

Plasticidad del cerebro

Durante décadas se pensó que una vez que morían neuronas tras un accidente cerebrovascular se perdían para siempre. Sin embargo, recientes investigaciones han demostrado que el cerebro es mucho más plástico de lo que se creía, y que las secuelas de un ACV, son en cierta forma reversibles. Tal plasticidad se refiere a su capacidad para renovar o reconectar sus circuitos neuronales para así realizar nuevas tareas.

Es la capacidad del Sistema Nervioso Central para adaptarse; sea para recuperar funciones perdidas-después de un ACV- o de una lesión de médula espinal-o para adaptarse a nuevos requerimientos ambientales; o sea aprender. Esto quiere decir en alguna medida que nuestro cerebro está permanentemente cambiando, y si se pudieran entender mejor estos mecanismos se podrían instrumentar estrategias para modificarlo con un fin determinado. Si una persona pierde el movimiento de una mano, y se supiera como estimular la plasticidad de esa corteza motora, se ayudaría a recuperar esa función mucho mas rápido.

Estos cambios en la neurona se producirían, según algunas teorías, nuevas redes neuronales (nuevas sinapsis), reemplazando a las redes neuronales que había antes. Otra posibilidad es que nazcan nuevas neuronas. Y también que ciertas conexiones neuronales, que antes de la lesión no tenían una significación funcional (había contactos anatómicos, pero esas neuronas no se hablaban entre sí) pasan a interactuar y a conectarse.

Se pueden modular la plasticidad cerebral con distintas estrategias. Algunas son farmacológicas, como el uso de drogas asociadas con la terapia física. Otras son cognitivas, modulando la atención que el paciente presta en la ejecución de esas tareas, ya que se aprende y recupera mas rápido cuando hay un grado de atención importante. Como la plasticidad depende además del uso, una terapia de restricción del brazo sano, e inducción del movimiento del miembro afectado, también puede ser efectiva. Por último la utilización de técnicas físicas como la Estimulación Magnética Transcraneana (EMTr) es otra estrategia, con la que estamos adquiriendo actualmente gran experiencia. Hipotéticamente, incrementaría la excitabilidad de la corteza de una parte del cerebro, lo que posibilitaría un incremento en la capacidad de aprender cosas nuevas en las horas subsiguiente de la aplicación. lo que produciría la EMT es despertar la porción de corteza cerebral encargada de entrenarse en una sesión de fisioterapia, de manera que el aprendizaje se incrementa sustancialmente.

Es una verdad universal que cuanto mas temprano se produzca la lesión, mas posibilidades de recuperación existen ya que es mas probable que otras áreas del cerebro pasen a remplazar a aquella perdida en la lesión. Pero también es cierto que el cerebro adulto tiene la posibilidad de experimentar cambios plásticos de enorme importancia y magnitud. Y aunque que antes se creía que era imposible cambiar algo en la estructura o función de las áreas afectadas por una lesión después de una cierta edad, hoy sabemos que no es así.

El mencionado descubrimiento da esperanza a los investigadores, puesto que ahora se cree en la posibilidad de estimular o manipular áreas del cerebro (proceso conocido como reorganización cortical) para que se hagan cargo de las funciones perdidas a causa de un ataque.

Técnicas con tomografía con emisión de positrones (PET) utilizadas para medir flujo sanguíneo cerebral (FSC) han demostrado que la reorganización motora podría ser explicada por el "desenmascaramiento" de áreas cerebrales alternativas o adyacentes a la lesión. En algunos pacientes con infartos antiguos de cápsula interna y que tuvieron excelente recuperación clínica, se observó activación de la corteza motora ipsilateral al miembro afectado; y en todos los pacientes con lesiones del brazo posterior de la cápsula interna, hay una extensión de la representación de la mano de la corteza motora contralateral.

El reclutamiento de vías ipsilaterales se ha demostrado durante la recuperación de pacientes con ACV, en donde hay un aumento del FSC en corteza sensitivo-motora bilateral y en ambos hemisferios cerebelosos . También pacientes que han sufrido una hemisferectomía, pueden recuperar cierta función del hemicuerpo contralateral a través de vías ipsilaterales que comandan esta recuperación . **El desarrollo de control ipsilateral en estas circunstancias ha sido demostrado por técnicas de estimulación magnética transcraneana (EMT) y PET.**

Dentro de los mecanismos de reorganización cortical , hay algunos que actúan en forma rápida (horas), como la activación de vías colaterales y otros que lo hacen en forma lenta (semanas, meses o años), como el brote axonal, desarrollo de nuevas sinapsis y nuevas conexiones neuronales . Probablemente, el brote axonal y la sinaptogénesis sean regulados por factores in situ como el factor-1 de crecimiento tipo insulina que aumenta antes y durante el período de crecimiento axonal .

En humanos, se ha demostrado el establecimiento de nuevas conexiones mediante la siguiente observación: después de avulsión de una raíz cervical, se anastomosa el nervio intercostal con el nervio musculocutáneo para mantener la actividad del bíceps braquial. Se observó, por mapeo con estimulación magnética transcraneana, un movimiento de 4 cm (en 2 a 3 años) de la zonas de excitabilidad del músculo en la corteza, lo cual solo puede ser atribuible, por la distancia considerada, al establecimiento de nuevas vías .

La amputación de dígitos en monos causa el aumento de la representación cortical de los dígitos vecinos, demostrando que zonas adyacentes toman su función.

Ha sido ampliamente reconocido, que neurotransmisores y drogas relacionadas, pueden influenciar profundamente la plasticidad cortical y procesos de aprendizaje específicos, de los cuales es dependiente la recuperación. Se ha demostrado que mediante intervenciones farmacológicas, tempranas y tardías, se influye, a ciencia cierta, en la recuperación de un individuo .

La corteza visual de los ciegos puede activarse por el tacto

Otras investigaciones también han mostrado que las áreas corticales visuales pueden ser activadas por estímulos somato sensoriales en los sujetos ciegos, pero no ocurre lo mismo en los que tienen en buen estado el sentido de la vista. El significado de este modelo cruzado de plasticidad no está claro. No obstante, no se sabe si la corteza visual puede procesar información somato sensorial en un camino funcionalmente relevante.

Estimulación

El equipo de Leonardo G. Cohen, del Instituto Nacional de Anomalías Neurológicas e Ictus de los Institutos Nacionales de Salud, de Bethesda, ha utilizado la estimulación magnética transcraneana para interrumpir la función en las diferentes áreas del cerebro en los sujetos que son ciegos desde la infancia y que son capaces de identificar el Braille o letras romanas en relieve. Las conclusiones de dicha investigación se publicaron en la revista *Nature*.

Las estimulaciones transitorias de la corteza occipital inducen a errores en ambas tareas y distorsionan las percepciones táctiles de los sujetos ciegos. En contraste, la estimulación occipital no tiene efectos en el resultado táctil en sujetos con visión normal, mientras que una estimulación similar se conoce que interrumpe su resultado visual

Habilidades

Álvaro Pascual-Leone(Harvard) y Dolores Catalá, del Instituto Cajal de la Universidad de Valencia, concluyen que la ceguera desde una edad temprana puede producir que la corteza visual se reestablezca en un papel del proceso sensorial. Así, los participantes en el trabajo, pertenecientes a centros como la Fundación de Lucha contra las Enfermedades Neurológicas Infantiles de la Universidad de Buenos Aires y del Centro de Imagen Biomédica de la Universidad de Matuoka, en Japón, proponen que dicho modelo cruzado de plasticidad pueda formar parte de una habilidad perceptual táctil en los sujetos ciegos.
(*Nature* 1997; (389): 180-183).

Reorganización

La reorganización consiste en que cuando se pierde la entrada de la vista hay una enorme cantidad de corteza cerebral que se usaba para ver y que se queda sin función, por lo que se dedica a procesar las otras funciones sensoriales. Es decir, que las zonas cerebrales que se encargan de la vista en los videntes, en los ciegos acaban encargándose de procesar la información táctil, auditiva y propioceptiva.

Otra línea de trabajo del Laboratorio de Estimulación Magnética del Cerebro se orienta hacia el entendimiento de cómo tiene lugar el aprendizaje del Braille. "Creemos que si pudiéramos entender mejor qué mecanismos de plasticidad cerebral suceden para aprender este método, quizá se podrían diseñar estrategias para acelerar el aprendizaje. Además, este estudio puede ser muy útil como modelo de adquisición de otras habilidades".

Básicamente aparecen dos procesos. El primero, muy rápido, tiene que ver con el intento de aprender y es que todas las partes del cerebro que procesan información

sensorial o motora del dedo que se usa para leer Braille se agrandan de forma tremenda con el uso, pero en cuestión de horas empequeñecen si se deja de practicar la lectura.

El otro proceso es más lento, tarda meses, y consiste en que, poco a poco, esa parte del cerebro se reestructura y hay nuevas conexiones que se forman, de manera que, después de un año de aprendizaje, la zona de cerebro que procesa información de la yema del dedo con que los ciegos leen es literalmente más grande que la de la yema del dedo de la otra mano, y se ha visto que crece a costa del empequeñecimiento de las zonas de otras yemas. "En ese dedo puede entrar mucha información, pero hace falta procesarla y para ello hay que recuperar corteza cerebral que antes estaba dedicada a la vista y que se va dedicar al tacto".

El interés de estos trabajos reside en que se ha comprobado cómo el cerebro puede adaptarse a las necesidades del individuo. Existe la posibilidad de modular la actividad cerebral, hecho importante para psiquiatras y neurofisiólogos. El modelo de los ciegos "tal vez funcione en sujetos con infartos cerebrales".

Cohen y su equipo simularon la amputación de un miembro , mediante la colocación de un torniquete en el codo de 7 individuos. En este sentido el modelo responde con la perdida o disminución de la actividad de la fibras nerviosas, similar a lo que ocurre tras una amputación. Después de colocar los electrodos sobre los bíceps de los voluntarios para detectar cualquier tipo de contracción muscular , los investigadores aplicaron EMT sobre las zonas motoras correspondientes. Se demostró que la amputación del antebrazo alteraba la representación espacial que hacía el cerebro del muñón. Los músculos respondieron sensiblemente , cuando se realizó EMT del lado del cerebro que controlaba la extremidad amputada . Pero cuando se colocó la EMT en el otro lado los bíceps reaccionaron como si no hubiera torniquete, El resultado sugiere que la estimulación de una zona carente de plasticidad inhibiría la plasticidad de otras zonas motoras.

La pérdida de visión reorganiza el cerebro hacia otras vías sensitivas

Los ciegos pueden leer Braille porque tienen más entrada de información a través de los dedos que usan, no sólo porque cambian las partes del cerebro que se dedican al tacto, sino también porque mantienen conectadas a ellas las zonas que los videntes utilizan para la visión, haciendo posible extraer la información táctil y leerla. Estas son algunas conclusiones de los estudios emprendidos en el Laboratorio de Estimulación Magnética del Cerebro de la Escuela de Medicina de la Universidad de Harvard. Uno de los investigadores de este centro, el Prof. Dr. Álvaro Pascual-Leone, ha explicado que "lo más importante de estos descubrimientos es que se convierten en un modelo de cómo se procesa la información en el sistema nervioso, cómo aprendemos y nos adaptamos a cambios de aferencias".

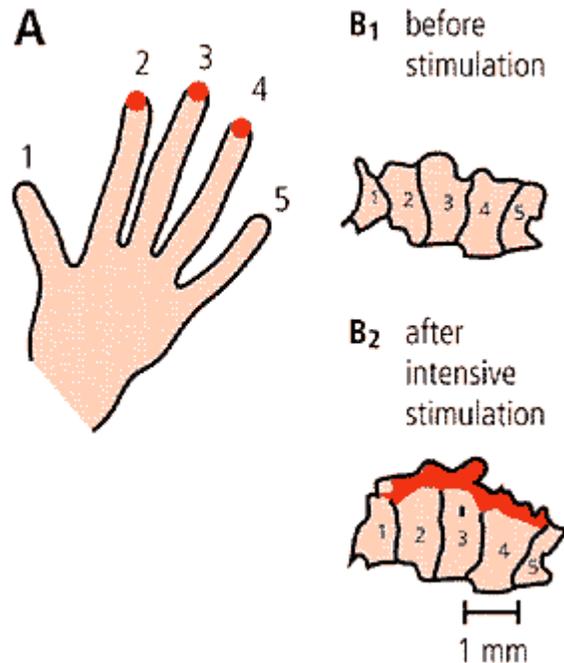
Cuando una persona se queda ciega por lesiones en los ojos, pero el cerebro no está afectado, "presumiblemente habrá una reorganización cerebral para adaptarse a esa pérdida de la visión".

La plasticidad del cerebro adulto

Los órganos de los sentidos presentes en la piel, los músculos y los tendones, pero también en la corteza cerebral, están conectados de una manera organizada en forma espacial. Por lo tanto, la superficie del cuerpo se refleja en la corteza como si ésta fuera un "mapa topo somático". Sin embargo, este patrón topográfico no está organizado en forma de relaciones uno a uno, sino que toma en consideración la espacial. Por lo tanto, la superficie del cuerpo se refleja en la corteza como si ésta fuera un "mapa topo somático". Sin embargo, este patrón topográfico no está organizado en forma de relaciones uno a uno, sino que toma en consideración la importancia funcional de las distintas partes del organismo. Por consiguiente, el dedo, que lleva a cabo sutiles funciones sensoriales, está muy ampliamente representado en comparación con otras áreas del cuerpo.

Se registró y midió un "mapa topo somático" de las ratas por medio de micro estimulación eléctrica de la corteza cerebral. Cuando se daña un nervio relacionado con una función cerebral específica, antes de una hora aparecen cambios en el "mapa somático" cortical respectivo. Mientras que antes de la intervención quirúrgica, la estimulación eléctrica de cierta región inducía una sacudida de las vibrisas, ahora la estimulación de esa misma región produce movimiento en los dedos. En las personas a quienes se les amputa una mano, la estimulación electromagnética transcraneana demostró que, luego de la operación, un área más extensa de la corteza cerebral controla los músculos proximales. Eso demuestra, asimismo, que ocurre un cambio en la representación del cuerpo en la corteza motora.

Esta plasticidad de las conexiones entre las funciones corporales y el cerebro, puede ser demostrada, asimismo, mediante el ejercicio físico enfocado. Si se estimula repetidamente una parte específica del cuerpo (p.ej., la falangeta de un dedo) o se realiza repetitivamente un cierto movimiento, se observa un agrandamiento en la zona de representación correspondiente de la corteza cerebral. Merzenich y colaboradores demostraron recientemente que, en los monos, la topografía funcional de la corteza motora puede cambiar con relativa rapidez -y de manera reversible- mediante el aprendizaje de nuevas aptitudes. Si se entrena intensivamente a los monos por espacio de varias semanas para que extraigan con el dedo índice trozos de alimento metidos en pequeños agujeros, la "región dactilar" de la corteza motora se extiende apreciablemente. Si con el entrenamiento se logra un movimiento repetitivo del antebrazo, los cambios ocurren en la representación del brazo. Todos estos efectos, como ya se anotó, son reversibles y desaparecen con prontitud una vez que se suspende el entrenamiento intensivo del movimiento específico.



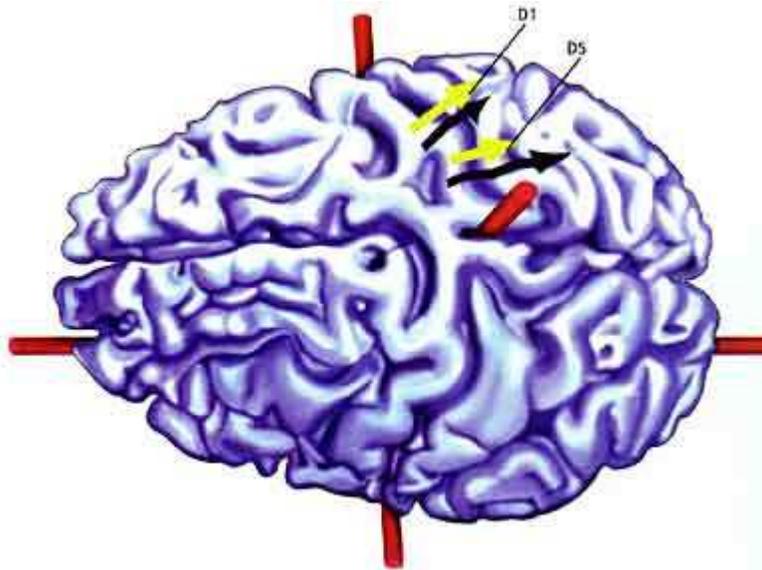
La plasticidad de la relación entre las funciones corporales y el cerebro, puede ser demostrada mediante el entrenamiento físico enfocado (Tomado de: Jenkins et al., 1990)

A Un mono fue entrenado diariamente, por una hora, para que realizara una tarea en la que tenía que utilizar frecuentemente la falangeta de los dedos índice y medio y, ocasionalmente, también la del anular (rojo).

B₁ Representación de las puntas de dedo en el área 3b de un mono adulto tres meses antes del inicio del entrenamiento.

B₂ Luego de una fase de estimulación intensiva, el área 3b, que representa las regiones dactilares intensamente estimuladas, ha crecido considerablemente (rojo).

Estos descubrimientos recientes, derivados de experimentos con animales, también son de importantes consecuencias para el ser humano. Demuestran que podemos seguir desarrollando nuestro cerebro en la edad adulta. Esto se confirmó mediante investigaciones llevadas a cabo recientemente en músicos, por medio de la magnetoencefalografía (MEG). En los violinistas, chelistas y guitarristas profesionales, por ejemplo, la "región dactilar" de la mano izquierda ocupa una extensión mayor de la corteza cerebral y tiene una respuesta eléctrica más intensa que en los testigos. Lo más probable, es que este descubrimiento ponga de manifiesto el hecho de que, como los músicos realizan movimientos rápidos, precisos y específicos con los dedos de su mano izquierda, esta última está sensorialmente hiperestimulada. El efecto fue gradualmente más pronunciado a medida que las personas empezaron a tocar el instrumento en una edad más temprana.



La fuerza bipolar que se genera al estimular el pulgar (D1) y el meñique (D5), está representada aquí, en la corteza cerebral, por medio de flechas. Los músicos (flecha negra) tienen un potencial más intenso (flecha más larga) en la cercanía del dedo medio que los individuos testigos. (Tomado de: Elbert et al., 1995)

Rehabilitación Cerebral post ACV

La rehabilitación tras un derrame permite recuperar funciones perdidas. La terapia de rehabilitación puede ayudar al cerebro de una persona que ha sufrido un derrame cerebral a reparar sus conexiones y a recuperar el uso de una extremidad, de acuerdo con un estudio que aparece en la revista *Stroke*. "Este resultado ha sido objetivo de la neurociencia durante décadas, y aunque se había demostrado en animales, es la primera vez que se consigue en humanos", afirma uno de los autores, Edward Taub, de la Universidad de Alabama, en Birmingham (EE UU).

Durante décadas se creyó que una vez muertas las células cerebrales debido a un derrame, se perdían para siempre. Las investigaciones recientes están descubriendo que el cerebro es mucho más plástico de lo que anteriormente se creía. La plasticidad hace referencia a la capacidad del cerebro de restablecer las conexiones de su circuito para realizar tareas de las que era incapaz debido a una lesión grave.

Este descubrimiento da esperanzas a los investigadores, que creen que quizá sea posible estimular o manipular áreas del cerebro para recuperar las funciones perdidas, un proceso conocido como reorganización cortical.

Los investigadores utilizaron un procedimiento denominado estimulación magnética focal transcraneana para trazar un mapa de la actividad de la corteza cerebral, la fina capa de materia gris que cubre la superficie de cada hemisferio del cerebro. La corteza cerebral se ocupa de las funciones mentales superiores, así como de la producción del movimiento general y de las reacciones de comportamiento.

Control de la mano

Taub y sus colaboradores realizaron concretamente un seguimiento de la zona de la corteza que controla un importante músculo de la mano, comparando la actividad de la parte dañada del cerebro con la porción no afectada. Examinaron a 13 supervivientes de derrame cerebral antes y después de 12 días de terapia. "Lo más importante es que nuestra técnica de rehabilitación recluta áreas adicionales del cerebro para participar en la producción de movimientos después de un derrame cerebral", afirma Taub.

Antes del tratamiento, la zona de la corteza cerebral que controla los movimientos del músculo de la mano era considerablemente más pequeña en el lado dañado del cerebro que en el no dañado. Después del tratamiento, el tamaño de la zona activa capaz de generar movimiento aumentó significativamente en el hemisferio dañado, en correspondencia con una enorme mejoría del rendimiento motor del brazo afectado por el derrame cerebral.

"Estos resultados muestran el potencial de mejoría de la función dañada después de una lesión neurológica mediante el empleo de técnicas adecuadas", afirma Taub. "Esto también establece la posibilidad de conseguir este resultado mediante otras terapias de rehabilitación y por medios farmacológicos".