

Anatomía Microquirúrgica en 3D de la superficie Cerebral

Microsurgical anatomy in 3D of the brain cortex

Alí Díaz Castillejos¹, Feres Chaddad Neto², L. A. B. Borba³.

- 1 Skull Base Surgery - Fellow, Hospital Universitario Evangélico de Curitiba, Curitiba. PR-Brasil.
- 2 Neurocirujano del Instituto de Ciencias Neurológicas de Sao Paulo, Real y Benemérita Sociedad Portuguesa de Beneficencia de Sao Paulo, SP Brasil. Departamento de Cirugía Neurológica de La Universidad de Campinas, UNICAMP, Brasil.
- 3 Jefe del Departamento de Cirugía Neurológica, Hospital Universitario Evangélico de Curitiba –HUEC.
Profesor del Programa Skull Base Surgery – Fellow, Hospital Universitario Evangélico de Curitiba, Curitiba, PR-Brasil.
Neurocirujano del Instituto del Cerebro y Corazón, Hospital Pilar.

Rev. Chil. Neurocirugía 40: 60-66, 2014

Resumen

Introducción: El estudio de la superficie externa del cerebro es analizado desde diferentes puntos espaciales, es decir una superficie lateral, medial y basal. La superficie lateral del cerebro se distingue por la presencia de dos puntos de referencia que dividen a cada hemisferio cerebral en lóbulos. Estos dos puntos son la fisura de Silvio (fisura lateral) y el surco de Rolando (surco central). Estos dos surcos dividen a cada hemisferio en lóbulo frontal (superior a la fisura de Silvio y anterior al surco de Rolando), el lóbulo temporal (inferior a la fisura de Silvio) y lóbulo parietal (superior a la fisura de Silvio y posterior al surco de Rolando). El lóbulo occipital se ubica por detrás del surco parietooccipital, y el lóbulo de la ínsula que se sitúa en la profundidad de la fisura de Silvio. **Objetivo:** Describir la anatomía Microquirúrgica de la superficie cerebral en imágenes estereoscópicas anaglíficas tridimensionales. **Material y Métodos:** La superficie cerebral fue examinada en 30 cerebros humanos con la ayuda de microscopio quirúrgico D.F. Vasconcellos M900 con una magnificación de 16x y 40x, el equipo fotográfico marca Nikon modelo D60, lente AF-S VR Micro-Nikkor 105 mm f/2.8G IF-ED de Nikon, instrumental de microcirugía y sistema de vernier calibrado en décimas de milímetros. **Resultados:** La superficie cerebral de cada hemisferio esta dividida por medio de la fisura de Silvio y el surco de Rolando en; Lóbulo frontal que se localiza superior a la fisura de Silvio y anterior al surco de Rolando, el lóbulo temporal que se sitúa inferior a la fisura de Silvio, lóbulo parietal de localización superior a la fisura de Silvio y posterior al surco de Rolando, el lóbulo occipital se ubica por detrás del surco parietooccipital. En la profundidad de la fisura de Silvio se encuentra el lóbulo de la ínsula. **Conclusiones:** El empleo imágenes estereoscópicas anaglíficas tridimensionales es de excelente ayuda para el estudio de la neuroanatomía, ya que nos brinda información espacial y profundidad de la superficie cerebral en los tres planos.

Palabras clave: Anatomía Seccional, Corteza cerebral, Hemisferios Cerebrales.

Abstract

Introduction: Brain cortex is studied from different views: lateral, medial and basal surfaces. The brain lateral surface is distinguished by the presence of referential points and sulci. Those specific surgical points consist of the Sylvian fissure (lateral fissure) and the Rolandic sulcus (central sulcus). Those sulci divide each hemisphere in frontal lobe (superior to the Sylvian fissure and anterior to the Rolandic sulcus), temporal lobe (inferior to the Sylvian fissure), and parietal lobe (superior to the Sylvian fissure and posterior to the Rolandic sulcus). The occipital lobe is located posteriorly to the parietooccipital sulci, and the insular lobe is located deep into the Sylvian fissure. **Objective:** To describe the microsurgical anatomy of the brain cortex in tridimensional surface imaging reconstruction. **Material and Methods:** Human cadaveric specimens of 30 human brains were studied through the surgical microscopy D.F. Vasconcellos M900, 16x and 40x magnification, Nikon D60 camera, AF-S VR Micro-Nikkor 105 mm f/2.8G IF-ED lens, and microsurgical instruments. **Results:** Brain surface is divided in each hemisphere basically through the Sylvian fissure and the Rolandic sulcus in frontal lobe, superiorly to the to the Sylvian fissure and anteriorly to the Rolandic sulcus, temporal lobe,

inferiorly to the Sylvian fissure, parietal lobe, superiorly to the Sylvian fissure and posteriorly to the Rolandic sulci, and occipital lobe behind the parietooccipital sulci. Deep into the Sylvian fissure is located the insular lobe. **Conclusion:** Image manipulation techniques such as digital 3D imaging consist of an excellent way to study neuroanatomy, helping to create a more life-like experience for the study of anatomy and surgical training. The neuroanatomy and may inform in a deep and in three planes.

Key words: Sectional anatomy, Cerebral cortex, Cerebral Hemispheres.

Introducción

Los giros cerebrales son elevaciones de la superficie hemisférica, conteniendo a la corteza cerebral. Existen surcos los cuales cuando son profundos y constantes reciben el nombre de fisuras, que limitan la morfología de dichos giros, los mismos que sirven de referencia anatómica para la división hemisférica en lóbulos cerebrales. Los hemisferios cerebrales contienen abundante sustancia blanca subcortical que corresponden a fibras mielinizadas que sirven de conexión para las distintas regiones corticales con otras similares dentro del mismo lóbulo, en algún otro lóbulo, en el hemisferio contralateral, o con estructuras profundas incluyendo la misma medula espinal¹. La nomenclatura anatómica oficial del cerebro describe la integración de cada hemisferio cerebral por seis lobulos (frontal, parietal, occipital, temporal, insula y límbico), sin embargo, desde el punto de vista funcional pueden considerarse siete lobulos (frontal, central, parietal, occipital temporal, ínsula y límbico)^{2,3}.

En la neurocirugía actual y desde hace una década se ha descrito el papel tan elemental que tiene el conocimiento de la anatomía microquirúrgica de surcos y fisuras, para emplearlas como rutas de acceso, “corredor microquirúrgico” o como referencia anatómica en la planeación y realización de abordajes a lesiones cerebrales intrínsecas³.

Material y Método

La superficie cerebral lateral, mesial y basal fue examinada en 30 cerebros humanos fijados en formol, ambas arteria carótidas internas en su segmento supraclinoideo fueron canalizadas para su replesión con silicon coloreado, un espécimen fue repletado con resina dental M30 y se empleo la técnica de Klingler o de congelamiento (Figura 1) (los cristales de hielo que se forman entre las fibras de la sustancia blanca facilitan la disección

utilizando espátulas de madera).

La disección se realizó con la ayuda de microscopio quirúrgico D.F. Vasconcellos M900 con una magnificación de 16x y 40x, se obtuvieron imágenes estereoscópicas con equipo fotográfico marca Nikon modelo D60, lente AF-S VR Micro-Nikkor 105 mm f/2.8G IF-ED de Nikon, instrumental de microcirugía y sistema de vernier calibrado en décimas de milímetros. Fue utilizado el software Callipygian para procesar las imágenes anaglíficas, la visualización de las imágenes tridimensionales es a través de lentes 3D anaglíficas (Figura 2) con filtros de color (color azul en ojo derecho, color rojo ojo izquierdo).

Resultados

Superficie lateral del cerebro

La superficie o cara lateral del cerebro esta integrada por 5 lóbulos: frontal, central, parietal, occipital y temporal (visibles), y lóbulo de la insula (oculta). (Figura 3).

Lóbulo frontal

Corresponde al lóbulo frontal el cual esta delimitado hacia atrás por el surco precentral (Figura 4, 5), hacia abajo por la fisura silviana (Figura 4, 4), presenta dos surcos: frontal superior y frontal inferior, tres giros horizontales (Figura 4, 1, 2, 3): frontal superior, frontal medio y frontal inferior).

Subdivisión

El giro frontal inferior está constituido por tres porciones (Figura 4, A, B, C) que de adelante a atrás son: porción orbitaria, porción triangular y la porción opercular, en esta última porción en el hemisferio dominante se encuentra la zona de Broca o área motora del lenguaje.

Aspectos quirúrgicos

El segmento anterior de la fisura silviana se corresponde en la superficie ósea con la sutura escamosa, el surco frontal superior se proyecta en el punto situado a la mitad de la distancia entre la línea media y la línea temporal superior, el

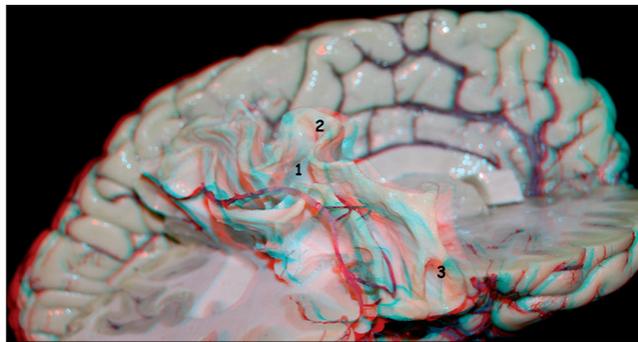


Figura 1. Disección cerebral con la técnica de congelamiento (Klingler). 1. Surco central. 2. Área motora de la mano. 3. Giro subcentral



Figura 2. Lentes para imágenes en 3D, anaglíficas.

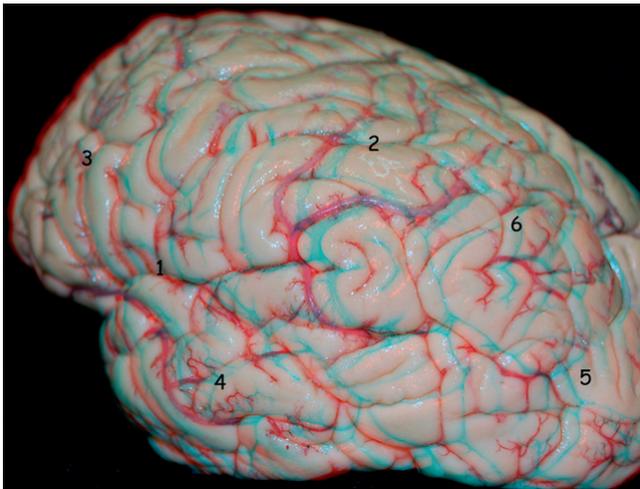


Figura 3. Superficie lateral. 1. Fisura de Silvio, en el fondo de esta el lóbulo de la ínsula. 2. Lobulo central con el surco central. 3. Lóbulo frontal. 4. Lobulo temporal. 5. Lobulo occipital.

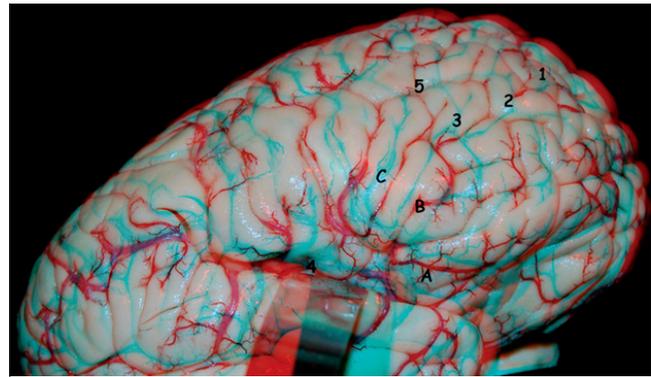


Figura 4. Superficie lateral del lóbulo frontal. 1. Giro frontal superior. 2. Giro frontal medio. 3. Giro frontal inferior. 4. Fisura de Silvio. 5. Surco precentral. A. Pars orbitaria. B. Pars triangular. C. Pars opercular.

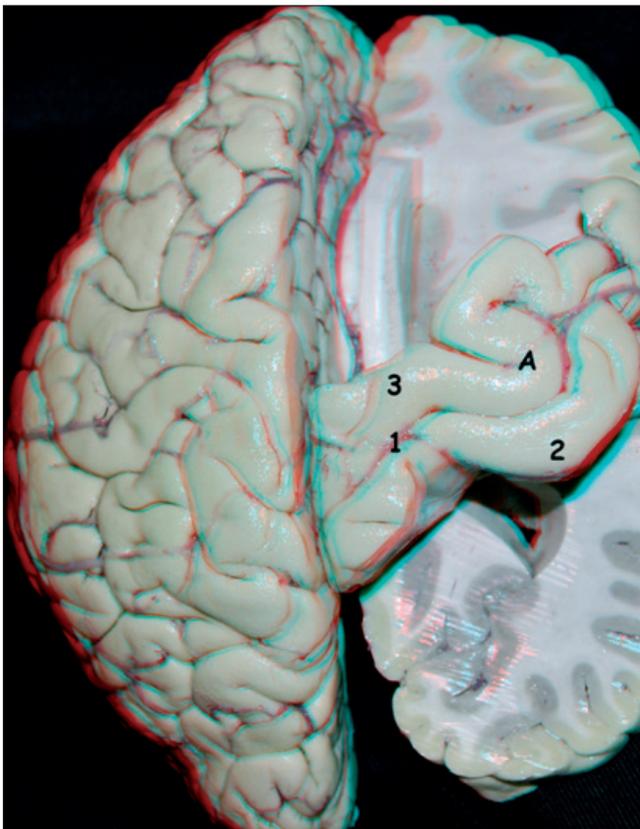


Figura 5. Se retiró el lóbulo frontal, parietal del lado derecho, se conservó únicamente el lóbulo central. 1. Surco central con sus tres segmentos curvilíneos. 2. Giro postcentral o sensitivo. 3. Giro precentral o motor. A. Área motora de la mano (omega invertida).

surco frontal inferior se proyecta a nivel segmento anterior de la línea temporal superior.

Planimetría quirúrgica

El giro frontal superior se localiza entre la línea media y una línea que pase sobre

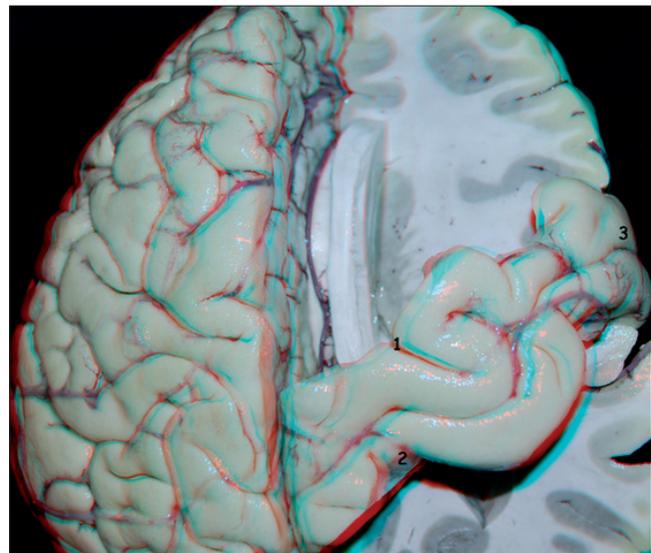


Figura 6. Se observa el lóbulo central, delimitado por el surco precentral (1), y surco postcentral (2). 3. Giro subcentral.

un punto localizado entre la línea media y la línea temporal superior, el giro frontal medio está ubicado entre el punto arriba mencionado y la línea temporal superior, y el giro frontal inferior se localiza entre la línea temporal superior y la sutura escamosa.

Lóbulo central

Está localizado entre el surco precentral y el surco postcentral, hacia abajo esta limitado por la fisura silviana. Su superficie presenta un único surco (Figura 5, 1), la cisura de Rolando o surco central, y contiene tres giros de los cuales dos son verticales: giro precentral o motor (Figura 5, 3), el giro postcentral o sensitivo (Figura

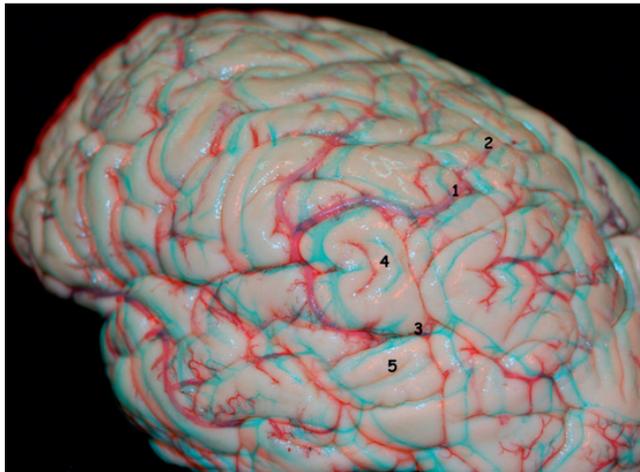


Figura 7. Lobulo parietal. 1. Surco interparietal. 2. Lobulo parietal superior. 3. Surco intermedio de Hesse. 4. Giro supramarginal. 5. Giro angular.



Figura 8. Lóbulo occipital izquierdo, cara externa. A. Lóbulo occipital. B. Extremo superior del surco parietooccipital interno. C. Incisura preoccipital.

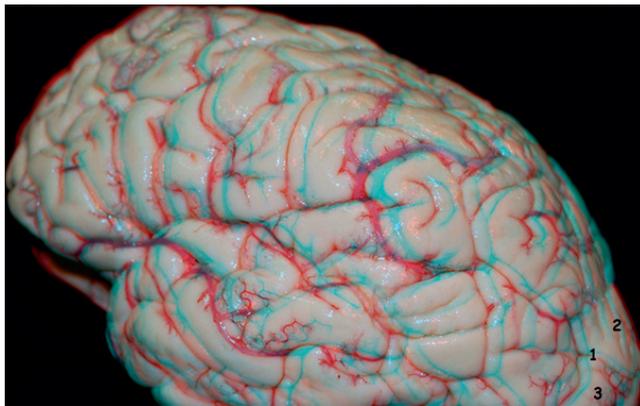


Figura 9. Surco más frecuente sobre la superficie externa del lóbulo temporal. 1. Surco occipital lateral. 2. Lóbulo occipital superior. 3. Lóbulo occipital inferior.

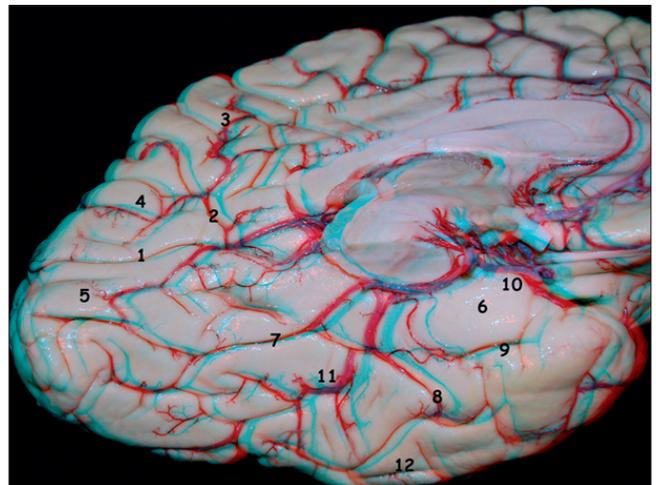


Figura 10. Cara medial y basal del hemisferio cerebral izquierdo, para exponer la anatomía del lóbulo occipital y temporal. 1. Cisura calcarina. 2. Surco parietooccipital. 3. Precuneus. 4. Cuneus. 5. Lingula. 6. Giro parahipocampal. 7. Surco colateral. 8. Surco occipito temporal. 9. Surco rinal. 10. Uncus. 11. Giro occipito temporal. 12. Giro temporal inferior.

ra 5, 2), y el giro subcentral (Figura 6, 3).

Aspectos quirúrgicos

Ambos giros: motor y sensitivo son verticales respecto a la sutura coronal, el surco central presenta en su trayecto tres curvas: una superior convexa hacia adelante, la media de convexidad hacia atrás y la inferior convexa hacia delante. La curva media tiene una conformación que semeja la forma de una letra omega invertida, el segmento del giro precentral que se sitúa por delante de la misma corresponde a la zona motora de la mano (Figura 5, A).

Planimetría quirúrgica

El punto donde el surco frontal superior encuentra al surco precentral se deno-

mina punto coronal posterior y se proyecta en la superficie craneal a 1,5 centímetros por detrás de la sutura coronal y 3 centímetros lateral a la sutura sagital. El punto Rolandico superior corresponde al sitio donde el surco central se encuentra con la fisura interhemisferica y se sitúa en la superficie craneal a 5 centímetros posterior al Bregma. El punto de encuentro del surco intraparietal con el surco postcentral se denomina punto intraparietal, se proyecta este punto en la superficie craneal 6 centímetros por delante de Lambda y 5 centímetros lateral a la sutura sagital. Por lo tanto, el giro precentral o motor (Figura 5, 3) esta localizado entre el punto coronal posterior y el punto Rolandico superior, el giro postcentral o sensitivo

(Figura 5, 2) esta comprendido entre el punto Rolandico superior y el punto intraparietal.

Lóbulo parietal

Localizado entre el surco postcentral y la línea parietotemporal lateral, hacia abajo por el segmento posterior de la fisura silviana y por la línea temporooccipital. Presenta en su superficie un surco llamado interparietal (Figura 7, 1) que lo divide en dos lóbulos: lóbulo parietal superior (Figura 7, 2) y lóbulo parietal inferior (Figura 7, 4,5).

Aspectos quirúrgicos

El lóbulo parietal inferior está dividido a

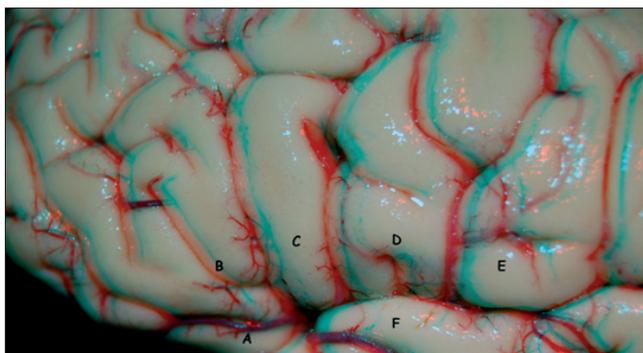


Figura 11. Opérculos que forman el componente superficial de la fisura silviana. A. B. C. Opérculo frontal (el ramo anterior de la fisura silviana subdivide al giro frontal inferior en giros; orbitario, triangular y opercular). D. Opérculo central. E. Opérculo parietal. Opérculo temporal.

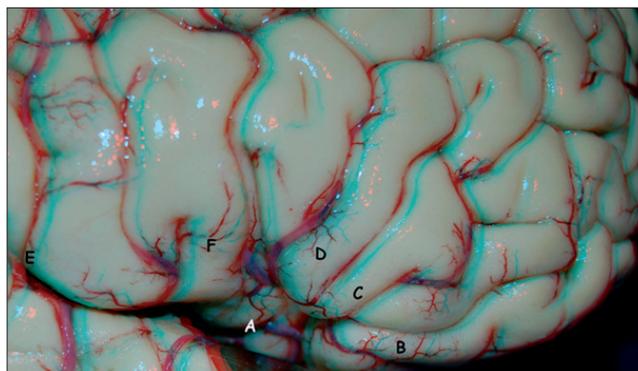


Figura 12. Exposición de la fisura silviana (componente superficial). A. Compartimiento superficial. B. Giro orbital. C. Giro triangular. D. Giro opercular. E. Opérculo parietal. F. Opérculo central.

su vez por medio del surco intermedio de Hesse (Figura 7, 3) en dos giros: el supramarginal (Figura 7, 4) que se localiza alrededor del final de la fisura silviana, y el angular (Figura 7, 5) que se sitúa alrededor del final del surco temporal superior. En los giros supramarginal y angular, en el hemisferio dominante se localiza la zona de Wernicke o área sensitiva del lenguaje.

Planimetría quirúrgica

El surco interparietal se ubica a nivel de la línea temporal superior, el lóbulo parietal superior se ubica entre la línea media y la línea temporal superior, mientras que el lóbulo parietal inferior, con los giros supramarginal y angular, se encuentran ubicados entre la línea temporal superior y la sutura escamosa.

El punto de encuentro del surco interparietal con el surco postcentral se denomina punto interparietal, se proyecta este punto en la superficie craneal 6 centímetros por delante de Lambda y 5 centímetros lateral a la sutura sagital.

El giro supramarginal se corresponde en la superficie craneal con el Euryon (punto más prominente de la tuberosidad parietal), y el punto más superior del surco parieto occipital (punto parietooccipital) se proyecta en la superficie craneal en el ángulo formado entre la sutura sagital y la sutura lamboidea.

Lóbulo occipital

Se sitúa por detrás de la línea parietotemporal lateral (Figura 8, A), la cual se extiende desde el extremo superior del surco parietooccipital interno hasta la ranura preoccipital (Figura 8, B, C).

Aspectos quirúrgicos

La superficie externa no presenta ningún tipo de surco separación entre los lóbulos parietal y temporal, presenta un número variado de giros irregulares. El surco más frecuente es el surco occipital lateral (Figura 9, 1) el cual es de dirección horizontal y de trayecto corto, el cual divide al lóbulo occipital en dos giros: occipital superior (Figura 9, 2) y occipital inferior (Figura 9, 3). El surco más importante es la cisura calcarina la cual se localiza en la superficie medial del lóbulo occipital (Figura 10).

Planimetría quirúrgica

La línea parietotemporal lateral se corresponde a nivel óseo con la sutura lamboidea, por lo que el lóbulo occipital se localiza por detrás de la sutura lamboidea.

Lóbulo temporal

Se localiza por debajo de la fisura silviana, y su límite posterior son las líneas temporooccipital y parietooccipital lateral.

Aspectos quirúrgicos

Presenta tres caras: lateral, medial y basal, en la cara lateral tiene un surco temporal superior y surco temporal inferior, estos dividen al lóbulo temporal en tres giros de dirección horizontal: giro temporal superior, giro temporal medio y giro temporal inferior.

Planimetría quirúrgica

La fisura silviana que representa el límite superior del lóbulo temporal, se proyecta

en el plano óseo craneal a nivel la sutura escamosa. El límite de la cara lateral del lóbulo temporal es el piso de la fosa craneal media y este se ubica a nivel del borde superior del arco cigomático.

Por lo tanto, el giro temporal superior se ubica justo por debajo de la sutura escamosa, el giro temporal medio sobre un punto que se localice a la mitad entre la escama del hueso temporal y el arco cigomático, el giro temporal inferior se sitúa justo por arriba del arco cigomático.

Fisura silviana

El surco central y la fisura silviana son los dos surcos más notables y frecuentes de la superficie lateral del cerebro, es un corredor ocupado principalmente por la arteria cerebral media y sus ramos, además de ser una ruta de acceso quirúrgico y de comunicación entre la superficie lateral del cerebro con la parte anterior de la superficie basal del cerebro. Tiene dos componentes; uno superficial el cual esta formado por lo opérculos; frontal, central, parietal y temporal (Figura 11, 12), el cual puede observarse sobre la superficie del cerebro, el componente profundo que contiene al lóbulo de la ínsula, este ultimo componente esta subdividido en dos compartimentos; operculoinsular y esfenoidal (Figura 13).

Lóbulo de la ínsula

El lóbulo de la ínsula o ínsula de Reil comprende la región de forma triangular de la corteza cerebral (Figura 13) oculta por los opérculos frontal, parietal y temporal, además de los tres planos de la

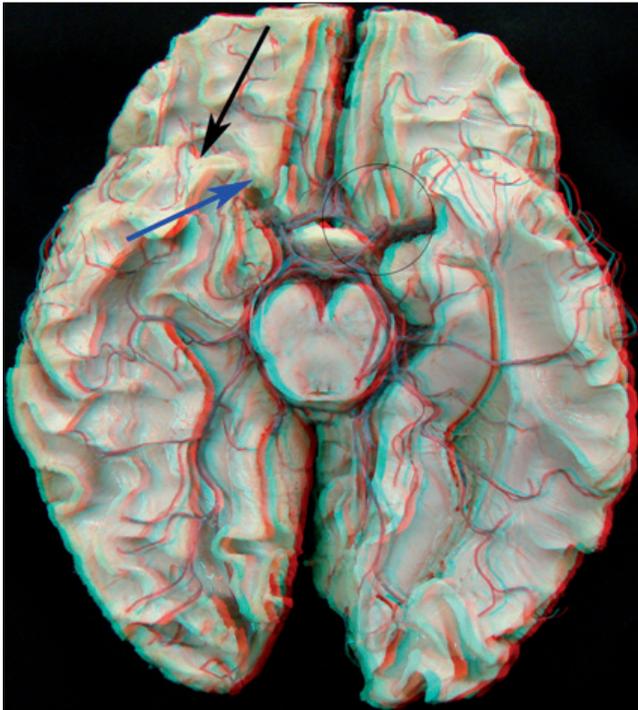


Figura 13. Exposición basal del cerebro, técnica Klingler -Resina M30. Circulo derecho señala el componente profundo de la fisura silviana. Compartimento opérculo insular (Flecha negra). Componente esfenoidal (Flecha azul).



Figura 14. Exposición del lóbulo de la ínsula. 1. Surco central con el segmento insular de la arteria cerebral media. 2. Borde o surco limitante superior. 3. Borde o surco limitante inferior. 4. Borde o surco limitante anterior. A. Giros cortos. B. Giros largos.

rior y posterior. La superficie esta dividida en dos partes por el surco central insular (Figura 13, 1), un segmento anterior el cual presenta tres giros cortos (Figura 13, A); el anterior, el medio y el posterior; un segmento posterior que contiene los giros largos anterior y posterior (Figura 13 B).

Aspectos quirúrgicos

El ángulo anterosuperior (Figura 14, 2) se relaciona directamente con la parte lateral del asta frontal ventricular, el ángulo anteroinferior con el borde lateral de la sustancia perforada anterior, el ángulo posterior en relación con la pared lateral del atrio ventricular (Figura 14, 3) además con los ramos colaterales del segmento insular de la arteria cerebral media.

La ínsula cubre la superficie lateral del núcleo central (Figura 15, 5-9) o “central core” de cada hemisferio (capsula extrema, claustrum, capsula externa, núcleo lentiforme (putamen y globo pá-lido), capsula interna, núcleo caudado y tálamo).

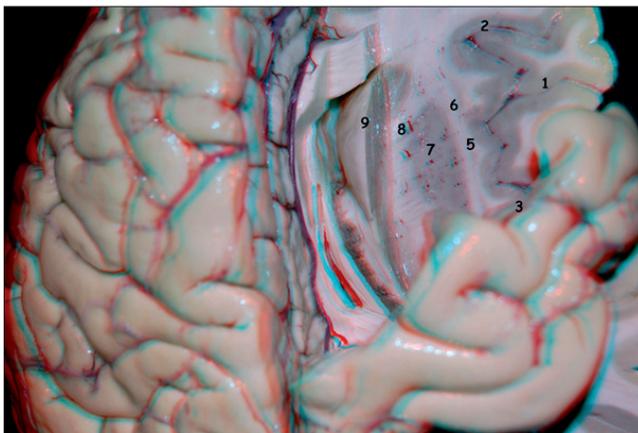


Figura 15. Relaciones del lóbulo de la ínsula con el núcleo central cerebral. 1. Insula. 2. Borde o surco limitante anterior. 3. Angulo posterior en relación con el atrio ventricular. 4. Capsula extrema. 5. Claustrum. 6. Capsula externa. 7. Núcleo lenticular. 8. Capsula interna. 9. Núcleo caudado.

fisura silviana que de la superficie a la profundidad son superficial (aracnoidea), intermedia (opercular), y profunda (insular).

Situándose en el fondo de la cisura de Silvio, constituyendo, desde el punto de vista anatómico y fisiológico, un complejo centro de conexión entre el sistema

límbico y el neocórtex.

Se encuentra separada de los lóbulos frontal, central, parietal y temporal por el surco limitante (Figura 13, 2, 3, 4) o también llamado surco circular por encerrar al lóbulo de la ínsula ,este surco presenta tres bordes; anterior, superior e inferior, tres ángulos; anterosuperior, anteroinfe-

Discusión

El conocimiento detallado y la comprensión tridimensional de la anatomía microquirúrgica de la superficie cerebral es la mayor herramienta del neurocirujano durante la planificación preoperatoria y transoperatoria, esto se traduce en una

mejor estrategia quirúrgica con un mejor abordaje y mejores resultados sobre la lesión a tratar, minimizando las alteraciones de estructuras cerebrales perilesionales sanas⁴.

El conocimiento y la comprensión de la proyección de las estructuras de la superficie cerebral sobre los elementos óseos del cráneo descritos en este trabajo, permite conocer de forma segura; qué estructuras subyacen al cráneo permitiendo con esto la localización más exacta de las lesiones cerebrales y con esto una craneotomía centrada correctamente, por otro lado, los surcos y fisuras pueden usarse como vías de acceso a lesiones profundas disminuyendo con esto el uso innecesario de realizar corticotomías a través de parénquima cerebral sano.

En la planificación quirúrgica preoperatoria, el conocimiento de la anatomía de los surcos y giros de la superficie

cerebral ofrece las siguientes ventajas; permite definir el abordaje y delimitar la craneotomía, ejercicio que se debe llevar a cabo al margen de contar con neuronavegación en el quirófano, más aun sabiendo que los parámetros anatómicos permiten lograr una aproximación muy precisa a las estructuras cerebrales⁵⁻⁹.

Al momento de realizar la cirugía el conocimiento anatómico detallado es el instrumento fundamental del cirujano, independientemente de contar con neuronavegador y del monitoreo electrofisiológico, el adecuado conocimiento tridimensional de la anatomía sumado a la "visión de rayos X" son los pilares de cualquier cirugía neurológica¹⁰.

El empleo del neuronavegador, que, si bien contribuye de forma fundamental para delimitar los abordajes, definir la craneotomía y localizar lesiones profundas, no reemplaza de ninguna manera la visión microanatómica 3D del cirujano a

la hora de afrontar la patología en quirófano¹¹⁻¹⁶.

Conclusión

El conocimiento anatómico microquirúrgico de la superficie cerebral y la proyección de esta sobre el cráneo, hace posible la planeación quirúrgica de abordajes y formas de estrategias para la remoción de lesiones intracraneales. La anatomía en 3D nos permite observar desde otra perspectiva, es decir de "ver a través" del parénquima cerebral, esto representa un instrumento indispensable para poder realizar de forma segura el acceso a muchas lesiones aún sin neuronavegación.

Recibido: 08 de octubre de 2013
Aceptado: 10 de noviembre de 2013

Bibliografía

1. Yaşargil MG. *Microneurosurgery*. Stuttgart: Georg Thieme, 1994, Vol 4a.
2. Federative Committee on Anatomical Terminology: *International Anatomical Terminology*. Stuttgart: Thieme, 1998.
3. Ribas GC. The cerebral sulci and gyri. *Neuro-surg Focus* 28: E2, 2010.
4. Gusmão S, Ribas GC, Silveira RL, Tazinaffo U. The sulci and gyri localization of the brain superolateral surface in computed tomography and magnetic resonance imaging. *Arq Neuro-psiquiatr* 2001; 59: 65-70.
5. Ribas GC, Yasuda A, Ribas EC, Nishikuni K, Rodrigues Junior AJ. Surgical anatomy of micro-neurosurgical sulcal key-points. *Neurosurgery* 59 (ONS Suppl 4): ONS177-ONS209, 2006.
6. Reis CV, Sankar T, Crusius M, Zabramski JM, Deshmukh P, Rhoton AL Jr, Spetzler RF, Preul MC. Comparative study of cranial topographic procedures: Broca's legacy toward practical brain surgery. *Neurosurgery* 2008; 62: 294-310.
7. Pernkoff E. *Atlas of Topographical and Applied Human Anatomy*. Baltimore: Urban & Schwarzenberg, 1989.
8. Seeger W. *Atlas of Topographical Anatomy of the Brain and Surrounding Structures for Neurosurgeons, Neuroradiologists, and Neuropathologists*. Wien: Springer, 1978.
9. Testut L, Latarjet A. *Tratado de Anatomía Humana*, ed 8. Barcelona: Salvat, 1932.
10. Rhoton AL Jr. The cerebrum. *Anatomy. Neurosurgery* 2007; 61 (1 Suppl): 37-118.
11. Fernández-Miranda JC, Rhoton AL Jr, Alvarez-Linera J, Kakizawa Y, Choi C, de Oliveira EP. Three-dimensional microsurgical and topographic anatomy of the white matter of the human brain. *Neurosurgery* 2008; 62 (6 Suppl 3): 989-1026.
12. Bello L, Castellano A, Fava E, Casacell G, Riva M, Scotti G, Gaini SM, Falini. Intraoperative use of diffusion tensor imaging fiber tractography and subcortical mapping for resection of gliomas: technical considerations. *Neurosurg Focus* 2010; 28: E6.
13. Campero A, Ajler P, Martins C, Emmerich J, de Alencastro LF, Rhoton A. Usefulness of the contralateral Omega sign for the topographic location of lesions in and around the central sulcus. *Surg Neurol Int* 2011; 2: 164.
14. Quiñones-Hinojosa A, Ojemann SG, Sanai N, Dillon WP, Berger MS. Preoperative correlation of intraoperative cortical mapping with magnetic resonance imaging landmarks to predict localization of the Broca area. *J Neurosurg* 2003; 99: 311-318.
15. Ugur HC, Kahilogullari G, Esmer AF, Comert A, Odabasi AB, Tekdemir I, et al. A neurosurgical view of anatomical variations of the distal anterior cerebral artery: an anatomical study. *J Neurosurg* 2006; 104: 278-284.
16. Reinges MH, Nguyen HH, Krings T, Hütter BO, Rohde V, Gillsbach JM. Course of brain shift during microsurgical resection of supratentorial cerebral lesions: limits of conventional neuronavigation. *Acta Neurochir (Wien)* 2004; 146: 369-377.

Correspondencia a:

Dr. Alí Díaz Castillejos
Rua Capitão Souza Franco 350 AP 32
BATEL/BIGORRILHO
80730-420
Curitiba-PR-Brasil.
Teléfono: (41)-3209-6001
E-mail: alidiazcastillejos@yahoo.com.mx