

Artículo original

MICROCIRUGIA DE LA AMÍGDALA Y EL HIPOCAMPO MICROANATOMÍA QUIRÚRGICA Y VÍAS DE ABORDAJE

Gustavo Tróccoli, Eugenio D'Annuncio y Osvaldo Gutiérrez

Servicio de Neurocirugía, Hospital Interzonal "Dr. J. Penna". Bahía Blanca

RESUMEN

El desarrollo adquirido en los últimos años por la cirugía de la epilepsia ha generado un creciente interés por el conocimiento anatómico, fisiológico y patológico de las estructuras comprometidas en la epileptogénesis, especialmente la amígdala y el hipocampo. Los objetivos de este trabajo de investigación son: 1) realizar una minuciosa descripción de la anatomía macro y microscópica de la región amígdalo-hipocámpal y estructuras vecinas, y 2) describir las vías de abordaje de esta región.

Se analizaron 40 hemisferios cerebrales pertenecientes a 20 cerebros cadavéricos. El material fue estudiado con 4x a 25x de magnificación, tanto en fresco como luego de su fijación en formol al 10%. En muchos casos se inyectó látex coloreado en arterias y venas para facilitar su disección y reconocimiento.

Las diferentes rutas de acceso descritas para la región amígdalo-hipocámpal pueden dividirse en superiores (abordaje transilviano), temporolaterales (abordajes a través de la circunvolución temporal superior, del surco temporal superior, de la circunvolución temporal media y de la circunvolución temporal inferior), temporobasales (abordajes a través de la circunvolución fusiforme y parahipocámpica) y mediales (abordaje transilviano-trancisternal).

Palabras clave: microanatomía, amígdala, hipocampo, epilepsia, amígdalohipocampectomía

ABSTRACT

The development reached in recent years by epilepsy surgery has generated an increasing interest about the anatomical, physiological and pathological knowledge of the structures involved in the epileptogenesis, specially the amygdala and the hippocampus. The aims of this research are: 1) to make a detailed description of the macro and microscopic anatomy of the amygdala-hippocampus area and neighboring structures, and 2) to describe the approach to this region.

Forty brain hemispheres belonging to 20 cadaveric brains were analyzed. The material was studied with a 4x to 25x enlargement, both in fresh as well after fixing it with 10% formol. In many cases colored latex was injected into the arteries and veins to facilitate its dissection and recognition.

The different approaches described to the amygdala-hippocampus area can be divided into upper (transilvian approach), temporolateral (approach through the upper temporal circumvolution, of the upper temporal surcus, of the medial temporal circumvolution, of the lower temporal circumvolution), temporobasal (approach through the fusiform and parahippocampus circumvolutions) and medial (transilvian-trancisternal approach).

Key words: microanatomy, amygdala, hippocampus, epilepsy, amígdalohipocampectomy.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la cirugía de la epilepsia ha adquirido un fuerte desarrollo, hecho que ha generado un creciente interés por el conocimiento anatómico, fisiológico y patológico de las estructuras comprometidas en la epileptogénesis, especialmente las de la región ténporo-medial^{1,19}. La amígdala, el hipocampo y zonas vecinas han sido y son objeto de una gran cantidad de estudios^{3,5,8,11,13,14,17-19,24}, pero sigue sin definirse un aspecto esencial, cual es el referido a la mejor vía de abordaje de esta región^{4,6,9,12,15,16,20-23}. Debido a su ubicación en la profundidad del lóbulo temporal (LT) y su compleja relación con múltiples estructuras cerebrales, es imprescindible un acabado conocimiento anatómico de esta región para contribuir a lograr los mejores resultados quirúrgicos.

Los objetivos de este trabajo de investigación son: 1) realizar una minuciosa descripción de la anatomía macro y microscópica de la región amígdalo-hipocampal y estructuras vecinas y 2) describir las vías de abordaje de esta región.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en 20 cerebros cadavéricos lo que permitió el análisis de 40 hemisferios cerebrales. El material fue estudiado con 4x a 25x de magnificación, tanto en fresco como luego de su fijación en formol al 10%. En muchos casos se inyectó látex coloreado en arterias y venas para facilitar su disección y reconocimiento. Mediciones detalladas fueron realizadas en cada estructura de interés.

RESULTADOS

La región de la amígdala y el hipocampo puede definirse como el resultado de la sumatoria de múltiples componentes de tejido nervioso, cavidades ventriculares, espacios subaracnoideos, arterias y venas. Para facilitar la comprensión de las estructuras involucradas se describirán cada uno de los componentes en forma separada.

Tejido nervioso

La amígdala y el hipocampo se encuentran ubicados en la parte profunda y medial del LT. Este lóbulo ocupa toda la región denominada fosa cerebral media (FCM) o región ténporo-esfenoidal. La FCM se sitúa entre el ala menor del esfenoides por delante y el borde superior del peñasco por detrás, teniendo una pared externa

formada por la escama del hueso temporal y la parte vertical del ala mayor del esfenoides, y un piso o pared inferior formado por los huesos esfenoidal y temporal.

El LT es una estructura nerviosa en forma de prisma, con su base hacia atrás y su vértice (polo temporal) hacia adelante (Figs. 1 y 2). Se encuentra claramente separado de los lóbulos frontal y parietal por la cisura de Silvio (CS) y se continúa sin transición hacia atrás con el lóbulo occipital. El límite posterior se establece en base a una serie de líneas imaginarias:

a) La línea parietotemporal lateral, que une en la cara externa del hemisferio cerebral el surco parietooccipital con la incisura preoccipital. Esta línea representa la cisura perpendicular externa o cisura simiana, presente en el mono pero que ha desaparecido en el hombre por la presencia de los pliegues de paso de Gatriolet.

b) La línea ténporooccipital, que es perpendicular a la anterior e intersecta el extremo posterior de la CS.

c) La línea parietotemporal medial, que une en la cara interna del hemisferio cerebral la incisura preoccipital con el origen del surco parietooccipital.

El LT ha sido descrito como una estructura con tres caras y un borde o con cuatro caras, siendo esta última la disposición que adoptamos nosotros.

1) Cara externa. Se describen en la cara externa 3 circunvoluciones y 2 surcos (Fig. 1):

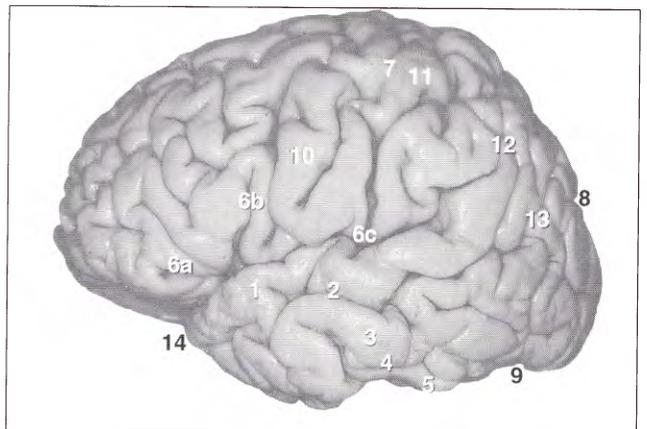


Fig. 1: Cara lateral del hemisferio cerebral izquierdo. 1, circunvolución temporal superior; 2, surco temporal superior; 3, circunvolución temporal media; 4, surco temporal inferior; 5, circunvolución temporal inferior; 6, cisura de Silvio; 6a, rama anterior, 6b, rama vertical, 6c, rama posterior; 7, cisura de Rolando; 8, cisura perpendicular externa; 9, incisura preoccipital; 10, circunvolución frontal ascendente; 11, circunvolución parietal ascendente; 12, circunvolución supramarginal; 13, pliegue curvo; 14, polo temporal.

a) La circunvolución temporal superior o primera circunvolución temporal: se encuentra delimitada por la CS por arriba y por el surco temporal superior por debajo. Es poco flexuosa y se extiende desde el polo temporal hasta el extremo posterior de la cisura de Silvio al que rodea continuándose con la circunvolución supramarginal del lóbulo parietal o con la circunvolución transversa anterior o de Heschl. Esta circunvolución tiene la mitad aproximadamente del ancho de la segunda circunvolución temporal.

b) La circunvolución temporal media o segunda circunvolución temporal: se encuentra entre los surcos temporales superior e inferior y es paralela a la circunvolución anterior. Se extiende desde el polo temporal y se continúa hacia atrás, rodeando al primer surco temporal, con el pliegue curvo (circunvolución angular) del lóbulo parietal, con la circunvolución temporal superior o con la supramarginal.

c) La circunvolución temporal inferior o tercera temporal: es paralela a la anterior y separada por el surco temporal inferior. Se extiende desde el polo temporal hasta la incisura preoccipital continuándose sin solución de continuidad con la tercera circunvolución occipital. La circunvolución temporal inferior forma el borde externo del LT y la parte externa de la cara inferior.

d) El surco temporal superior: es una importante referencia anatómica para algunos abordajes quirúrgicos del hipocampo y de la amígdala^{4,12}. Es un surco constante y muy profundo por lo que su fondo es la parte más próxima de la cara externa del LT a la pared del ventrículo lateral (VL): 10 mm aproximadamente. El extremo anterior del surco puede llegar o no al polo temporal. Tiene un curso paralelo a la CS (de allí que es llamado también surco paralelo por algunos autores) y termina en forma variable: en la CS, en el surco temporal inferior, en el surco occipital anterior o en el surco angular.

e) El surco temporal inferior: es paralelo al anterior, naciendo más frecuentemente que aquél en el polo temporal: es mucho menos profundo y más discontinuo que el anterior. Termina en el surco temporal superior, en el surco temporooccipital o en el interparietal.

2) Cara superior. Esta cara se encuentra en relación directa con la CS como más adelante describiremos. Su superficie está formada por la cara superior de la primera circunvolución temporal (Fig. 2). En su parte media se encuentra relacionada con la ínsula de Reil o lóbulo de la

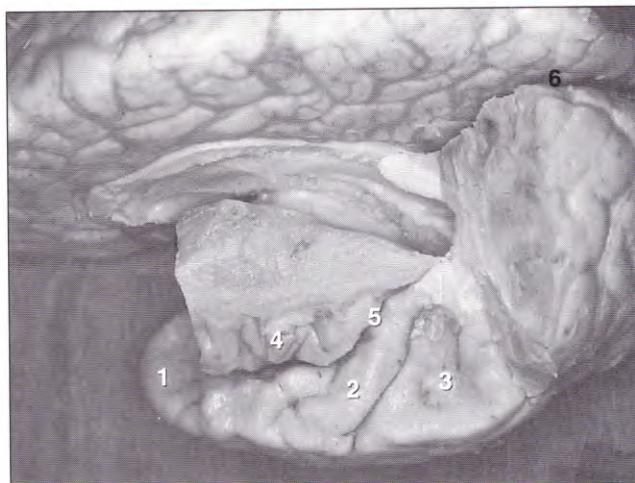


Fig. 2: Cara superior del lóbulo temporal izquierdo. 1, plano polar; 2, circunvolución de Heschl; 3, plano temporal; 4, ínsula; 5, surco circular; 6, cisura interhemisférica.

ínsula de la que se separa por la parte inferior del surco circular. Esta cara tiene tres partes: una anterior o plano polar, una media o de los giros transversos de Heschl y una parte posterior o plano temporal. Los giros transversos suelen ser tres: anterior, medio y posterior, tienen una dirección oblicua y están separados del plano temporal por el surco de Heschl; alojan la corteza auditiva primaria. El plano temporal es de forma triangular y tiene más superficie en el hemisferio dominante por su relación con el lenguaje.

3) Cara inferior. Esta cara se encuentra separada de la parte orbitaria del lóbulo frontal por la CS y se continúa hacia atrás sin demarcación alguna con la cara inferior del lóbulo occipital, de ahí que habitualmente se las estudia como una unidad anatómica. Esta cara posee 2 surcos y una circunvolución, aunque como hemos visto la tercera circunvolución temporal forma la parte más externa de esta cara (Figs. 3 y 4).

a) Circunvolución fusiforme (así llamada por ser más ancha en su parte central adquiriendo una forma de huso), cuarta circunvolución temporal o circunvolución occipitotemporal externa: nace en el polo temporal y termina en el lóbulo occipital. Se encuentra limitada a ambos lados por los surcos que a continuación describiremos. Esta circunvolución no es uniforme ya que se interrumpe reiteradamente con pequeños surcos transversales que delimitan pliegues anatómicos de la circunvolución fusiforme con las vecinas.

b) Surco occipitotemporal externo: separa la tercera circunvolución temporal de la fusiforme. Este surco puede terminar por delante en el surco

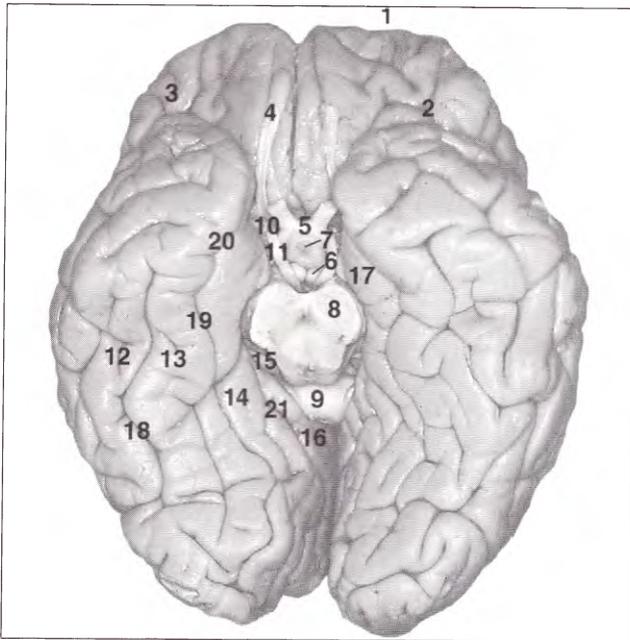


Fig. 3: Cara inferior del cerebro. 1, polo frontal; 2, polo temporal; 3, cisura de Silvio; 4, nervio olfatorio; 5, quiasma óptico; 6, tubérculos mamilares; 7, infundíbulo; 8, pedúnculo cerebral; 9, esplenio; 10, sustancia perforada anterior; 11, motor ocular común; 12, circunvolución temporal inferior; 13, circunvolución fusiforme; 14, circunvolución parahipocámpica; 15, pulvinar; 16, circunvolución del cíngulo; 17, uncus; 18, surco occipito-temporal externo; 19, surco colateral; 20, surco rinal; 21, surco del hipocampo.

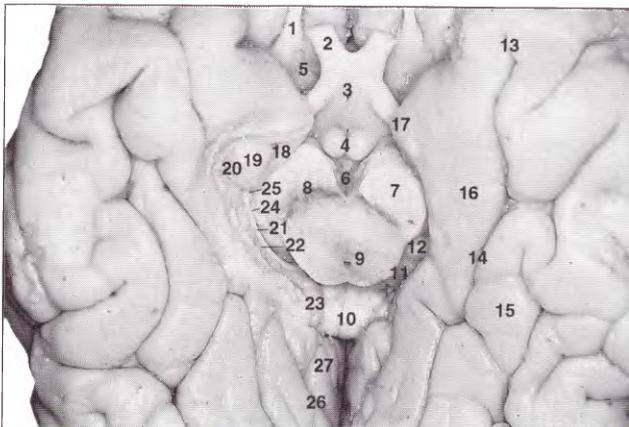


Fig. 4: Cara inferior del cerebro (con resección parcial de la circunvolución parahipocámpica). 1, olfatorio; 2, óptico; 3, infundíbulo; 4, tubérculos mamilares; 5, sustancia perforada anterior; 6, sustancia perforada posterior; 7, pedúnculo cerebral; 8, sustancia negra; 9, acueducto; 10, esplenio; 11, pulvinar; 12, cuerpo geniculado medial; 13, surco rinal; 14, surco colateral; 15, circunvolución fusiforme; 16, circunvolución parahipocámpica; 17, uncus; 18, circunvolución uncinada; 19, banda de Giacomini; 20, circunvolución interlímbica; 21, fimbria; 22, circunvolución dentada; 23, circunvolución fasciolar; 24, cisura coroidea; 25, punto coroideo inferior; 26, cisura calcarina; 27, istmo del cíngulo.

rinal o en el colateral, y por detrás en el surco temporal inferior, en el superior o en el occipital lateral.

c) Surco colateral u occipitotemporal interno: separa la circunvolución fusiforme de la parahipocámpica. Para nosotros y otros autores este surco es el límite entre las caras inferior y medial del LT. Por delante se continúa con el surco rinal y por detrás puede terminar en el surco occipitotemporal externo, la cisura calcarina o el surco interlingual. Las áreas corticales que forman las paredes del surco rinal corresponden a la corteza peririnal y la zona cortical interna al surco es la corteza endorrinal.

4) Cara medial. La cara medial del LT se extiende desde el surco colateral hasta el techo del asta temporal del VL. Comprende la circunvolución parahipocámpica, la circunvolución dentada, la fimbria y el surco del hipocampo (Fig. 3 y 4).

a) Circunvolución parahipocámpica o quinta temporal u occipito-temporal interna o del hipocampo: separada de la circunvolución fusiforme por los surcos colateral y rinal, se continúa hacia atrás con el lobulillo lingual (sin solución de continuidad tomándose como límite entre ambos una línea vertical que pasa por el rodete del cuerpo calloso) y con la circunvolución del cuerpo calloso a través del pliegue de paso temporolímbico de Brocca o istmo del cíngulo. Partiendo del surco colateral la circunvolución parahipocámpica se extiende hasta el surco del hipocampo. Este surco se torna profundo y su parte invaginada en la luz ventricular formará el hipocampo. El labio superior del surco dará origen a la circunvolución dentada (ver más adelante). La parte medial y superior de la circunvolución parahipocámpica se llama subiculum, con una zona lateral llamada presubiculum y una zona medial próxima al surco del hipocampo denominada prosubiculum. El presubiculum, el subiculum, el prosubiculum, el hipocampo y la circunvolución dentada pertenecen todos al arquipalio (corteza formada por tres capas). La corteza parahipocámpica próxima al surco colateral tiene una laminación transitoria de seis capas que la asemeja al neopalio o isocorteza. El extremo anterior de la circunvolución parahipocámpica se curva hacia adentro formando el uncus con un surco entre ambos: el surco anterior del hipocampo o surco del uncus. El extremo anterior del uncus tiene dos pequeñas circunvoluciones que enfrentan la sustancia perforada anterior: la semilunar hacia adentro y la ambiens hacia afuera separadas entre sí por el

surco semilunar. La cara inferomedial del uncus se divide de adentro a afuera en tres pequeñas circunvoluciones: uncinada, banda de Giacomini e intralímbica. La amígdala o núcleo amigdalino se encuentra en el espesor de la parte anterior de la circunvolución parahipocámpica, justo lateral a la superficie medial del uncus y justo anterior al extremo del asta temporal del VL.

b) Circunvolución dentada, cuerpo dentado o cuerpo abollonado: es una cintilla de sustancia gris ubicada a lo largo del borde interno del hipocampo y oculta entre la fimbria y la circunvolución parahipocámpica. La cara interna, libre en la hendidura de Bichat, presenta una serie de escotaduras verticales dándole una forma de pliegues irregulares que le dan el nombre. Hacia arriba se encuentra cubierta por la fimbria y separada de ésta por el surco fibridentado. Hacia abajo se encuentra separada del subículo por el surco del hipocampo del que forma el labio superior. Hacia atrás se vuelve lisa y uniforme, se separa de la fimbria y se continúa con la fasciola cinérea, la que rodea al rodete del cuerpo calloso y pasa a la cara superior de éste tomando el nombre de indusium griseum o circunvolución supracallosa. Por delante el cuerpo dentado se introduce en el surco del uncus hasta la parte más anterior de éste donde forma la cintilla de Giacomini.

c) Fimbria o cuerpo franjeado o cintilla del hipocampo: es una cintilla de sustancia blanca formada por los mismos axones que forman el álveo (ver más adelante) y que sigue el borde interno del hipocampo. El borde externo de la fimbria es libre y se proyecta a la hendidura de Bichat. Su cara inferior descansa sobre la circunvolución dentada pero sin adherirse totalmente. La cara superior presenta todo a lo largo la cresta endimaria que es donde el epéndimo del piso del VL se refleja hacia arriba para tapizar el techo del mismo. La fimbria, que se ensancha hacia atrás, se continúa con el pilar posterior del fórnix. Es importante destacar que tanto la fimbria como la circunvolución dentada son estructuras extraventriculares.

Asta esfenoïdal del ventrículo lateral

El cuerno temporal o esfenoïdal del VL tiene forma aplanada de arriba a abajo y describe una curva hacia adelante, abajo y adentro, rodeando al tálamo y los pedúnculos cerebrales. Tiene un techo, un piso, dos bordes y dos extremos.

a) Piso o pared inferior: presenta las estructu-

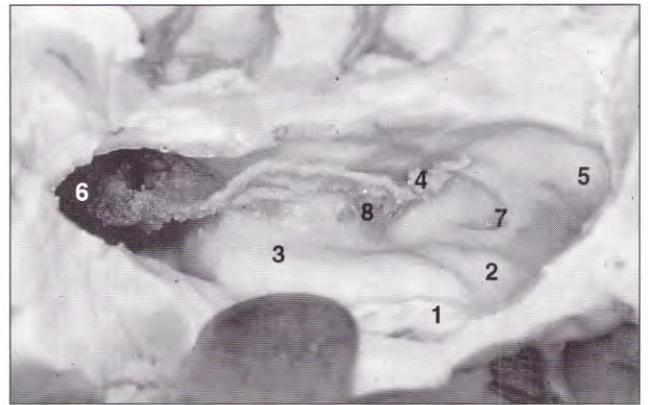


Fig. 5: Piso y borde interno del asta esfenoïdal del ventrículo lateral derecho (vista lateral). 1, eminencia colateral; 2, pes del hipocampo; 3, cuerpo del hipocampo; 4, plexo coroideo; 5, amígdala; 6, atrio; 7, punto coroideo inferior; 8, tenia fimbria; 9, arterias coroideas.

ras más importantes para identificar: el hipocampo o asta de Ammon hacia adentro y la eminencia colateral hacia afuera (Fig. 5). El hipocampo ocupa la parte más interna y se extiende todo a lo largo del ventrículo. Se corresponde en la cara medial del LT con el surco del hipocampo, que al empujar a la corteza cerebral hacia la cavidad ventricular produce la formación del hipocampo. Esta estructura puede ser dividida en una porción anterior, cabeza o pes del hipocampo, que es la parte más ancha y presenta una serie de protuberancias redondeadas en su superficie; una porción media o cuerpo, y una porción posterior o cola que se curva hacia el esplenio del cuerpo calloso. El largo del hipocampo, desde la cabeza hasta la cola en el atrio ventricular es de 4 cm. La cara superior del hipocampo es convexa y libre en la cavidad ventricular y se encuentra revestida por una capa de sustancia blanca llamada alveus que corresponde a los axones de las células piramidales de la corteza hipocámpica que posteriormente formarán la fimbria. Por fuera del hipocampo puede verse paralela al mismo la eminencia colateral, relieve intraventricular no constante producido por el surco colateral.

b) Techo o pared superior: es cóncavo y mira hacia abajo y adentro. Lo forman, de afuera a adentro, el tapetum del cuerpo calloso, la cola del núcleo caudado y la superficie inferior del tálamo (Fig. 6). Entre estos dos últimos se encuentra el surco tálamoestriado. La parte más anterior del techo lo forma parte de la superficie inferior de la amígdala. La amígdala es una masa de sustancia gris ubicada en el espesor del LT, anterior y superior con respecto al extremo anterior del

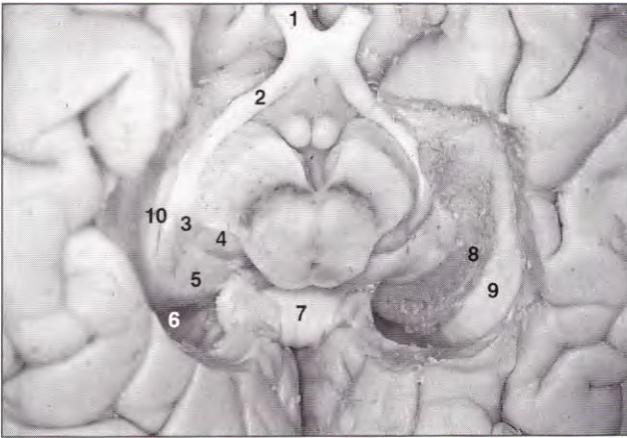


Fig. 6: Techo del asta esfenoidal del ventrículo lateral (vista inferior). 1, óptico; 2, tracto óptico; 3, cuerpo geniculado lateral; 4, cuerpo geniculado medial; 5, pulvinar; 6, atrio; 7, esplenio; 8, plexo coroideo; 9, tapetum; 10, caudado.

ventrículo lateral. Se divide en dos grupos nucleares principales: el basolateral (que es el más grande y mejor diferenciado) y el córticomedial (que se encuentra próximo al putamen y caudado).

c) Borde externo: es el resultado de la unión del piso con el techo, sin presentar características importantes excepto que es la zona más cercana a la parte profunda del surco temporal superior, del que lo separan pocos milímetros.

d) Borde interno: corresponde al área de inserción del epéndimo en la cresta endimaria de la fimbria desde donde se refleja para revestir el techo ventricular a nivel de la superficie inferior del tálamo. Este borde corresponde a la parte esfenoidal o temporal de la cisura coroidea (ver más adelante).

e) Extremo posterior: es abierto y se continúa con el atrio o encrucijada ventricular.

f) Extremo anterior: es un estrecho fondo de saco cuyo límite anterior y superior es la amígdala, y se encuentra aproximadamente a 3 cm. del polo temporal y a 2 cm. del surco rinal.

Cisura coroidea

La cisura coroidea (CC) es un surco en la pared interna del VL. Es la zona de unión de la piamadre con el epéndimo ventricular sin interposición de tejido nervioso (Fig. 4). Es una referencia anatómica fundamental debido a que la apertura de la CC desde la luz del ventrículo provee acceso a estructuras profundas difíciles de exponer por vía extracerebral.

La CC, que es además el sitio de inserción del

plexo coroideo (Fig. 5 y 11), es un surco que se ubica siempre entre el tálamo y el fórnix. A nivel del asta esfenoidal del VL se encuentra en el borde interno, entre la fimbria (parte inicial del fórnix) por debajo y la región inferolateral del tálamo por arriba. A este nivel el plexo coroideo se encuentra adherido a ambas estructuras por delgadas membranas llamadas tenias: la tenia fimbria o fórnix y la tenia coroidea o talami. Esta última es la puerta de entrada al ventrículo de las arterias coroideas y la salida de las venas ventriculares, por lo que la apertura de la CC debe hacerse siempre a través de la tenia fimbria. El extremo anterior de la CC se llama punto coroideo y es una importante referencia anatómica por encontrarse justo detrás de la amígdala.

La CC separa al asta esfenoidal de las cisternas crural y ambiens. La apertura de la CC desde el ventrículo permite acceder a estas cisternas y a su contenido: arterias cerebral posterior, coroidea anterior, coroidea pósterolateral, vena basal, etc. La parte anterior de la cisterna crural sólo puede ser abordada desde el VL abriendo la pared anterior de éste. El abordaje transventricular transcoroideo a las cisternas de la base reduce el riesgo de edema por retracción del lóbulo temporal así como también reduce la posibilidad de daño a la vena de Labbé.

Espacios subaracnoideos

1) Cisterna silviana. La cisterna silviana es el principal espacio subaracnoideo relacionado con el LT. Es una de las rutas de abordaje más utilizadas en la cirugía de la región amígdalo-hipocampal. Su principal contenido, además del líquido cefalorraquídeo, es la arteria cerebral media y sus ramas.

La CS se divide en dos partes: una superficial, visible en la superficie externa del cerebro, y una profunda que sólo puede verse retrayendo alguna parte del parénquima cerebral. La parte superficial tiene un tronco y tres ramificaciones (Fig. 7). El tronco nace en el ángulo externo del espacio perforado anterior y tiene una dirección hacia afuera en el plano coronal separando el polo del LT de la base del lóbulo frontal. Se encuentra en íntimo contacto con el borde del ala menor del esfenoides. Al llegar al extremo lateral el tronco se divide en tres ramas:

- posterior, que se extiende hacia atrás separando los lóbulos frontal y parietal por arriba del LT por debajo; termina a nivel del giro supramarginal que rodea su extremo posterior;

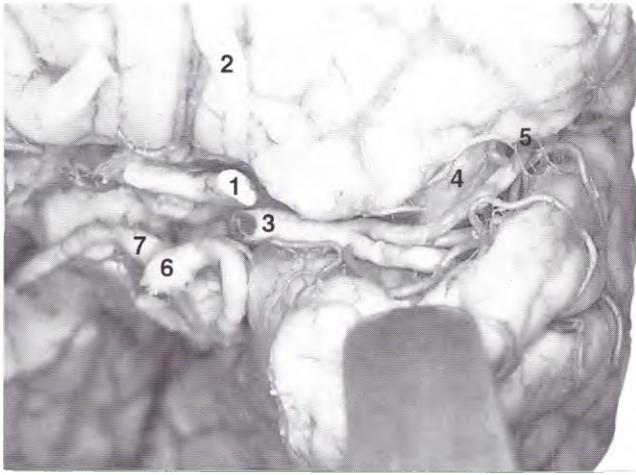


Fig. 7: Arteria cerebral media (vista anterior). 1. óptico; 2. olfatorio; 3. M1; 4. limen; 5. M2; 6. basilar; 7. cerebral posterior.

- vertical o anterior ascendente, que separa en la circunvolución frontal inferior la porción opercular de la triangular;

- anterior o anterior horizontal que separa en la misma circunvolución la porción triangular de la orbitaria.

La parte profunda de la CS se puede dividir en dos partes:

- la parte anterior o esfenoidal, que es el espacio ubicado entre los lóbulos frontal y temporal por detrás del ala menor del esfenoides; este espacio es abordado abriendo el tronco de la porción superficial y retrayendo ambos lóbulos cerebrales (Fig. 8);

- la parte posterior u opérculoinsular que se ubica entre los opérculos frontoparietal por arriba

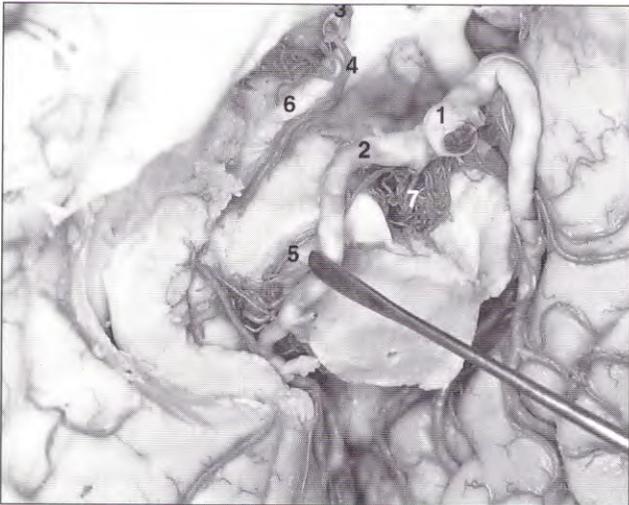


Fig. 8: Arterias coroideas (vista inferior). 1. basilar; 2. cerebral posterior; 3. carótida; 4. coroidea anterior; 5. coroidea pósterolateral; 6. tracto óptico; 7. art. tálamo-perforantes.

y temporal por debajo (la parte opercular) y entre ambos opérculos y la ínsula (la parte insular). El segmento anterior de la parte profunda de la cisterna se une con el segmento posterior a nivel del limen de la ínsula. La porción insular de la CS puede ser dividida en tres partes: a) la región preinsular que corresponde al pliegue falciforme o pliegue de paso frontotemporal y que une la circunvolución orbitaria del frontal con la parahipocámpica del temporal; b) la región insular propiamente dicha y que corresponde a toda la extensión de la ínsula y c) la porción retroinsular que corresponde a la circunvolución transversa de Heschl o pliegue de paso ténporoparietal de Brocca que une las circunvoluciones temporal superior y parietal inferior.

2) Cisterna crural. La cisterna crural se encuentra relacionada con la cara medial del LT. Tiene una pared interna que corresponde al pedúnculo cerebral, una pared externa que corresponde al uncus y un techo que corresponde al tracto óptico. Se continúa libremente hacia adelante y adentro con la cisterna interpeduncular, y hacia atrás con la cisterna ambiens; el límite entre ambas corresponde al borde posterior del pedúnculo cerebral.

3) Cisterna ambiens. La cisterna ambiens es la continuación posterior de la cisterna crural como ha sido señalado. Presenta también una pared interna que corresponde a la calota mesencefálica, una pared externa que está constituida por el subíctulum, la circunvolución dentada y la fimbria, y un techo formado por el pulvinar y los cuerpos geniculados. Se continúa libremente hacia atrás con la cisterna cuadrigeminal.

Arterias

La irrigación de la región amígdalo-hipocámpal y estructuras vecinas está dada por las arterias carótida interna (ACI), cerebral media (ACM), coroidea anterior (ACA) y cerebral posterior (ACP). Entre las ramas de esta última la coroidea pósterolateral (ACPL) tiene particular importancia. De las arterias mencionadas la que menos participa de la irrigación de estas estructuras es la ACI que lo hace a través de pequeñas ramas que irrigan la parte anterior del uncus. Focalizaremos nuestra descripción en las arterias más importantes.

1) Arteria coroidea anterior. La ACA nace de la cara posterior de la ACI luego de la salida de la

comunicante posterior y más próxima a ésta que a la bifurcación carotídea. Es infrecuente su nacimiento de otras arterias, como la comunicante posterior o la ACM. Lleva una dirección posterior y medial por debajo del tracto óptico hasta el borde anterior del cuerpo geniculado lateral donde cambia su curso dirigiéndose hacia afuera cruzando nuevamente el tracto óptico por debajo (Fig. 8). Atraviesa la CC a través de la tenia talami o coroidea e ingresa al plexo coroideo del VL en su parte anterior. Cursa entonces en el borde medial del plexo coroideo en íntima relación con la ACPL.

La parte de la ACA desde su origen hasta que atraviesa la CC es la porción cisternal. En este segmento origina ramas que irrigan el tracto óptico, el pedúnculo cerebral, el cuerpo geniculado lateral y parte del LT: la corteza piriforme, el uncus, la amígdala, la parte anterior del hipocampo y la circunvolución dentada. Desde el punto que atraviesa la CC comienza el segmento plexal o ventricular.

2) Arteria cerebral media. Es la más importante de las dos ramas terminales de la ACI y la más importante en relación con el LT en general y la amígdala y el hipocampo en particular. Nace en el extremo medial de la CS, lateral al quiasma óptico, debajo de la sustancia perforada anterior y posterior a la división del tracto olfatorio (Fig. 7). Desde su nacimiento se dirige hacia afuera dentro del compartimiento esfenoidal de la parte profunda de la cisterna silviana. Antes de llegar al extremo lateral de este segmento se divide en dos ramas: superior e inferior, que cursan paralelas hasta el limen de la ínsula donde realizan una curva de 90° para ubicarse en la superficie insular (Fig. 9). Se consideraba que el tronco de la ACM se

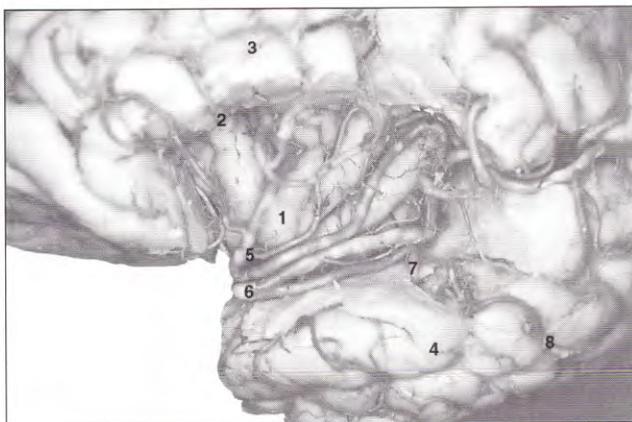


Fig. 9: Arteria cerebral media izquierda con resección de opérculos frontal y temporal. 1, ínsula; 2, surco circular; 3, lóbulo frontal; 4, lóbulo temporal; 5, M2 (tronco superior); 6, M2 (tronco inferior); 7, M3; 8, M4.

dividía en tres ramas, pero luego de una serie de estudios anatómicos quedó demostrado que la arteria se bifurca en un 80% de los casos, se trifurca en un 10% y se divide en múltiples ramas en otro 10%. El segmento de la ACM desde su nacimiento hasta su curva en el limen insular es el segmento M1, también llamado horizontal o esfenoidal, con sus partes pre y postbifurcación. En la superficie de la ínsula la ACM la recorre en toda su extensión hasta el surco circular ramificándose reiteradamente. Esto constituye el segmento M2. Las ramas que se dirigen a las regiones anteriores de los lóbulos frontal y temporal son más cortas que las que se dirigen a áreas posteriores y recorren toda la ínsula. El tercer segmento de la ACM, M3 u opercular, comienza a nivel del surco circular y finaliza en la superficie de la CS, es decir que las arterias que forman este segmento recorren la superficie de los opérculos frontoparietal y temporal. Desde la CS las ramas de la ACM se extienden sobre la corteza cerebral formando el segmento M4 o cortical.

Las ramas que cursan sobre la superficie del LT y le proveen su irrigación incluyen a las arterias uncal, ténporopolar y temporal anterior que nacen generalmente antes de la bifurcación, y las arterias temporal media y temporal posterior que nacen del tronco inferior de la ACM. Estas arterias irrigan las caras superior, lateral y la parte externa de la cara inferior del LT.

3) Arteria cerebral posterior. La ACP es la rama terminal de la arteria basilar junto con su homóloga del lado opuesto. Sigue un curso hacia afuera rodeando al pedúnculo cerebral y luego se dirige hacia atrás rodeando al tronco encefálico hasta terminar en la cara interna del hemisferio cerebral (Fig. 7 y 10). La parte comprendida entre su nacimiento y la arteria comunicante posterior es el segmento P1, y desde aquí hasta el nivel de los tubérculos cuadrigéminos es el segmento P2. Éste puede dividirse en una parte anterior (desde la comunicante posterior hasta el borde posterior del pedúnculo cerebral) y una parte posterior que finaliza en el borde posterior del mesencéfalo a nivel de los tubérculos cuadrigéminos. Desde aquí nace el segmento P3 que finaliza en el límite anterior de la cisura calcarina. En este punto la ACP se suele dividir en sus ramas terminales: las arteria calcarina y la arteria parietooccipital.

En la mayor parte de los casos las arterias que brindan irrigación al LT nacen en el segmento P2. El segmento P2 anterior origina las arterias hipocampales y la arteria temporal anterior. El

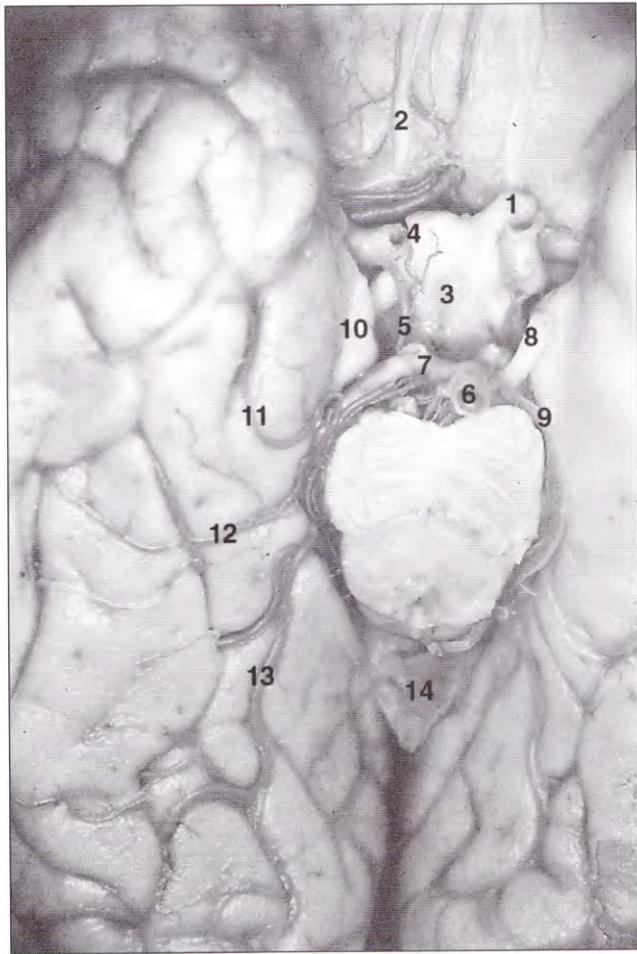


Fig. 10: Arteria cerebral posterior (vista inferior). 1. óptico; 2. olfatorio; 3. infundíbulo; 4. carótida; 5. comunicante posterior; 6. basilar; 7. cerebral posterior; 8. motor ocular común; 9. cerebelosa superior; 10. uncus; 11. temporal anterior; 12. temporal media; 13. temporal posterior; 14. pineal.

segmento P2 posterior origina las arterias temporal media, temporal posterior, temporal común (cuando existe) y la ACPL. Las arterias hipocámpicas son un grupo de 2 a 6 pequeñas arterias que penetran por el surco del hipocampo y terminan en arterias más chicas llamadas arterias de Uchimura. Irrigan el uncus, el hipocampo, parte de la circunvolución parahipocámpica y la circunvolución dentada.

El grupo de arterias temporales de la ACP o grupo temporal inferior (para diferenciarlo del grupo superior que corresponde a las ramas de la ACM) se constituye en forma particular para cada caso: en algunas oportunidades pueden faltar una o dos ramas o incluso nacer todas juntas en un solo tronco: la arteria temporal común. La rama más constante y más importante de este

grupo suele ser la arteria temporal posterior. Las arterias temporales de la ACP transcurren sobre la superficie de la circunvolución parahipocámpica, entran al surco colateral, salen de éste, pasan sobre la circunvolución fusiforme, entran al surco occípito-temporal para luego salir de éste y terminar sobre la superficie interna de la circunvolución temporal inferior.

4) Arteria coroidea pósterolateral. Esta arteria, si bien es rama de la ACP, será descrita en forma separada por la importante relación que guarda con las estructuras centrales de esta investigación. Nace en la parte posterior del segmento P2 en la mayoría de los casos (Fig. 8), aunque puede originarse en los segmentos P2 anterior o P3, o inclusive puede nacer de alguna rama de la ACP (arterias temporales, calcarina o parietooccipital). En general no nace como una única arteria sino que suelen ser 2 ó 3 ramas. Inmediatamente de su origen se dirige hacia afuera, atraviesa la cisura coroidea e irriga el plexo coroideo siguiendo un curso paralelo y entremezclado con la ACA hacia la encrucijada ventricular donde rodea el pulvinar e ingresa al cuerpo del ventrículo lateral.

Tiene dos segmentos: el cisternal, donde origina ramas para el tálamo, cuerpos geniculados, fórnix, pedúnculo cerebral, esplenio del cuerpo caloso y otras estructuras vecinas, y el segmento plexual que corresponde a la parte intraventricular.

Venas

El sistema venoso que drena el hipocampo, la amígdala y las estructuras relacionadas puede dividirse en un grupo cortical o superficial y otro ventricular o profundo.

1) Venas corticales. La venas corticales se agrupan en dos sectores: el grupo lateral y el grupo inferior o basal.

a) Grupo lateral: drenan la cara lateral del LT. Pueden subdividirse en un sector ascendente y otro descendente.

- Grupo ascendente: está formado por pequeñas venas llamadas tèmpero-silvianas que drenan la circunvolución temporal superior en forma perpendicular y desembocan en la vena silviana superficial que es una de las tres venas anastomóticas superficiales del cerebro (las otras son las venas de Labbé y Trolard). Nace en el extremo

posterior de la CS y cursa hacia adelante hasta el seno esfenoparietal donde desemboca luego de un breve trayecto subdural.

- **Grupo descendente:** está formado por las venas temporales anterior, media y posterior, que corren hacia abajo y atrás desembocando en la vena de Labbé, en el seno transversal o en el seno lateral del tentorio (seno venoso ubicado en la parte ánterolateral de la tienda del cerebelo y que drena al seno transversal).

b) Grupo inferior o basal: drenan la cara inferior y medial del LT. Pueden subdividirse en un grupo lateral y otro medial.

- **Grupo lateral:** está formado por las venas ténporobasales anterior, media y posterior que adoptan una disposición concéntrica hacia el surco preoccipital a lo largo de la superficie inferior del LT. Drenan en el seno lateral del tentorio luego de transcurrir una distancia subdural por debajo del LT (sector conocido como de "venas puente").

- **Grupo medial:** comprende las venas del uncus (drenan la cara medial del uncus y la parte anterior de la circunvolución parahipocámpica; desembocan en la vena basal), la vena hipocámpica anterior (drena la parte posterior del uncus y de la amígdala y cursa hacia atrás en el surco anterior del hipocampo desembocando en la vena basal), la vena hipocámpica longitudinal anterior (cursa hacia adelante sobre la circunvolución dentada hasta el punto coroideo donde se une a la vena ventricular inferior, la hipocámpica anterior o la basal; suele anastomosarse con la vena hipocámpica longitudinal posterior) y las venas temporales medias (drenan las partes media y posterior de la circunvolución parahipocámpica desembocando en la vena basal). La vena basal de Rosenthal nace por debajo de la sustancia perforada anterior, generalmente por la unión de la vena silviana profunda y la vena cerebral anterior. Cursa hacia atrás por arriba de la ACP entre el tronco cerebral y el LT, por debajo del tracto óptico por delante y el pulvinar por detrás. Este trayecto lo realiza dentro de las cisternas crural por delante y ambiens por detrás. En su cara lateral desembocan las venas de drenaje medial del LT, tanto las superficiales como las ventriculares o profundas (ver más adelante).

2) Venas ventriculares o profundas. Las venas de drenaje ventricular del LT pueden dividirse en tres grupos: las venas del techo, las venas del piso y la vena coroidea inferior.

a) Venas del techo ventricular: corresponde a la vena ventricular inferior (sigue un curso de atrás a adelante hasta salir del ventrículo a nivel del punto coroideo y desembocar en la vena basal) y a la vena amigdalina (cursa en la pared anterior del asta temporal del ventrículo lateral y termina en la vena ventricular inferior o en la vena basal).

b) Venas del piso ventricular: son las venas transversas del hipocampo, que cruzan la eminencia colateral y el hipocampo en forma transversal y de afuera a adentro para salir del ventrículo a nivel de la cisura coroidea y terminar en las venas hipocámpicas longitudinales anterior y posterior.

c) Vena coroidea inferior: cursa dentro del plexo coroideo y de atrás a adelante, desembocando en la vena amigdalina, en la vena ventricular inferior o directamente en la vena basal luego de atravesar la cisura coroidea

DISCUSIÓN

Las estructuras de la región interna o medial del LT han sido involucradas en la génesis y propagación de algunas formas de epilepsia. La resección selectiva de la amígdala y el hipocampo es un método probado y seguro de tratamiento para pacientes que sufren epilepsia parcial compleja intratable y tienen el foco epileptogénico dentro o adyacente al LT medial.

La lobectomía temporal parcial como tratamiento de la epilepsia fue descrita por primera vez por Foerster² en 1925 y desarrollada por Penfield¹⁶ en años posteriores, pero la primera descripción de amigdalohipocampectomía selectiva (AHS) para el tratamiento de la epilepsia del LT corresponde a Niemeyer⁹ en 1973. Sin embargo, recién en los últimos años ha sido un procedimiento universalmente aceptado: una encuesta realizada entre centros de cirugía de la epilepsia en Estados Unidos constató que ningún caso de AHS se registraba hasta 1985. Desde 1986 en adelante este procedimiento tuvo un gran crecimiento para constituir actualmente más del 10% de las cirugías que se efectúan en el LT.

Las diferentes rutas de acceso a la región amigdalohipocámpica pueden dividirse en cuatro grupos: superior, lateral, basal y medial (Fig. 11).

1) Vía de abordaje superior.

a) Abordaje transilviano: Esta vía, considerada por muchos como la más popular, fue descrita por Yasargil y colaboradores²³ en 1985. La llegada

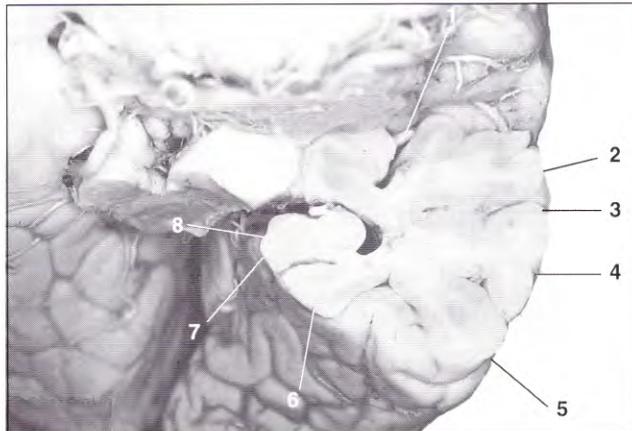


Fig 11. Abordajes de la amígdala y el hipocampo. 1, transilviano; 2, transtemporal superior; 3, transulcal superior; 4, transtemporal medio; 5, transtemporal inferior; 6, transfusiforme; 7, transparahipocámpico; 8, transilviano transcisternal.

al VL se realiza a través de una amplia apertura de la cisura de Silvio, tanto de la rama posterior de la parte superficial como de la porción opérculo-insular de la parte profunda. Se expone así la ínsula y se realiza una corticotomía de 1-2 cm en la parte anteroinferior del surco circular. Esto permite abordar la amígdala y exponer el hipocampo y la eminencia colateral procediéndose a realizar la AHS.

2) Vías de abordaje tēporolaterales

a) Abordaje a través de la circunvolución temporal superior: Esta vía fue descrita por Spencer y colaboradores²¹ en 1984. Luego de la craneotomía el abordaje del VL se realiza a través de una corticotomía de 3 cm. en la circunvolución temporal superior. Al llegar a la cavidad ventricular se exponen sus estructuras pudiendo realizarse la AHS. El artículo original hacía referencia también a la resección parcial de la corteza temporal lateral.

b) Abordaje a través del surco temporal superior: Esta vía fue descrita por Olivier y colaboradores¹² en 1995. Tiene las ventajas sobre el abordaje transilviano en que evita el riesgo de daño a la arteria cerebral media y sus ramas; además, la dirección del primer surco es más recta que la serpenteante cisura silviana estando ambos equidistantes del ventrículo lateral. Luego de realizada la craneotomía y expuesta la neocorteza temporal se abre el surco temporal superior y una incisión lineal de 3 cm es realizada en su profundidad. Luego se aborda el epéndimo del ventrículo lateral a través de una leucotomía en la sustancia

blanca subcortical siguiendo una dirección hacia adentro y algo hacia abajo. Abierta la cavidad ventricular se procede a realizar la AHS.

c) Abordaje a través de la circunvolución temporal media: Esta vía fue la primera utilizada para la AHS y corresponde a la descripción realizada por Niemeyer⁹ en 1958. Luego de la craneotomía se realiza una corticotomía longitudinal en la parte media de la circunvolución temporal media y avanzando con una leucotomía subcortical se llega al epéndimo ventricular. Abierta la cavidad se reconocen las estructuras intraventriculares y se realiza la AHS.

d) Abordaje a través de la circunvolución temporal inferior: Esta vía fue descrita por Shimizu y colaboradores²⁰ en 1989 e incluye la resección del arco zigomático a fin de abordar la circunvolución temporal inferior sin retracción cerebral. Se realiza la corticotomía en la parte anterior de esta circunvolución abordando el VL luego de una leucotomía paralela al piso de la fosa media. Abierta la cavidad ventricular y expuestas sus estructuras se procede a realizar la AHS.

3) Vías de abordaje tēporobasales

a) Abordaje a través de la circunvolución fusiforme: Esta vía fue descrita por Hori y colaboradores⁶ en 1993. En general, las vías de abordaje subtemporales parten del principio de tratar de evitar daño en la corteza temporal lateral o neocorteza, implicada en algunas funciones cerebrales superiores^{7,10}. La vía transfusiforme, tal cual fue descrita, también modifica la posición tradicional del cirujano en estos abordajes: se ubica en la parte caudal de la cabeza del paciente, mirando el LT de abajo hacia arriba. El fundamento de esta posición es que las estructuras mesiales del LT son más altas que las laterales, especialmente en la mitad anterior del lóbulo. Por lo tanto, ubicarse hacia los pies del paciente disminuye la retracción que debe ejercerse sobre el cerebro por lo que el riesgo de daño a la vena de Labbé es menor. Realizada la craneotomía y expuesto el LT se reconoce por vía subtemporal el surco occipitotemporal y la circunvolución fusiforme. Luego de realizada una corticotomía longitudinal se aborda el ventrículo lateral, se identifican sus componentes y se efectúa la AHS.

b) Abordaje a través de la circunvolución parahipocámpica: Esta vía fue descrita por Park y colaboradores¹⁵ en 1996. En este caso el abordaje subtemporal se realiza en forma convencional con el cirujano ubicado en la cabecera del

paciente. Luego de la craneotomía y reclinado el LT hasta exponer la superficie inferior del uncus se realiza en éste una corticotomía de 10-15 mm. a partir de la cual se aborda el extremo anterior del ventrículo lateral visualizando la amígdala y la cabeza del hipocampo. Ampliando hacia atrás la corticotomía y la leucotomía en la circunvolución parahipocámpica se expone el cuerpo y la cola del hipocampo procediéndose a realizar la AHS.

4) Vía de abordaje témporo-medial

a) Abordaje transilviano trancisternal: Esta vía fue descrita por Vajkoczy y colaboradores²² en 1998. Posibilita la AHS preservando la corteza temporal lateral (evitando el daño a ciertas funciones cerebrales superiores)¹⁰, la corteza temporal basal (implicada en funciones relacionadas con el lenguaje)⁷ y la sustancia blanca central del LT evitando un posible daño a las radiaciones ópticas. El abordaje se realiza a través de una craneotomía pterional. Luego de abrir ampliamente las cisternas quismática y carotídea se procede a la apertura de la cisterna silviana desde el extremo medial del compartimento esfenoidal completándose con la disección de las cisternas crural y ambiens. Todo esto permite una generosa separación del LT con respecto al lóbulo frontal y al mesencéfalo. Esta movilización del LT permite reconocer el surco rinal. Abierto éste y por una leucotomía dirigida hacia atrás se aborda el extremo anterior del ventrículo lateral, reconociéndose sus estructuras y procediéndose a realizar la AHS.

Bibliografía

- De Oliveira E, Tedeschi H, Siqueira MG, Ono M, Rhoton AL, Peace D: Anatomic principles of cerebrovascular surgery for arteriovenous malformations. **Clin Neurosurg** 41: 364-380, 1993.
- Foerster O: Zur Pathogenese und Chirurischem behanlung der Epilepsie. **Zentrabl Chir** 52: 531-549, 1925.
- Fujii K, Lenkey C, Rhoton AL: Microsurgical anatomy of the choroidal arteries: lateral and third ventricles. **J Neurosurg** 52: 504-524, 1980.
- Germano MI: Trans-sulcal approach to mesiotemporal lesions. **Neurosurgical Operative Atlas** 6: 147-156, 1997.
- Gibo H, Carver CC, Rhoton AL, Lenkey C, Mitchell RJ: Microsurgical anatomy of the middle cerebral artery. **J Neurosurg** 54: 151-169, 1981.
- Hori T, Tabuchi S, Kurosaki M, Kondo S, Takenobu A, Watanabe R: Subtemporal amygdalohippocampectomy for treating medically intractable temporal lobe epilepsy. **Neurosurgery** 33: 50-57, 1993.
- Lüders H, Lesser RP, Hahn J, Dinner S, Morris HH, Wyllie E, Godoy J: Basal temporal language area. **Brain** 114: 743-754, 1991.
- Nagata S, Rhoton AL, Barry M: Microsurgical anatomy of the choroidal fissure. **Surg Neurol** 30: 3-59, 1988.
- Niemeyer P: The transventricular amygdalo-hippocampectomy in the temporal lobe epilepsy, in Baldwin M, Bailey P (eds): Temporal lobe epilepsy. Springfield, Ill: Charles C Thomas. 1958, pp 461-482.
- Ojemann GA, Dodrill CB: Verbal memory deficits after left temporal lobectomy for epilepsy. Mechanism and intraoperative prediction. **J Neurosurg** 62: 101-107, 1985.
- Oka K, Rhoton AL, Barry M, Rodriguez R: Microsurgical anatomy of the superficial veins of the cerebrum. **Neurosurgery** 17: 711-748, 1985.
- Olivier A, Andermann F, Dubeau F: Transsulcal selective amygdalohippocampectomy for mesial temporal epilepsy: surgical technique and results. **J Neurosurg** 82: 360A, 1995 (Abstract).
- Ono M, Ono M, Rhoton AL, Barry M: Microsurgical anatomy of the region of the tentorial incisura. **J Neurosurg** 60: 365-399, 1984.
- Ono M, Rhoton AL, Peace D, Rodriguez R: Microsurgical anatomy of the deep venous system of the brain. **Neurosurgery** 15: 621-657, 1984.
- Park TS, Bourgeois BFD, Silbergeld DL, Dodson WE: Subtemporal transparahippocampal amygdalohippocampectomy for surgical treatment of mesial temporal lobe epilepsy. **J Neurosurg** 85: 1172-1176, 1996.
- Penfield W, Baldwin M: Temporal lobe seizures and the technique of subtotal temporal lobectomy. **Ann Surg** 136: 625-634, 1952.
- Rhoton AL, Fujii K, Fradd B: Microsurgical anatomy of the anterior choroidal artery. **Surg Neurol** 12: 171-187, 1979.
- Rhoton AL, Timurkaynak E, Barry M: Microsurgical anatomy and operative approaches to the lateral ventricles. **Neurosurgery** 19: 685-723, 1986.
- Roper SN: Surgical anatomy of the temporal lobe. **Neurosurgical Operative Atlas** 6: 115-124, 1997.
- Shimizu H, Suzuki I, Ishijima B: Zygomatic approach for resection of mesial temporal epileptic focus. **Neurosurgery** 25: 798-801, 1989.
- Spencer DD, Spencer SS, Mattson RH, Williamson PD, Novelly RA: Access to the posterior medial temporal lobe structures in the surgical treatment of temporal lobe epilepsy. **Neurosurgery** 15: 667-671, 1984.
- Vajkoczy P, Krakow K, Stodieck S, Pohlmann-Eden B, Schmiedek P: Modified approach for selective treatment of temporal lobe epilepsy: transsylvian-trancisternal mesial en bloc resection. **J Neurosurg** 88: 855-862, 1998.
- Yasargil MG, Teddy PJ, Roth P: Selective amygdalohippocampectomy. Operative anatomy and surgical technique. **Adv Tech Stan Neurosurg** 12: 93-123, 1985.
- Zeal A, Rhoton A: Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. **J Neurosurg** 48: 534-59, 1978.