

Anatomía del fascículo uncinado y frontooccipital inferior como vías de diseminación de los gliomas límbicos

José Piquer Belloch

José Luis LLacer Ortega

Pedro Riesgo Suárez

Servicio de Neurocirugía

Hospital Universitario de La Ribera. Alzira, Valencia

Los gliomas de bajo grado e intermedio suelen localizarse con mayor frecuencia en áreas funcionales del arquipaleocórtex, destacando la ínsula, el córtex frontoorbitario, la región temporobasal y el área suplementaria. Se agrupan bajo el epígrafe de “tumores límbicos y paralímbicos” según la clasificación de Yasargil.

Recientemente se ha postulado que estas lesiones pueden crecer mediante dos mecanismos diferentes: proliferación y difusión. La proliferación se originaría como un fenómeno local, dando lugar a tumores voluminosos de forma esférica y restringidos a una zona del sistema límbico, como puede ser la ínsula (fig. 1A). Por el contrario, si el fenómeno principal es la difusión e invasión de los tractos, la imagen es completamente diferente, adquiriendo la neoplasia formas complejas y extensas a través de la sustancia blanca (fig. 1B).

En este sentido, el fascículo uncinado (fu) y el frontooccipital inferior (ffoi) son las vías más frecuentes de diseminación de los gliomas límbicos y paralímbi-

cos. Su apropiada identificación es de gran utilidad para lograr comprender la anatomía tridimensional de los mismos y los diferentes patrones de invasión frontotemporal propios de estos tumores.

El nombre de “fascículo uncinado”, conocido clásicamente como “fascículo frontotemporal”, se debe a que tiene forma de gancho y debe diferenciarse del fascículo uncinado del cerebelo o tracto de Russell. Se extiende desde la cara basal del lóbulo frontal hasta la cara lateral del polo temporal, cabalgando sobre la porción M1 de la arteria cerebral media en el limen de la ínsula.

Está constituido por fibras que unen el extremo de las circunvoluciones temporal superior, media e inferior con el córtex frontoorbitario. Sus fibras también interconectan los núcleos corticales de la amígdala y el hipocampo con el *gyrus rectus* y el área septal.

El fu puede ser dividido en temporal, insular y frontal. El segmento temporal se origina a partir de los núcleos de la amígdala (áreas 28, 34 y 36), la zona prerrinal

del mesocórtex (área 35) y de la parte anterior de las tres circunvoluciones temporales (áreas 20 y 38), para enlazar con el segmento frontal en la zona de la circunvolución subcallosa (área 25), el *gyrus rectus* (área 11) y la corteza orbital posterior (áreas 47, 13 y 14) (figs. 2A y 2B).

Disecando la cara lateral del lóbulo temporal y frontal basal del encéfalo, según la técnica de Klinger, se consigue comprender mejor la anatomía de este fascículo y la disposición espacial de su trayecto. Es un tracto sólido de fibras entre 3 y 7 mm de anchura y entre 2 y 5 mm de altura que viaja a lo largo de la parte lateral de la cápsula extrema y externa en la circunferencia ventral del putamen hacia la corteza retroorbital. Su parte frontal se orienta en un plano horizontal en la circunvolución recta, corteza retro-orbital y área subcallosa.

Dentro del fu se distinguen dos tipos de fibras que pueden justificar patrones de difusión tumoral diferentes. Unas dorsales o laterales, que ocupan la parte más externa del tracto, fáciles de disecar

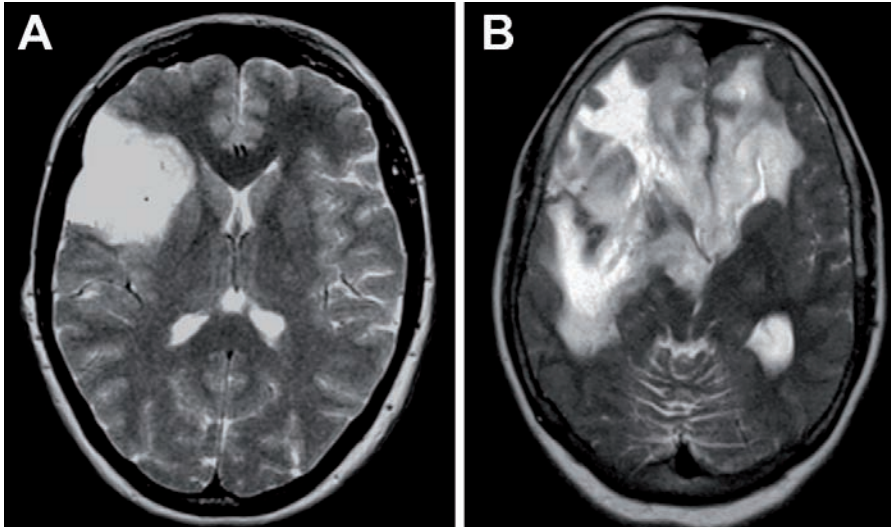
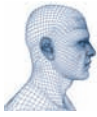


Fig. 1. A: imagen axial de RM, potenciada en T2, de un glioma proliferativo de la ínsula. Se aprecia un crecimiento esférico y exofítico a través de la cisura de Silvio y restringido a una zona del sistema límbico. B: imagen axial de RM, potenciada en T2, de un glioma difuso con diseminación amplia a través de los tractos y extensión bilateral que adquiere una forma compleja.

y disgregar (fig. 3 A), y otras fibras mediales o ventrales, más compactas y unidas (figs. 3 B y 3 C). Las fibras dorsolaterales vinculan el polo de la primera y la segunda circunvolución temporal con el córtex retroorbitario lateral. Las fibras ventromediales conectan el *uncus*, los núcleos corticales de la amígdala y la punta de la tercera circunvolución temporal con el *gyrus rectus* y el área subcallosa.

En las proximidades del fu se encuentran las cápsulas o estratos de sustancia blanca que separan diferentes formaciones nucleares de sustancia

gris. El claustró, separado del estriado por la cápsula externa, se relaciona lateralmente con la corteza de la ínsula, de la que les separa la cápsula extrema. Las fibras que circulan por estas dos cápsulas menores son de recorrido longitudinal e interconectan diversas partes de la corteza entre sí. Incluso, en segmentos muy concretos de su trayecto algunas fibras del fu pueden alojarse dentro de estas estructuras formando parte de las mismas. Fibras uncinadas mediales se filtran a través de la cápsula externa, mientras que los filamentos

más laterales traspasan la cápsula extrema. De esta forma, la parte más lateral del fu forma parte de la cápsula extrema y la porción más medial de la cápsula externa. El claustró, a modo de lámina de sustancia gris, quedaría encajado entre ambas cápsulas.

El ffoi es un tracto de asociación que nace de la cara lateral del lóbulo frontal y converge hacia el limen de la ínsula cubriendo el tercio inferior de la cara lateral de la cápsula externa, que envuelve los ganglios de la base. A medida que se desplaza sobre el lóbulo temporal sus fibras se abren como un abanico y se extiende a nivel del lóbulo occipital, conectando circunvoluciones occipitales y frontales, principalmente, aunque también contiene fibras que relacionan áreas frontales con la parte posterior del lóbulo parietal y temporal. Sus fibras más posteroinferiores pasan a lo largo del asta temporal y occipital de los ventrículos laterales. La radiación óptica y el *tapetum* del cuerpo calloso se encuentran entre el ffoi y el epéndimo del ventrículo lateral. En el lóbulo temporal las fibras del ffoi se asocian con las del fascículo longitudinal inferior, que interconecta la corteza occipital (*língula, cuneus* y la superficie lateral) con la corteza de las circunvoluciones temporales superior, media e inferior (fig. 4).

Ambos tractos, ffoi y fu, se confunden muchas veces, ya que su relación anatómica en la región insular es compleja, de tal forma que para exponer el

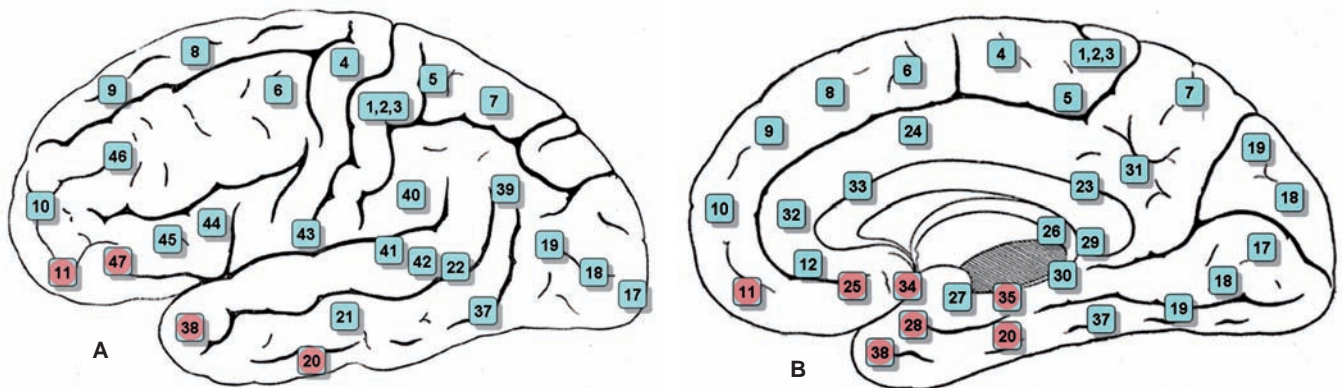


Fig. 2. Esquema anatómico de las áreas de Brodman. En rojo destacan las áreas corticales relacionadas por fibras del fascículo uncinado en una proyección lateral (A) y medial (B).

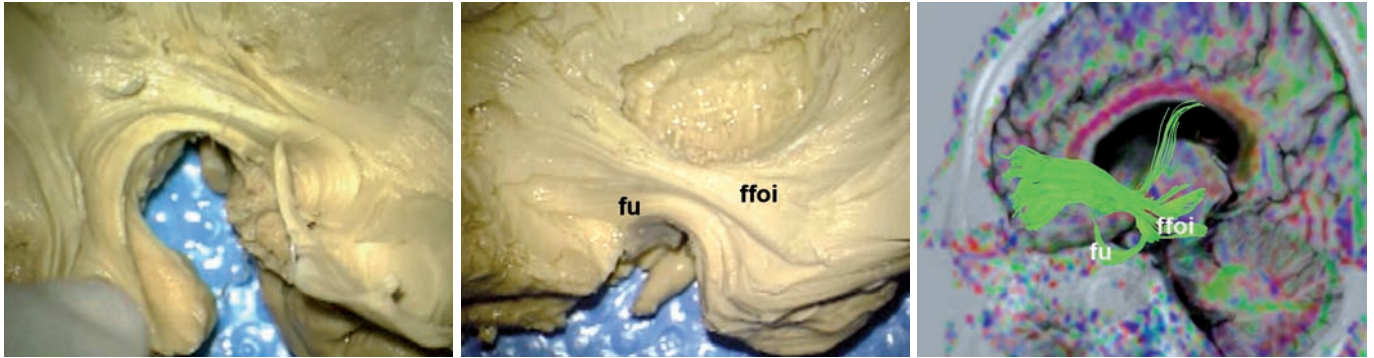


Fig. 3. Fotografía del aspecto lateral de un hemisferio cerebral preparado mediante la técnica de disección de fibras de Klingler. **A:** fibras dorsolaterales del fascículo uncinado. **B:** tras retirar el bloque más disgregado de fibras laterales se aprecia el componente más compacto ventromedial que une la amígdala con la circunvolución recta. Se aprecia el fascículo uncinado (fu) y frontooccipital inferior (ffoi) en su trayecto insular. El ffoi es un tracto más grande y más largo que el fu y atraviesa casi toda la longitud del lóbulo temporal. **C:** tractografía *in vivo* de ambos fascículos.



Fig. 4. Fotografía del aspecto lateral de un hemisferio cerebral disecado mediante la técnica de Klingler, donde se aprecian las fibras más posteroinferiores del fascículo frontooccipital inferior que asocian con el fascículo longitudinal inferior y las radiaciones ópticas en el *stratum sagittale* a nivel de la pared ventricular.

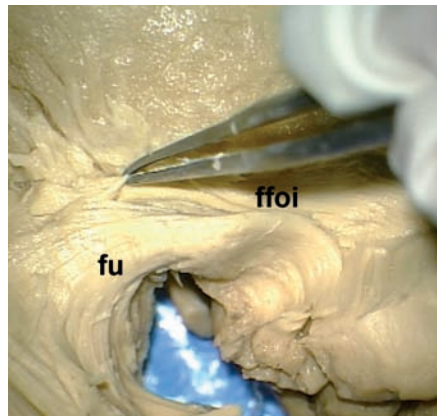


Fig. 5. Fotografía del aspecto lateral de un hemisferio cerebral disecado mediante la técnica de Klingler: se aprecia la disección de las fibras del fascículo frontooccipital inferior situado en la parte superior del fascículo uncinado.

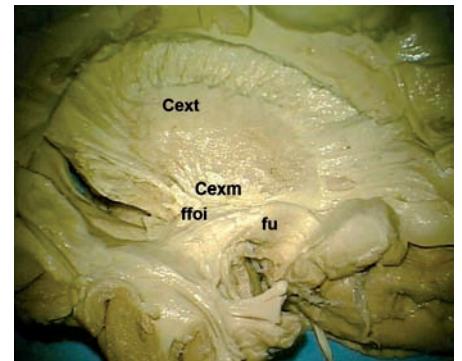


Fig. 6. Fotografía del aspecto lateral de un hemisferio cerebral disecado mediante la técnica de Klingler: se aprecia el fascículo uncinado y frontooccipital inferior en su trayecto insular. Ambos fascículos pasan adyacentes a las cápsulas extrema (Cexm) y externa (Cext). Por transparencia se visualiza el relieve del putamen.

ffoi mediante la técnica de disección de fibras es necesario retirar la parte superior del fu, que se encuentra en una situación más lateral y caudal (fig. 5). El primero recorre la porción caudal de la cápsula extrema y externa y cubre la porción más baja del claustrum a nivel del tallo temporal. Tiene estrechas relaciones con los sistemas fibrosos capsulares que circundan el ángulo ventrolateral del putamen y, además, se extiende en sentido ventral ocupando una posición adyacente al claustrum temporomedial. Esta situación paraclaustral del ffoi es equivalente a la disposición para-

claustral (insular y dorsal) del fascículo longitudinal superior que incluye el fascículo arcuato.

El ffoi se situaría en la parte inferior externa del núcleo lenticular y la cápsula externa, mientras la parte más medial del fu desfilaría a través de ambas cápsulas. En este sentido, la diferencia entre cápsula externa y cápsula extrema corresponde, en gran parte, a la diferencia entre ffoi y fu (fig. 6). No obstante, no es infrecuente observar que ambos fascículos pueden unirse y entremezclar sus fibras caudalmente entre las dos láminas de sustancia gris. Aunque el recorrido de

ambos tractos es paralelo y adyacente se separan posteriormente, siguiendo una trayectoria diferente. El fu exhibe una configuración típica a modo de gancho, mientras que el ffoi presenta una trayectoria recta hacia el lóbulo occipital sobre la radiación óptica que discurre paralelo a él. En la sustancia blanca frontoorbital el fu forma una capa de fibras adyacente al límite lateral del ffoi sin una demarcación clara entre sus componentes.

El fascículo uncinado es la vía que con mayor frecuencia ha sido identificada como ruta de propagación de los gliomas límbicos (fig. 7A y 7B). Si bien el papel del

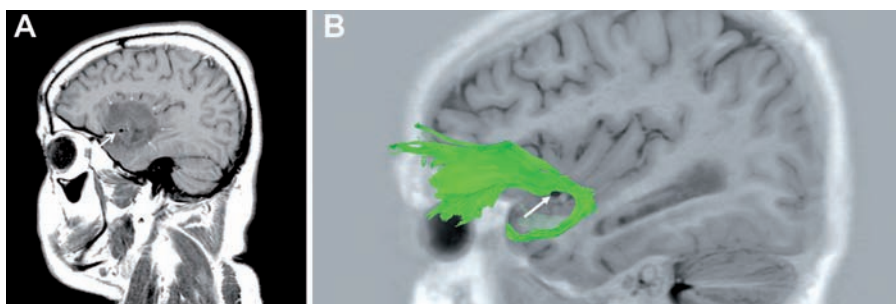


Fig. 7. A: imagen sagital de RM, potenciada en T1, de una lesión de bajo grado temporal que se extiende al lóbulo frontal a través del fascículo uncinado. La región del fascículo uncinado (flechas pequeñas) puede ser identificada dentro de la hipointensidad típica de estas lesiones: el tumor rodea la arteria cerebral media (flecha) y se extiende al córtex orbitario posterior. **B:** tractografía, *in vivo*, del tracto uncinado. La relación del fascículo uncinado y la arteria cerebral media (flecha) es similar a la que muestra el patrón de invasión tumoral de la figura 7A.

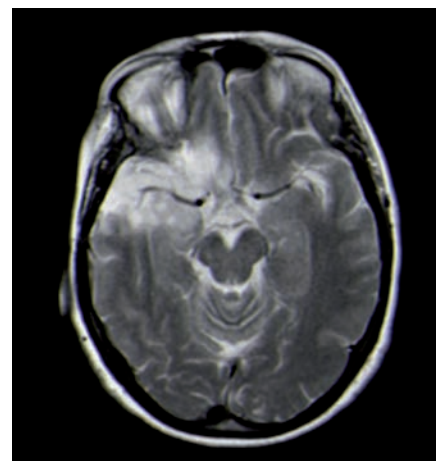


Fig. 8. Imagen sagital de RM, potenciada en T1, de una lesión de bajo grado temporal que se extiende al lóbulo frontal a través de las fibras dorsolaterales del fascículo uncinado. Se aprecia cómo el tumor se extiende al polo temporal y la parte más lateral del córtex frontoorbitario.

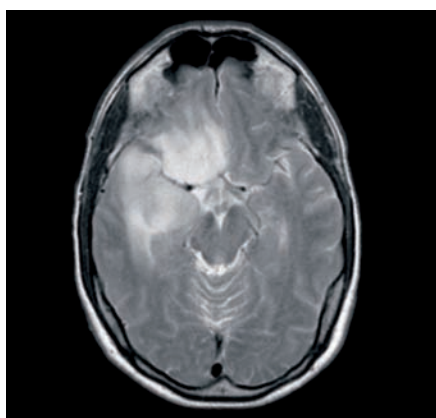


Fig. 9. Imagen sagital de RM, potenciada en T1, de una lesión de bajo grado temporal que se extiende al lóbulo frontal a través de las fibras ventromediales de fascículo uncinado. Se aprecia cómo el tumor afecta a la amígdala, el hipocampo, el córtex frontoorbitario posterior y la circunvolución recta.

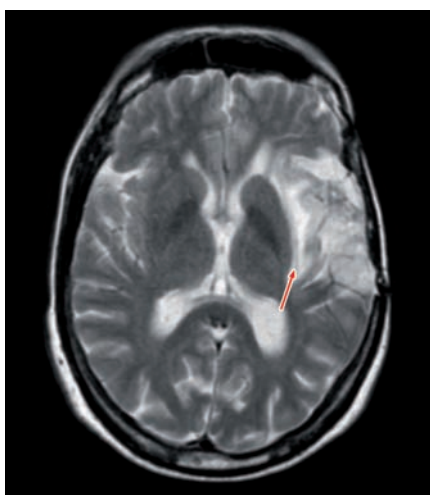


Fig. 10. Imagen axial de RM, potenciada en T2, típica de un tumor difuso de ínsula, que se ha extendido a través de la cápsula extrema y externa a ambos lados del claustrum (punta de flecha).

sión a través de la cápsula extrema y externa, respetando la lámina del claustrum es una imagen típica de los tumores difusos de la ínsula, independientemente de su extensión frontal o temporal (fig. 10). Cuando la invasión de la neoplasia se origina a través del ffoi, la lesión adquiere un aspecto alargado, afectando la parte posteroinferior del lóbulo temporal, lóbulo occipital e incluso el epéndimo del ventrículo lateral. Como se aprecia en la figura 11, este patrón surge de la invasión de las radiaciones ópticas y del ffoi en el *stratum sagitale*.

Los gliomas límbicos y paralímbicos son tumores difusos que invaden y se diseminan a través del fu y del foi, adquiriendo unos patrones o formas típicas. Su clasificación e identificación anatómica son de gran utilidad tanto para el abordaje quirúrgico como radioterapéutico, y posiblemente permitan concebir un nuevo enfoque quimioterápico basado en la administración local de drogas mediante catéteres colocados estratégicamente siguiendo la difusión de los tractos afectados.

ffoi es mencionado excepcionalmente en la literatura, su trayecto es mucho más largo y ancho, pudiendo desempeñar incluso un cometido más significativo que el fu en la difusión de estas lesiones fuera del área temporal o frontal.

La descripción anatómica de estos fascículos, su recorrido y la relación con las estructuras próximas es imprescindible para entender los diferentes patrones de invasión de los tumores límbicos y paralímbicos.

Uno de los patrones más frecuentes se relaciona con tumores límbicos de la ínsula que difunden a través de las fibras dorsolaterales del fu, afectando principalmente al polo temporal y al córtex frontoorbitario lateral (fig. 8). La invasión de las fibras ventrolaterales originaría otro tipo de patrón de crecimiento, invadiendo las circunvoluciones orbitarias, *gyrus* recto y área septal por el lado frontal, y amígdala e hipocampo por el lado temporal (fig. 9). Por otro lado, la exten-

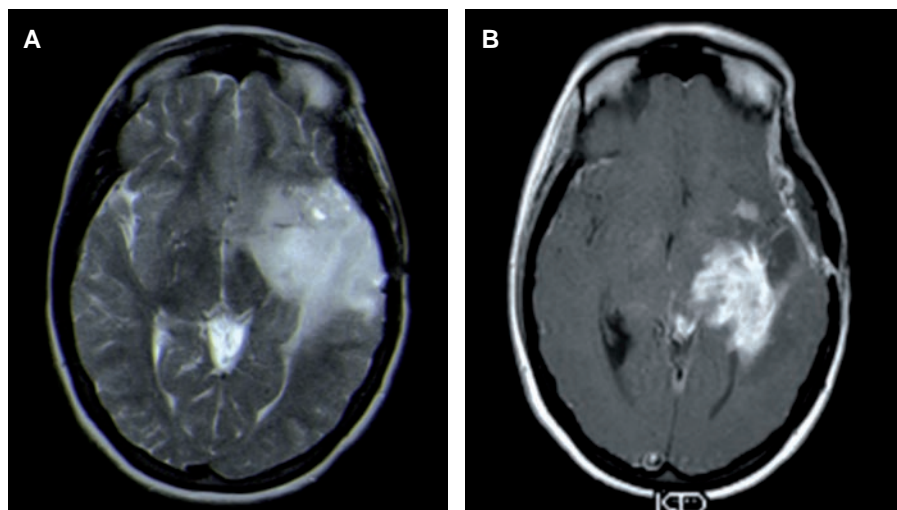


Fig. 11. Evolución radiológica de un glioma a través del fascículo frontooccipital inferior. A: imagen axial de RM potenciada en T2 de un astrocitoma de grado II que se ha extendido al opérculo temporal, cápsula externa y extrema. Esta imagen se encuentra a nivel del tercer ventrículo y sugiere que el tumor se ha propagado al lóbulo temporal a través del fascículo frontooccipital inferior. B: imagen axial, potenciada en T2, del mismo caso, a los cuatro años de seguimiento, que evidencia una degeneración maligna del tumor e implante paraventricular sugestivo de infiltración amplia del fascículo frontooccipital inferior y radiaciones ópticas.

Bibliografía

1. Aoki S, Masutani Y, Abe O. Magnetic resonance diffusion tractography in the brain--its application and limitation. *Brain Nerve*. 2007; 59(5): 467-76.
2. Duffau H. Management of low-grade gliomas. *Rev Prat*. 2006; 31; 56(16): 1771-7.
3. Fernández Miranda JC, Rhoton AL, Álvarez Linera J, Kakizawa Y, Choi C, de Oliveira EP. Three-dimensional microsurgical and tractographic anatomy of the white matter of the human brain. *Neurosurgery*. 2008; 62(6 Suppl 3): 989-1026.
4. Fernández Miranda JC, Rhoton AL Jr, Kakizawa Y, Choi C, Álvarez Linera J. The claustrum and its projection system in the human brain: a microsurgical and tractographic anatomical study. *J Neurosurg*. 2008; 108(4): 764-74.
5. Kier EL, Staib LH, Davis LM, Bronen RA. Anatomic dissection tractography: a new method for precise MR localization of white matter tracts. *AJNR. Am J Neuroradiol*. 2004; 25(5): 670-6.
6. Klinger J, Gloor P. The connections of the amygdala and of the anterior temporal cortex in the human brain. *J Com Neurol*. 1960; 115: 333-69.
7. Mandonnet E, Capelle L, Duffau H. Extension of paralimbic low grade gliomas: toward an anatomical classification based on white matter invasion patterns. *J Neurooncol*. 2006; 78(2): 179-85.
8. Piquer J, Llacer JL, Riesgo P, Young PH. Anatomía del fascículo uncinado como vía de diseminación tumoral. En: *Neurocirugía*. 2007; Suppl. 18(2): 139.
9. Romano A, Ferrante M, Cipriani V, Fasoli F, Ferrante L, D' Andrea G, et al. Role of magnetic resonance tractography in the preoperative planning and intraoperative assessment of patients with intra-axial brain tumours. *Radiol Med*. 2007; 112(6): 906-20.
10. Kier EL, Staib LH, Davis LM, Bronen RA. Anatomic dissection tractography: a new method for precise MR localization of white matter tracts. *Am J Neuroradiol*. 2004; 25(5): 670-6.
11. Wakana S, Jiang H, Nagae-Poetscher LM, van Zijl PC, Mori S. Fiber tract-based atlas of human white matter anatomy. *Radiology*. 2004; 230(1): 77-87.
12. Yasargil, Mahmut Gazi. CNS tumors: surgical anatomy, neuropathology, neuroradiology, neurophysiology: clinical considerations, operability, treatment options. *Microneurosurgery IVA*. Thieme Verlag, 1994.
13. Yasargil Mahmut Gazi. *Microneurosurgery of CNS Tumors*. Micro-neurosurgery IVB. Thieme Verlag, 1994.