

Sistema de Alerta y Rehabilitación de Bruxismo Mediante
una Interfaz Cerebro Computador - BCI¹

Bruxism Warning and Rehabilitation System Using Brain Computer
Interface - BCI²

Sistema de Alerta e Reabilitação de Bruxismo Utilizando uma Interface
de computador do cérebro - BCI³

AUTOR 1⁴
AUTOR 2⁵
AUTOR 3⁶

C P 23/4/13 10:58
Deleted: /o
C P 23/4/13 10:58
Deleted: Utilizando una
C P 23/4/13 10:59
Deleted: de Captura de Neuroseñales de Alta Resolución
C P 23/4/13 10:59
Deleted: /or
COMPUMAX 5/5/13 17:59
Formatted: English (US)
C P 23/4/13 11:01
Deleted: a Neural Signals Capture Interface of High Resolution
COMPUMAX 5/5/13 17:59
Formatted: English (US)
C P 23/4/13 11:06
Deleted: Sistema de Alerta e / ou Reabilitação de Bruxismo Utilizando uma Interface de aquisição de Neurossinais de Alta Resolução

Resumen

Este artículo propone un sistema de rehabilitación diseñado para pacientes que sufren de bruxismo, con el fin de lograr una recuperación sin necesidad de utilizar dispositivos dentro de la boca, los cuales suelen ser molestos para los pacientes. El sistema esta basado en la captura de neuroseñales, detectando la actividad cerebral correspondiente a eventos del bruxismo. Para la detección de estos eventos se utilizo un dispositivo comercial BCI de facil adquisición y bajo precio. El sistema de rehabilitación genera un alerta sonora que impide el desgaste de los dientes a los usuarios sin llegar a despertarlos.

Palabras clave: Bruxismo, Neurociencia, Instrumentación y Control Cerebral

Abstract

This paper proposes a rehabilitation system designed for bruxism suffering patients, with the goal of get a recovery without the need of use mouth devices which tent to be annoying for the patients. The system is based on neuro-signals capture, detecting the brain activity corresponding to bruxism events. For the detection of these events use a commercial BCI device, easy acquisition and low price. The rehabilitation system generates a sound alert, which prevent the teeth wear to the users without awakening them.

Keywords: Bruxism, Neuro-Science, Instrumentation and Brain Control.

Resumo

Este artigo propõe um sistema de reabilitação desenhado para pacientes que sofrem de bruxismo, com o objetivo de lograr uma recuperação sem necessidade de utilizar dispositivos no interior da boca os quais são incômodos para os pacientes. O sistema está baseado na aquisição de neurossinais, detectando a atividade cerebral correspondente a eventos do bruxismo. Para a detecção desses eventos irá utilizar um dispositivo BCI comercial, de fácil aquisição e baixo preço. O sistema de reabilitação gera um alerta sonoro que impede o desgaste dos dentes aos usuários sem chegar acordá-los.

Palavras chave: Bruxismo, Neuro Ciência, Instrumentação e Controle de Cérebro.

COMPUMAX 5/5/13 17:59

Formatted: English (US)

C P 6/5/13 14:12

Deleted: e

COMPUMAX 5/5/13 17:59

Formatted: Spanish

COMPUMAX 5/5/13 17:59

Formatted: Spanish

Introducción

Según la revista de la sociedad de Odontoestomatología de Santiago de Chile el Bruxismo se puede definir como una actividad parafuncional [oral](#) que consiste en el apriete y rechinar de los dientes, es de etiología multifactorial y está asociado principalmente a stress y alteraciones del sueño o parasomnias ([Versiani et. al. 2010](#)). De acuerdo a las características clínicas particulares, se presentan diferentes tipos de bruxismo asociándose principalmente con adultos y aunque se presenta escasamente en niños, se debe diferenciar del desgaste fisiológico en dicha población (Frugone et. al. 2003).

Problemática

El bruxismo o estrés dental es una afección ó enfermedad que produce desgastes dentarios que dan al traste con la oclusión. Según diversas investigaciones, dicha afección está basada principalmente en factores como sobrecarga psíquica, tensión emocional, angustia, frustración, complejos, entre otros (Gómez 2001). Según algunas investigaciones y reportes médicos (Pérez et. al. 2012), (Martínez et. al. 2012), (Jaen 2012) se sabe que todo ser humano experimenta a lo largo de la vida pequeños periodos de bruxismo nocturno, pero solo entre un 5% a un 20% de la población mundial presenta bruxismo crónico.

De este porcentaje de la población mundial, tan solo de un 20 a un 30% se da cuenta que padece bruxismo. Al igual que enfermedades como la hipertensión o la diabetes, las personas con bruxismo no se dan cuenta que la tiene hasta que un médico ó experto las revisa o hasta que haya una manifestación catastrófica y en esos momentos, usualmente ya es muy tarde para hacer algo (Sacoto 2012), (Delgado 1996).

Otros estudios realizados a niños con una edad promedio de 8 años en Brasil demuestran que el bruxismo es una enfermedad que puede estar presente principalmente en los niveles socio-económicos bajos, el estudio indica que el 35.3% de ellos presentaban síntomas relacionados con el bruxismo del sueño y principalmente se presenta en las niñas con un 56.5% ([Dela et. al. 206](#)), (Serra 2012).

El bruxismo puede persistir en la edad adulta, no hay diferencias entre sexos y 1 de cada 5 pacientes con bruxismo tiene síntomas de dolor orofacial. Según los estudios la prevalencia más alta de la enfermedad se encontró en asiáticos, intermedia en europeos, americanos e hispanos y la prevalencia más baja en afroamericanos (Sacoto 2012), (Moncada et. al. 2009).

Interfaces para la detección del bruxismo

En la actualidad se pueden encontrar diversos resultados de investigaciones que han abordado el desarrollo de dispositivos para evitar el bruxismo desde diferentes tipos de vista. Uno de los más recientes y significativos es el que emplea polímeros piezoeléctricos (Martínez et. al. 2010), (Jung et. al. 2010), también se encuentran los basados en galgas o sensores de presión tradicionales ([De Macedo, 2007](#)), ([Gonzalez et. al. 2009](#)), ([Sakai et. al. 2004](#)) y los basados en señales de electromiografía (Palumbo et. al. 2007). Uno de los principales inconvenientes de la mayoría de sistemas desarrollados es la incomodidad que generan en los pacientes, debido a que es necesario que duerman con instrumentos dentro de su boca.

En los últimos años, uno de los principales sectores en desarrollo e investigación es el biotecnológico. Se pueden encontrar una gran cantidad de investigaciones en neurociencia, incluso se pueden detectar una gran cantidad de alianzas de grupos de investigación de múltiples países con el fin

C P 6/5/13 15:31

Deleted: ón

Unknown

Deleted: mundial tan solo del 20-30%

C P 6/5/13 15:35

Deleted: i

C P 6/5/13 15:35

Deleted: e

Toshiba 5/5/13 17:47

Formatted: Spanish, Pattern: Clear (Custom Color(RGB(141;179;226)))

C P 6/5/13 15:36

Deleted: (Gonzalez et. al. 2009)

de obtener modelos matemáticos del comportamiento del cerebro y poder entender algunos desordenes cerebrales que causan una gran cantidad de enfermedades (Egan 2004). Uno de los proyectos más relevantes en esta área es el Connectome, que tiene entre sus objetivos crear un mapa de las conexiones de las neuronas en el cerebro lo cual podría tener un gran impacto en el entendimiento de enfermedades como el Alzheimer (Jume et al 2012). Gracias a estos avances se han generado algunos dispositivos tecnológicos que permiten la captura, procesamiento e interpretación de neuroseñales.

En este artículo se propone el uso de dispositivos BCI (*Brain Computer Interfaces*) para detectar actividades asociadas al bruxismo. Este tipo de dispositivos se crearon basandose en la electroencefalografía (EEG) que radica en la exploración neurofisiológica por medio de los registros de actividad bioeléctrica del cerebro. En la actualidad se pueden encontrar dispositivos comerciales y/o de investigación con este tipo tecnología, unos de los ejemplos más relevantes son el [Neurosky, interactive productline](#), [Xwave](#), [BrainAmp](#) y el Emotiv EPOC (Alzu'bi et. al. 2011).

El primero de los dispositivos BCI, son dispositivos de adquisición de EEG, que disponen de un único sensor, el cual se encuentra ubicado en la oreja izquierda con su respectiva señal de referencia y tierra, cuenta con Bluetooth inalámbrica proporcionando movilidad y velocidades de muestreo de hasta 512 Hz. En recientes años se han generados una variedad de artículos empleando esta tecnología con los dispositivos Neurosky. (An Luo et. al. 2010, Crowley Katie et al. 2010). Otro dispositivo interesante y novedoso son los proporcionados por la compañía Interactive Productline, que tienen la característica de entregar señales en tiempo real de las actividades cerebrales. Siendo su principal producto el mindball empleados para entretenimiento, deportes, para terapias y en instituciones de educación.

La compañía PLX Devices ha desarrollado un dispositivo (Xwave) para manejar los equipos de Apple iPad, iPhone e iPod Touch sin tener que tocar su pantalla, haciendo uso de la tecnología NeuroSky. El dispositivo cuenta con sensores que miden la actividad cerebral ubicándose uno de los sensores en el lóbulo de la oreja para hacer la acción de pulso. Gracias a él es posible controlar aplicaciones o juegos en los dispositivos de Apple. El XWave se conecta a la entrada para auriculares y enlaza con los dispositivos de Apple mediante una aplicación diseñada por PLX. Entre las utilidades diseñadas por la compañía, han creado una aplicación para hacer levitar una pelota virtual o un medidor que establece los niveles de atención o relajación del usuario.

El artículo se encuentra organizado de la siguiente forma: En la sección 1 se presenta la problemática del bruxismo, las causas, los tratamientos convencionales, en la sección 2 el dispositivo de alerta y/o rehabilitación propuesto, en la sección 3 el análisis de los resultados obtenidos, en la sección 4 las conclusiones y por último las referencias bibliográficas.

1. Bruxismo

1.1 Problemática

En los últimos años muchas teorías etiológicas se han descrito para explicar la aparición del bruxismo, sin embargo, la mayoría sugiere que se debe a múltiples factores involucrados. De ellos, se pueden distinguir factores periféricos y factores centrales.

Figura 1. Paciente con Bruxismo avanzado

COMPUMAX 5/5/13 17:59
Formatted: Spanish

COMPUMAX 5/5/13 19:25
Formatted: Normal (Web), Left, None, Indent: First line: 0 cm, Space Before: 4,8 pt, After: 6 pt, Line spacing: at least 17,95 pt, Adjust space between Latin and Asian text, Adjust space between Asian text and numbers, Pattern: Clear (White)

COMPUMAX 5/5/13 19:25
Deleted:

COMPUMAX 5/5/13 17:59
Formatted: Spanish

COMPUMAX 5/5/13 19:19
Formatted: Indent: First line: 0 cm

C P 6/5/13 13:59
Deleted: i

C P 6/5/13 13:59
Deleted: p

C P 6/5/13 13:59
Deleted: i

C P 6/5/13 14:00
Formatted: Indent: First line: 0 cm



Fuente: (Rey, 2012)

Entre éstos, se pueden distinguir:

- Factores morfológicos.
- Factores patofisiológicos.
- Factores psicológicos.

La figura 1 corresponde a un paciente con un nivel avanzado de Bruxismo y debido al padecimiento ha perdido gran parte de la corona dental y posee un marcado desviamiento de la encía.

1.2. Causas

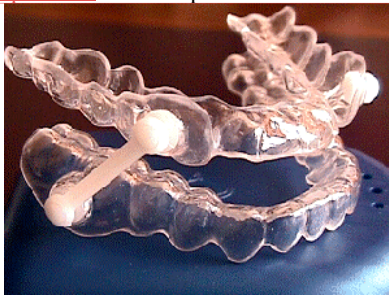
Como se menciona anteriormente existen tres posibles factores o causas para la aparición del bruxismo, una puede depender de otra, pero lo cierto es que siguen realizándose investigaciones para esclarecer con total veracidad que conlleva al padecimiento del Bruxismo.

Los factores morfológicos se refieren a las alteraciones en la oclusión dentaria, y a anormalidades articulares y óseas. Factores patofisiológicos debido a que el bruxismo a menudo ocurre durante el sueño, la fisiología del sueño ha sido estudiada ampliamente en la búsqueda de las causas para dicho trastorno. Factores psicológicos, es común la creencia de que el estrés psicológico contribuye en la fisiopatología del bruxismo. Debido a la variedad de observaciones e investigaciones que existen acerca del tema y a pesar de que algunos casos han mostrado incremento de la actividad electromiográfica del músculo masétero durante el sueño después de que los sujetos han experimentado estrés emocional o físico, se requieren estudios controlados para clarificar el rol de los factores psicosociales en pacientes con bruxismo del sueño (Frugone et al 2003).

1.3. Tratamientos convencionales

Los expertos en bruxismo coinciden en que el tratamiento para este padecimiento debe ser multidisciplinario y no solamente orientado a una de las posibles causas. La psicología puede complementar de una manera valiosa a la odontología para alcanzar muy buenos resultados en el tratamiento.

Figura 2. **Dispositivo** diseñado para el tratamiento del bruxismo.



C P 6/5/13 15:37

Deleted: Aparato

En la figura 2 se **observa** un **dispositivo** para combatir el bruxismo, consiste en un par de retenedores unidos por una palanca ubicada en forma diagonal y que le impide al paciente el rechinar de los dientes, a este tratamiento se le suele llamar patrón de mordida.

C P 6/5/13 15:38

Deleted: retrata

C P 6/5/13 15:38

Deleted: aparato

Algunas personas pueden beneficiarse con un ajuste oclusal o patrón de mordida, sin embargo los lugares que puedan estar generando un mal acople entre los dientes pueden generar rozamientos o fuerzas que incomodan a los pacientes. El tratamiento puede también incluir la remoción de contactos nocivos entre algunas piezas dentarias para estabilizar la mordida. En los casos en que el bruxismo es tan severo que causa daños a los dientes, se puede ayudar a la persona con una férula o protector dental (una placa de acrílico, de 2 o 3 milímetros de espesor) que evita que los dientes superiores e inferiores se contacten entre sí durante los períodos de bruxismo nocturno. (Buena Salud, 2012)

Solamente en los casos extremos se recomienda el tratamiento farmacológico, los relajantes musculares y sedantes son utilizados para evitar que los síntomas de la enfermedad empeoren (Palazón 2001). Existen otros tratamientos alternativos en proceso de investigación como: técnicas de anclaje miofacial y energía muscular aplicados en los maseteros bilateralmente (Cejo 2011).

2. Dispositivo de Alerta y/o Rehabilitación Propuesto

Teniendo en cuenta que la mayoría de instrumentos **utilizados en la** rehabilitación del bruxismo están basados en el uso de galgas y piezoeléctricos, se propone el uso de una interfaz de captura de neuroseñales de alta resolución para detectar los movimientos debidos a esta enfermedad.

C P 6/5/13 15:38

Deleted: de

Una de las principales desventajas que sufren los pacientes de bruxismo que usan los instrumentos de rehabilitación tradicionales, es la incomodidad de poner en sus bocas férulas de plástico con circuitos y sensores internos. La ventaja del uso de la interfaz de adquisición de neuroseñales es que su uso es externo, por lo cual el paciente reducirá ampliamente las molestias que se pudieran generar.

2.1. Interfaz de alta resolución de neuroseñales

Hoy en día el desarrollo de las interfaces cerebrales es una realidad, tanto a nivel investigativo como comercial. Una de las interfaces más relevantes es la desarrollada por empresa Emotiv, la cual basándose en neuro-tecnología ha desarrollado un interfaz personal de interacción hombre-computador de bajo costo. En la figura 3 se puede apreciar la interfaz que contiene 16 sensores que captan las neuroseñales y una persona haciendo uso de la misma.

C P 6/5/13 15:39

Deleted: los

Figura 3. Interfaz de Captura de Neuroseñales de Alta Resolución (Emotiv Headset)



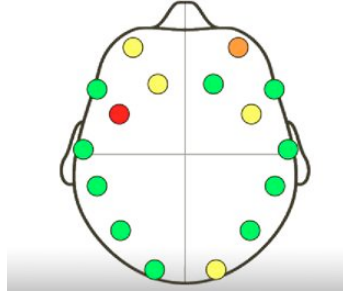
Fuente: Presentación propia de los autores

Esta interfaz es bastante liviana, flexible y posee un sistema de comunicación inalámbrico, razón por la cual no genera molestias significativas en los pacientes. Aunque la mayoría de aplicaciones de esta

interfaz son diseñadas para computadores también es posible conectarlas a teléfonos inteligentes (Stopczynski, 2011) con lo cual los usuarios podrían operar el sistema de rehabilitación del bruxismo con los mismo, de igual forma se pone a consideración que el tamaño de estas interfaces cada vez es más pequeño, por lo cual en un futuro muy próximo se contará con interfaces mínimamente perceptibles por los usuarios.

En la figura 4 se ilustra la distribución de los 16 sensores en el cráneo de los pacientes. Esta distribución permite capturar la principales señales genera por cerebro con las cuales se puede estimar gestos tales como el guiño de los ojo, fruncir el ceño, cerrar los ojos, entre otros. Por otra parte se pueden estimar emociones, estado de calma o excitación, meditación, distracción o concentración.

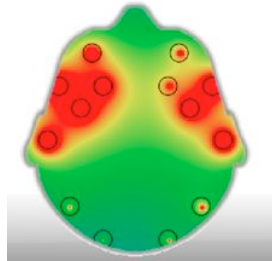
Figura 4. Esquema de distribución de los sensores



Fuente: Presentación propia de los autores-generada por medio de EPOC Panel Control (Expresiv Suit)

Cada gesto o emoción activa una o varias zonas del cerebro. Básicamente la interfaz se encarga de capturar las ondas Delta (1-4 Hz), Theta (4-7 Hz), Alfa (7-13 Hz) y Beta (13-30 Hz). En la figura 5 se ilustran las zonas cerebrales que son activadas cuando ocurre el bruxismo. En este caso se capturan las ondas Beta las cuales presentan más relevancia ante este evento. Es de destacar que al realizar un análisis de los diversos gestos, el chasqueo de dientes se caracteriza por su alta robuztes en la identificación, de forma muy similar con los movimiento de la cabeza.

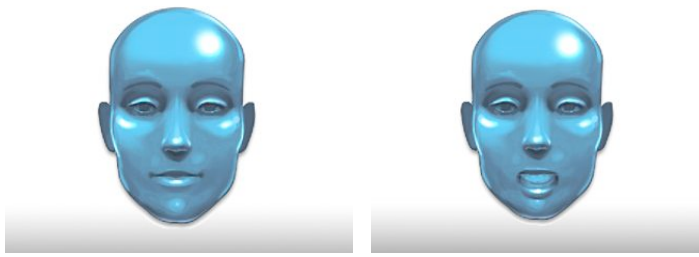
Figura 5. Mapa de Actividad Cerebral – Ondas Beta 13-30 Hz



Fuente: Presentación propia de los autores - generada por medio de Emotiv Brain Activiti Map

En la figura 6 se ilustra un ejemplo de reconocimiento de las neuroseñales al evidenciarse el bruxismo. En la figura 6(a) se observa cuando el paciente se encuentra en estado de reposo o normal y en la figura 6(b) cuando ejerce fuerza en la mandíbula.

Figura 6. Detección de la fuerza ejercida por la mandíbula



(a) Estado normal

(b) Ejerciendo fuerza con la mandibula

Fuente: Presentación propia de los autores-generada por medio de EPOC Panel Control (Expresiv Suit)

Una de las ventajas de usar el dispositivo Emotiv EPOC es la alta resolución de captura de las neuroseñales. Esta característica permite diferenciar gestos relativamente parecidos entre si. Unos ejemplos son la risa, la sonrisa, ladir la boca hacia la izquierda y hacia la derecha. Es de destacar que al utilizar la interfaz comercial EPOC de la empresa Emotiv no fue necesario realizar un algoritmo adicional de procesamiento de señales. Esto se debe a que posee un software que permite capturar por medio de entrenamiento diferentes tipos de patrones. Estos patrones se clasifican en: emocionales, expresivos y afectivos. La idea de este proyecto surgió al realizar experimentos con esta interfaz se detectó que los eventos de chasqueo de dientes se detectaban con una mayor robuztes que los otros eventos y sin necesidad de realizar un entrenamiento previo. Teniendo en cuenta que el bruxismo se caracteriza por este chasqueo se decicido crear este sistema de alerta. Por otra parte el auge que han tenido este tipo de interfaces a propiciado la producción en grandes cantidades de las mismas lo que aminora sustancialmente sus costos. Se tiene proyectado que en un futuro muy cercano, cuando salga a la venta las pequeñas interfaces moviles (interfaces conectadas a los celulares via bluetooth de reducido tamaño) se implemente en las mismas este tipo de sistemas.

C P 23/4/13 12:04

Formatted: Justified, None, Space After: 0 pt, No widow/orphan control, Tabs: 3,81

C P 23/4/13 12:04

Deleted: En la figura 7 se puede apreciar el reconocimiento efectivo de la sonrisa (gesto más similar al chasqueo de los dientes).

Figura 7. Detección de otros gestos similares



Fuente: Presentación propia de los autores-generada por medio de EPOC Panel Control (Expresiv Suit)

C P 6/5/13 15:41

Deleted: i

C P 23/4/13 12:04

Deleted: 8

C P 6/5/13 15:42

Deleted: u

C P 23/4/13 12:04

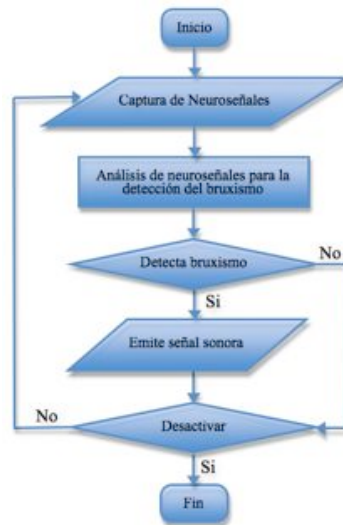
Deleted: 8

2.2. Funcionamiento del Algoritmo

La idea general del algoritmo propuesto es que cuando el paciente se encuentre durmiendo y comience a realizar eventos producidos por el bruxismo, un dispositivo (computador o telefono movil) emitirá una señal sonora haciendolo caer en cuenta del movimiento inconscientemente y así evitar el mismo. La señal sonora varía de acuerdo a la frecuencia con la cual se produzca los movimiento de la mandibula. Si el paciente realiza movimiento muy fuertes la señal se repetira con una frecuencia relevante y a medida que deje de hacerlos irá disminuyendo. El paciente puede graduar el volumen del sonido al igual que la sencibilidad con la cual se detectan sus movimientos mandibulares para evitar ser despertado, todo esto con el fin de reliazar una terapia a nivel inconciente y sin molestias.

En la figura 7, se ilustra el diagrama de flujo del algoritmo computacional implementado. En primer lugar se capturan las neuroseñales de alta resolución, posteriormente se analizan para determinar si estas señales corresponden con sueños (señales cognitivas y/o afectivas) o si el paciente esta realizando gestos derivados de los mismos (señales expresivas). Si el paciente esta realizando un gesto, se determina si clasifica como un evento derivado del bruxismo o no (dependiendo de las zonas del cerebro que se activan). En caso de clasificarse como un evento de bruxismo se genera una señal sonora que alerte inconcientemente al paciente para evitar la continuación del mismo. Posteriormente se realiza una verificación de desactivación del sistema para finalizar o no el algoritmo, en caso de ser negativo se continúa el ciclo con la captura de neuroseñales.

Figura 7. Diagrama de flujo del algoritmo



Fuente: Presentación propia de los autores

Otra posible señal que podría emplear el sistema para alertar al usuario de los eventos de bruxismo es por medio dispositivo de vibración similar a los implementados en los celulares. Esta segunda alternativa se podría implementar en los casos en que los usuarios duerman acompañados y no deseen incomodar.

3. Análisis de Resultados

Para corroborar el correcto funcionamiento del sistema propuesto, se realizaron dos tipos experimentos con 10 usuarios. En el primer experimento los usuarios utilizaban solamente la interfaz BCI y se les pedía verificar que cuando apretaran los dientes se reprodujera la señal sonora de alerta.

En todos los casos los usuarios afirmaron que tan pronto comenzaban a realizar fuerza con su manibula se activaban las señales sonoras de alerta del bruximos.

En la figura 8 se ilustran los resultados del experimento donde se inhabilitaban las señales sonoras del sistema y por el contrario se le pedía a los usuarios que introdujeran un plastico bastante ruidoso de tal forma que por medio de un microfono ubicado cerca de los labios se podian escuchar sonidos cuando los usuarios rechinaban los dientes. En esta gráfica se puede apreciar el sonido producido por el plastico y los marcadores que indican la activación de las neuroseñales correspondientes al bruxismo los cuales corresponden correctamente y permite la verificación del sistema.

Figura 8. Detección de eventos de bruxismo y verificación sonora

C P 23/4/13 11:42

Deleted: varion

C P 23/4/13 11:42

Deleted: multiples

C P 23/4/13 12:04

Deleted: 9

C P 23/4/13 11:43

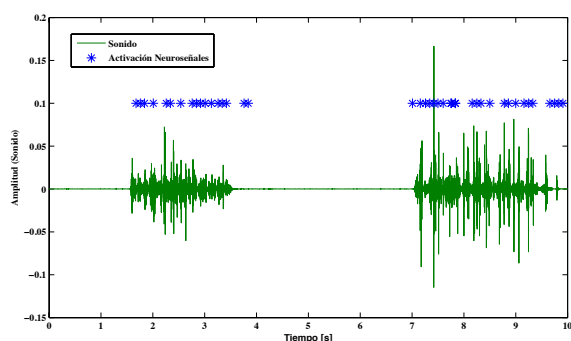
Deleted: otro

C P 23/4/13 11:51

Deleted: .

C P 23/4/13 12:04

Deleted: 9

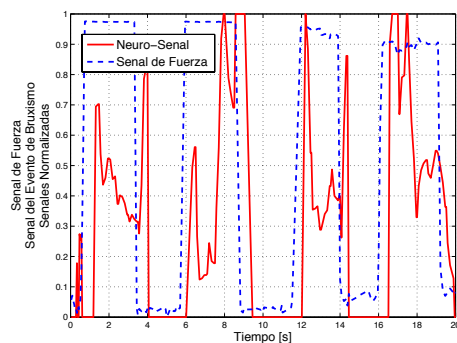


Fuente: Presentación propia de los autores

Como segundo método de verificación se realizó un montaje en el cual por medio de un sensor de fuerza (Flexiforce A201) se detectaba cuando los usuarios realizan o no fuerza con sus dientes. El sensor de fuerza fue ubicado en el medio de dos laminas de acetato (0,8 mm de espesor) y recubierto por medio de un forro plastico, con el fin de no sufrir daños. Este dispositivo se posiciono sobre los dientes molares de los 10 usuarios y se realizó un experimento en el cual se le pedia a los usuarios realizar varias mordidas consecutivas durante 20 segundos. Cabe la pena resaltar que la detección fue exitosa en todos los casos.

En la figura 9 se evidencian los resultados de uno de los experimentos. Se puede apreciar que las dos señales (fuerza y eventos de mordida) fueron normalizadas para ser comparadas. Se observa como la señal generada por la BCI se activa casi simultáneamente con respecto a la señal generada por sensor de fuerza.

Figura 9. Detección de eventos de bruxismo y verificación por medio de un sensor de fuerza



Fuente: Presentación propia de los autores

Adicionalmente a estos experimentos, se realizó una prueba donde un usuario con problemas de bruxismo diurno, utilizó el sistema durante 4 horas. En este tiempo el usuario desarrolló tareas cotidianas en su jornada laboral. El usuario manifestó una actitud positiva frente al sistema debido a que lo hizo caer en cuenta cuando apretaba los dientes. Cabe resaltar que el usuario requirió variar los

C P 23/4/13 11:28
Formatted: Justified

C P 23/4/13 11:19
Formatted: Font:Times New Roman, 12 pt

niveles de detección de los eventos (bajo el umbral de detección) con el fin de no activar las alertas bajo movimientos comunes. Esto es un problema común en el bruxismo diurno.

4. Conclusiones

El sistema de alerta y rehabilitación basado en la interfaz de captura de neuroseñales funciona correctamente tal como se verifico por medio de los dos métodos experimentales para detectar los eventos asociados al bruxismo, brindando un tratamiento alternativo a este problema.

Dada la efectividad del sistema, este también podría servir como instrumento para diagnóstico temprano de este tipo de enfermedades. A su vez se puede cuantificar la frecuencia de ocurrencia en pacientes y así poder generar y/o alimentar las bases de datos de epidemiología.

Los experimentos de verificación del sistema por medio del sensor de fuerza, demostraron un 100% de éxito de la detección de los eventos de mordida utilizando la BCI. Sin embargo tiene como limitaciones un mantenimiento continuo de los sensores (limpieza) y una autonomía de aproximadamente 10 horas.

Dado que el principal problema del bruxismo es el desgaste de los dientes debido a las fuerzas producidas por los eventos de mordida, el sistema propuesto funciona como alternativa para la detección de esta enfermedad.

Se espera que las características de los nuevos dispositivos BCI que estan en proceso de desarrollo, como: mayor autonomía, mayor robustez, menor tamaño, reducción del número de sensores y en especial la conexión a dispositivos móviles y redes permita la aplicación del algoritmo propuesto brindando una mayor comodidad a los usuarios. Adicionalmente como trabajo futuro se propone utilizar la detección de otros eventos que suministran estos dispositivos comerciales, tales como el nivel de concentración, nivel de frustración y emoción con el fin de relacionarlos con esta enfermedad.

Las neuroseñales correspondientes a fuerzas producidas con la mandíbula son fácilmente detectadas, por lo cual pueden utilizarse como instrumento de control de dispositivos en personas incapacitadas, como por ejemplo pacientes cuadriplejicos controlando su silla de ruedas o sistemas de comunicación.

Referencias

ALZUBI, H.S.; AL-ZUBI, N.S.; AL-NUAIMY, W., "Toward Inexpensive and Practical Brain Computer Interface," *Developments in E-systems Engineering (DeSE)*, 2011 , vol., no., pp.98-101, 6-8 Dec. 2011.

AN LUO, THOMAS J SULLIVAN; "A user-friendly SSVEP-based brain-computer interface using a time-domain classifier" journal of neural engineering, 2010

CEJO, P.; LEGAL, L; "Effects of the myofascial anchorage and muscular energy techniques in patients with bruxism". *Revista Osteopatía Científica*, ELSEVIER, 06 :46-52 - vol.06 núm 02. 2011.

CROWLEY KATIE, AIDAN SLINNEY, IAN PITT, DAVE MURPHY; "Evaluating a Brain-Computer Interface to Categorise Human Emotional Response" IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 2010 pp 276-278

DELA, K.; DE QUEIROZ, J. "Bruxismo na infância: fatores etiológicos e possíveis tratamentos". *Revista de Odontologia da UNESP*. vol 35(2): 157-163. 2006.

DELGADO, M; PUJOL, T; "Infantile bruxism: an alarm signal". *Revista Aten Primaria*, ELSEVIER, ISSN: 0212-6567. 17:172-3. - vol.17, núm 2. 1996.

C P 3/5/13 20:25

Formatted: Justified

C P 23/4/13 11:59

Deleted: /o

C P 3/5/13 19:43

Formatted: Indent: First line: 1,25 cm

C P 14/6/13 15:20

Deleted: .

C P 6/5/13 15:44

Deleted: ?

EGAN, G.F.;, "Neuroinformatics: development of shared neuroscience databases and tools at the Australian National Neuroscience Facility," *Neural Networks, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International Joint Conference on* , vol.1, no., pp. 4 vol. (xlvii+3302), 25-29 July 2004.

FRUGONE R. y RODRIGUEZ, C. Bruxismo. *Av Odontostomatol* [online]. 2003, vol.19, n.3, pp. 123-130. ISSN 0213-1285.

GONZÁLEZ, C.; LANTADA, A.D.;, "A wearable passive force sensor powered by an active interrogator intended for intra-splint use for the detection and recording of bruxism," *Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2009. PervasiveHealth 2009. 3rd International Conference on* , IEEE. vol., no., pp.1-4, 2009.

GÓMEZ F; "Can bruxism be useful the Central Nervous System to reduce stress?". *Revista Gaceta médica Bilbao*, ISSN: 0304-4858. ELSEVIER, 98 :113-6 - vol.98 núm 04. 2001

JAEN F. "El bruxismo, un mal que casi todos padecemos". Internet: www.saludpanama.com. Consulta [Abril 6 - 2012]

JAUME, S.; KNOBE, K.; NEWTON, R.R.; SCHLIMBACH, F.; BLOWER, M.; REID, R.C.; , "A Multiscale Parallel Computing Architecture for Automated Segmentation of the Brain Connectome," *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on* , vol.59, no.1, pp.35-38. 2012.

JUNG HO KIM; MCAULIFFE, P.; O'CONNEL, B.; DIAMOND, D.; KING TONG LAU; , "Development of Bite Guard for Wireless Monitoring of Bruxism Using Pressure-Sensitive Polymer," *Body Sensor Networks (BSN), 2010 International Conference on* , IEEE. vol., no., pp.109-116, 7-9, 2010.

MARTÍNEZ, A.; BARRIENTOS, A.; DÍAZ, A.; LAFONT, P.; COLORADO, J.; CASTEDO, P.L.; González, R.; , "Polymeric piezoelectric sensors and remote communication for detection of bruxism," *Industrial Technology (ICIT), 2010 IEEE International Conference on* , vol., no., pp.268-273, 2010.

MARTÍNEZ, I; TOLEDO, B; PRENDES, T; CARVAJAL, A; DELGADO, T; MORALES, A. "Risk facts in patients with temporomandibular dysfunction". *Revista Médica Electronica. Matanzas – Cuba*. 2009.

MONCADA, L; GALLARDO, I; AGUILAR, L; CONEJAN, C; DREYER, E; ROJAS, G. "Bruxers presents a distinctivestyle of personality". *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatria*. Santiago-Chile. 2009.

PALAZÓN, R; BERROCAL, I; CABAÑAS, J. "Treatment of bruxism with botulinim toxin". *Revista Rehabilitación*, ELSEVIER, ISSN: 0048-7120. 35:253-5. - vol.35 núm 04. 2001.

PALUMBO, A.; PACE, C.; FARELLA, M.; COCORULLO, G.; , "An example of System on Chip design for biomedical applications: bruxism therapy," *Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings, 2007. IMTC 2007. IEEE*, vol., no., pp.1-3, 2007.

PÉREZ, M. LEMUS, L; ALMAGRO, S; ROBLEDO; M. “Rehabilitación protésica del bruxismo en el adulto”, La Habana. Internet: <http://bvs.sld.cu>, consulta [Abril 5 – 2012]

SACOTO M. “Estadística sobre el bruxismo en adultos y niños”. Internet: mariansacotonavia.com, Consulta [Abril 4 – 2012]

SAKAI, R.; YOSHIDA, H.; KAWAHATA, N.; KIKUCHI, M.; NAKAJIMA, I.; , "Realization of anterior guidance with canine and occlusion by a mastication motion simulator," *SICE 2004 Annual Conference* ,IEEE. vol.2, no., pp.1715-1720 vol. 2, 2004.

SERRA, J; PAIVA, S; SEABRA, A. “Prevalence of sleep bruxism in a group of Brazilian school children”. Internet: www.psiquiatria.com, consulta [Abril 5 – 2012]

STOPCZYNSKI A.; LARSEN J. AND STAHLHUT C.; PETERSEN M.; HANSEN L. “A smartphone interface for a wireless EEG headset with real-time 3D reconstruction” *Affective Computing and Intelligent Interaction*, Springer Berlin/Heidelberg, pp 317-318. 2011.

Revista Buena Salud, <http://www.revistabuenasalud.com/bruxismo-soluciones-para-quienes-rechinan-los-dientes-al-dormir/>, XYZ Editora - Av. Ingeniero Huergo 1181 1er Piso Depto. "A" (1107) - Buenos Aires, Argentina [online] - [20 de abril 2012].

REY A. Imagen tomada de <http://antonioreygil.blogspot.com/2010/06/el-bruxismo-es-considerado-un-trastorno.html> [online] - [20 de abril 2012].

[VERSIANI, L.; DE TOLEDO, O.; MORAES, S. "Relação entre bruxismo, fatores oclusais e hábitos bucais" Dental Press J. Orthodontia. v. 15, no. 2, p. 97-104, Mar./Apr. 2010](#)