

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

BIOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO - 090

Profesor Asociado Regular Dr. Rubén N. Muzio

TRABAJO PRÁCTICO

“Estudio de las bases neurobiológicas de algunas patologías cerebrales utilizando técnicas de diagnóstico por imágenes”

Dra. M. Florencia Daneri

Dr. Rubén N. Muzio

2011

OBJETIVO

Describir algunas alteraciones de estructuras cerebrales, visualizadas a través de distintos métodos de imágenes y relacionarlas con determinados trastornos conductuales.

INTRODUCCIÓN

Establecer la relación entre una conducta y los centros neurales que se encuentran comprometidos en la misma es un tema complejo. La forma más antigua y aún utilizada de estudiar las funciones cerebrales es a través del análisis de los efectos de lesiones circunscriptas en el sistema nervioso central. En humanos, solamente es posible estudiar los efectos sobre la conducta de lesiones que fueron provocadas por accidentes cerebrovasculares, tumores, enfermedades neurodegenerativas, etc. La metodología utilizada consiste en comparar la conducta de estos sujetos (en relación con distintas variables conductuales evaluadas a través de tests estandarizados) con la de sujetos normales. De esta manera se intenta deducir, a partir de las diferencias encontradas entre estos individuos, la función que estaba ejerciendo el área afectada.

Otra forma complementaria de estudiar las funciones cerebrales, que emplea una perspectiva evolutiva, es a través de la evaluación de los efectos de lesiones provocadas en animales. Las ventajas del estudio con modelos animales radica en que la lesión, al ser realizada por el investigador, puede ser localizada de manera *precisa* y, además, se puede evaluar la conducta de *grupos* de animales con una misma lesión. Estas dos características son esenciales para extraer conclusiones generales sobre el tema y no pueden obtenerse en el estudio con humanos. El registro electrofisiológico es otra técnica muy utilizada que permite detectar activación de ciertas áreas cerebrales. Para realizar el registro se inserta un electrodo en el cerebro del animal y se registra la actividad de un cierto grupo de neuronas (el registro se hace de a una neurona por vez), también se las puede estimular con un pulso eléctrico. El trabajo con animales también permite explorar las consecuencias de la administración de distintos tipos de drogas, tanto de manera intravenosa como microinyectándolas en el cerebro.

Además de los estudios mencionados, en la actualidad se cuenta con técnicas no invasivas desarrolladas para el estudio de humanos, que permiten visualizar los componentes neurales y obtener información sobre algunas características de las estructuras cerebrales (ubicación, morfología, tamaño aproximado, actividad fisiológica, etc). Algunas de estas técnicas que pueden utilizarse tanto para la investigación como para el diagnóstico de patologías cerebrales se pueden clasificar como anatómicas: tomografía computada (TC) y resonancia magnética (RM) o como fisiológicas: resonancia magnética funcional (RMf), tomografía por emisión de positrones (en inglés positron emission tomography: PET) y tomografía por emisión de fotones (en inglés single photon emission tomography: SPET).

A continuación se describen brevemente estas técnicas:

A) TÉCNICAS BASADAS EN LAS PROPIEDADES ESTRUCTURALES DE LOS TEJIDOS

A1) TOMOGRAFÍA COMPUTADA (TC)

La tomografía computada permite estudiar *in vivo* la anatomía cerebral. El examen con TC se limita a la anatomía, no indica procesos fisiológicos.

Hasta 1970 la placa de rayos X era la única técnica disponible para ver imágenes de la estructura del cerebro de un ser vivo. Las imágenes de rayos X se forman en un film fotográfico por la absorción diferencial de la radiación que presentan los huesos y tejidos blandos. El hueso aparece blanco (absorbe mucha radiación) y los tejidos blandos aparecen oscuros, lo cual impide observar con mucho detalle tejidos como el cerebro. Las

grandes limitaciones de la radiología convencional son: la superposición de imágenes y la imposibilidad de diferenciar bien los órganos, debido a la escasa diferencia de densidad que se presenta en la placa (se observan muy oscuros al ser blandos).

Con el uso de la TC se logró solucionar esos problemas. En lugar de utilizar una placa fotográfica que recibe toda la imagen al mismo tiempo, la TC utiliza una pequeña fuente de rayos X móvil que rota alrededor de la cabeza del paciente, enviando un fino haz de rayos como explorador. Presenta detectores que registran la llegada atenuada de los rayos. Esta atenuación depende de varias características:

- ✓ Densidad del objeto que está atravesando (es proporcional al tipo de tejido, el hueso es más denso que el tejido cerebral y éste es más denso que el líquido encefaloraquídeo).
- ✓ Número atómico de la sustancia que está atravesando (si posee calcio, carbono, oxígeno, etc).
- ✓ Espesor del objeto o trayecto que está recorriendo hasta llegar al detector.

Las señales recogidas por estos detectores pasan a una computadora que, mediante un proceso de cálculo, reconstruye en forma de puntos luminosos las densidades detectadas de las distintas estructuras orgánicas, proyectándolo en un monitor.

Para analizar una TC es correcto hablar de valores de atenuación disminuidos o aumentados, o clasificar a las imágenes como hipodensas (baja densidad), hiperdensas (alta densidad) o mixtas.

En las TC, al igual que en una radiografía, cuanto mayor sea la densidad del órgano más blanca será la imagen y cuanto menor sea su densidad, ésta será más oscura. Así las estructuras que contienen líquidos (sistema ventricular, surcos y cisternas) se presentarán como figuras oscuras (estructura de poca densidad), el parénquima o tejido cerebral presentará tonalidades intermedias de gris y las estructuras óseas, por ser de mayor densidad, se observarán de color blanco.

El escaneado o barrido (pasado del detector) permite el estudio de la anatomía cerebral en sus planos coronal (también llamado frontal o transversal) y axial (u horizontal). Ver Fig.1. Es posible generar tomografías de varios planos del cerebro para visualizar la estructura interna deseada o el órgano completo. Normalmente el grosor del barrido es de aproximadamente 13 mm, con lo cual, para realizar una exploración craneal completa se necesitan varios. Ver Fig.2. Además, para permitir un estudio comparativo, los mismos deben tener una orientación sistematizada. La resolución espacial es de un par de milímetros.

Con el objetivo de aumentar la visibilidad de algunas estructuras se utiliza la técnica de contraste, que consiste en la inyección de una sustancia contrastante hidrosoluble por vía intravenosa (amplifica los contrastes naturales que se observan en una TC común o permite observar si hay permeabilidad anormal de vasos sanguíneos en caso de lesión).

A2) RESONANCIA MAGNÉTICA (RM)

Se asemeja a la TC en que es un método de análisis de estructuras anatómicas, pero posee mayor nivel de resolución. Ver Fig.3. Este método no utiliza rayos X sino ondas de radiofrecuencia (menos riesgosas para la salud del sujeto) emitidas por un resonador. Se basa en la resonancia magnética nuclear, fenómeno que ocurre cuando el núcleo de ciertos átomos está inmerso en un campo magnético estático y se lo expone a un pulso de radiofrecuencia (esto ocurre en ciertos átomos del cerebro del paciente cuando se halla dentro del resonador). La RM utiliza los átomos de hidrógeno del propio paciente para obtener las imágenes. Este hecho se debe a que el hidrógeno representa dos tercios de los átomos del cuerpo humano y que los distintos tejidos poseen diferentes

concentraciones de hidrógeno, lo que permite que la RM pueda construir imágenes de distintas áreas del cerebro.

Esto explica la mayor sensibilidad de la RM, ya que las diferencias en el contenido de agua (H_2O) entre los tejidos biológicos son mayores que las diferencias en la atenuación de los rayos X de las que depende la TC.

El principio de funcionamiento se basa en que los protones poseen un movimiento de rotación sobre su eje denominado *spin*. Como toda carga que gira, genera a su alrededor un campo magnético que es representado por el vector μ . Ver Fig.4. En condiciones normales, en un tejido, estos vectores están orientados aleatoriamente. Al ser colocados en un campo magnético externo fijo (el resonador) estos vectores se alinean en dirección al mismo. Bajo estas condiciones, los átomos son capaces de absorber ondas de radiofrecuencia. Durante la exploración con RM se emiten ondas de manera intermitente, generando un movimiento de oscilación de la orientación de los vectores de los protones. Este movimiento (que emite energía) es medido por los detectores del resonador y procesado para obtener imágenes. Esta emisión puede ser registrada en tres secuencias diferentes: T1, T2 y densidad protónica (ρ). Cada una de ellas codifica las señales en diferentes tonalidades de gris.

Estructura	T1	T2	densidad protónica (ρ)
Sust blanca	blanco	negro	gris
Sust gris	gris	gris claro	gris claro
Liq cefalorraquídeo	negro	blanco	gris negruzco
Grasa	blanco	negro	
Hueso	negro	blanco	
Cavidad	negro	blanco	
Fenómeno patológico (más cont. de agua)	negruzco	claro	Claro

La inyección de una sustancia química como el gadolinio (Gd) da contraste (modifica la respuesta de los tejidos a los campos magnéticos) y permite aumentar la definición de las imágenes.

Pese a su alta utilidad diagnóstica y su gran poder de resolución en la formación de imágenes este método tiene como limitación la captación de las imágenes, ya que son necesarios 15 minutos para un estudio completo.

Con la RM es posible lograr una imagen tridimensional del cráneo del paciente realizando una serie de cortes y ensamblando los datos con un software específico.

El riesgo más importante de la RM lo constituye la atracción que ejerce el resonador sobre objetos de hierro imantables, como marcapasos y prótesis. Por otro lado, debido a la pequeña cavidad del resonador en el cual se coloca al paciente, algunos sufren claustrofobia y muestran un comportamiento alterado durante la exploración.

B) TÉCNICAS BASADAS EN LA DINÁMICA DEL FLUJO SANGUÍNEO DEL CEREBRO EN FUNCIONAMIENTO

Estas técnicas son: tomografía por emisión de positrones (PET), tomografía por emisión de fotones (SPECT) y resonancia magnética funcional (RMf).

Funcionan detectando pequeños cambios en el flujo sanguíneo para visualizar las zonas activas del cerebro. Cuando una neurona se activa aumenta su consumo de glucosa y oxígeno (ya que aumenta su metabolismo), este aumento es detectado por estas técnicas, que registran así los patrones de actividad en el cerebro intacto (zonas de mayor y menor activación).

B1) TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES (PET)

Permite detectar qué zonas del cerebro se activan durante diferentes tareas cognitivas, por ejemplo: memorizar palabras o imágenes, escuchar música, realizar cálculos matemáticos, etc. Así se puede inferir cuáles son las áreas cerebrales comprometidas en las distintas habilidades cognitivas.

Para poder realizar este estudio el paciente debe recibir una inyección o inhalar una sustancia que posea un isótopo inestable de oxígeno o carbono (se los llama oxígeno o glucosa "marcados"). Esta sustancia se distribuye por el flujo sanguíneo llegando al cerebro, donde es captada por las células que están en funcionamiento y necesitan de glucosa y oxígeno debido a su alto metabolismo. Estos isótopos que se incorporaron son inestables y decaen con el tiempo, esto quiere decir que emiten una partícula llamada positrón. Este positrón emitido colisiona con un electrón dentro de la célula emitiendo energía en forma de fotones. Estos fotones son registrados por los detectores que rodean la cabeza del paciente y esa información es almacenada en una computadora, que conforma un mapa de las zonas de mayor y menor actividad del cerebro.

La resolución del mapa obtenido por esta técnica es de aproximadamente 4 mm (menor que la TC y RM).

B2) TOMOGRAFÍA COMPUTADA DE EMISIÓN DE FOTONES (SPECT)

En este caso se introduce en el paciente (via inyección o inhalación) un compuesto marcado emisor de fotones. Este compuesto se une a los glóbulos rojos sanguíneos viajando por todo el cerebro. Las zonas mas activas presentarán mayor irrigación sanguínea, presentando entonces mayor emisión de fotones. Estos se detectan usando una cámara que se mueve alrededor de la cabeza del paciente, formando una imagen en tres dimensiones.

Esta técnica presenta imágenes de una resolución de 8mm, pero es más práctica y económica que la PET (U\$S 700 vs U\$S 2000).

B3) RESONANCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL (RMf)

Permite obtener imágenes anatómicas y metabólicas del cerebro en funcionamiento. Esto es posible ya que detecta el aumento de oxígeno que se produce en las áreas con actividad neuronal aumentada. El oxígeno transportado por la hemoglobina de la sangre afecta las propiedades magnéticas de esta (hemoglobina con oxígeno tiene una señal de resonancia distinta a la hemoglobina sin oxígeno) y estas variaciones son detectadas para construir un mapa de activación cerebral.

A diferencia de las PET y SPECT usa una señal propia del cuerpo, sin necesidad de inyectar al paciente (técnica no invasiva). La resolución es muy buena y también tiene una excelente resolución temporal (desde que se activa una zona hasta que es registrada pasan tan sólo de 3 a 6 segundos).

DETECCIÓN DE PATOLOGÍAS CEREBRALES

La utilidad de las imágenes en el estudio de las patologías cerebrales se fundamenta en las variaciones de densidad, cambios en la morfología y actividad fisiológica que se presentan cuando el cerebro sufre algún trastorno.

A continuación se describirán brevemente algunas patologías con la finalidad de relacionar las alteraciones de algunas estructuras o funciones cerebrales (visualizadas via imágenes) con determinados cambios comportamentales.

1) TRAUMATISMOS

Existen distintos tipos de traumatismo. Aquellos que no producen hemorragia (sin hematoma) producen edema, que genera una desviación y compresión del sistema

ventricular Ver Fig 5. Los que traen como consecuencia una hemorragia generan un hematoma. La exploración de los traumatismos craneales con TC tiene la gran ventaja de su rapidez e inocuidad. La sangre se visualiza en la TC y varía su coloración según el tiempo transcurrido: los hematomas recientes son hiperdensos (gris claro a blanco) y los más antiguos son hipodensos (oscuro). Ver Fig 6. La sangre extravasada se observa perfectamente en la TC sin contraste y varía su valor de atenuación con el tiempo. Los hematomas recientes son hiperdensos debido a su contenido de sangre coagulada. Rodeando la lesión puede existir un anillo de baja atenuación (retracción del coágulo) o una hipodensidad difusa debida a un edema perilesional. Una vez que el tejido lesionado se necrosa (muere), se observa una señal de la misma densidad que el parénquima o hipodensa (de color más oscuro).

Las hemorragias intraparenquimatosas (dentro del tejido cerebral) se observan con una tonalidad gris clara a blanca. Ver Fig.7. Además de ser generadas por traumatismos también pueden producirse por accidentes cerebrovasculares (ACV), tumores, etc.

La TC es más utilizada para analizar y detectar traumatismos que la RM debido a que tiene un menor costo y una mayor disponibilidad en los centros de salud.

2) TUMORES

Ver Fig.8. La RM y la TC varían en su efectividad en la localización de tumores dependiendo la zona en que se encuentren alojados. La TC no esta recomendada para los casos de detección de tumores en el tronco cefálico.

Las características fundamentales de los tumores son:

- ✓ Ocupación de espacio, ejerciendo presión sobre otras estructuras, en especial el sistema ventricular
- ✓ Reacción en forma variable al contraste
- ✓ Presencia de edema (fluidos) en la zona periférica al tumor

3) ACCIDENTES CEREBROVASCULARES (ACV)

Los ACV son afecciones consecutivas a una lesión de los vasos cerebrales. Los ACV pueden clasificarse en hemorrágicos o isquémicos.

Los hemorrágicos se producen por rotura de la pared vascular. Esto puede ocurrir como consecuencia de un cuadro de hipertensión arterial, de un aneurisma, un tumor o un traumatismo de cráneo.

Los isquémicos se producen por una reducción abrupta del paso de oxígeno y/o glucosa al cerebro, provocando la interferencia del metabolismo energético. Ello puede deberse al consumo de venenos, sustancias tóxicas o a interrupciones súbitas de la irrigación sanguínea al cerebro (por trombosis –coágulo que se aloja en un vaso-, arterioesclerosis –acúmulos de grasa que obstruyen un vaso- o espasmo del vaso dañado). Si esta interferencia dura mas de 10 minutos, todas las células de la región afectada mueren. Esa área lesionada se denomina infarto. Ver Fig.9.

La forma mas benigna de ACV es la isquemia transitoria, en la que se bloquea temporariamente un vaso. El paciente puede perder la capacidad de hablar repentinamente y recobrarla 20 min después. Según la zona afectada también se puede presentar ceguera o pérdida del movimiento de la mitad del cuerpo. Esto último se denomina hemiplejía que junto con trastornos en el lenguaje, lagunas en el campo visual y agnosia (pérdida de la capacidad de percibir) son consecuencia de un accidente que afecta la arteria cerebral media del hemisferio izquierdo.

La recuperación de un ACV depende de la capacidad de otras áreas del cerebro de asumir las funciones de la región dañada, proceso en el que la terapia de rehabilitación es fundamental.

Con la TC los infartos se observan como una zona de baja atenuación (a excepción de los infartos hemorrágicos hiperdensos). Son lesiones generalmente poco expansivas y

de variado tamaño. Con la RM los infartos se observan como una señal hipointensa en T1 e hiperintensa en T2.

4) ATROFIAS

La atrofia cerebral se produce como consecuencia de lesiones degenerativas en las células y fibras nerviosas. Así se produce pérdida de conexiones sinápticas generando pérdida de volumen de la masa encefálica que se compensa con un aumento del tamaño de surcos y ventrículos cerebrales.

Si la atrofia es cortical se observa aumentado el tamaño de los surcos, si es global se observan dilatados los ventrículos. Estas observaciones se pueden realizar con una TC o RM.

Envejecimiento

Frecuentemente se observa que los pliegues de la corteza cerebral de las personas mayores se han atrofiado y que los ventrículos laterales se han agrandado, más importante que la reducción del número de células es la pérdida de las conexiones sinápticas. La pérdida de masa encefálica en los ancianos es de un 7-8% comparado con el peso del cerebro adulto.

Si se compara el flujo sanguíneo en el cerebro de un adulto y de un anciano (mediante una PET), en una situación de codificación, reconocimiento y evocación de pares de palabras, se observa que la edad avanzada estaría asociada con cambios neurales en los sistemas cerebrales encargados de estos procesos. Los cambios podrían interpretarse de la siguiente manera:

1. Los decrementos en la actividad cerebral relacionados con la edad podrían estar asociados con signos de menor eficiencia en el procesamiento de la información
2. Los incrementos en la actividad cerebral de otras regiones podrían estar asociados a mecanismos compensatorios. Diferentes patrones de activamiento podrían interpretarse como que ambos realizan la misma tarea de manera distinta.

Los cambios observados durante la vejez se acentúan en los casos severos de demencia (Alzheimer, Pick) de desórdenes en el movimiento (Parkinson, Huntington) y ataxias (incoordinación motora y/o del equilibrio).

DEMENCIAS

La psiquiatría define a la demencia como una disminución global, crónica, progresiva, definitiva e irreparable de todas las funciones psíquicas. Analizaremos a continuación algunas de ellas.

a) ENFERMEDAD DE ALZHEIMER

A esta enfermedad se la considera como *demencia senil* cuando se presenta después de los 60 años y como *demencia pre-senil* si se presenta antes.

Se caracteriza principalmente por la disminución progresiva del funcionamiento intelectual. Comienza con una rápida pérdida de la memoria de eventos recientes, atención inestable, sensopercepción entorpecida, comprensión dificultosa y cambios de carácter y conducta. Este deterioro se va haciendo extensivo y finalmente el paciente no puede mantener una conversación, ya que olvida rápidamente el contexto y la información previa. Con el paso del tiempo se observa un debilitamiento progresivo de todas las funciones, donde la memoria es la más afectada. También se presenta incoherencia asociativa, disgregación del pensamiento, pérdida de la personalidad, indiferencia afectiva con los familiares, egocentrismo, apatía, abulia o hipoabulia, irritabilidad, desorientación en tiempo y espacio, afasia (dificultad para poner en palabras un pensamiento) y mutismo por falta de iniciativa. Durante la fase terminal de la enfermedad existen cuadros de pérdida completa de la personalidad y vida vegetativa.

Las observaciones del encéfalo del paciente revelan una atrofia generalizada de la corteza, con aumento del tamaño de los surcos y ventrículos. La atrofia comprende los lóbulos frontal y temporales, pero también puede afectar los lóbulos parietales y occipitales. La sustancia gris y blanca se encuentran adelgazadas.

La TC es la técnica más usada para diagnosticar esta patología (es la más económica y accesible). Ver Fig.10. El beneficio de su utilización es apreciar con mayor exactitud la topografía de la atrofia corticosubcortical y poder evaluar la atrofia del hipocampo.

Los estudios por PET muestran una marcada reducción de la actividad de la corteza parietal posterior y del lóbulo temporal en comparación con individuos normales.

La RMf se ha utilizado en la evaluación de pacientes con Alzheimer, sus resultados coinciden con aquellos hallados por PET y SPECT, pero permitiendo una mayor resolución espacial y temporal.

b) ENFERMEDAD DE PICK

El diagnóstico clínico de esta enfermedad se basa en la aparición de alteraciones en la conducta del individuo (deshinibición, agresividad, aparición de conductas sociales impropias) en una primera etapa. Luego comienzan a presentarse alteraciones cognitivas, caracterizadas por la pérdida progresiva de la memoria, la concentración y la atención. La aparición de alteraciones en el carácter y las alteraciones cognitivas pueden ser bastante tiempo-independientes (las segundas pueden aparecer mucho tiempo después que las primeras).

Esta enfermedad se caracteriza por la observación de una atrofia severa, localizada, bilateral y simétrica de los lóbulos temporales y frontal. Los ventrículos laterales se observan aumentados de tamaño. Para su detección la técnica más utilizada es la TC.

ENFERMEDADES DESMIELINIZANTES

Afectan a la mielina, sustancia aislante que rodea las fibras nerviosas (conjunto de axones de neuronas) permitiendo la conducción de los impulsos nerviosos. Las enfermedades desmielinizantes afectan a la sustancia blanca en el cerebro. Los signos clínicos son graves, con cefaleas, vómitos y afección clínica difusa de los nervios ópticos y médula espinal. En los adultos suele tener origen infeccioso, tóxico o isquémico, en los niños en general se debe a procesos metabólicos propios del cerebro que se ven afectados.

La esclerosis en placa es uno de estos fenómenos desmielinizantes. Una RM muestra los focos de desmielinización mediante una señal hipointensa en T1 e hiperintensa en T2 y p (indicando un aumento de agua libre en la zona). Ver Fig.11.

OTRAS PSICOPATOLOGÍAS **ESQUIZOFRENIA**

Los pacientes esquizofrénicos suelen presentar alucinaciones, delirios y trastornos afectivos, entre otros síntomas. Los estudios en estos pacientes han revelado anomalías en el sistema nervioso central y una gran variedad de perturbaciones neurocognitivas, incluyendo déficit en el procesamiento del lenguaje y atención. Mediante TC y RM se estudiaron las anomalías estructurales en el cerebro de los esquizofrénicos. Estos estudios revelaron que los enfermos presentan, entre otras anomalías, un agrandamiento de los ventrículos cerebrales Ver Fig.12. y un achicamiento del hipocampo y la amígdala.

Dos áreas corticales han sido implicadas en esta patogénesis: corteza prefrontal y lóbulo temporal. Mediante una RMf en el desempeño de tareas verbales cognitivas se observó que los sujetos enfermos presentan una menor activación en lóbulo frontal y una mayor en el lóbulo temporal que los sujetos normales.

Este hecho se comprobó utilizando PET, así se observó que el cerebro de los esquizofrénicos presenta anormalidades metabólicas, evidenciadas por una menor actividad en los lóbulos frontales que en sujetos normales.

TRASTORNO OBSESIIVO COMPULSIVO (TOC)

Los pacientes que sufren este trastorno desarrollan ciertos actos repetidamente y sin poder evitarlo. Estas repeticiones aislan al paciente de su entorno social de una manera progresiva, con el tiempo muchos de ellos invierten varias horas diarias repitiendo estos actos ej: lavarse las manos.

Mediante estudios con PET se observó que estos pacientes presentan una tasa metabólica más alta (más actividad) en el giro orbital derecho, en el núcleo caudado derecho y en la corteza orbito frontal en el momento de presentar los síntomas. Este patrón de activación también se observó utilizando RMf.

DEPRESIÓN

Los pacientes depresivos (depresión mayor) presentan los siguientes síntomas: sensación de infelicidad, pérdida de interés, energía y apetito, dificultad para concentrarse y agitación.

Los análisis utilizando PET revelan que los pacientes depresivos presentan un mayor flujo sanguíneo (mayor actividad) en la corteza frontal y una actividad menor en la corteza temporal parietal y posterior (implicados en atención y lenguaje). También se observa una mayor actividad en la amígdala (estructura relacionada con el miedo), síntoma que se revierte con el tratamiento con antidepresivos.

CONCLUSIÓN

Finalmente, podemos decir que las técnicas de TC y RM nos permiten estudiar la anatomía cerebral. Estas técnicas pueden ser utilizadas tanto para la investigación como para el diagnóstico de patologías cerebrales. Ambas tienen sus pro y sus contras: la TC tiene poca resolución pero es de fácil acceso y bajo costo, la RM tiene alta resolución, pero con un costo elevado y poca disponibilidad en los centros asistenciales de nuestro país. Ambas tienen una limitación: no indican procesos fisiológicos.

Con el fin de analizar el funcionamiento de distintas áreas del cerebro se han desarrollado nuevas técnicas: PET, RMf y SPECT. Por el momento tienen un costo muy elevado para su aplicación masiva, y algunas de ellas (SPECT) no están accesibles aún en nuestro país.

Todas las técnicas nombradas en este apunte tienen una limitación: la correlación entre el área del cerebro afectada o lesionada y la pérdida de determinadas funciones no siempre se mantiene. Se ha observado que dos individuos con la misma lesión cerebral no presentan la misma sintomatología, ¿a qué pueden deberse estas diferencias?. Puede suceder que las lesiones hayan ocurrido en distintos momentos del desarrollo, que la lesión se haya producido en forma aguda en un caso y progresiva en el otro, o que existan diferencias en la rehabilitación posterior a la lesión.

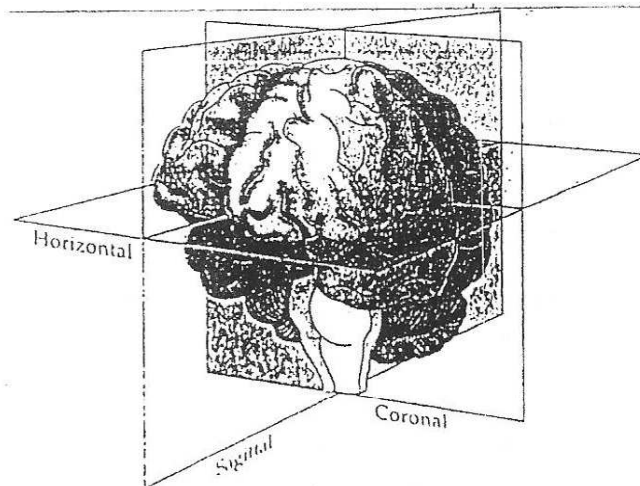
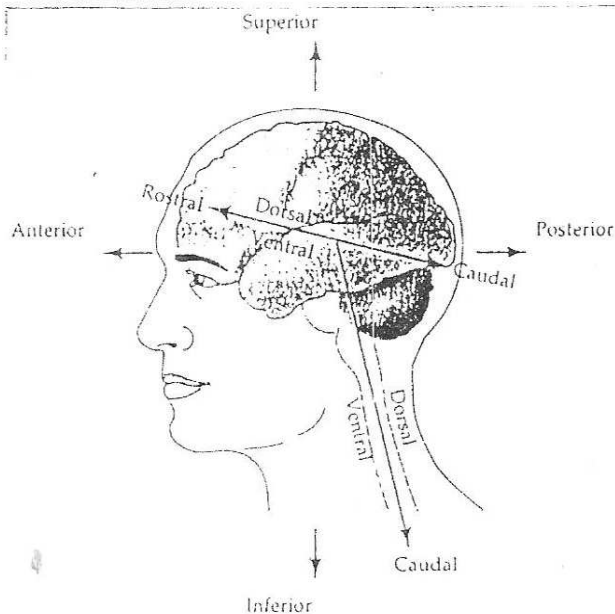
Pero, ¿cómo se recupera un comportamiento después de un daño cerebral, si el cerebro no puede regenerar neuronas perdidas?. La explicación más simple es que otra área cerebral reemplaza la función del área dañada. Sin embargo, esto es válido sólo en un sentido limitado, ya que muchas veces no se observan cambios estructurales en las neuronas sobrevivientes, sino que el sujeto utiliza otras vías, desarrollando funciones que no han sido dañadas y son utilizadas para compensar la función perdida.

BIBLIOGRAFÍA

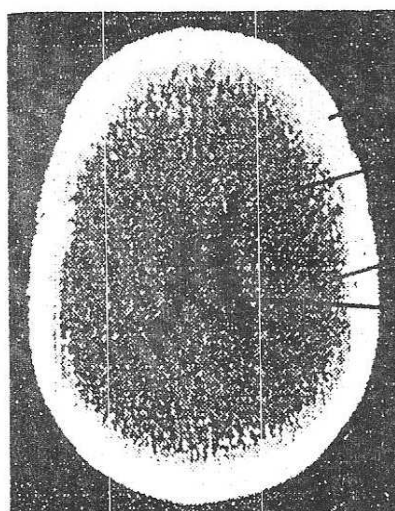
Brigeman, B. *Biología del comportamiento y la mente*. Editorial Alianza: 1988.

- Cabeza, R. *Age-related differences in neural activity during memory encoding and retrieval: a Positron Emission Tomography study*. Journal of Neuroscience. 17:1. 1997.
- Dietemann, J. *IRM en la patología del encéfalo*. De. Masson. 1994.
- Doval, O. *Resonancia Magnética Funcional: redibujando el cerebro. Una revisión*. Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias. Vol 1. N°2. 149-166.
- Grimalt, A. *Tomografía computadorizada. Nociones básicas*. Círculo Syncro de Comunicación. 1983.
- Kalat, J.W. *Biological Psychology*. Brooks/Cole DE. 1995.
- Kastler, B.; Vetter, D. y Gangi, A. *Principios de RM. Manual de autoaprendizaje*. De. Masson. 1994.
- Lee, H.; Rao, K. Y Zimmerman, R. *Cranial MRI and CT*. De. Mc Graw-Hill. 1992.
- Pompillo, L. y Bentosella, M. *Bases neurobiológicas de algunas patologías cerebrales*. TP Biología del Comportamiento. 1998.
- Purves, D. *Neuroscience*. Sinauer Publishers. 1997.
- Rosenzweig, M. *Biological Psychology*. Sinauer Publishers. 1996.

Figura 1



Esquema de los distintos tipos de cortes y su posición en relación a la cabeza del paciente.



Cráneo

Sustancia blanca

Sustancia gris

Ventrículo

Figura 2

Corte horizontal de un cerebro normal. Imagen obtenida por tomografía computada (TC).

Figura 3

Imagen de RM tomada en un plano sagital. Nótese cómo se observan con claridad el cerebelo y distintas estructuras cerebrales.

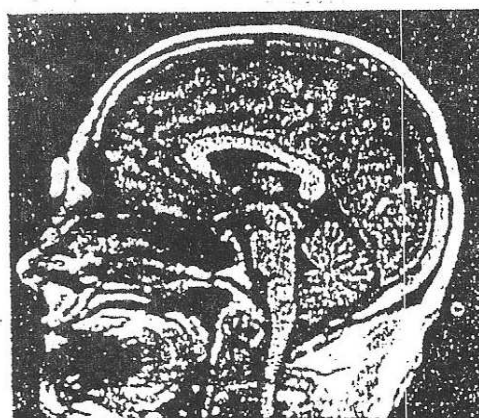


Figura 4

Los protones giran sobre su eje (tienen un *spin* o giro (s) generando un campo magnético (μ). Al estar sometidos a un pulso de radiofrecuencia oscilan, emitiendo energía que es registrada por detectores del resonador para formar la imagen.

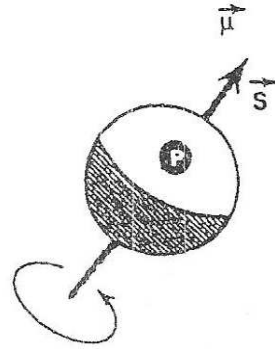
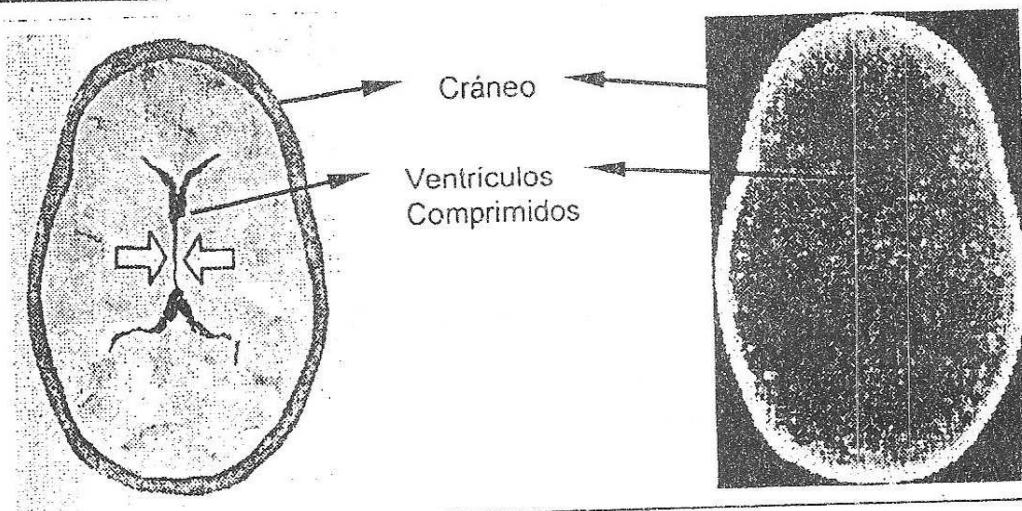


Figura 5



Corte horizontal (esquema y TC) de un cerebro con edema por traumatismo. Se ve una gran compresión ventricular, que disminuye su tamaño y los hace prácticamente imperceptibles.

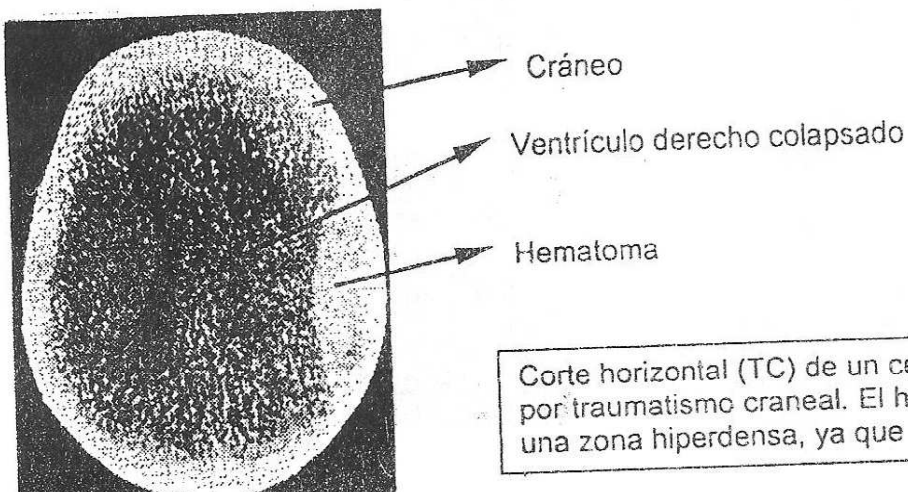
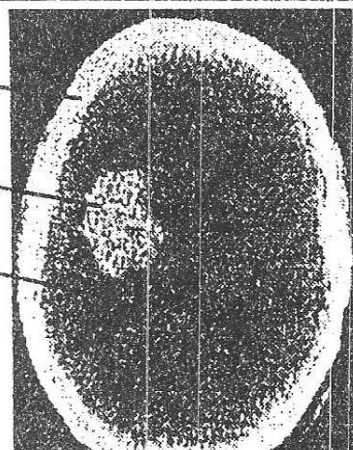


Figura 6

Corte horizontal (TC) de un cerebro con hematoma por traumatismo craneal. El hematoma se ve como una zona hiperdensa, ya que es reciente.

Figura 7

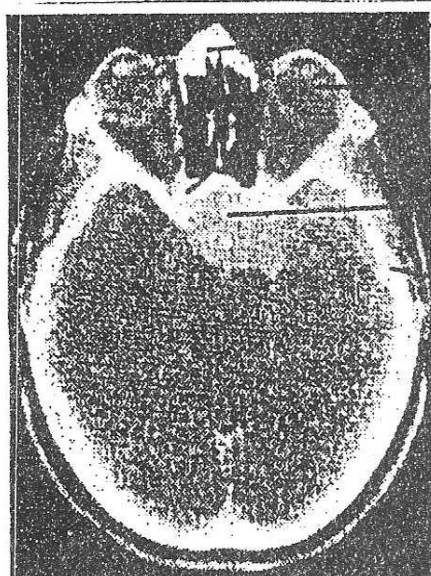
Cráneo
Sangre
Masa encefálica



Corte horizontal (TC) de un cerebro con hemorragia por traumatismo craneal. La sangre se ve como una zona hiperdensa, ya que es reciente.

Figura 8

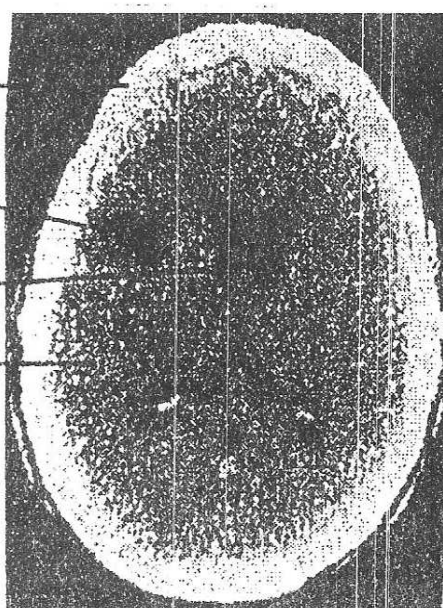
Nariz
Ojo
Tumor
Cráneo



Corte horizontal a nivel de los ojos de un cerebro con un tumor. Imagen obtenida por tomografía computada (TC).

Figura 9

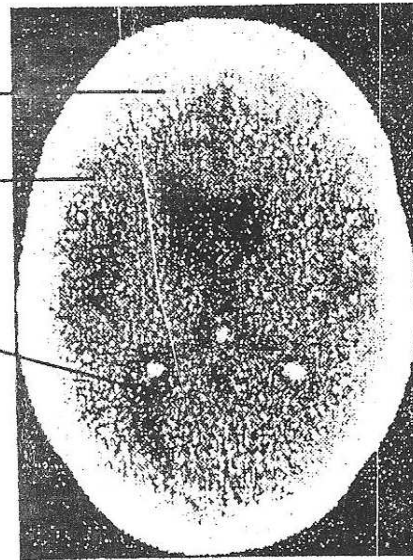
Cráneo
Infarto
Ventrículos
Masa encefálica



TC de paciente que ha sufrido un ACV isquémico. Se observa el area lesionada (infarto) como una zona hipodensa.

Figura 10

Atrofia del lóbulo frontal
Atrofia del lóbulo temporal
Alargamiento de los ventrículos



TC de paciente con la enfermedad de Alzheimer. Se observa una atrofia del lóbulo frontal y temporal, así como un alargamiento de los ventrículos laterales.

Figura 11



RM que muestra una esclerosis en placa de larga evolución. En T2 estas placas (indicadas con un nº 3) aparecen como una hiperseñal similar a la del líquido cefalorraquídeo.

Figura 12

RM en la que se observan los ventrículos cerebrales agrandados en los pacientes con esquizofrenia (a la derecha, normales a la izquierda).

