La epilepsia del lóbulo temporal cubre una variedad de desórdenes con una característica común de crisis que

tiene su origen en el lóbulo temporal.⁶ El objetivo principal de la cirugía de epilepsia es proporcionar el máximo tiempo libre de convulsiones, no agregar déficit neurológico y disminuir de forma gradual los fármacos antiepilépticos.⁷ Pueden revisarse cuatro abordajes desde la perspectiva de a) evitar la vía visual, b) las vías de sustancia blanca que involucran las secuelas neurocognitivas, c) la extensión de la incisión en el tallo temporal, d) la extensión de la amigdalectomía y e) evitar lesiones vasculares.⁸

Se ha demostrado que el uso de modelos anatómicos mejora las habilidades quirúrgicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la neurocirugía, es de vital importancia el aprendizaje detallado de la anatomía microquirúrgica, así como de las relaciones que guardan las diferentes estructuras cerebrales entre sí, para disminuir el riesgo de complicaciones en cada cirugía.

Material y métodos

Es un estudio de tipo descriptivo, observacional, en el cual se realizaron disecciones a cuatro hemisferios ce-

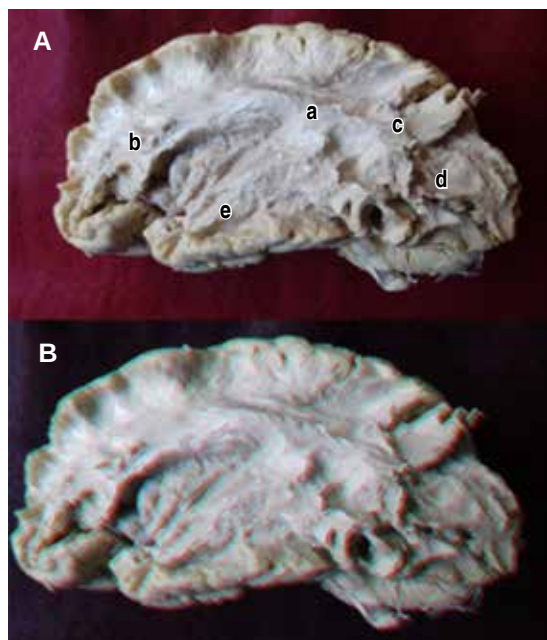


Figura 1: (A) Vista lateral del hemisferio cerebral izquierdo sin circunvoluciones en la que se observan el inicio de la disección del fascículo longitudinal superior y sus relaciones con los lóbulos frontal, parietal, occipital y temporal. **a.** Fascículo longitudinal superior, **b.** Conexiones con el lóbulo frontal, **c.** Conexiones con el lóbulo parietal, **d.** Conexiones con lóbulo occipital y **e.** Conexiones con lóbulo temporal. (B) Imagen 3D en vista lateral del hemisferio cerebral izquierdo sin circunvoluciones en la que se observan el inicio de la disección del fascículo longitudinal superior y sus relaciones con los lóbulos frontal, parietal, occipital y temporal.

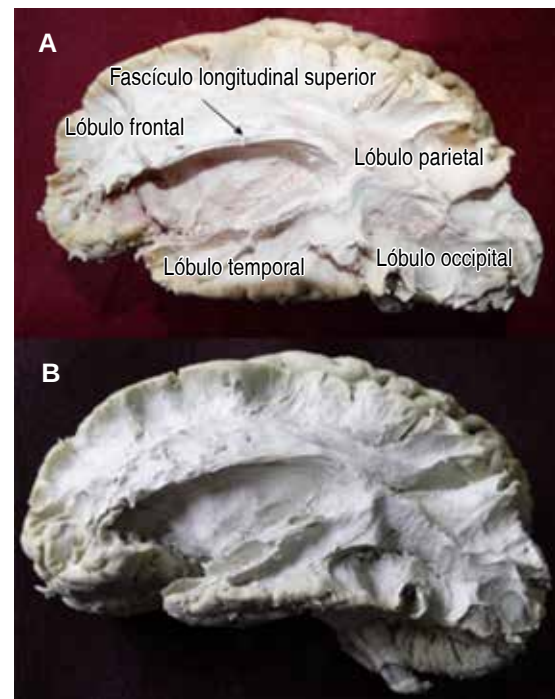


Figura 2: (A) Al avanzar en la disección se observan a mayor detalle las fibras del fascículo longitudinal superior y sus relaciones con los diferentes lóbulos cerebrales. (B) Imagen en 3D. Al avanzar en la disección se observan a mayor detalle las fibras del fascículo longitudinal superior y sus relaciones con los diferentes lóbulos cerebrales.

rebrales previamente preparados con método Klinger. Se hicieron mediciones desde diferentes puntos de la superficie cortical a los diferentes tractos de sustancia blanca, tal como lo describen Pescatori et al.⁹

Resultados

Fascículo longitudinal superior. Es un haz de fibras que rodea la ínsula y la cisura silviana, tiene forma de «C» y conecta los lóbulos frontal, parietal, temporal y occipital. Se observan dos segmentos, uno horizontal que corre del lóbulo frontal al lóbulo parietal inferior. Se realizaron mediciones de la distancia de la superficie cortical en el lóbulo frontal F2 y F3 al fascículo longitudinal superior, siendo de 19 ± 1.82 mm; la distancia entre la superficie cortical de la porción posterior del giro temporal superior y medio con el tracto vertical del fascículo longitudinal superior fue de 21 ± 1.41 mm; la distancia de la superficie cortical de la región prefrontal y temporal posterior con el segmento arcuato del fascículo longitudinal superior es de 24.25 ± 1.5 mm. (Figuras 1 a 3). La lesión de esta vía pro-

duce parafasias fonémicas «trastornos que afectan la forma fonológica de las palabras». Entonces, la pared anterior de la parte temporal del fascículo longitudinal superior, que se ubica verticalmente en la superficie exterior del ventrículo, sería nuestro límite subcortical posterolateral en la resección.

Fascículo uncinado. Es un conjunto de fibras que unen la región orbitofrontal con el lóbulo temporal, se ubica en el haz anterior de las radiaciones ópticas; asimismo, ocupa la parte anterior del tallo temporal (Figuras 4 y 5).

Fascículo occipitofrontal inferior. Es un haz de fibras que conecta el lóbulo occipital con la corteza frontal orbitofrontal y prefrontal dorsolateral, corre junto con el fascículo uncinado en el tallo temporal y en paralelo sobre las radiaciones ópticas (Figura 4). La estimulación eléctrica de este circuito induce parafasias semánticas y compensa las funciones del fascículo longitudinal inferior.⁹

Fascículo longitudinal inferior. Este conjunto de fibras une el lóbulo occipital con el polo temporal, se



Figura 3: (A) Conforme se continúa la disección, se retira la mayor cantidad de fibras en U de los lóbulos cerebrales, así como de las fibras del fascículo longitudinal superior, se observa el trayecto de las fibras del fascículo longitudinal superior, así también las fibras del stratum sagital. **(B)** Imagen en 3D. Conforme se continúa la disección, se retira la mayor cantidad de fibras en U de los lóbulos cerebrales, así como de las fibras del fascículo longitudinal superior, se observa el trayecto de las fibras del fascículo longitudinal superior, así también las fibras del stratum sagital.

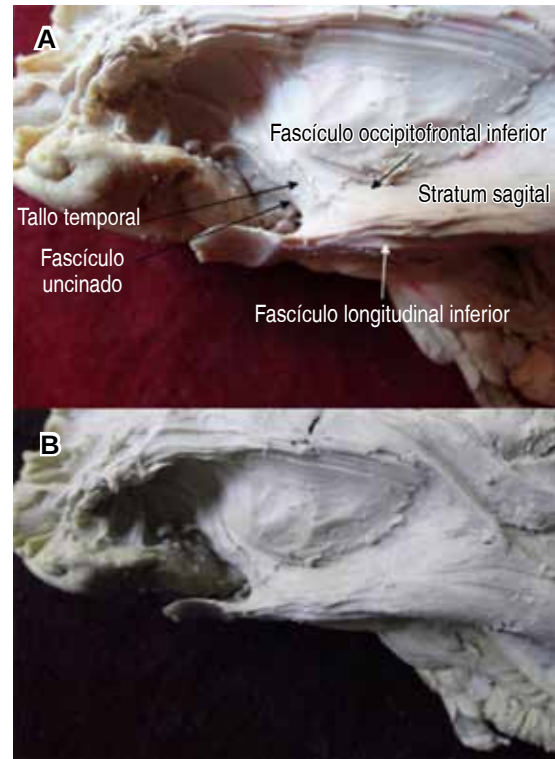


Figura 4: (A) Vista lateral del tallo temporal. Se observan fibras del fascículo uncinado y del fascículo occipitofrontal inferior. En la porción inferior del stratum sagital y las radiaciones ópticas se aprecian las fibras del fascículo longitudinal inferior. **(B)** Imagen en 3D vista lateral del tallo temporal. Se observan fibras del fascículo uncinado y del fascículo occipitofrontal inferior. En la porción inferior del stratum sagital y las radiaciones ópticas se aprecian las fibras del fascículo longitudinal inferior.

ubica en la porción lateral e inferior de las radiaciones ópticas (Figura 4).

Radiaciones ópticas. Las radiaciones ópticas son un conjunto de fibras formado por tres haces: posterior, medio y anterior; se origina en el cuerpo geniculado lateral del tálamo. La porción anterior se dirige en sentido rostral y lateral hasta alcanzar el borde del asta temporal para posteriormente dirigirse en sentido caudal y medial hasta la cisura calcarina (es la porción más fácil de lesionar en el abordaje transcortical T2 y en las lobectomías temporales). La porción media se dirige en sentido lateral sobre el techo del asta temporal y posteriormente en sentido caudal en la pared lateral del asta temporal hasta la porción lateral de la cisura calcarina. La porción posterior se dirige en sentido caudal ligeramente lateral sobre el techo del asta temporal hasta terminar en la cisura calcarina. Las distancias de las radiaciones ópticas al polo temporal son: la distancia

media hacia la porción cortical de T2 en esta muestra analizada fue de $18.75 \text{ mm} \pm 0.957$, la distancia del polo temporal al borde anterior del haz de Meyer fue de $29.5 \text{ mm} \pm 1.29$; la longitud de las radiaciones ópticas fue de $94.5 \text{ mm} \pm 1.29$ y la distancia del uncus al haz de Meyer fue de $20.75 \text{ mm} \pm 1.7$. (Figuras 5 y 6).

Discusión

En los abordajes transilvianos, el riesgo de lesionar las fibras de sustancia blanca reconocidas en estos especímenes se da en el tallo temporal, que incluye el fascículo uncinado, la comisura anterior, el fascículo frontooccipital inferior, así como la porción anterior de las radiaciones ópticas.³

Cuando los abordajes transcorticales se realizan a través de T2 y durante las lobectomías temporales, pueden lesionarse las radiaciones ópticas, siendo éste el riesgo más importante en dichos abordajes, tal como lo describen Bozkurt et al.¹⁰



Figura 5: (A) Vista lateral a mayor detalle del tallo temporal en la que se observan las fibras del fascículo uncinado por delante de las radiaciones ópticas y el fascículo frontooccipital inferior corriendo paralelamente sobre las radiaciones ópticas. (B) Imagen en 3D vista lateral a mayor detalle del tallo temporal en la que se observan las fibras del fascículo uncinado por delante de las radiaciones ópticas y el fascículo frontooccipital inferior corriendo paralelamente sobre las radiaciones ópticas.

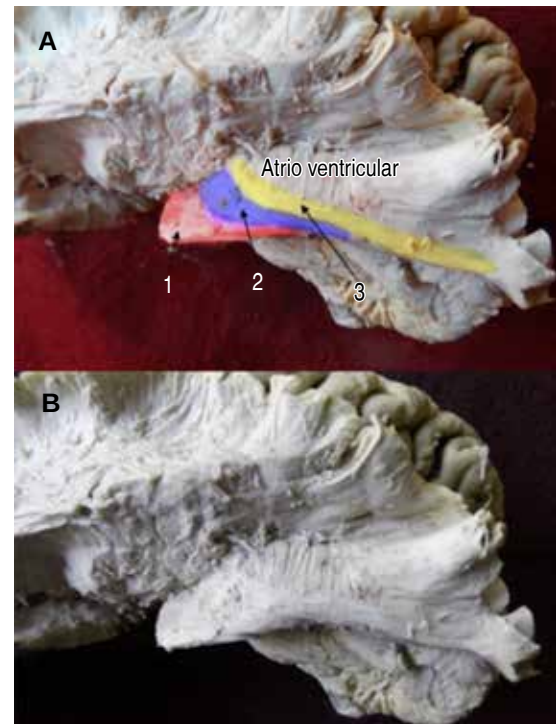


Figura 6: (A) Vista lateral de las radiaciones ópticas en su emergencia del cuerpo geniculado lateral del tálamo. Se observan las tres porciones: 1. anterior, 2. media y 3. posterior en su trayecto hacia la cisura calcarina. Se aprecia la porción de la pared lateral del atrio ventricular, en la que no hay fibras de radiaciones ópticas. (B) Imagen en 3D vista lateral de las radiaciones ópticas en su emergencia del cuerpo geniculado lateral del tálamo.

En los abordajes subtemporales, los riesgos de lesionar las fibras de sustancia blanca son debidos a la retracción del lóbulo temporal, la cual puede provocar cuadrantanopsia contralateral homónima.¹¹

Siempre debemos tener presente el riesgo de que surja algún tipo de eventualidad durante las cirugías de abordajes a la región mesial temporal por la cantidad de fibras de sustancia blanca, sin olvidar las estructuras vasculares que se pueden lesionar en cada tipo de abordaje. Se han diseñado combinaciones de los diferentes abordajes para prevenir lesiones mayores que involucran lesiones en la región temporomesial. Campero menciona las desventajas de cada abordaje, entre las cuales las principales son lesión a las radiaciones ópticas, daño a corteza temporal por la retracción, daño a estructuras vasculares como la vena de Labbé, lesión al fascículo uncinado, lesión del nervio oculomotor, hemorragias, etc.¹²

La disección de fibras de sustancia blanca revela la arquitectura tridimensional intrínseca del cerebro.

Este conocimiento con respecto al lóbulo temporal es particularmente importante para el neurocirujano, sobre todo por la complejidad de las radiaciones ópticas y las fibras relacionadas.¹³

Un inconveniente con la disección de fibras de sustancia blanca es que no se encuentra una descripción exacta de la geometría tridimensional de cada tracto, por lo que es indispensable la utilización de imágenes de resonancia magnética como la tractografía (DTI) para realizar la reconstrucción tridimensional y poder entender mejor sus relaciones. También la estimulación eléctrica subcortical intraoperatoria permite el mapeo de las funciones de estas vías. Los fascículos estudiados pueden ser utilizados como puntos anatómicos funcionales en la planeación de las lobectomías temporales, tal como lo describe Duffau.¹³

Conclusiones

Como neurocirujanos es imprescindible la realización de prácticas en modelos cadavéricos para adquirir el conocimiento suficiente de la anatomía microquirúrgica de la región temporal y sus diferentes maneras de abordarlo, con el fin de prevenir lesiones a estructuras importantes que se pueden ver reflejadas en morbi-mortalidad de los pacientes.

El conocimiento de las fibras de sustancia blanca y su localización espacial durante el periodo transoperatorio es importante para prevenir lesiones en los diferentes abordajes a la región temporal mesial y así optimizar el resultado funcional de la cirugía.

REFERENCIAS

1. Niemeyer P. The transventricular amygdala-hippocampectomy in the temporal lobe epilepsy. In: Baldwin M, Bailey P (eds.). The temporal lobe epilepsy. Springfield: Charles C Thomas; 1958. Pp. 461-482.
2. Falconer MA, Taylor DC. Surgical treatment of drug-resistant epilepsy due to mesial temporal sclerosis: etiology and significance. Arch Neurol. 1968; 19: 353-361.

3. Wieser HG, Yasargil MG. Selective amygdalohippocampectomy as a surgical treatment of mesiobasal limbic epilepsy. Surg Neurol. 1982; 17: 445-457.
4. Hori T, Tabuchi S, Kurosaki M, Kondo S, Takenobu A, Watanabe T. Subtemporal amygdalohippocampectomy for treating medically intractable temporal lobe epilepsy. Neurosurgery. 1993; 33: 50-57.
5. Olivier A. Transcortical selective amygdalohippocampectomy in temporal lobe epilepsy. Can J Neurol Sci. 2000; 27: S68-S76, S92-S96.
6. Betram E. Temporal lobe epilepsy: where do the seizures really begin? Epilepsy Behav. 2009; 14 (suppl 1): 32-37.
7. Muzumdar D, Patil M, Goel A, Ravat S, Sawant N, Shah U. Mesial temporal lobe epilepsy - An overview of Surgical techniques. International Journal of Surgery. 2016; 36 (Pt B): 411-419.
8. Kucukyuruk B, Richardson M, Tzu H, Fernandez-Miranda JC, Rhoton Jr A. Microsurgical anatomy of the temporal lobe and its implications on temporal lobe epilepsy surgery. Epilepsy Research and Treatment. 2012; ID 769825.
9. Pescatori L, Tropeano M, Delfini R, Santoro A. Three dimensional anatomy of the white matter fibers of the temporal lobe: surgical implications. World Neurosurgery. 2017; 100: 144-158.
10. Bozkurt B, da Silva R, Chaddad F, da Costa MD, Goiri MA, Karadag A et al. Transcortical selective amygdalohippocampectomy technique through the middle temporal gyrus revisited: an anatomical study laboratory investigation. J Clin Neurosci. 2016; 34 : 237-245.
11. Sajko T, Skoro I, Rotim K. How I do it – selective amygdalohippocampectomy via subtemporal approach. Acta Neurochir. 2013; 155: 2381-2387.
12. Campero A, Troccoli G, Martins C, Fernandez-Miranda JC, Yasuda A, Rhoton Jr AL. Microsurgical approaches to the medial temporal region: an anatomical study. Neurosurgery. 2006; 59 [ONS Suppl 4]: ONS-279-ONS-308.
13. Duffau H, Thiebaut M, Mandonnet E. White matter functional connectivity as an additional landmark for dominant temporal lobectomy. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2008; 79: 492-495.

Dirección para correspondencia:

Cinar Balduin Ayar-Hernández

Hospital Central Militar, Sección de Neurocirugía.
Boulevard Manuel Ávila Camacho s/n,
Col. Lomas de Sotelo, 11200,
Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.
Tel: 2122-1100, ext. 1642 y 1360
E-mail: drayar2008@yahoo.com.mx