

DISECCIÓN DE SUSTANCIA BLANCA CEREBRAL. IMPORTANCIA PARA EL ENTRENAMIENTO NEUROQUIRÚRGICO.

Dissection of Cerebral White Matter. Importance for Neurosurgical Training.

RUBINO, PABLO¹; BALDONCINI, MATÍAS² & CONESA, HORACIO A.³



Pablo Rubino



Matías Baldoncini



Horacio A. Conesa

Instituto de Morfología J.J. Naón. Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

E-Mail de Contacto: parubino@hotmail.com, drbaldoncinimatias@hotmail.com, haconesa@gmail.com

Recibido: 21 – 11 – 2012

Aceptado: 20 – 12 – 2012

Revista Argentina de Anatomía Online 2012, Vol. 3, Nº 4, pp. 130 – 136.

Resumen

La comprensión de la arquitectura tridimensional del encéfalo es una condición fundamental para el anatomista y el neurocirujano, especialmente durante su formación en Neuroanatomía básica o neuroquirúrgica.

Demostrar a través de la técnica de Klingler la disposición anatómica tridimensional de los tractos de sustancia blanca.

Según el método de Klingler (Atlas Cerebri Humani - The inner structure of the brain), se preconiza que el material a preparar debe ser fresco. Se debe preparar una solución de formol comercial (5%) y agua destilada (95%), se sumerge el material y luego del transcurso de 4 semanas inmerso en la solución fijadora, se coloca en una bandeja en el freezer (a -10°C) durante 8 días. Una vez retirado del freezer, el material debe permanecer en una solución de formol al 3%.

Se trabajó con 10 cerebros preparados según la técnica anteriormente descrita. Nuestros instrumentos fundamentales son: pinzas de disección delicada tipo adson sin dientes y de relojero, y espátulas de madera con un diámetro de 2 y 4 mm.

Se logró obtener piezas para la demostración de los diversos tractos, que se encuentran desde la corteza a la profundidad con una descripción desde la cara externa, medial y, finalmente, la cara basal del cerebro.

Si bien la disección de sustancia blanca no es una técnica nueva que se emplea para el estudio y la comprensión del cerebro, no por esto deja de ser sumamente útil. Es de vital importancia el entrenamiento en esta técnica de análisis anatómico para cada neurocirujano.

Palabras claves: neuroanatomía; disección; técnica de Klingler; fascículos.

Abstract

The understanding of the three-dimensional architecture of the brain is a fundamental condition to the anatomist and the neurosurgeon, especially during their training in basic or surgical neuroanatomy.

Demonstrate through the Klingler's technique the anatomical three-dimensional disposition of white matter tracts.

According to the Klingler's method (Atlas Cerebri Humani - The inner structure of the brain), is preconized that the material should be fresh. A solution of commercial formalin (5%) and distilled water (95%) should be prepared; the material should be immersed and after the course of 4 weeks immersed in the fixing solution, it should be placed on a tray in the freezer (-10°C) during 8 days. Once removed from the freezer, the material must remain in a formalin 3% solution.

We worked with 10 brains prepared as the previously described technique. Our main instruments are: delicate type dissecting Adson forceps without teeth and watchmaker's forceps, and wooden spatulas with a diameter of 2 and 4 mm.

We obtained pieces for the demonstration of various tracts that they are located from the cortex to the depth with a description from the external, medial and basal cerebral aspect.

While the dissection of white matter is not a new technique that is used for the study and understanding of the brain, remains extremely useful. The training in this anatomical analysis technique has an essential importance for each neurosurgeon.

Key words: neuroanatomy; dissection; Klingler's technique; fascicles.

Autores: 1 Neurocirujano - Jefe de Sección Enfermedades Cerebrovasculares del Hospital El Cruce Buenos Aires – JTP Instituto de Morfología JJ Naon UBA - Fellow de Microneuroanatomía de University of Florida (Gainesville, USA). 2 Residente de Neurocirugía del Servicio de Neurocirugía el Hospital Vicente Lopez y Planes Gral. Rodríguez Buenos Aires - JTP II Cátedra de Anatomía UBA. 3 Ex-Presidente Asociación Argentina de Anatomía – Instituto de Morfología J.J. Naón UBA.

INTRODUCCIÓN.

La comprensión de la arquitectura tridimensional del encéfalo es una condición fundamental para el anatomista y el neurocirujano, especialmente durante su formación en Neuroanatomía básica o neuroquirúrgica. Para lograr este objetivo, es importante el conocimiento teórico sobre la disposición de las fibras blancas, sin dejar de lado la disección meticulosa de cada estructura para un entendimiento global satisfactorio (1-15).

La técnica de disección de fibras aplicada para la descripción de nuestro trabajo, lejos de ser una técnica de estudio moderna, sus comienzos datan del siglo XVII, aunque en los años 30 fue modificada parcialmente por el Prof. Joseph Klingler (1). Posteriormente, esta técnica fue algo ol-

vidada hasta que el Profesor Yasargil, uno de los máximos exponentes de la Neurocirugía del siglo XX, aprendió y aplicó esta técnica con excelentes resultados. En base a estos hechos, hace algunos años hemos aplicado la técnica de preparación de encéfalos según la técnica de Klingler con el fin de diseccionar y demostrar los tractos asociación, interconexión y proyección cerebrales.

El objetivo de este trabajo fue demostrar, a través de la técnica de Klingler (1), la disposición anatómica tridimensional de los tractos de sustancia blanca, haciendo hincapié en las pautas para obtener una pieza anatómica adecuada. También, realizar una descripción detallada desde la corteza cerebral a la profundidad de la cara externa, medial e inferior del cerebro para la comprensión tridimensional de los haces de sustancia blanca y cómo contribuyen a delimitar estructuras o unir

diversas porciones vecinas o alejadas del Sistema Nervioso Central.

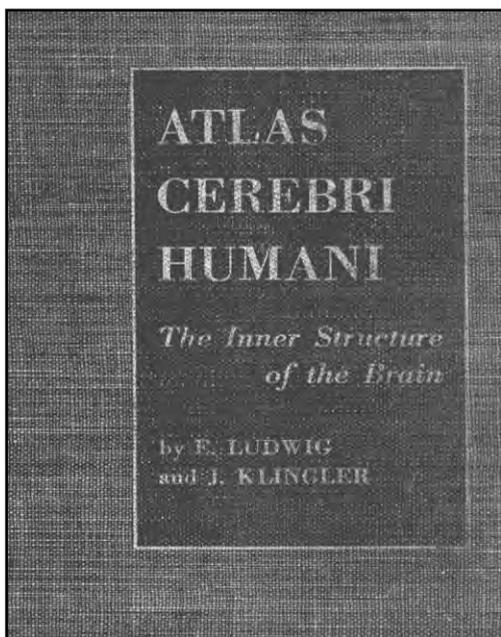


Fig. 1. Portada del Atlas Cerebri Humani, de J. Klinler.

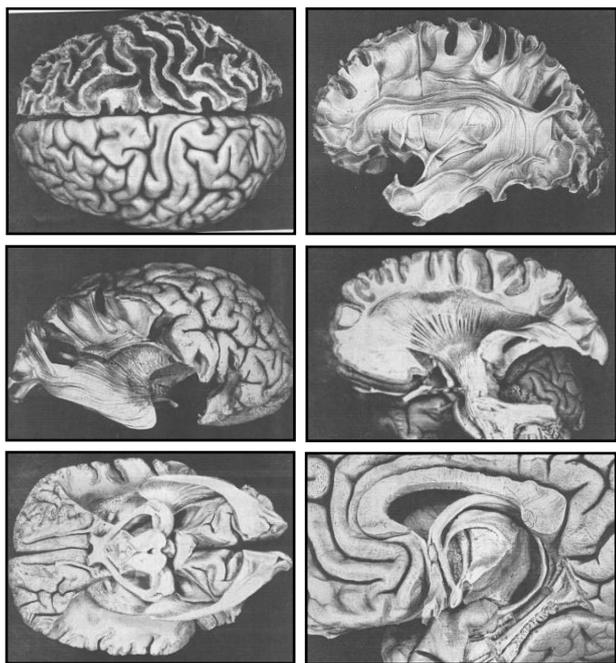


Fig. 2. Imágenes del Atlas Cerebri Humani, de J. Klinler.

MATERIALES Y MÉTODO.

Según el método de Klingler (Atlas Cerebri Humani The inner structure of the brain) (fig.1), se preconiza que el material a preparar debe ser fresco. Una vez retirado el cerebro debe ser colocado en un recipiente con agua y allí mismo se pasa un cordón a través del tronco basilar, del cual luego se suspenderá el mismo. Se debe preparar en un recipiente, una solución de formol comercial (5%) y agua destilada (95%) en la que se suspenderá el cerebro de un bastoncillo de madera coincidente con el diámetro del mismo. Este último paso es fundamental, ya que permite que el cerebro no contacte con la superficie y que, de esta manera, conserve su forma natural. Luego de estar sumergido 4 semanas en la solución fijadora, se

debe retirar y lavar el preparado con abundante agua corriente para colocarlo posteriormente en una bandeja al en el freezer (a -10° C) durante 8 días. Se estima que al sumergir el cerebro en formol, este penetra y se ubica en el espacio microscópico interfibrilar, al congelarse el líquido aumenta su volumen aproximadamente en un 10% y de este modo, se disocian a las fibras. Esta separación le facilita enormemente al disector en la persecución de los tractos blancos cerebrales. Una vez retirado del freezer, el material debe permanecer en una solución de formol al 3%. Se trabajó con 10 cerebros preparados según la técnica anteriormente descripta, los cuales fueron trabajados con lupa y microscopios para una mejor calidad de divulsión de las fibras. Nuestros instrumentos fundamentales son: pinzas de disección delicada tipo adson sin dientes y pinzas de relojero, y espátulas de madera de un diámetro de 2 y 4 mm, con la que separamos la corteza de los hemisferios cerebrales de las fibras subyacentes (Fig. 3). Además, con las espátulas de madera se logran separar delgadas láminas de fibras y quitarlas del resto.

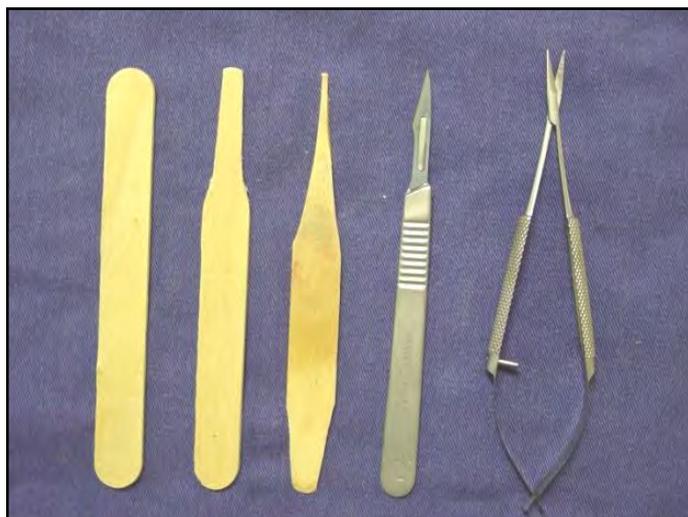


Fig. 3. Elementos utilizados para la disección de fibras blancas cerebrales.

Otros elementos incluyen es una tijera delicada para divulsionar y un mango de bisturí n° 3 con hojas n°11 y n°15 para dar un marco prolijo y acabado a determinados fascículos.

RESULTADOS.

Es fundamental que quien se proponga a aplicar la técnica de disección de sustancia blanca, posea amplios conocimientos sobre anatomía cerebral, habilidad manual ejercitada previamente y paciencia hasta la obtención del preparado deseado. La sustancia blanca cerebral está constituida por manojos de axones neurales mielinizados, que en su conjunto forman fascículos o tractos. A estos se los pueden agrupar en tres subdivisiones, dependiendo de las estructuras entre las que se disponen. Las fibras de asociación conectan regiones corticales vecinas o alejadas de un mismo hemisferio, por lo cual tendremos fibras cortas (fibras arcuatas) y fibras largas (fascículo unciforme, cíngulo, fascículo occipitofrontal y fascículos longitudinal superior e inferior). Las fibras comisurales interconectan dos regiones en espejo de ambos hemisferios, cruzando la línea mediosagital cerebral (comisura blanca anterior, cuerpo calloso y comisura del hipocampo). Finalmente, las fibras de proyección conectan la corteza cerebral con estructuras subcorticales y la medula espinal y viceversa (cápsula interna y corona radiada). En las figuras 4 y 5 se expondrán las disecciones de las fibras blancas desde lateral a medial.



Fig. 4. Se observa el hemisferio derecho indemne y el hemisferio izquierdo completamente decorticado, destacando en este las fibras arcuatas.



Fig. 5. Hemisferio derecho con las fibras arcuatas de la cara externa del cerebro que unen la corteza de un determinado giro/circunvolución con su inmediato vecino. En este preparado, se removió parte de la sustancia blanca perisilviana y de este modo puede visualizarse la ínsula, con sus giros/circunvoluciones, en el trasfondo de la misma.

Cuando se comienzan a descubrir los tractos desde la cara externa es conveniente comenzar con el *giro perisilviano* y desde aquí continuar a lo largo de la superficie externa, teniendo la precaución de preservar la ínsula, ya que será útil para identificar al fascículo longitudinal superior.

Como se muestran en las primeras imágenes (Figs. 4 y 5), el paso inicial es separar la sustancia gris cortical de las fibras arcuatas subyacentes. Comenzando por encima de la región insular y separando los fascículos arcuatos de los lóbulos parietal, frontal y temporal, se encuentra en la profundidad el fascículo longitudinal superior rodeando en forma de “C” a al surco lateral e interconectando los lóbulos anteriormente mencionados. En el fondo del surco lateral se encuentra la ínsula, que, al remover el manto gris cortical, se observa la capsula extrema y una vez retirada esta última se descubre una lámina gris vertical llamada claustró. En la porción inferior y ventral se encuentra el *fascículo unciforme*, compuesto por fibras de asociación que conectan el lóbulo frontal y temporal.

Además en la porción basal de la ínsula y por encima del fascículo unciforme, se encuentra el fascículo occipitofrontal que une a los lóbulos homónimos. Por debajo y medial a este último y en íntimo contacto con la prolongación temporal del ventrículo lateral, se encuentra la radiación óptica (*Asa de Meyer*). Al retirar el claustró con la espátula, nos encontramos con la cápsula externa, la cual en los límites periféricos del putamen se continúa con la cápsula interna. Al retirar las fibras de la cápsula externa, nos encontramos con la cara lateral del putamen y al remover los elementos constituyentes de este núcleo gris, nos encontramos en la profundidad con una estructura más clara denominada globo pálido. De este último parten fibras que lo atraviesan e interconectan con el núcleo caudado, que se encuentra en posición cefálica con respecto al globo pálido (Fig. 7). El globo pálido está insinuado a modo de cuña, cuyo vértice se corresponde con la rodilla de la cápsula interna, a la cual para poder visualizarla se debe retirar con cuidado y paciencia el globo pálido.

Otra opción es comenzar a descubrir los fascículos de sustancia blanca desde la cara medial del cerebro hacia lateral. El primer paso es separar la corteza cerebral de la sustancia blanca, situada en la profundidad donde observaremos a las fibras arcuatas a excepción de un fascículo, llamado *fascículo del cíngulo*, el cual está ubicado por debajo de la



Fig. 6. Hemisferio derecho en el que se observan fibras de la capsula externa con ventanas triangulares de base superior en la que se visualiza la porción externa del putamen y por encima de este algunos tractos de la corona radiada.

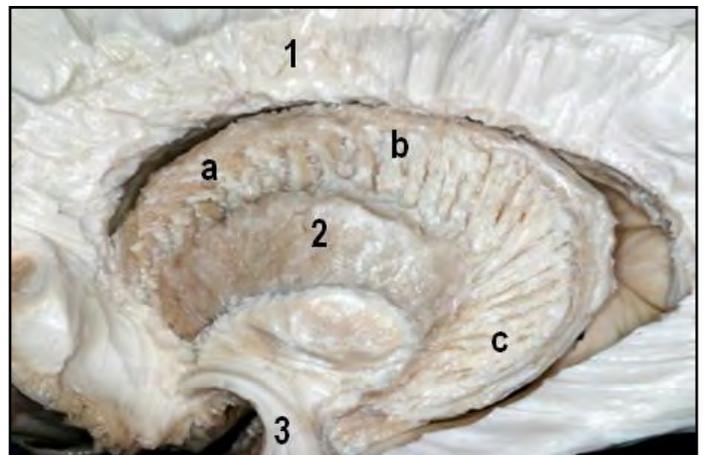
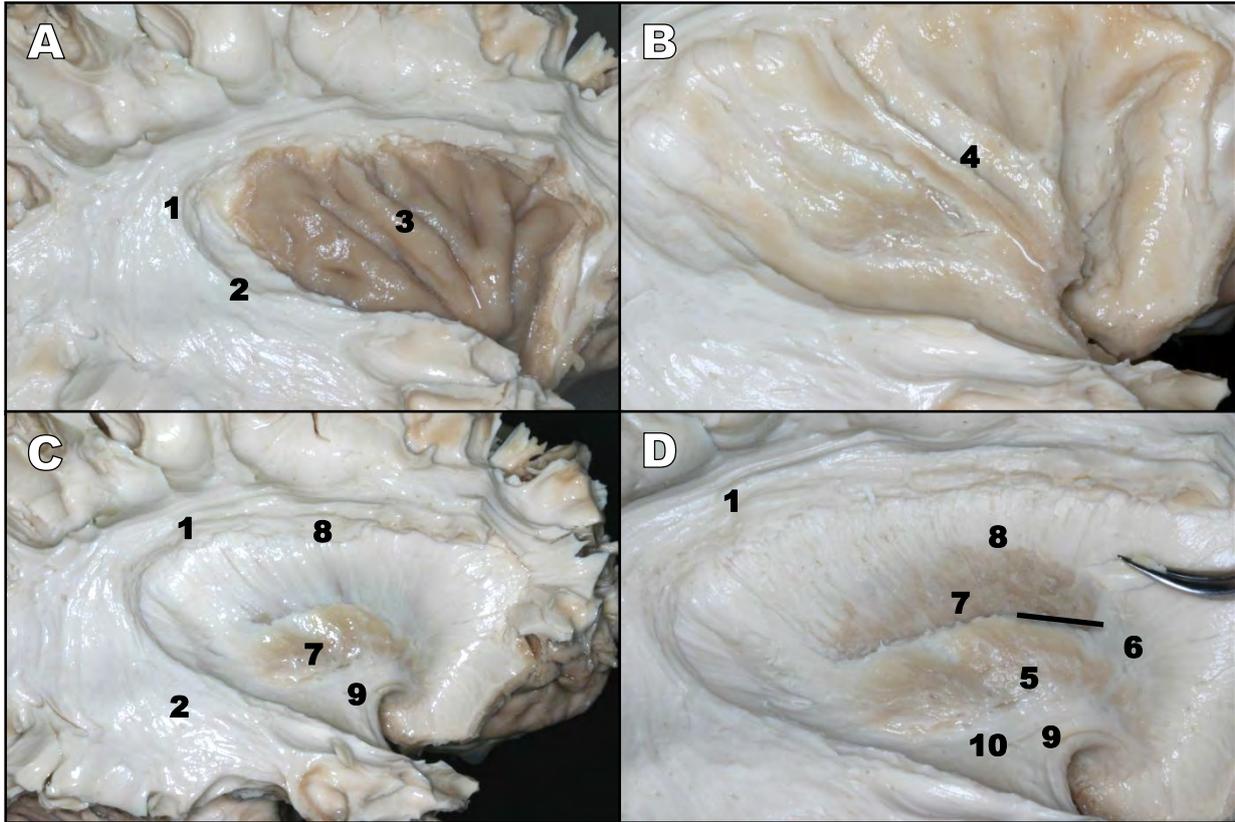
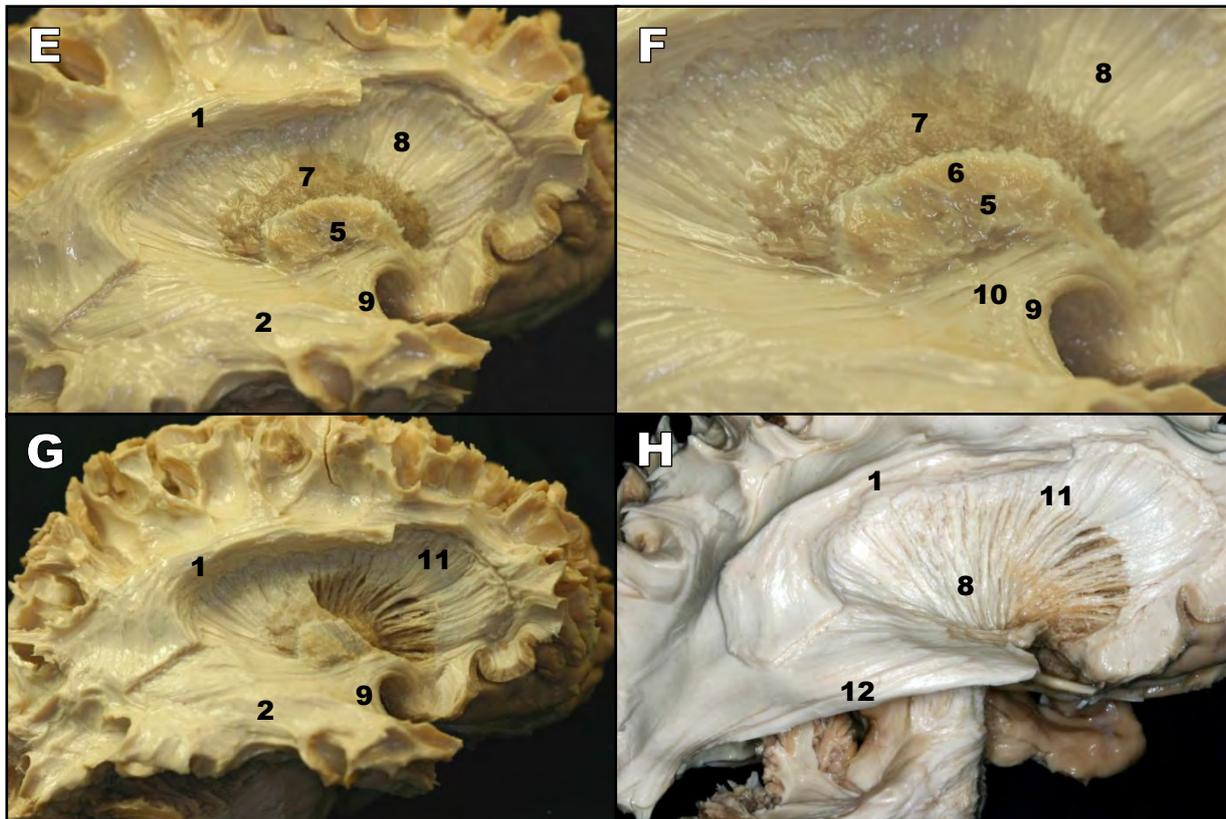


Fig. 7. Disección de la superficie lateral de un hemisferio izquierdo. 1. Corona Radiada, a,b,c. Cabeza, Cuerpo y Cola del núcleo caudado respectivamente. 2. Putamen, donde se observan las fibras estrictonigrales que interconectan a los núcleos caudado y globo pálido con la sustancia negra. 3. Fascículo unciforme.



Figs. 8. A, B, C, D, E, F, G, H. Se observan los tractos blancos que se encuentran desde la cara externa a la cara medial del cerebro. 1. 2. Fascículo Longitudinal Superior; 3. Corteza insular; 4. Capsula Extrema; 5. Claustro; 6. Capsula Externa; 7. Putamen; 8. Capsula Interna; 9. Fascículo unciforme; 10. Fascículo occipitofrontal; 11. Corona Radiada; 12. *Fascículo de Meyer*.



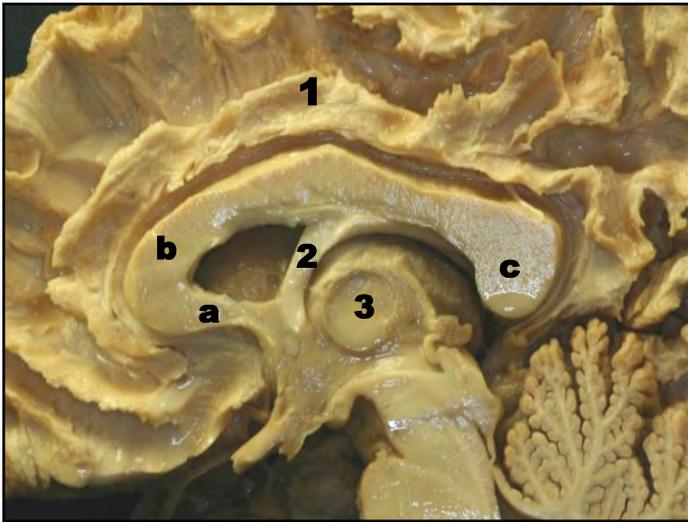


Fig. 9. Se observa un preparado de sustancia blanca de la cara medial de un hemisferio derecho. a, b y c: pico, rodilla y rodete del cuerpo calloso. 1. Fascículo del cíngulo, 2. Pilar anterior del trigono terminando en el cuerpo mamilar, 3. Tálamo derecho.

giro/circunvolución homónimo/a (Fig. 9). Continuando por encima de la cara superior del cuerpo calloso, podremos descubrir sus fibras con facilidad en su trayecto en búsqueda de la región cortical correspondiente y en donde constituyen en gran medida el techo de los ventrículos laterales.

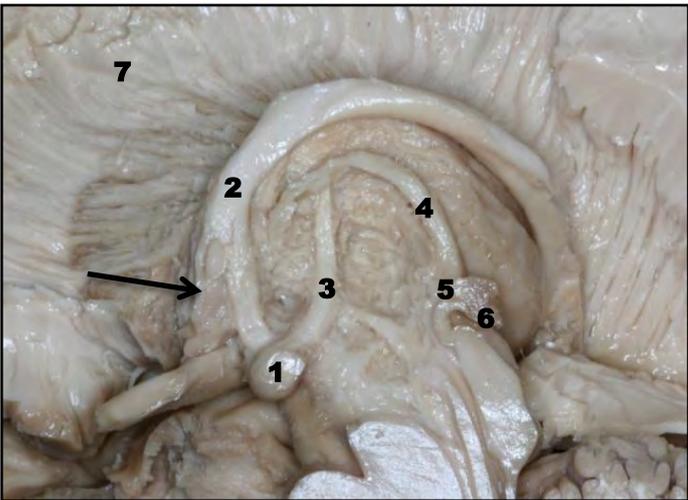


Fig. 10. 1. Cuerpo mamilar, 2. Pilar anterior del trigono, 3. Fascículo mamilotalámico, 4. Estria medular, 5. Comisura habenular, 6. Epífisis, 7. Corona radiada.

Utilizando como guía al pilar anterior del trigono, nos encontramos con una formación ovoidea denominada cuerpo mamilar, a partir de esta surge un fascículo de sustancia blanca denominado fascículo mamilotalámico (Fig. 10). Este último es un importante reparo anatómico a la hora de disecar fibras, ya que lo utilizamos como guía para retirar el tálamo con la espátula y el microscopio.

El Fascículo mamilotalámico se dirige hacia cefálico y lateral en busca de la porción ventral del tálamo, desde aquí podemos descubrir una banda de fibras nerviosas que cursa dorsomedial al tálamo denominada estria medular del tálamo (Figs. 10 y 11).

Una vez retirado el tálamo se observa la cápsula interna con su porción anterior, medial (rodilla) y su porción posterior.

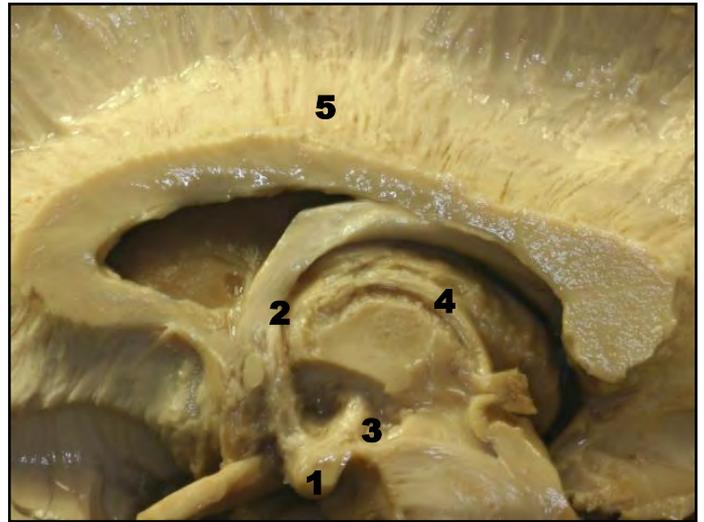


Fig. 11. Disección de la cara medial de un hemisferio cerebral derecho. 1. Cuerpo mamilar, 2. Pilar anterior del trigono, 3. Fascículo mamilotalámico, 4. Estria medular, 5. Fibras del cuerpo calloso.

Medial a la cápsula interna y por encima con respecto al tálamo, encontraremos a un gran núcleo en forma de “C” llamado núcleo caudado, el cual contribuye a delimitar las paredes de los ventrículos laterales y debe ser removido desde la cara medial para poder visualizar a la cápsula interna y a la corona radiada en toda su extensión.

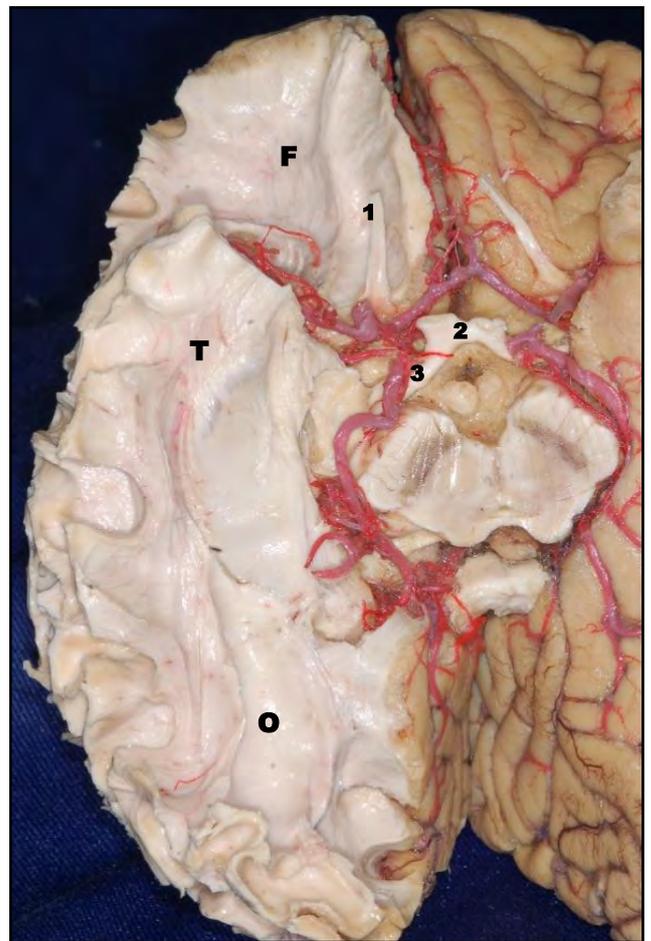


Fig. 12. Cara basal de un hemisferio cerebral derecho en el que se retiró por completo la corteza cerebral. 1. Nervio olfatorio derecho, 2. Quiasma óptico, 3. Tracto óptico derecho, F. Cara basal del lóbulo frontal derecho, T. Cara inferior del lóbulo temporal, O. Cara basal de lóbulo occipital.

Finalmente, la disección de sustancia blanca puede comenzar a realizarse desde la cara inferior o basal del cerebro. El primer paso, como siempre, es retirar el manto gris cortical para descubrir en su profundidad a los fascículos arcuados que unen dos giros/circunvoluciones vecinas (Fig. 12)

Probablemente, en la cara inferior del cerebro la estructura más importante a identificar para el neuroanatomista es la porción retrogeniculada de la vía óptica, como lo demuestra la figura 13.

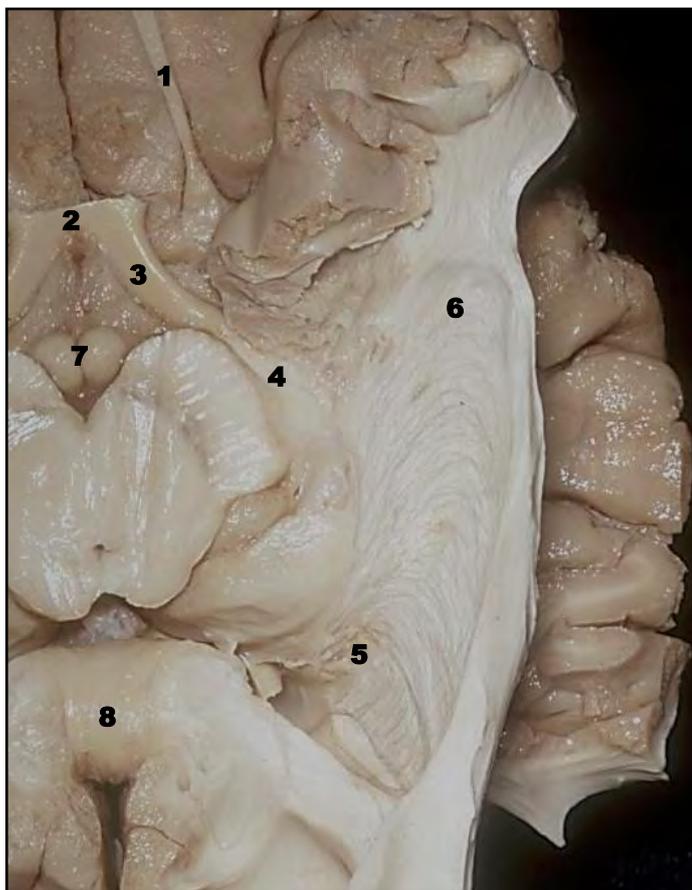


Fig. 13. En este preparado de hemisferio cerebral izquierdo se retiraron las fibras más basales del lóbulo temporal y occipital, además se retiró del preparado gran parte de la prolongación temporal del ventrículo lateral izquierdo. 1. Nervio Olfatorio; 2. Quiasma Óptico; 3. Tracto Óptico; 4. Cuerpo Geniculado Lateral del Tálamo; 5. Haz Talamoestriado y Lenticuloestriado; 6. Radiación Óptica (Asa de Meyer); 7. Tubérculos Mamilares; 8. Rodete del Cuerpo Caloso.

Es importante identificar la finalización de la cintilla óptica de la porción basolateral del tálamo y desde allí continuar la dirección de los fascículos tálamo estriados, lenticulo estriados y la radiación óptica (asa de meyer) que forma una curvatura que envuelve el extremo ventral de la prolongación temporal del ventrículo lateral (Fig. 13).

DISCUSIÓN.

Desde el completo trabajo de J. Klingler con su atlas fotográfico con las referencias en dibujos de las respectivas imágenes, hasta las recientes publicaciones de Türe y Yasargil, entre otros y gracias al innumerable aporte a lo largo de la historia sobre técnica y descripción de fascículos cerebrales y sus relaciones ha permitido comprender imágenes de lesiones cerebrales y estimar el compromiso de estas estructuras, sobre todo actualmente se puede aplicar a la RMI o Tractografía Encefálica y,

además planificar un abordaje con el recuerdo tridimensional de los fascículos de asociación, proyección y asociación. Por esto, es fundamental que el neurocirujano comprenda y ejercite la técnica de microneurodissección de fibras.

Los fascículos de sustancia blanca al tener una disposición tridimensional compleja y en diversos planos del espacio dentro del parénquima cerebral nos ayuda a comprender otras estructuras como los límites de las cavidades ventriculares. Esta noción tridimensional permite comprender mejor ciertas patologías, así como lesiones en la región insular pueden expandirse a través de tractos blancos hacia la región frontal y lóbulos temporales. Siempre se debe tener en cuenta que no es una técnica sencilla y que en los inicios puede presentar dificultades para la obtención de muestras de tractos complejos. La descripción de tractos aun en la actualidad es motivo de discusión sobre la existencia o no de determinados fascículos, por lo cual continua siendo una línea de investigación neuroanatómica interesante.

CONCLUSIONES.

Si bien la disección de sustancia blanca no es una técnica nueva, su estudio y comprensión no deja de ser sumamente útil, ya que nos brinda la posibilidad de entender la organización tridimensional e intrínseca del cerebro. Sin olvidar que para lograr buenos resultados, se imprime de antemano la necesidad ineludible de un conocimiento estructural detallado y preciso de las estructuras constituyentes.

REFERENCIAS.

1. Klingler, J. *Erleichterung des makroskopischen Praeparation des Gehirns durch den Gefrierprozess.* Schweiz Arch Nrurol Psychiatr 1935; 36: 247-256.
2. Carpenter, M.B. *Core Text of Neuroanatomy.* Baltimore, Williams & Wilkins, 4^o edición. 1991.
3. Haines, D. *Neuroanatomy: An Atlas Of Structures, Sections And Systems.* Lippincott Williams & Wilkins, 2000. Ed. 5.
4. Kretschamann, H.; Wienrich, W. *Neurofunctional Systems: 3D Reconstruction With Correlated Neuroimaging.* Stuttgart Georg Thieme, 1998.
5. Mark, L.P.; Daniels, D.L.; Naidich, T.P.; Borne, J.A. *Limbic system anatomy: An overview.* Am J Neuroradiol 1993; 14:349-353.
6. Nagata, S.; Rhoton, A.L. Jr.; Barry, M. *Microsurgical anatomy of the choroidal fissure.* Surg Neurol 1998; 30:3-59.
7. Rhoton, A.L. Jr. *The Cerebrum.* Neurosurgery 2002; 51(1):1-51.
8. Rhoton, A.L. Jr. *The Lateral and Third Ventricles.* Neurosurgery 2002; 51(1):207-271.
9. Rohen, J.; Yocochi, C. *Color atlas anatomy- Photographic study of the human body.* Igoku-Shain, Medical publishers, Inc. 1993. Ed. 3.
10. Türe, U.; Yasargil, D.C.; Al-Mefty, O.; Yasargil, M.G. *Topografic anatomy of insular region.* J Neurosurgery 1999; 90:720-733.
11. Türe, U.; Yasargil, M.G.; Friedman, A.H.; Al-Mefty, O. *Fiber dissection technique: Lateral aspect of the brain.* Neurosurgery 2000; 47:417-427.
12. Türe, U.; Yasargil, M.G.; Pait, T.G. *Is there a superior occipitofrontal fasciculus? A microsurgical anatomic study.* Neurosurgery 1997; 40:1226-1232.
13. Wen, H.T.; Rhoton, A.L. Jr.; de Oliveira, E.P.; Cardoso, A.C.; Tedeschi, H.; Baccanelli, M.; Marino, R. Jr. *Microsurgical anatomy of the temporal lobe: Part 1- Mesial temporal lobe anatomy and its vascular relationships as applied for amygdalohippocampectomy.* Neurosurgery 1999; 45:549-592.
14. Yasargil, M.G. *Microneurosurgery of CNS Tumors: Surgical Anatomy, Neuropathology, Options.* Stuttgart Georg Thieme, 1996, vol IV B.

15. Yasargil, M.G. *Microneurosurgery: Microsurgical Anatomy of the Basal Cisterns And Vessels of the Brain*. Stuttgart Georg Thieme, 1984, vol I.

**Comentario sobre el artículo de Neuroanatomía:
Disección de Sustancia Blanca Cerebral.
Importancia para el Entrenamiento Neuroquirúrgico.**



DR. GUILLERMO LARRARTE

- Jefe de Trabajos Prácticos: 1° Cátedra de Anatomía - Instituto de Morfología "J.J. Naón". Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.
- Neurocirujano.

Revista Argentina de Anatomía Online 2012, Vol. 3, Nº 4, pp. 136.

La disección de la sustancia blanca en el laboratorio de anatomía es un procedimiento complejo por varios motivos. El primero de ellos es el marco teórico que debe tener el anatomista acerca de la sustancia blanca, que tractos la componen, clasificarlas (asociación, comisurales, de proyección), definir exactamente el número de los mismos, su inicio y finalización y describir sus ramos colaterales en forma completa.

Segundo, estos elementos los debe integrar a un circuito. Tercero, la metodología de disección debe ser realizada de una manera idéntica a su descripción original.

El presente trabajo tiene por objeto jerarquizar la importancia de la disección de la sustancia blanca utilizando la metodología de J. Klinger descrita en 1935 (1). Además describe con exactitud, de manera exhaustiva y precisa los diferentes tractos que se localizan a nivel cortical y subcortical. El trabajo se completa con excelente material fotográfico, lo que demuestra un trabajo cadavérico de altísimo nivel.

Esto nos permitirá un mejor conocimiento en el plano asistencial, especialmente imagenológico, tractografías, y neuroquirúrgico, para el tratamiento de la patología oncológica cerebral (2).

Dr. Guillermo Larrarte

Referencias.

1. Klinger, J. *Erleichterung des makroskopischen Praeparation des Gehirns durch den Gefrierprozess*. Schweiz Arch Nrurol Psychiatr 1935; 36: 247-256.
2. Lazar, M.; Weinstein, D.M.; Tsuruda, J.S.; Hasan, K.M.; Arfanakis, K.; Meyerand, M.E.; Badie, B.; Rowley, H.A.; Haughton, V.; Field, A.; Alexander, A.L. *White Matter tractography using diffusion tensordeflection*. Hum. Brain. Mapp. 2003; 18: 306-321.