

= 0.88). De igual manera la energía a carga máxima es mayor para SpeedTrap, que para Krakow en FH (3.1 ± 0.6 , contra 2.3 ± 0.5 , $p = 0.42$) y para FCD (3.5 ± 0.5 , contra 3.0 ± 1.0 , $p = 0.71$). **Conclusiones:** el tiempo requerido para suturar los tendones FH y FCD es diez veces mayor para Krakow, que para SpeedTrap, en tanto que los ensayos de tensión mostraron un mejor desempeño para SpeedTrap respecto de Krakow, en términos de rigidez, resistencia y energía a carga máxima, sin que las diferencias sean estadísticamente significativas.

104 Asociación entre la presencia de los componentes postmotores del potencial cortical asociado al movimiento y la complejidad del movimiento de la extremidad superior

José Raúl Pérez Soria,* Julio José Macías Gallardo,*[‡] Felipe Jesús Velázquez Hilario,*[‡] Noemi Isela Hernández Valadez,*[‡] Juan José Calvillo Ruiz*[‡]
* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. [‡] Medicina de Electro Diagnóstico.

Introducción: el *Bereitschaftspotential* o potencial cortical asociado a movimiento es un potencial relacionado con eventos que puede registrarse en diversas regiones cerebrales antes, durante y después del movimiento. Presenta varios componentes, destacando uno premotor (NS-MP) y otro postmotor. Dentro de los potenciales identificados después del inicio del movimiento se produce un pico negativo N+160, el cual se cree que es un potencial evocado por movimiento que es provocado por señales de retroalimentación sensorial de receptores periféricos. Este potencial es seguido de una pequeña onda positiva adyacente, denominada P+300, se considera que este es otro potencial de resolución después de N+160. **Objetivo:** el objetivo general de este estudio es analizar la correlación entre los parámetros electrofisiológicos de los componentes postmotores del potencial cortical asociado a movimiento (PCAM) y el tipo de movimiento realizado: movimiento simple y complejo (con objetivo) de la extremidad superior. **Material y métodos:** estudio transversal, observacional y analítico. Se incluyeron 19 adultos (10 mujeres, 9 hombres) de entre 26 y 33 años sin antecedentes clínicos neuromusculares. Se llevaron a cabo registros corticales en Cz y Pz del sistema internacional 10/20 durante la participación de los sujetos en dos paradigmas de movimiento: 1) movimiento simple (flexión de codo); 2) movimiento complejo (lanzar una pelota hacia un objetivo). Se promedió el registro de 30 movimientos para cada paradigma durante un intervalo específico de 2100 ms antes y 900 ms después del inicio del movimiento. Se registraron los valores electrofisiológicos de los potenciales premotores NS-MP y postmotores, N+160 y P+300. Se analizaron las posibles diferencias en las características de los potenciales postmotores entre los dos sitios de registro Cz o Pz y entre los dos paradigmas de movimiento. **Resultados:** el componente postmotor N+160 fue identificable en 47% de las pruebas con objetivo y sólo se identificó en 5% de las pruebas sin objetivo ($p < 0.05$). El componente NS-MP registrado en Cz mostró mayor amplitud que en Pz: con objetivo Cz media de $21.7 \mu\text{V}$ DS 7.3, Pz media $15.8 \mu\text{V}$ DS 5.9 $p < 0.01$; sin objetivo Cz media de $18.2 \mu\text{V}$ DS 7.4, Pz media $13.7 \mu\text{V}$ DS 6.4, $p < 0.01$. La diferencia en la amplitud en Cz en la tarea con objetivo en comparación a sin objetivo obtuvo una $p = 0.05$. **Conclusiones:** las tareas motoras con objetivo promueven la integración más frecuente de los potenciales postmotores, denominados también potencial referente. Éstos se generan por señales sensoriales periféricas y la retroalimentación de los centros motores inferiores, permitiendo a la corteza sensoriomotora recibir información sobre el resultado del movimiento.

105 Estudio histopatológico como herramienta para evaluar la ablación térmica por microondas generada por un arreglo lineal de antenas microcoaxiales tipo monopolo

José Raziel Sánchez Sánchez,* Citlalli Jessica Trujillo Romero,[‡] Eréndira Georgina Estrada Villaseñor,[§] Hugo Zepeda Peralta,*[¶] Arturo Vera Hernández,[¶] Lorenzo Leija Salas,*[¶] Genaro Rico Martínez,[¶] Josefina Gutiérrez Martínez[‡]

* Instituto Politécnico Nacional, México. [‡] División de Investigación en Ingeniería Médica, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra» (INR-LGII), México. [§] Servicio de Anatomía Patológica, INR-LGII, México. [¶] Bioelectrónica, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. [¶] Servicio de Tumores Óseos, INR-LGII, México.

Introducción: la ablación térmica es un tratamiento mínimamente invasivo que consiste en la aplicación controlada de calor en el tumor. Temperaturas entre 55-100 °C generan necrosis coagulativa en células tumorales. El incremento de temperatura se logra mediante microondas (MW) generadas por antenas microcoaxiales insertadas en el tumor. La ablación se utiliza ampliamente para tratar neoplasias en tejido blando; sin embargo, en tumores óseos la validación de la técnica es limitada y se basa principalmente en monitorear la temperatura. La evaluación del efecto térmico producido por la ablación a nivel celular, mediante estudios histopatológicos ayudaría a validar su uso en el tratamiento de tumores óseos. **Objetivo:** evaluar el efecto térmico, mediante un estudio histopatológico, en muestras de tejido óseo sano *ex vivo* tratado con ablación térmica por microondas (MWA) mediante un arreglo lineal de antenas microcoaxiales tipo monopolo (MTM). Además, de comparar con tejido sano *ex vivo* sin tratamiento para conocer las principales diferencias entre ambos tejidos. **Material y métodos:** se aplicó ablación térmica por microondas (MWA) en tejido óseo sano *ex vivo* (fémur de cerdo) utilizando un arreglo lineal (dos antenas) de antenas monopolo (MTM). Se utilizó un generador de microondas ISYS245 a 2.45 GHz y un divisor de potencia para alimentar al arreglo con 30 W por 10 min. La separación entre antenas y profundidad de inserción fue de 2 cm. Después del tratamiento, los segmentos óseos (con/sin tratamiento) se procesaron para histología. Estos se sumergieron primero en formaldehído (CH₂O) para fijar células y estructuras adyacentes, y posteriormente en ácido clorhídrico al 10% (HCl + H₂O) para descalcificarlos y obtener rodajas alrededor de la zona de interés. Las rodajas se almacenan en casetes en procesamiento de tejido, que se someten al proceso de deshidratación con alcoholes para infiltrarse con parafina. Se utilizó el microtomo para obtener laminillas de tejido de los bloques de parafina. Las laminillas se tiñen con hematoxilina y eosina para observar el efecto térmico mediante microscopía. **Resultados:** el estudio histopatológico mostró para hueso sin tratamiento un tejido conectivo, estructurado en laminillas de matriz osteoide calcificada. El hueso cortical se estructura en conductos de Havers recubiertos de laminillas en disposición concéntrica donde se sitúan los osteocitos; mientras el esponjoso está constituido por laminillas óseas en forma de red, que delimitan cavidades areolares en cuyo interior se encuentra médula ósea. Los daños principales generados en hueso, posterior a la MWA y que se observaron en el estudio histopatológico fueron necrosis coagulativa que generó zonas de isquemia. A nivel macroscópico, la necrosis se observó como un halo de coloración blanca de 20 mm de diámetro; mientras a nivel microscópico, por la destrucción de los elementos hematopoyéticos y degeneración de adipocitos (tejido graso). En la periferia de las trabéculas óseas, el daño fue evidenciado por un cambio en la coloración de rosa a azul (patognomónico); además, la presencia de viruta ósea evidenció daño mecánico por la inserción de la antena. **Conclusiones:** la MWA aplicada al tejido óseo sano

ex vivo genera cambios histopatológicos evidentes en comparación con el tejido sin tratamiento. En el estudio histopatológico se observó necrosis coagulativa, áreas de isquemia, destrucción celular y degeneración de la matriz osteoide, lo que demuestra la capacidad de la MWA para tratar eficazmente el tejido óseo.

106 Diseño y desarrollo de monitor de polisomnografía con protocolo de comunicación MQTT para visualización web

Arnoldo Díaz,* Brenda Daniela Cazabal Rodríguez,*‡ Alberto Isaac Pérez Sanpablo,§ José Ambrosio Bastián*¶

* Universidad La Salle México, México. ‡ Departamento de Ingeniería Biomédica. § Laboratorio de Análisis de Movimiento e Ingeniería de Rehabilitación, Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. ¶ Grupos de Sistemas Inteligentes Aplicados y Robótica Colaborativa de Asistencia.

Introducción: en México 40 millones de personas sufren de desórdenes del sueño. La polisomnografía es un estudio no invasivo e indoloro necesario para diagnosticar y tratar los desórdenes del sueño; sin embargo, el estudio se realiza en clínicas donde especialistas observan y monitorean los patrones de sueño del paciente, o en el hogar sin monitoreo ni control del estudio. Por eso la necesidad de un método que permita la monitorización remota. El protocolo MQTT, ideal para el internet de las cosas (IoT) ofrece una solución para la comunicación entre varios dispositivos y facilita la transmisión en tiempo real de las bioseñales logrando que la realización en casa del estudio sea monitoreada a distancia. **Objetivo:** desarrollar y validar un sistema que use MQTT para transmitir señales de electrocardiograma (ECG) y electroencefalograma (EEG) del estudio de polisomnografía manteniendo sus características como la forma, tiempo y frecuencia de la señal dentro con una diferencia de 4 segundos de transmisión y 95% de certeza para demostrar la efectividad de MQTT. **Material y métodos:** se desarrollan los canales de instrumentación de ECG y EEG para la adquisición de las señales fisiológicas, conformados por etapas de preamplificación, filtrado, amplificación fina adecuamiento y digitalización. Estos canales se calibraron usando señales de referencia con características de frecuencia y amplitud similares a las fisiológicas y ajustando las etapas para su adecuamiento para la digitalización. Con el uso de librerías de código abierto MQTT.js y PubSubClient se crearon códigos en C++ y HTML, CSS, JS para establecer clientes capaces de transmitir datos con MQTT, se hizo uso de EMQX como Broker MQTT para intermediar los datos y la página se subió a GitHub Pages para residirla en un servidor web. Tras esto, se realizaron pruebas de validación de tiempos, sustrayendo la diferencia entre estampas de tiempo de cada mensaje recibido. Finalmente, los datos transmitidos se analizaron para confirmar la retención de las características de las señales fisiológicas. **Resultados:** un sistema que asegura la transmisión y visualización en tiempo real de señales fisiológicas. El ECG retiene su forma al transmitirse, pudiendo distinguir las ondas que lo componen y manteniendo la frecuencia y amplitud con la que se transmite la señal. Los datos del EEG revelan un análisis de la densidad espectral de potencia con la forma característica de exponencial descendente, y mantiene características de tiempo y frecuencia. La estampa de tiempo generada para medir el intervalo entre mensajes muestra una diferencia promedio de 0.6 milisegundos, de igual forma los datos mantienen una precisión mayor a 95% después de su transmisión. Además, se hizo que la comunicación cumpliera con normas de protección de datos ISO/IEC 27001, HIPAA y GDPR, con el uso de protocolos web https y wss. **Conclusiones:** el estudio logró desarrollar y validar un sistema remoto de monitorización para ECG y EEG con

el uso de MQTT, logrando visualización en tiempo real dentro de 4 segundos de diferencia y 95% de certeza. Los resultados confirman que el sistema mantiene la integridad de la señal atendiendo a la necesidad de monitorización remota.

107 Conectividad cerebral relacionada con Fugl-Meyer en hombre de 72 años con EVC posterior a terapia basada en estimulación eléctrica funcional activada por una interfaz cerebro-computadora-P300

Ana Guadalupe Ramírez Nava,* Jorge Airy Mercado Gutiérrez,*‡ Óscar Yáñez Suárez,§ Luis Eduardo Pacheco González,¶ Jimena Quinzaños Fresnedo,*|| Josefina Gutiérrez Martínez*‡

* Instituto Nacional de Rehabilitación «Luis Guillermo Ibarra Ibarra», México. ‡ Investigación en Ingeniería Médica. § Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México. ¶ Facultad de Ingeniería de la UNAM, México. || Rehabilitación Neurológica.

Introducción: la neuroplasticidad es la capacidad que tiene el sistema nervioso de recuperarse posterior a una enfermedad vascular cerebral (EVC). La edad mayor a 65 años se ha asociado como un factor de mal pronóstico para neuroplasticidad y, por lo tanto, de recuperación motora. Esta última puede evaluarse a través de la escala de Fugl Meyer y el principal estudio que evalúa la neuroplasticidad es la resonancia magnética funcional; sin embargo, en ocasiones no está disponible en los centros de atención e involucra un mayor costo. **Objetivo:** demostrar conectividad cerebral en un paciente de 72 años con EVC posterior a terapia para extremidad superior basada en estimulación eléctrica funcional activada por una interfaz cerebro-computadora basada en P300 y relacionarla con Fugl Meyer en cuatro momentos: preintervención, postintervención, a los tres meses y a los seis meses. **Material y métodos:** el paciente recibió 20 sesiones de terapia para extremidad superior basada en estimulación eléctrica funcional (FES) activada por una interfaz cerebro-computadora basada en P300 (BCI-P300). Se realizaron registros de electroencefalograma (EEG) preintervención, postintervención, seguimiento a los tres y seis meses; así como valoración clínica con escala de Fugl Meyer para extremidad superior. A partir de las señales EEG filtradas en la banda beta (13-19 Hz) se obtuvo el índice ponderado de retraso de fase (weighted Phase Lag Index, wPLI) para generar mapas de conectividad de nueve localizaciones del Sistema Internacional 10-20. A partir de los valores de wPLI se calculó el grado de nodo promedio para cada uno de los cuatro registros de EEG. Finalmente se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre el grado de nodo promedio y la escala de Fugl Meyer de las cuatro valoraciones realizadas al paciente en el programa SPSS v. 20. Se consideró significancia estadística para una $p < 0.05$. **Resultados:** se obtuvieron los puntajes de 26, 29, 26 y 39 en la escala de Fugl Meyer para extremidad superior en las evaluaciones clínicas del paciente preintervención, postintervención, seguimiento a los tres y seis meses; respectivamente. En cuanto al grado de nodo promedio obtenido por electroencefalograma se obtuvo un valor preintervención de 1.11, incrementando postintervención a 3.77; en el seguimiento a tres meses se registró un valor menor de 2.44 y en la evaluación de seguimiento a los seis meses, se obtuvo el valor más alto de 4.44. En el seguimiento a tres meses se registró un decremento tanto en los puntajes de evaluación clínica como en el de conectividad cerebral comparados con los puntajes postintervención. En el análisis estadístico se obtuvo una correlación de Pearson = 0.805 «muy alta» entre las mediciones, aunque no estadísticamente significativa ($p = 0.195$). **Conclusiones:** se demuestra conectividad cerebral en un paciente geriátrico con EVC, la cual puede medirse a partir de registros de EEG de rutina y relacionarse fuertemente con escalas clínicas de