Lectura: Lectura y práctica aplicada. Prototipo de un sistema artificial motor. Diseño aplicado

**PARTE 1: Resumen del artículo: Área motora suplementaria de E. Marín, A. Avilez y M. Vanegas.**

Los autores presentan un artículo de revisión con el propósito de dar información actualizada sobre características, anomalías, estudios y áreas por investigar del *área motora suplementaria* (AMS), la cual constituye un complejo sistema anatómico-funcional para el inicio y control de la función motora y expresión verbal.

El AMS está involucrada en la preparación, iniciación y monitoreo de movimientos complejos, aunque *los movimientos sencillos* como flexionar los dedos *activan áreas motoras y sensoriales primarias*, *los movimientos más complejos* secuenciales *provocan activación* adicional *de AMS*.

En los últimos años se han estudiado las funciones específicas de esta área, gracias a una serie de estudios tanto experimentales como clínicos, con ayuda de nuevas técnicas de imagen y neurofisiología, incluyendo tomografía por emisión de positrones (PET) y resonancia magnética funcional (RMf).

Para distinguirla del área motora primaria (AMP), fueron Penfield y Welch (1949, 1951) quienes acuñaron el término de “*área motora suplementaria*” y dividieron los movimientos provocados por la estimulación de AMS en tres tipos: a) adopción de posturas, b) maniobras que consisten en una serie de movimientos complejos establecidos, y c) movimientos incoordinados rápidos e infrecuentes.

**Localización anatómica**

El AMS es en esencia una estructura que se encuentra por arriba del cíngulo y del cuerpo calloso en el cerebro. Las referencias anatómicas no son suficientes para definir la localización del surco central y precentral, aunque sí ayudan como orientación para localizar el AMS.

Desde 1968, se ha utilizado el promedio de respuestas somatosensoriales evocadas junto con la estimulación eléctrica cortical para localizar la corteza sensorial y motora en el tratamiento quirúrgico de la epilepsia. La localización anatómica exacta es de suma importancia ya que no se ha establecido un método adecuado de delimitación del AMS, hecho esencial para poder colocar electrodos de cualquier tipo y poder realizar procedimientos resectivos.

Gracias al avance en el campo de los estudios neurofisiológicos, se encontró que la fase reversible de los potenciales evocados intraquirúrgicos es una herramienta electrofisiológica importante para la identificación del surco central, ayudando indirectamente a la localización del AMS.

**Anatomía funcional.**

El AMS se divide anatómica y funcionalmente en, por lo menos, dos áreas: a) un área rostral denominada “*área motora* *presuplementaria*” (AM pre-S), en la cual las neuronas muestran patrones de actividad relacionados a los estímulos. El AM pre-S, junto con la corteza premotora lateral, ganglios basales y la corteza parietal posterior, se involucran en etapas tempranas del aprendizaje que requieren guía visual.

Y b) un área caudal denominada “*área motora suplementaria propia*” en la cual la actividad de las neuronas se relaciona directamente con el movimiento por sí mismo, más que el estímulo.

En varios estudios sobre el flujo sanguíneo cerebral (FSC) se documentó que, durante una secuencia de movimientos complejos de los dedos, el flujo se incrementaba en el área motora primaria (AMP) y se extendía hacia el AMS, pero cuando la misma secuencia de movimientos se efectuaba sólo de manera mental sin ejecutarla, solamente se incrementaba el FSC en el AMS. Esto confirma el papel del AMS en la planeación estratégica de movimientos complejos y apoyan el concepto de participación del AMS para iniciar la preparación del movimiento: *iniciación*, *ritmo*, *control de la articulación* y *fonación del habla*.

Sin embargo, según la evidencia obtenida mediante estimulación eléctrica, el AMS no es un área puramente motora, es un área mixta sensorimotora en representación, aunque predominantemente motora en función. Lim (1994) propone utilizar el término *área sensorimotora suplementaria* (ASMS) como expresión para identificar esta región cortical, aunque este término no ha sido aceptado o difundido de manera general.

**Crisis epilépticas del AMS**

Son eventos clínicos inusuales y su principal característica es la postura tónica, la llamada *posición de esgrima* que consiste en flexión del codo contralateral, abducción del brazo con rotación externa del hombro y giro de la cabeza y ojos como si se observara el movimiento de la mano y el brazo, las crisis son cortas en duración, son frecuentes (varias crisis al día), sin aura, de inicio y terminación abrupta, sin pérdida de la conciencia y ocurren predominantemente durante el sueño.

Los hallazgos de electroencefalograma (EEG) en este tipo de pacientes pueden ser sutiles o simplemente no existir. Las crisis pueden ser mal clasificadas o diagnósticadas como funcionales y los pacientes ser mal manejados.

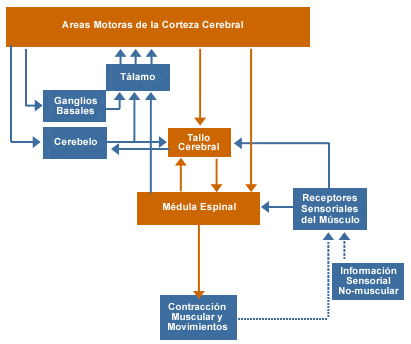
Según Morris (1988) las crisis tienen comienzo abrupto y generalmente sin aviso, si llega a haber, es de tipo sensorial. Por lo general, los pacientes no hablan, pero el habla es posible y pueden ocurrir vocalizaciones o gruñidos, no se pierde el estado de conciencia a menos que se vuelva generalizada, las crisis pueden ocurrir de día, aunque en algunos pacientes, ocurren primariamente durante el sueño. Las crisis son generalmente de difícil control farmacológico.

**PARTE 2: Representación mediante un modelo cognitivo a una función motora.**

Para esta parte he tomado a consideración el desarrollo de movimientos complejos en los que participa el área motora suplementaria, por ejemplo, un movimiento secuencial como tocar piano involucra la activación de las áreas motoras primarias y también del AMS. El diagrama mostrado en la figura 1 (Universidad Pontificia de Chile, s.f.) muestra como la información del entorno llega a los receptores sensoriales de los músculos y son procesados por la medula espinal y el tallo cerebral, posteriormente, el procesamiento de los movimientos necesarios es realizada por el cerebelo y viaja a través del tálamo hacia la activación de las áreas motoras de la corteza cerebral necesarias para la ejecución del movimiento.

**Figura 1.**

*Diagrama de bloques de las áreas del sistema nervioso involucradas en el movimiento*.



*Nota*. Fuente: tomado de *Los movimientos*, por Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Pontificia de Chile, s.f (https://www7.uc.cl/sw\_educ/neurociencias/html/frame05.html).

En base al diagrama anterior podemos diseñar un prototipo de modelo de red neuronal que sea capaz de ejecutar movimientos complejos en un robot para tocar una melodía en un piano.

En este caso el aparato motriz será el robot con tecnología necesaria para realizar los movimientos en el momento conveniente a través de motores paso a paso. Dicho robot tendrá una serie de sensores para poder percibir su ambiente y detectar sí se encuentra en la posición adecuada de una tecla del piano. En caso de ser necesario, dirigirá y corregirá la posición del aparato motriz artificial. El aparato motriz también necesita un convertidor de pulsos eléctricos a mecánicos que en el diagrama de la figura 1 viene desempeñando la misma función de la contracción muscular y la generación de los movimientos.

Los sensores mantendrán informada a la base de datos de cualquier posición desconocida del entorno y a su vez tendrán la información más actualizada sobre los movimientos a realizar, ya aprendidos y almacenados en la base de datos. El aprendizaje de nuevas secuencias de movimientos será desarrollado por dos dispositivos, el microprocesador, cuya función principal es lograr la coordinación de todos los dispositivos del robot. Y una red neuronal artificial, capaz de clasificar las secuencias de movimientos, aplicar aprendizaje artificial por refuerzo y entregar una secuencia de comandos al convertidor mecánico/eléctrico. El resultado final se puede observar en la figura 2.

**Figura 2.**

*Diagrama en bloques de un sistema motriz artificial diseñado para realizar un movimiento secuencial.*

Diagrama

Descripción generada automáticamente

*Nota*. Elaboración propia (2022).

**Referencias**

- Marín ME, Bramasco AA, Alonso VMA. *Área motora suplementaria*. Arch Neurocien. 2008;13(2):118-124. Recuperado de https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=25822

- Pontificia Universidad de Chile, *Comunicación*. (s.f). https://www7.uc.cl/sw\_educ/neurociencias/html/frame05.html