

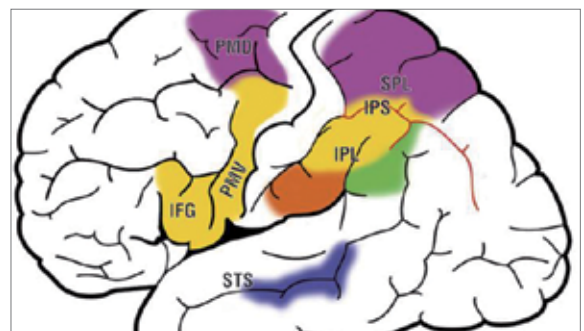


Cartagena, 10 de noviembre de 2012

Neurociencias, avances y práctica clínica



Entrevista a Samuel Jiménez.
Nuevo tutor Bobath



La influencia del Sistema de
Neuronas Espejo
en la Fisioterapia Neurológica

La influencia del sistema de neuronas espejo en la fisioterapia neurológica

Oscar Yepes Rojas. Fisioterapeuta - Terapeuta Bobath.

Las Neuronas Espejo son un tipo de neuronas, descritas originalmente en el córtex premotor de los monos que realizan sinápsis tanto cuando los individuos realizan un acto motor determinado, como cuando observan a otros realizar ese mismo acto motor. Existe una amplia evidencia científica que muestra la presencia de una red cortical que involucra diferentes áreas y presentan propiedades de neuronas espejo, por lo cual la forma más adecuada de denominarlas sería Sistema de Neuronas Espejo (SNE). El SNE humano está implicado en la comprensión de las acciones de otros y las intenciones que hay detrás de esos actos, y está relacionada con los mecanismos de aprendizaje por observación.

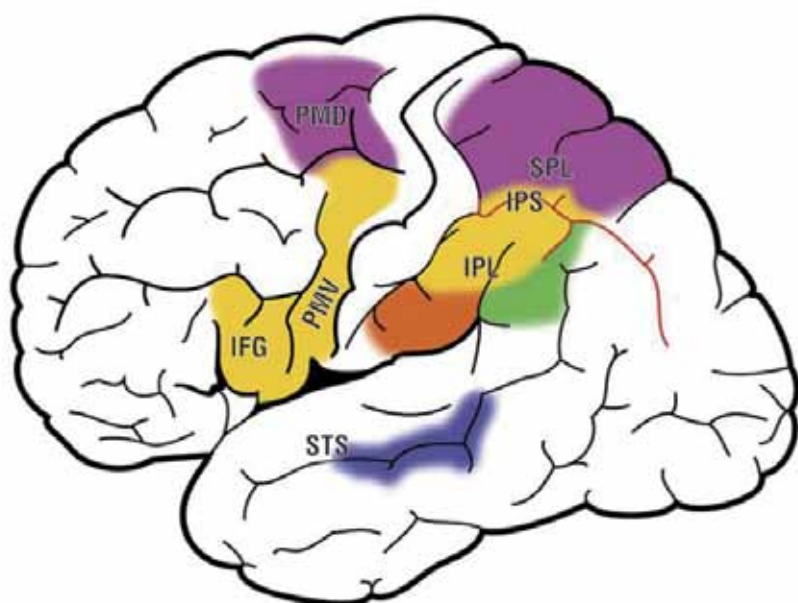
Giacomo Rizzolatti fue quien descubrió la actividad del SNE. Este sorprendente hallazgo, como muchos otros, llegó por casualidad, ya que estaba muy interesado en el funcionamiento del área premotora específicamente en el área F5 y en el control distal de los movimientos ⁽¹⁾.

En el artículo titulado “reconocimiento de la acción en la corteza premotora” ⁽²⁾, mencionan por primera vez el término de neuronas espejo. En este trabajo registraron la actividad eléctrica del área F5 de dos monos. Entre las pruebas realizadas el investigador ejecutó una serie de actos motores frente al mono, y se realizaron una serie de pruebas como: la mímica de coger un objeto en ausencia de éste, cogerlo con una pinza, movimientos de la mano

para alcanzar la comida activando evidentemente un gran porcentaje de las neuronas registradas del área F5.

La evidencia científica de la existencia de un sistema de neuronas espejo en los seres humanos proviene de los estudios en neuroimagen y de las investigaciones neurofisiológicas no invasivas (electroencefalografía EEG, magnetoencefalografía, y estimulación magnética transcraneal). Una serie de estos experimentos han abordado el tema de la organización anatómica y funcional del SNE. La mayoría de ellos investigan los actos motores transitivos (dirigidos a un objetivo). Estos estudios demostraron que estos actos se codifican en la corteza premotora ventral ⁽³⁾. Las acciones manuales intransitivas (no tienen un objetivo), tienen su propia representación parietal independientemente de ser un acto simbólico, una pantomima, o un movimiento sin sentido, y se localizan en la parte posterior de la circunvolución supramarginal extendiéndose hasta el giro angular ⁽⁴⁾. Por último, la observación de las acciones realizadas con herramientas, además de activar la parte de la zona correspondiente a la manipulación, activa específicamente la parte más rostral del giro supramarginal. ⁽⁵⁾

Se asume generalmente que el principal papel funcional del SNE es entender los actos motores realizados por otros de una manera automática ⁽⁶⁾. La evidencia a favor de esta hipótesis se obtuvo de experimentos que mostraron que las neuronas en espejo de F5 también se activaban cuando



Áreas corticales relacionadas con el SNE que responden a diferentes tipos de actos motores.

- El área **amarilla** indica los movimientos transitivos distales;
- en **púrpura** los movimientos de alcance;
- en **naranja** el uso de herramientas;
- en **verde** los movimientos intransitivos;
- en **azul** la porción del surco temporal superior (STS) que responde a la observación de los movimientos de miembro superior. (IFG) giro frontal inferior; (IPL) lóbulo parietal inferior; (IPS) surco intraparietal; (PMD) corteza premotora dorsal; (PMV) la corteza premotora ventral, y (SPL) lóbulo parietal superior.

Figura tomada del artículo “The Mirror Neuron System, Arch Neurol 2009

los monos no podían ver la finalización característica de un acto motor, pero tenían pistas suficientes para entender su objetivo. Estos datos indican que en el mono el sistema de neuronas espejo cumple la función de construir una representación interna de un acto motor presentado por otro individuo, incluso si el mono no lo ve.

Otra de las funciones atribuidas al SNE es la experiencia motora, en este aspecto existe la evidencia de que sólo los actos que están dentro del repertorio motor del observador son eficaces a la hora de activar el SNE. Se ha demostrado que el Lóbulo Parietal Inferior y el Giro Frontal Inferior respondían a las acciones realizadas por el humano, mientras que las acciones realizadas por un animal no activaban dichas áreas ⁽⁷⁾. En otro estudio se quiso valorar la experiencia motriz del observador en una acción determinada, utilizando la danza como medida de estímulo de observación. Se demostró que en el observador, la cantidad de activación del SNE estaba correlacionada con el grado de habilidad motora para esa acción ⁽⁸⁾.

Por otra parte, el aprendizaje por imitación también está relacionado con el SNE. En un estudio con Resonancia Magnética Funcional (RMF) analizaron a un grupo de individuos con desconocimiento musical, y se les pidió imitar los acordes de guitarra interpretados por un guitarrista profesional. Los resultados mostraron que durante la nueva información del patrón motor, es decir, en la pausa entre observación y la ejecución, hubo una fuerte activación del SNE, específicamente en el Lóbulo Parietal Inferior, el Área Premotora Ventral, el Giro Frontal inferior, y el Área de Brodmann 46 ⁽⁹⁾.

Dentro de las otras técnicas neurofisiológicas para el estudio del SNE se encuentra el EEG, el cual en el análisis de su actividad eléctrica presenta una serie de bandas con una frecuencia característica denominada ritmo “mu”. Éste se observa fundamentalmente en adultos, y su ritmo se presenta con una frecuencia en rango alfa (9-13Hz), pero

independiente de éste por su configuración, topografía y reactividad. El ritmo “mu” se localiza específicamente en regiones centrales o rolándicas, unilateral o bilateral; por ello se ha denominado actividad alfa precentral o rolándica. La reactividad del ritmo “mu” aparece vinculada a los sistemas sensorial y motor; parece ser que con un estímulo sensorial o el movimiento de una extremidad (de forma activa o pasiva), el ritmo “mu” se atenúa o desaparece en el hemisferio contralateral ⁽¹⁰⁾.

Teniendo en cuenta que tanto la observación del movimiento realizado por otro individuo como las imágenes motoras y la ejecución del mismo, presentan las mismas áreas de activación sensoriomotoras. Todas estas estrategias se convierten en una herramienta útil para el tratamiento de personas que han sufrido un ictus. De igual forma se encuentran estudios en los cuales la combinación de un programa de rehabilitación física y la observación de movimientos, mejora significativamente la función motora ⁽¹¹⁾. Como ya se conoce, la recuperación física después de un programa de rehabilitación de un ictus está acompañada por una reorganización y cambios funcionales corticales ⁽¹²⁾.

Terapia en Espejo

Ramachandran en el año 1992 introduce el termino “mirror visual feedback” (MVF), para el uso de una técnica de tratamiento no invasiva para dos alteraciones muy específicas, el dolor por miembro fantasma y la hemiparesia producida por un ictus. Posteriormente se fueron realizando multitud de ensayos en los cuales se pudo aplicar esta estrategia para otros tipos de alteraciones.

En el caso de la hemiparesia el mecanismo de actuación aun no es muy claro, pero los efectos positivos de la terapia en espejo en accidentes cerebrovasculares (ACV), se han atribuido al sistema de neuronas espejo (SNE). La idea predominante es que la observación de los movi-



Registro de Electroencefalograma (EEG), con las gafas prismáticas

mientos en espejo hace que se genere una actividad neural adicional en las áreas motoras ubicadas en el hemisferio afectado, que debe producir una reorganización cortical y una mejor función.

Existen diferentes estrategias que están dentro del feedback visual, entre ellas la terapia en espejo, la realidad virtual, e incluso herramientas tan sencillas y actuales como las consolas de videojuegos que por medio de sensores captan el movimiento. Lo más utilizado en nuestro sector es la *mirror box* o caja en espejo, pero también existen variantes como las gafas prismáticas que pueden brindar una información sensorial algo diferente.

“Se demostró que en el observador, la cantidad de activación del SNE estaba correlacionada con el grado de habilidad motora para esa acción”

Como vemos está claro que el SNE genera mucha curiosidad y reúne en torno a él muchos esfuerzos y muchas personas trabajando en la búsqueda de respuestas a esas preguntas planteadas sobre sus funciones reales. Dentro de todo esto conocemos lo que ocurre en los procesos de rehabilitación del ictus, donde encontramos que se han diseñado varios enfoques para el tratamiento del ACV utilizando técnicas que inducen a largo plazo plasticidad cortical. Los datos sobre la plasticidad inducida por observación del movimiento proporcionan una base conceptual para la aplicación de protocolos de observación en la rehabilitación del ictus.

En la actualidad venimos desarrollando una tesis doctoral en la que pretendemos identificar los cambios en los ritmos sensoriomotores corticales, tras un periodo de tratamiento en el que se emplean unas gafas prismáticas que tienen la propiedad en espejo. En esta investigación los participantes son valorados mediante un EEG utilizando la Tomografía Eléctrica Cerebral (TEC), la cual nos permite realizar un análisis de fuentes en el que identificamos las áreas de mayor actividad, es decir, nos permite pasar el registro de la actividad eléctrica cerebral a imágenes similares a las de una Resonancia Magnética Funcional (RMF). Imagen 2

Los participantes estarán por un periodo de 6 meses con una combinación de tratamiento entre el Concepto Bobath y la realización de unas actividades específicas utilizando las gafas prismáticas, para posteriormente realizar un nuevo registro que nos permita generar unas conclusiones que esperemos sean beneficiosas para los pacientes y de utilidad para los profesionales. ■

□ Bibliografía

1. Rizzolatti, G., Camarda, R., Fogassi, M., Gentilucci, M., Luppino, G. and Matelli, M. Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey: II. Area F5 and the control of distal movements. *Exp. Brain Res.*, 1988, 71: 491–507.
2. Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain*. 1996;119(pt 2):593-609.
3. Buccino G, Binkofski F, Fink GR, et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *Eur J Neurosci*. 2001; 13(2):400-404.
4. Lui F, Buccino G, Duzzi D, et al. Neural substrates for observing and imagining non object-directed actions. *Soc Neurosci*. 2008;3(3-4):261-275.
5. Orban GA, Peeters R, Nelissen K, Buccino G, Vanduffel W, Rizzolatti G. The use of tools, a unique human feature represented in the left parietal cortex [program No. 114.2]. Presented at: Neuroscience 2006 Meeting; Atlanta, GA; October 15, 2006.
6. Rizzolatti G, Fogassi L, Gallese V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nat Rev Neurosci*. 2001;2(9):661-670.
7. Buccino G, Lui F, Canessa N, et al. Neural circuits involved in the recognition of actions performed by nonconspecifics: an FMRI study. *J Cogn Neurosci*. 2004; 16(1):114-126.
8. Calvo-Merino B, Glaser DE, Grezes J, Passingham RE, Haggard P. Action observation and acquired motor skills: an FMRI study with expert dancers. *Cereb Cortex*. 2005;15(8):1243-1249.
9. Buccino G, Vogt S, Ritzl A, et al. Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*. 2004;42(2):323-334.
10. Tejeiro Martínez, José. *Electroencefalografía Clínica Básica*. Cap. 4 p. 131-132, Viguera editores 2005.
11. Franchesquini, M., Agosti, M., Cantagallo, A., *Mirror neurons: action observation treatment as a tool in stroke rehabilitation*. *Eur. J Phys Rehabil Med*. 2010;46, 517-23
12. Vries, S., and Mulder, T. (2007). *Motor imagery and stroke rehabilitation: a critical discussion*. *J. Rehabil. Med*. 93, 5-13.

www.asociacionbobath.es