

NEUROFEEDBACK

APLICADO EN EL SÍNDROME DE FIBROMIALGIA

AUTORES

Sadi Kyiran, Erbil Dursuna, Nigar Dursun (Universidad Kocaeli)
Numan Ermutlu (Universidad Bilim de Estambul)
Sacit Karamursel (Universidad de Estambul)

AÑO

2007

RESUMEN

Neurofeedback es una estrategia de aprendizaje que permite a las personas alterar sus ondas cerebrales. En el presente estudio aplicamos un protocolo de Neurofeedback a tres pacientes con Síndrome de Fibromialgia (SF). Los síntomas y condiciones clínicas de los pacientes estaban vinculadas a la fibromialgia y se realizaron antes y después del entrenamiento con Neurofeedback los siguientes tests: la Escala Visual Análoga para dolor y fatiga, Escala-Inventario de Hamilton para Ansiedad y Depresión, Escala-Inventario de Beck para Depresión y Ansiedad y el SF-36. La mayor parte de los síntomas disminuyeron tras 10 sesiones. También hubo una mejora en todas las escalas tras el tratamiento. Los resultados de esta investigación pueden sugerir que el entrenamiento de Neurofeedback es un nuevo método innovador para tratar el Síndrome de Fibromialgia (SF).

INTRODUCCIÓN

El biofeedback electroencefalográfico (EEG) es un procedimiento de condicionamiento operante que apoya la habilidad individual para modificar la amplitud, frecuencia y coherencia de las dinámicas neurofisiológicas del cerebro (Egner and Gruzelier, 2004). La aplicación terapéutica del EEG biofeedback se denomina habitualmente "Neurofeedback" (NFB) (Vernon et al. 2003, Lubar 1997). NFB tiene varias aplicaciones clínicas como la epilepsia, el déficit de atención e hiperactividad, la adicción del alcohol y el estrés postraumático. **El entrenamiento del ritmo sensomotor (SMR) es uno de los protocolos de NFB más aplicados en Neurofeedback** (Egner et al.2004). El SMR se asocia generalmente a una calma física y una mente atenta. Este patrón se encuentra disminuido cuando se sufre trastornos como ansiedad, pánico, dolor crónico, migrañas, desórdenes de atención, bajos estados de ánimo y estrés (Laibow 1999).

Se cree que la actividad SMR se genera mediante interacciones talámocorticales durante la actividad en el núcleo ventrobasal talámico asociado con la supresión de los nervios aferentes (Howe 1972). El entrenamiento del SMR (ritmo sensomotor) parece facilitar estos mecanismos inhibitorios del tálamo. Por otra parte, la capacidad entrenada de la actividad SMR tiene implicaciones cognitivas como la reducción de la impulsividad e hiperactividad, potenciación del proceso de atención y la mejora de la memoria semántica.

El síndrome de fibromialgia (SF) es un desorden de etiología incierta caracterizado por un dolor musculoesquelético extendido, sensibilidad incrementada en múltiples puntos y varios síntomas que incluyen fatiga, problemas de sueños, rigidez en las mañanas, dolores de cabeza, depresión, colón irritable y síndrome de uretra en las mujeres. Los pacientes de fibromialgia se quejan también frecuentemente de pérdida de memoria y atención. Los tests neuropsicológicos revelan una pobre memoria a largo plazo, déficits de vocabulario y lenta velocidad en el procesamiento de la información. Se observan en este síndrome una amplificación de percepción del dolor y una neurosensibilización, y ambos rasgos están relacionados con los mecanismos desinhibitorios. Alanoglu et al. 2005, Ozgocmen et al. 2002 and 2003, Howe 1972 demostraron que amplitudes reducidas de P300 en los pacientes con FMS. P300 se postulan como un reflejo de la activación de los procesos inhibitorios, la amplitud de P300 refleja la inhibición del sistema nervioso central; cuanto mayor es la amplitud, mayor es la inhibición (Tomberg and Desmedt, 1998). El entrenamiento del SMR (ritmo sensomotor) incrementa las amplitudes P300 lo que apoya el hecho de que el entrenamiento del SMR facilita los mecanismos inhibitorios talamocorticales (Egner and Gruzelier 2001).

Tomando toda esta información previa en consideración, hipotetizamos que el entrenamiento con Neurofeedback dirigido a potenciar la actividad de SMR (ritmo sensomotor) pudiera ser útil terapéuticamente para los pacientes con fibromialgia. En este estudio preliminar, el entrenamiento de SMR fue utilizado para aliviar los síntomas clínicos de tres pacientes de fibromialgia con el objetivo de postular un nuevo abordaje de este síndrome.

PRESENTACIÓN DEL CASO

Tres pacientes se inscribieron en el Servicio Ambulatorio del Departamento de Rehabilitación y Medicina Física de la Universidad de Kocaeli donde fueron diagnosticados de fibromialgia, de acuerdo con los criterios del Colegio Americano de Rematología (Wolfe et al.1990). Todos los pacientes indicaron que no recibían ninguna medicación u otros tratamientos para el síndrome, excepto simples analgésicos. El entrenamiento de SMR (ritmo sensomotor) se realizó con el programa Alien Technik y con el BrainFeedback 3. El electroencefalograma fue registrado desde C4 (de acuerdo al standard 10-20) con una banda de 46 Hz y los electrodos referenciados situados en la parte izquierda, y el electrodo tierra en la oreja. La señal fue registrada a 256 Hz, se realizó proceso de conversión de A/D y la banda filtrada para extraer delta (1-4Hz), theta (4-7Hz), alpha (8-12Hz), SMR (12-15 Hz), beta1 (15-20 Hz) y la "high beta" (22-30 Hz). La impedancia se mantuvo por debajo de 5 kw y el umbral de rechazo fue separado para cada cliente, para así evitar las fluctuaciones electroencefalográficas causadas por el movimiento de ojos y cuerpo. Los valores de las bandas de amplitud se transformaron online en feedback mediante representaciones visuales. Los pacientes fueron informados sobre el sistema de feedback e instruidos sobre el proceso de feedback continuo para tratar de maximizar su puntuación. Cada vez que los pacientes mejoraban su actividad SMR (ritmo sensomotor) y se reducía su actividad theta en relación a los valores

tomados antes del feedback, se recompensaba al paciente (puntos y sonidos) y también sus puntuaciones. El tratamiento fue de sesiones de 30 minutos con una frecuencia de 3 sesiones a la semana. Las amplitudes medias de SMR, theta y los ratios de θ /SMR fueron grabados durante y tras el tratamiento.

Se interrogó sobre los síntomas de fibromialgia como dolor, rigidez matinal, parestesia subjetiva, problemas de sueño, ansiedad, dolor de cabeza, dismenorrea, colón irritable, depresión, síndrome de uretra femenino y la fatiga crónica. Se anotaron como presentes o ausentes antes del tratamiento; y como presente, ausente o disminuido tras el tratamiento. Los pacientes fueron también evaluados con los siguientes tests: una escala separada de 10 cm de una escala visual análoga (VAS) para dolor y cansancio, la escala Hamilton para la Ansiedad (HAS), la escala de Beck para depresión (BDS), la escala de Beck para ansiedad (BAS) y el registro corto 36 (SF36). Las subescalas del SF36 son de funciones físicas, funciones sociales, roles físicos, roles emocionales, salud mental, vitalidad, dolor físico, y salud general. SF36 fue usado para evaluar el impacto del Neurofeedback en la calidad de vida de los pacientes, siendo unas puntuaciones mayores una mejor calidad de vida.

Caso 1.

BC era una mujer de 33 años que trabajaba en la universidad como secretaria. Tenía dolor musculoesquelético extendido, rigidez matinal, problemas de sueño, ansiedad, dolor de cabeza, dismenorrea, colón irritable, depresión, parestesia en las manos y fatiga crónica desde hacía dos años.

Caso 2.

IT era una mujer de 30 años que trabajaba como empleada en un banco. Sus quejas incluían dolor musculoesquelético generalizado, rigidez matinal, ansiedad, parestesia subjetiva, síndrome de uretra femenino, colón irritable, depresión, parestesia en manos y fatiga crónica desde hacía 4 años.

Caso 3.

CS era una mujer de 31 años que trabajaba en la universidad como empleada. Tenía síntomas de fibromialgia que incluían dolor musculoesquelético generalizado, rigidez matinal, problemas de sueños, ansiedad, síndrome de uretra femenino, dolor de cabeza, dismenorrea, depresión, parestesia en las manos y fatiga crónica desde hacía 6 meses.

Se llevaron a cabo 10 sesiones de entrenamiento de SMR (ritmo sensomotor) en cada paciente. Los valores durante y después del tratamiento de los tests VAS, HDS, HAS, BDS y BAS se muestran en el cuadro 1, y las amplitudes de SMR y theta, y el ratio θ /SMR se muestran en el cuadro 2.

La mayor parte de los síntomas relacionados con la fibromialgia disminuyeron en todos los casos tras el tratamiento.

- El dolor musculoesquelético extendido, la rigidez matinal, problemas de sueño, dolor de cabeza, colón irritable y la fatiga crónica se eliminaron en el paciente 1.
- El dolor musculoesquelético, la parestesia subjetiva y el síndrome de uretra femenino desaparecieron en el paciente 2.
- El dolor musculoesquelético extendido, la rigidez matinal, los problemas de sueño, el síndrome de uretra femenino, el dolor de cabeza y la parestesia en las manos desaparecieron en el paciente 3.

Se observó una mejora en todas las subescalas del SF36 en los pacientes 1 y 2.

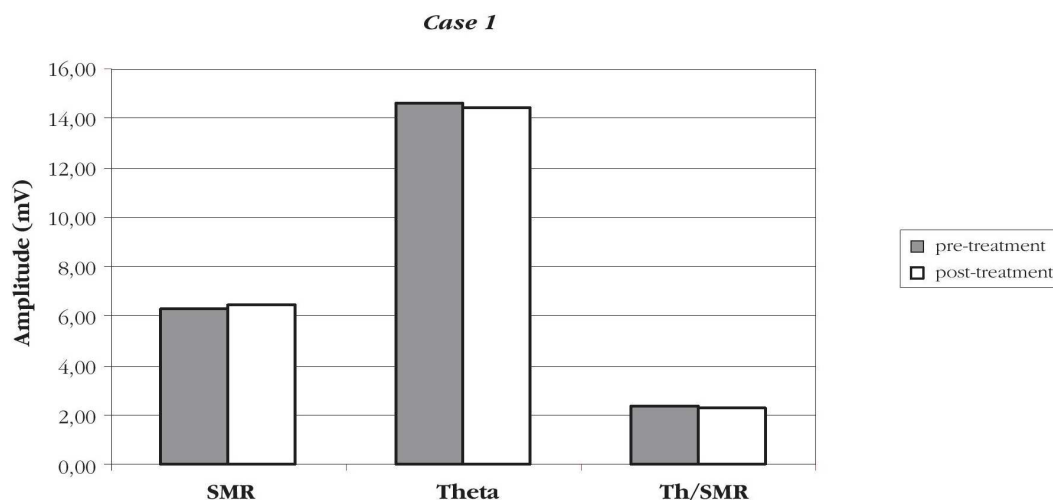
En cuanto a los registros electroencefalográficos, se observó una tendencia a incrementar y una tendencia a disminuir en los valores SMR y theta/SMR, respectivamente.

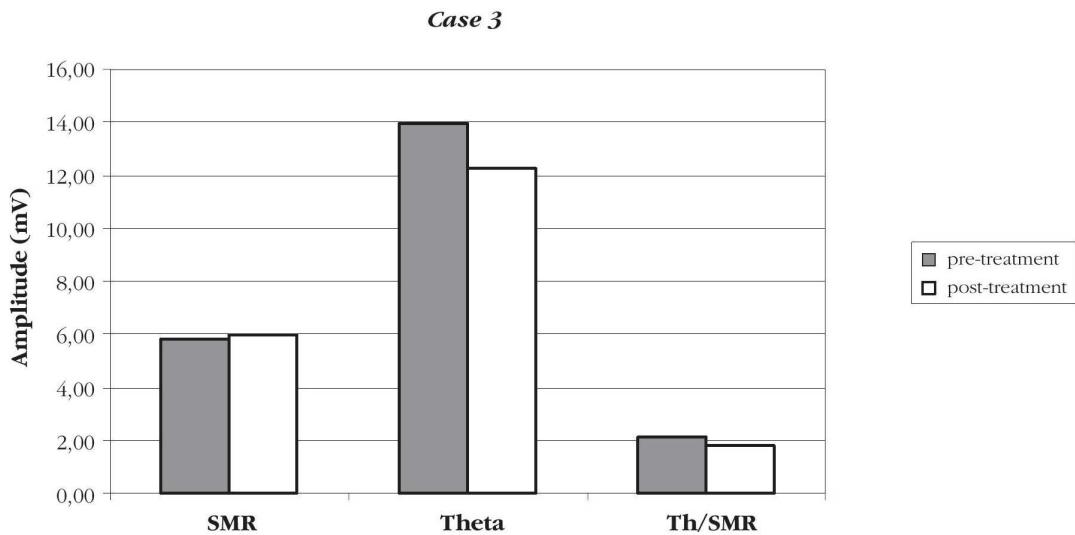
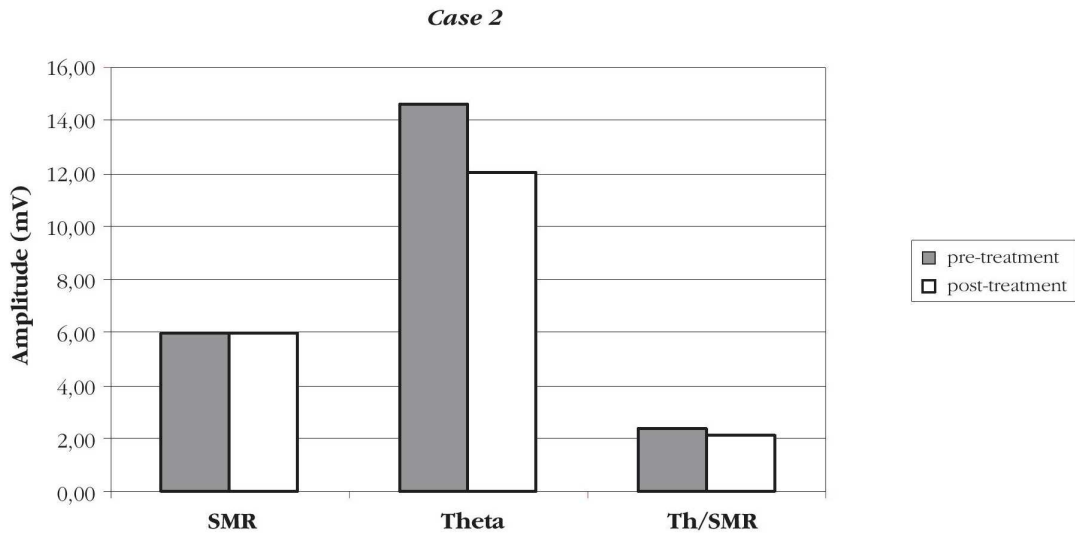
Cuadro 1. Valores pre-tratamiento y post-tratamiento de los tests VAS, HDS, HAS, BAS y SF36. Las subescalas del SF36 son de funcionamiento físico.

ASSESSMENT SCALE	BC		IT		CS	
	Pre-T*	Post-T ^{&}	Pre-T	Post-T	Pre-T	Post-T
VAS (PAIN)	8.00	4.00	8.00	3.50	5.00	2.00
VAS (FATIGUE)	9.00	5.00	8.00	5.00	4.00	1.50
HDS	21.00	6.00	17.00	3.00	5.00	3.00
HAS	38.00	14.00	35.00	3.00	14.00	4.00
BDS	21.00	4.00	9.00	1.00	1,00	1.00
BAS	43.00	15.00	8.00	1.00	4.00	4.00
SF-36						
Physical functioning	44.40	72.20	61.10	77.70	88.88	88.88
Role Limitations	25	50	0	100	100	100
Bodily Pain	22.50	67.50	57.50	67.50	90	90
Social Functioning	25	62.50	87.50	75	100	62.50
General Mental Health	24	72	68	84	68	76
Role Limitations due to Emotional Problems	0	66.66	100	100	100	66.66
Vitality, Energy or Fatigue	15	60	60	70	70	70
Health Compared to Last Year	25	75	75	100	75	75

* Pre-T= Pre-treatment
& Post-T= Post-treatment

Cuadro 2. Cambios en valores de SMR (ritmo sensoriomotor) y de theta así como en los ratios de theta/SMR durante el tratamiento de Neurofeedback.





EXPOSICIÓN

En este estudio preliminar, en relación con las bases teóricas del efecto facilitador de los mecanismos de inhibición talámicos del entrenamiento de SMR (ritmo sensoriomotor), un nuevo abordaje terapéutico fue aplicado a 3 pacientes de fibromialgia.

Diez sesiones de entrenamiento de SMR tuvieron como resultado una mejora en los síntomas clínicos de todos los pacientes y los resultados fueron prometedores.

En la literatura actual los investigadores han examinado los efectos del Neurofeedback para el tratamiento de un amplio abanico de desórdenes psiquiátricos y médicos, incluyendo desórdenes convulsivos, déficit de atención, déficit de atención e hiperactividad, alcoholismo, estrés postraumático, problemas del estado de ánimo, ansiedad, problemas de aprendizaje y dolor crónico (Kop et al. 2005, Monastra 2003, Monastra et al. 2002, Lalbow, 1999). En relación a estas dolencias, era posible que el espectro de las frecuencias del electroencefalograma fueran anormales y Neurofeedback podía facilitar la modulación de los niveles de excitación en el sistema tálamo-cortical a través de la modificación de la amplitud y coherencia de las dinámicas neurofisiológicas del cerebro. Desde el impacto evidente del entrenamiento de SMR en la excitación sensoriomotora, Lubar y sus colaboradores extrapolaron la aplicación del entrenamiento

de SMR (ritmo sensomotor) al tratamiento para el desorden de hiperactividad (Shouse and Lubar 1979, Lubar and Shouse 1976). En el estudio de seguimiento de 10 años que hicieron, informaron que el 80% de los pacientes con déficit de atención e hiperactividad habían mejorado con Neurofeedback (Lubar et al., 1995).

El componente P300 de los potenciales evocados (ERP) es un potencial positivo que alcanza su punto máximo en el lado parietal a unos 300-700 ms tras el estímulo. El P300 ha sido propuesto como localización para el reflejo atencional y procesos de actualización de la memoria (Polich and Herbst 2000), y de la activación de procesos inhibitorios. La amplitud de P300 refleja la inhibición del sistema nervioso central; cuanto mayor es la amplitud, mayor es la inhibición (Tomberg and Desmedt 1998) mientras que su tiempo de incidencia (latencia) refleja la velocidad del procesamiento mental (Polich and Herbst 2000); cuanto antes sucede la latencia, más fácil es el procesamiento. El hallazgo de una reducida amplitud y una prolongada latencia de P300 puede sugerir una disminución en los procesos inhibitorios y/o depresión. El entrenamiento de SMR (ritmo sensomotor) incrementa las amplitudes de P300 lo que apoya el hecho de que el entrenamiento de SMR facilita los mecanismos de inhibición tálamo-corticales (Egner and Gruzelier 2001).

Los estados de dolor crónico están asociados con un flujo reducido de sangre en el tálamo, mientras que el dolor agudo lo está con un incremento en el flujo de sangre en el tálamo (Mountz et al. 1995). Se cree que la razón de esta diferencia está en el incremento de la desinhibición del tálamo medial para el dolor crónico. Mountz et al. (1995 b) reseñaron que los pacientes de fibromialgia tenían un decremento en el flujo sanguíneo tálamico y del núcleo caudado, en comparación a controles de imagen tomográfica de la emisión de un simple fotón. Los estudios de ERP muestran también que la desinhibición de la fisiología del sistema nervioso central se asocia en varias dolencias. Ha sido estudiado que las amplitudes P300 se reducían en condiciones clínicas como esquizofrenia, alcoholismo, déficit de atención e hiperactividad, Parkinson y Alzheimer (Ozdogan et al. 2004, Pokryszko-Dragan et al. 2003, Van der Stelt et al. 1998, Logoupulos et al. 1998, Roth and Cannon 1972). Ozgocmen et al. (2002 y 2003) y Alanoglu et al. (2005) demostraron que existían amplitudes reducidas de P300 en pacientes con fibromialgia, y la sertralina (antidepresivo) incrementó la amplitud del P300 en 8 semanas (Ozgocmen et al. 2003). Por lo tanto, podemos postular la idea de que algunos beneficios pueden ser obtenidos a través del tratamiento que alteren P300 como el entrenamiento de SMR (ritmo sensomotor).

Los actuales métodos de tratamiento para la fibromialgia, incluyendo medicación, ejercicio, terapia física y ocupacional, biofeedback, terapias cognitivo-conductuales raramente conducen a un alivio a largo plazo. Los terapeutas a menudo combinan los tratamientos para obtener el mejor resultado y esto es generalmente conveniente. Los factores psicológicos y psicofisiológicos juegan un papel importante en la fibromialgia, y esos factores influyen en los procesos del sistema nervioso central relacionados con la psicopatología de la fibromialgia (Monastra, 2003). Así que las intervenciones como EMG biofeedback, terapias de relajación, terapias cognitivo-conductuales y Neurofeedback pueden tener efecto no sólo en las actitudes y creencias sobre los síntomas y funcionamiento del paciente, sino también sobre la fisiología y el dolor. Junto a esto, el posible efecto facilitador de los mecanismos de inhibición talámicos del entrenamiento de SMR puede también ayudar a predecir que el Neurofeedback puede ser un candidato firme a los tratamientos de fibromialgia. Mueller et al. (2001) siguieron a 30 pacientes de fibromialgia con los que habían hecho una intervención basada en ondas cerebrales conocida como estimulación electroencefalográfica (EDS). Estos

pacientes experimentaron reducciones significativas en los síntomas de la fibromialgia, mejoras significativas se obtuvieron no sólo en la intensidad del dolor sino también en dificultades del proceso cognitivo, ánimo, sueño y fatiga. En cuanto a las bandas de ondas, las principales amplitudes de delta, theta y alpha fueron significativamente reducidas tras el tratamiento.

En nuestro estudio, tras 10 sesiones de Neurofeedback, gran parte de los síntomas de los pacientes se habían reducido, y algunas se obtuvieron progresos en los tests de HDS, HAS, BDS, BAS, SF-36 y VAS. Por otra parte, cuando se evaluó sus bandas de ondas, se encontró una tendencia de aumento en los valores de SMR, y una tendencia de reducción en los valores de theta.

Aunque es imposible llegar a una conclusión definitiva con un estudio de tres casos, las mejoras clínicas sugieren que Neurofeedback puede ser un nuevo y complementario tratamiento para la fibromialgia. Y teniendo en cuenta los efectos inhibitorios del entrenamiento de SMR (ritmo sensoriomotor), el mecanismo central desinhibitorio puede jugar un papel importante en la patofisiología de la fibromialgia. Por lo tanto, parece que merece la pena llevar a cabo más ensayos clínicos controlados con muestras más amplia y seguimientos a largo plazo en la aplicación de Neurofeedback para pacientes de fibromialgia.

Neurofeedback in fibromyalgia syndrome

Sadi Kayıran*, Erbil Dursun*, Numan Ermutlu**, Nigar Dursun*, Sacit Karamursel***

ÖZET

Fibromyalji sendromunda nörofeedback

EEGbiofeedback (Nörofeedback-NFB), kişilerin beyin dalgalarını değiştirebilmelerini sağlayan bir öğrenme stratejisidir. Bu olgu sunumunda, Fibromyalji Sendromu (FMS) bulunan üç hastaya NFB protokolü uyguladık. Vizüel Analog Skala ile ağrı değerlendirmesi, yorgunluk, Hamilton Depresyon ve Anksiyete Çizelgesi Ölçeği, Beck Depresyon ve Anksiyete Çizelgesi Ölçeği ve SF-36 kayıtları, NFB uygulaması öncesinde ve sonrasında değerlendirildi. On seans sonunda semptomların çoğu azaldı. Ölçeklerin tümünde tedavi sonrası ilerleme kaydedildi. Bu çalışmanın sonuçları, NFB uygulamasına FMS tedavisinde yeni bir metot olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Nörofeedback, Fibromyalji Sendromu, ağrı

SUMMARY

EEG Biofeedback (Neurofeedback-NFB) is a learning strategy that enables people to alter their brainwaves. In the present case study, we applied a NFB protocol on three patients with Fibromyalgia Syndrome (FMS). The existing symptoms and clinical conditions of the patients attributed to FMS, Visual Analog Scale for pain and fatigue, Hamilton Depression and Anxiety Inventory Scales, Beck Depression and Anxiety Inventory Scales, and SF-36 were recorded before and after NFB training. Most of the symptoms were decreased after ten sessions. There was also improvement in all of the scales after the treatment. The results of the present study may suggest NFB training as a novel treatment method in FMS.

Key words: Neurofeedback, Fibromyalgia Syndrome, pain

(*) Kocaeli Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Kocaeli

(**) İstanbul Bilim Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

(***) İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

Başvuru adresi:

Prof. Dr. Erbil Dursun, Manolya 1/6, Da: 2, K.Bakkalköy, Atasehir 34758 İstanbul
Tel: (0 262) 303 76 14 e-posta: erbildursun@hotmail.com

(*) Kocaeli University, Faculty of Medicine, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Kocaeli

(**) Istanbul Science University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Istanbul

(***) Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Department of Physiology, Istanbul

Correspondence to:

Prof. Erbil Dursun, MD, Manolya 1/6, Da: 2, K.Bakkalköy, Atasehir 34758 İstanbul, TURKEY
Tel: (+90 262) 303 76 14 e-mail: erbildursun@hotmail.com

Introduction

Electroencephalographic (EEG) biofeedback is an operant conditioning procedure that supports the individual's ability to modify the amplitude, frequency or coherency of the neurophysiologic dynamics of the brain (Egner and Gruzelier 2004). Therapeutic application of EEG biofeedback is often referred to as "Neurofeedback (NFB)" (Vernon et al. 2003, Lubar 1997). NFB has various clinical applications such as epilepsy, attention deficit hyperactivity disorder, alcohol abuse and post traumatic stress disorder. Sensorimotor rhythm (SMR) training is one of the most commonly applied NFB protocol (Egner et al. 2004). SMR is normally associated with a quiet body and active mind. It is often depressed in anxiety, panic, chronic pain, migraine, attention deficit disorders, mood disorders, and other stress related disorders (Laibow 1999).

SMR activity is thought to be generated through thalamocortical interactions during burst firing activity in ventrobasal thalamic relay nuclei associated with the suppression of somatosensory afferent gating (Howe 1972). SMR training appears to facilitate thalamic inhibitory mechanisms. On the other hand, the trained enhancement of SMR activity has cognitive implications such as reducing impulsiveness/hyperactivity, enhancing attention processing and semantic memory performance (Serman 1996).

Fibromyalgia syndrome (FMS) is a disorder of uncertain etiology characterized by widespread musculoskeletal pain, increased tenderness in multiple points, and several symptoms including fatigue, sleep disturbances, morning stiffness, headache, depression, irritable colon disease and female urethral syndrome. FMS patients frequently complain of deficits in memory and attention. Neuropsychological tests have revealed poor working and long term memory, vocabulary deficits and lower information processing speed. In FMS perceptual amplification of pain, and neurosensitization are observed, both of which might be related to disinhibitory mechanisms (Alanoglu et al. 2005, Ozgocmen et al. 2002 and 2003, Howe 1972) demonstrated reduced P300 amplitudes in patients with FMS. P300 has been proposed to reflect the activation of inhibitory processes, the amplitude of P300 reflects central nervous system (CNS) inhibition; the larger the amplitude, the more the inhibition (Tomberg and Desmedt, 1998). SMR training increases P300 amplitudes which support the fact that SMR training facilitates

thalamocortical inhibitory mechanisms (Egner and Gruzelier 2001).

When taking into consideration this background knowledge we hypothesized that NFB training aiming to enhance the SMR activity might be a useful therapeutic application in FMS patients. In this preliminary study, SMR training was used to alleviate the clinical symptoms of 3 FMS patients aiming to put forward a new adjunctive therapeutic approach to FMS treatment.

Case Report

Three patients applied to Outpatient Clinic of Physical Medicine and Rehabilitation Department of Kocaeli University who were diagnosed as FMS according to the criteria of American College of Rheumatology (Wolfe et al. 1990). All the patients reported that they did not receive any medication or other treatments for their complaints regarding FMS but only simple analgesics. SMR training was performed by Alien Technik 3/32 setup and BrainFeedback-3 EEG biofeedback software to all of the patients. EEG was recorded from C4 (according to standard 10-20 system) with 46 Hz band with and the reference electrode placed on left, and the ground electrode on the right earlobe. Signal was acquired at 256 Hz, A/D converted and band-filtered to extract delta (1-4 Hz), theta (4-7 Hz), alpha (8-12 Hz), SMR (12-15 Hz), the beta1 (15-20 Hz), and "high beta" (22-30 Hz) components. Impedance was kept below 5 KW, and artifact-rejection thresholds were set separately for each patient to interrupt EEG fluctuations caused by eye and body movements. Band amplitude values were transformed online into visual feedback representations. The patients were informed about the feedback system and instructed to follow the continuous feedback process and try to maximize their scores. Whenever the patients enhanced SMR activity, and decreased theta activity relative to pre-feedback baseline measures, rewards (points and auditory beeps) were gained and so their scores were increased. The treatment sessions were 30 minutes and the patients were trained 3 sessions per week. The mean amplitudes of SMR, theta, and theta/SMR ratios were recorded at baseline and after treatment.

The signs and symptoms of FMS which are pain, morning stiffness, subjective paresthesia, sleep disorder, anxiety, headache, dysmenorrhea, irritable colon disease, depression, female urethral syndrome and chronic fatigue were questioned.

They were noted as present or absent before the treatment; and as present, absent or decreased after the treatment. Patients were also evaluated by the following scales: A separate 10-cm visual analog scale (VAS) for fatigue and pain, Hamilton Depression Inventory Scale (HDS), Hamilton Anxiety Inventory Scale (HAS), Beck Depression Inventory Scale (BDS), Beck Anxiety Inventory Scale (BAS), and Short Form 36 (SF-36). Subscales of SF-36 are physical functioning, social functioning, physical role, emotional role, mental health, vitality, bodily pain, and general health. SF-36 was used to evaluate the impact of NFB on patients' quality of life, with higher scores indicating better quality of life.

Case 1: BC was a 33 years old woman working in a university as a secretary. She had widespread musculoskeletal pain, morning stiffness, sleep disorders, anxiety, headache, dysmenorrhea, irritable

colon disease, depression, paresthesia in hands, and chronic fatigue for 2 years.

Case 2: IT was a 32 years old woman working as an employee in a bank. Her complaints including widespread musculoskeletal pain, morning stiffness, anxiety, subjective paresthesia, female urethral syndrome, irritable colon disease, depression, paresthesia in hands and chronic fatigue started 4 years ago.

Case 3: CS was 31 years old woman working in a university as an employee. She had the symptoms of FMS including widespread musculoskeletal pain, morning stiffness, sleep disorders, anxiety, female urethral syndrome, headache, dysmenorrhea, depression, paresthesia in hands and chronic fatigue for 6 months.

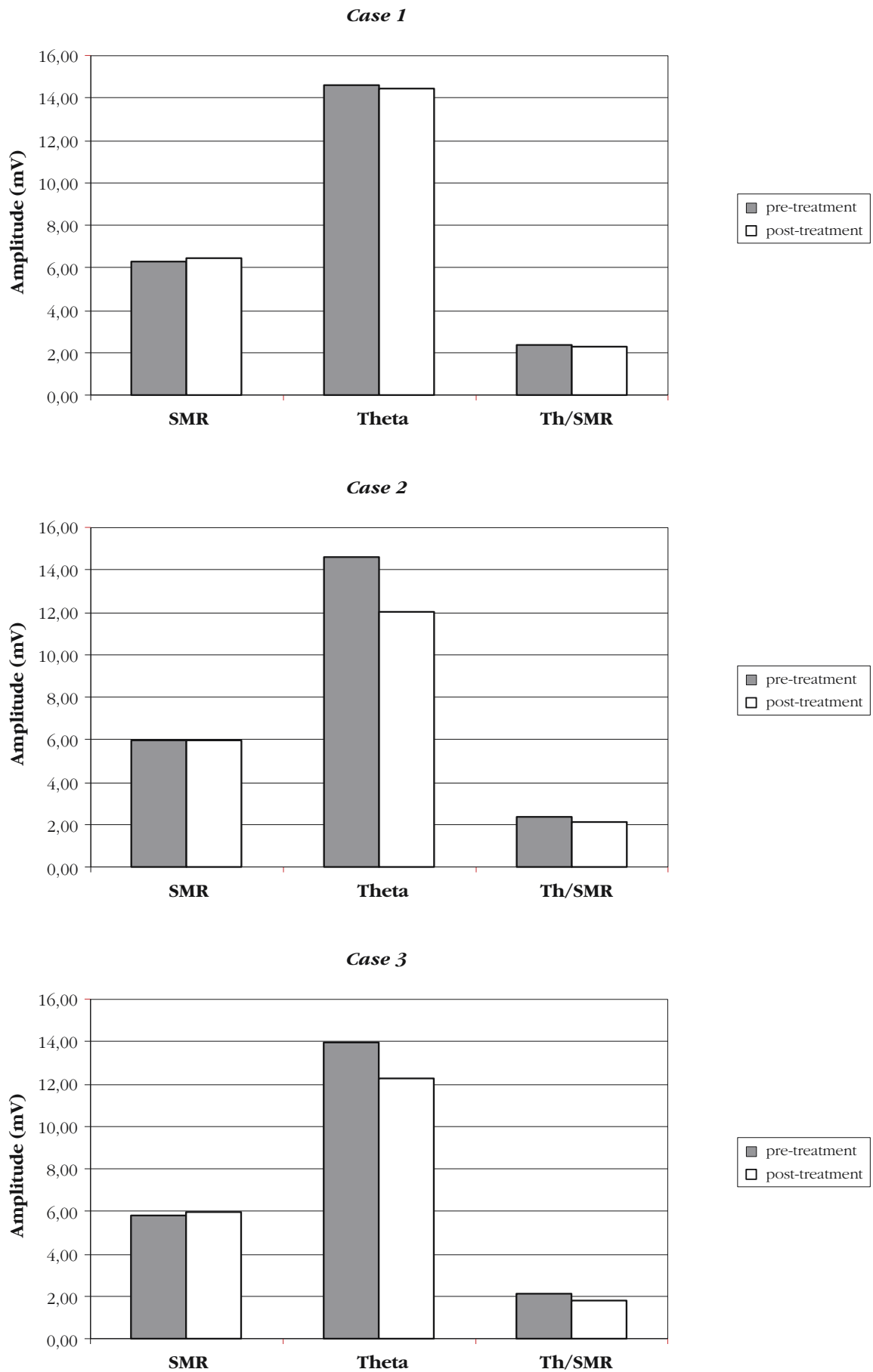
Ten sessions of SMR training were performed to each patient. Baseline and post-treatment values

Figure 1: Pre-treatment and post-treatment values of visual analog scale (VAS) for fatigue and pain, Hamilton Depression Inventory Scale (HDS), Hamilton Anxiety Inventory Scale (HAS), Beck Depression Inventory Scale (BDS), Beck Anxiety Inventory Scale (BAS), and short form 36 (SF-36). Subscales of SF-36 are physical functioning.

ASSESSMENT SCALE	BC		IT		CS	
	Pre-T*	Post-T [‡]	Pre-T	Post-T	Pre-T	Post-T
VAS (PAIN)	8.00	4.00	8.00	3.50	5.00	2.00
VAS (FATIGUE)	9.00	5.00	8.00	5.00	4.00	1.50
HDS	21.00	6.00	17.00	3.00	5.00	3.00
HAS	38.00	14.00	35.00	3.00	14.00	4.00
BDS	21.00	4.00	9.00	1.00	1.00	1.00
BAS	43.00	15.00	8.00	1.00	4.00	4.00
SF-36						
Physical functioning	44.40	72.20	61.10	77.70	88.88	88.88
Role Limitations	25	50	0	100	100	100
Bodily Pain	22.50	67.50	57.50	67.50	90	90
Social Functioning	25	62.50	87.50	75	100	62.50
General Mental Health	24	72	68	84	68	76
Role Limitations due to Emotional Problems	0	66.66	100	100	100	66.66
Vitality, Energy or Fatigue	15	60	60	70	70	70
Health Compared to Last Year	25	75	75	100	75	75

* Pre-T= Pre-treatment
[‡] Post-T= Post-treatment

Figure 2: Changes in SMR and theta values, and theta/SMR ratios of the patients during NFB treatment.



of VAS, HDS, HAS, BDS and BAS of each patient are shown in figure 1, and amplitudes of SMR and theta, and theta/SMR ratios are shown in figure 2. The symptoms related with FMS were diminished in most aspects in all of the patients after the treatment. Widespread musculoskeletal pain, morning stiffness, sleep disorders, headache, irritable colon disease, and chronic fatigue were resolved in patient 1; widespread musculoskeletal pain, subjective paresthesia and female urethral syndrome in patient 2; and widespread musculoskeletal pain, morning stiffness, sleep disorders, female urethral syndrome, headache and paresthesia in hands in patient 3. VAS scores of pain and fatigue decreased; the depression and anxiety scales also revealed a prominent progression after SMR training in all patients. An improvement in all subscales of SF-36 was observed in patients 1 and 2. Regarding EEG recordings, in all patients a tendency to increase and a tendency to decrease were observed in SMR and theta/SMR values, respectively.

Discussion

In this preliminary study, leaning on the theoretical basis of facilitator effect on thalamic inhibitory mechanisms of the SMR training, a new therapeutic approach was applied to 3 FMS patients. Ten sessions of SMR training resulted in improvement in the clinical symptoms of all patients and compromising results were obtained.

In the current literature researchers have examined the effects of NFB in treating a wide range of psychiatric and other medical disorders including seizure disorders, attention deficit disorder (ADD), attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), alcohol abuse, post traumatic stress disorder, mood disorders, anxiety disorders, learning disabilities, and chronic pain disorders (Kop et al. 2005, Monastra 2003, Monastra et al. 2002, Laibow, 1999). In these various diseases, there may be abnormal EEG frequency spectrum, and NFB may facilitate modulation of excitation levels in thalamocortical system by modifying the amplitude, frequency or coherency of the neurophysiologic dynamics of the brain. From the apparent impact of SMR training on sensorimotor excitation, Lubar and colleagues have extrapolated the application of SMR training to the treatment of hyperactivity disorder (Shouse and Lubar 1979, Lubar and Shouse 1976). In his 10 years follow-up study, he reported that 80% of ADD and ADHD patients had improved by NFB (Lubar et al. 1995).

The P300 component of cognitive event related potentials (ERPs) is a positive potential reaching its maximum peak at the parietal site in about 300-700 ms after a stimulus. The P300 has been proposed to reflect attentional allocation and context updating processes of working memory (Polich and Herbst 2000), and the activation of inhibitory processes. The amplitude of P300 reflects central nervous system (CNS) inhibition; the larger the amplitude, the more the inhibition (Tomberg and Desmedt 1998), while its time of occurrence (latency) reflects mental processing speed (Polich and Herbst 2000); the earlier the latency, the easier the processing. The finding of reduced amplitude and prolonged latency of P300 might suggest decreased inhibitory processes and/or depression. SMR training increases P300 amplitudes which support the fact that SMR training facilitates thalamocortical inhibitory mechanisms (Egner and Gruzelier 2001).

Chronic pain states have been associated with reduced thalamic blood flow, whereas acute pain increases thalamic blood flow (Mountz et al. 1995a). The reason for this difference is postulated to be an increasing disinhibition of the medial thalamus with chronic pain Mountz et al. (1995b) reported that FMS patients had a decreased thalamic and caudate blood flow compared to healthy controls on single-photon-emission-computed tomography imaging. Studies of ERPs may also show the disinhibition of CNS physiology in various diseases. It was reported that P300 amplitudes were reduced in clinical conditions like schizophrenia, alcoholism, ADHD, Parkinson's disease, and Alzheimer disease (Ozdogan et al. 2004, Pokryszko-Dragan et al. 2003, Van Der Stelt et al. 1998, Lagopoulos et al. 1998, Roth and Cannon 1972). Ozgocmen et al. (2002 and 2003), and Alanoglu et al. (2005) demonstrated reduced P300 amplitudes in patients with FMS, and sertraline was shown to increase the amplitude of P300 within eight weeks (Ozgocmen et al. 2003). Thus, we can put forward an idea that some benefits may be obtained by the treatment modalities altering P300 like SMR training.

The current treatment methods including medications, exercise, physical and occupational therapies, biofeedback, cognitive-behavioral therapies for FMS rarely lead to long term relief. Practitioners often combine treatments to get the best result and this is often convenient. Psychological and psychophysiological factors play a large role in FMS, and these factors influence central nervous system processes involved

in the pathophysiology of FMS (Monastra, 2003). So the interventions like EMG biofeedback, relaxation therapies, cognitive-behavioral therapies, and NFB can have effect not only on the attitudes and beliefs about symptoms and functioning of the patients, but also on physiology and pain. Besides, possible facilitator effect on thalamic inhibitory mechanisms of SMR training also helped us to predict that NFB can be a useful candidate for FMS treatment. Mueller et al. (2001) followed thirty FMS patients prospectively through a brainwave-based intervention known as electroencephalograph-driven stimulation (EDS). These patients, experienced significant reductions in FMS symptoms; important improvements were obtained not only in pain intensity but also in cognitive processing difficulties, mood, sleep, and fatigue. Regarding the wavebands, the mean amplitudes of delta, theta and alpha were significantly reduced after the treatment.

In our study, after performing 10 sessions of NFB treatment, most of the symptoms of the patients were decreased, and certain progressions in HDS, HAS, BDS, BAS, SF-36 and VAS were obtained in three of the patients. On the other hand, when we evaluate the wavebands, we found a tendency of rising in SMR values, and a tendency of reducing in theta values.

Although it is impossible to make definite conclusion from these three cases, the clinical improvements suggest that NFB might be a novel and an adjunct treatment modality in FMS. Also when considering the inhibitory effects of SMR training, central disinhibitory mechanism might have an important part in the pathophysiology of FMS. Thus, it seems worth to perform further controlled clinical trials with large samples and long-term follow ups regarding NFB in FMS patients.

References

Alanoglu E, Ulas UH, Ozdag F, Odabasi Z, Cakci A, Vural O: Auditory event-related brain potentials in fibromyalgia syndrome. *Rheumatol Int.* 2005; 25(5): 345-9.

Egner T, Gruzelier JH: EEG biofeedback of low beta band components: frequency-specific effects on variables of attention and event-related brain potentials. *Clin Neurophysiol* 2004; 115(1): 131-139

Egner T, Gruzelier JH: Learned self-regulation of EEG frequency components affects attention and event-related brain potentials in humans. *Neuroreport* 2001; 12: 4155-60

Egner T, Zech TF, Gruzelier JH: The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram. *Clin Neurophysiol* 2004; 115: 2452-2460

Howe RC, Sterman MB: Cortical-subcortical EEG correlates of suppressed motor behavior during sleep and waking in the cat. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1972; 32(6): 681-695

Iadarola MJ, Max MB, Berman KF, Byas-Smith MG, Coghill RC, Gracely RH et al: Unilateral decrease in thalamic activity observed with positron emission tomography in patients with chronic neuropathic pain. *Pain* 1995; 63(1): 55-64

Kop WJ, Lyden A, Berlin AA, Ambrose K, Olsen C, Gracely RH et al: Ambulatory monitoring of physical activity and symptoms in fibromyalgia and chronic fatigue syndrome. *Arthritis Rheum* 2005; 52(1): 296-303

Lagopoulos J, Gordon E, Barhamali H, Lim CL, Li WM, Clouston P et al: Dysfunctions of automatic (P300a) and controlled (P300b) processing in Parkinson's disease. *Neurol Res* 1998; 20: 5-10

Laihow R: Medical applications of neurobiofeedback. In: Evans JR, Abarbanel A, editors. *Quantitative EEG and neurofeedback*. California: Academic Press 1999. p 93-101

Lubar JF, Shouse MN: EEG and behavioral changes in a hyperkinetic child concurrent with training of the sensorimotor rhythm (SMR): a preliminary report. *Biofeedback Self Regul* 1976; 1(3): 293-306

Lubar JF, Swartwood MO, Swartwood JN, O'Donnell PH: Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in T.O.V.A. scores, behavioral ratings, and WISC-R performance. *Biofeedback Self Regul* 1995; 20(1):83-99

Lubar JF: Neocortical dynamics: implications for understanding the role of neurofeedback and related techniques for the enhancement of attention. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 1997; 22(2): 111-126

Monastra VJ, Monastra DM, George S: The effects of stimulant therapy, EEG biofeedback, and parenting style on the primary symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2002; 27(4): 231-49

Monastra VJ: Clinical applications of electroencephalographic biofeedback. In: Schwartz MS, Andrasik F, editors. *Biofeedback; A practitioner's guide*. 3rd Edition. NewYork: Guilford Press 2003. p 438-463

Mountz JM, Bradley LA, Modell JG, Alexander RW, Triana-Alexander M, Aaron LA et al. Fibromyalgia in women. Abnormalities of regional cerebral blood flow in the thalamus and the caudate nucleus are associated with low pain threshold levels. *Arthritis Rheum* 1995; 38(7): 926-938

Mueller HH, Donaldson CC, Nelson DV, Layman M: Treatment of fibromyalgia incorporating EEG-Driven stimulation: a clinical outcomes study. *J Clin Psychol* 2001; 57(7): 933-952

Ozdog MF, Yorbik O, Ulas UH, Hamamcioglu K, Vural O: Effect of methylphenidate on auditory event related potential in boys with attention deficit hyperactivity disorder. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004; 68(10): 1267-1272

Ozdogmen S, Cimen OB, Ardicoglu O: Relationship between chest expansion and respiratory muscle strength in patients with primary fibromyalgia. *Clin Rheumatol* 2002; 21: 19-22

Ozdogmen S, Yoldas T, Kamanli A, Yildizhan H, Yigiter R, Ardicoglu O: Auditory P300 event related potentials and serotonin reuptake inhibitor treatment in patients with fibromyalgia. *Ann Rheum Dis* 2003; 62: 551-555

Pokryszko-Dragan A, Slotwinski K, Podemski R (2000): Modality-specific changes in P300 parameters in patients with dementia of the Alzheimer type. *Med Sci Monit* 2003; 9: 130-134

Polich J, Herbst KL: P300 as a clinical assay: rationale, evaluation, and findings. *Int J Psychophysiol* 2000; 38(1): 3-19

- Roth WT, Cannon EH: Some features of the auditory evoked response in schizophrenics. *Arch. Gen. Psychiatry* 1972; 27: 466-471
- Shouse MN, Lubar JF: Operant conditioning of EEG rhythms and ritalin in the treatment of hyperkinesis. *Biofeedback Self Regul* 1979; 4(4): 299-312
- Sterman MB: Physiological origins and functional correlates of EEG rhythmic activities: implications for self-regulation. *Biofeedback Self Regul* 1996; 21(1): 3-33
- Tomberg C, Desmedt JE: Human perceptual processing: inhibition of transient prefrontal-parietal 40 Hz binding at P300 onset documented in non-averaged cognitive brain potentials. *Neurosci Lett* 1998; 255(3): 163-166
- Van Der Stelt O, Geesken R, Gunning WB, Snel J, Kok A: P3 scalp topography to target and novel visual stimuli in children of alcoholics. *Alcohol* 1998; 15: 119-36
- Vernon D, Egner T, Cooper N, Compton T, Neilands C, Sheri A et al. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *Int J. Psychophysiol* 2003; 47(1): 75-85
- Wolfe F, Smythe HA, Yunus MB, Bennett RM, Bombardier C, Goldenberg DL et al: The American College of Rheumatology 1990 criteria for the classification of fibromyalgia. *Arthritis Rheum* 1990; 33(2): 160-172