



KRONİK BEL AĞRILI HASTALARDA MANYETİK ALAN TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

THE EVALUATION OF EFFECIVITY OF MAGNETIC FIELD FOR THE PATIENTS WITH CHRONIC LOW BACK PAIN

Murat ZİNNUROĞLU*, Belgin KARAOĞLAN**,
Gökhan Tuna ÖZTÜRK***, Esin BENLİ***, Gönen MENGİ****, Jale MERAY**

ÖZET:

Geçmiş bilgiler: Kronik bel ağrısı, 45 yaş altındaki popülasyonda birinci sıradaki maluliyet nedenidir. Egzersizin ve günlük pratikte kullanılan birçok elektroterapi ajanının analjezik ve tedavi edici etkinlikleri konusunda çok sayıda araştırma mevcuttur. Manyetik alan tedavisinin kronik ağrılı durumlarda analjezik etki başta olmak üzere olumlu etkisi olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur.

Çalışmanın amacı: Manyetik alan tedavisini ele alan birçok araştırmada kör olmayan ve hasta alımının randomizasyon ile gerçekleştirilmediği çalışma modelleri kullanılmıştır. Bu çalışmada ise manyetik alan tedavisinin kronik bel ağrısı üzerine olan etkilerinin çift kör randomize bir çalışma modeli ile incelenmesi planlanmıştır.

Materyal-metot: Çift kör ve randomize plasebo (sham) kontrollü olarak yürütülen araştırmaya kronik bel ağrısı olan 19 gönüllü dâhil edilmiştir. Gönüllülere manyetik yatak üzerinde sırtüstü yatar pozisyonda, toplam 15 seans olacak şekilde günlük 30 dakika süreyle 20 mikrotlesla manyetik alan uygulaması yapılmıştır. Kontrol grubunu oluşturan kronik bel ağrılı olgular ise manyetik alan

oluşturulmadan 30 dakika süreyle yatak üzerinde sırt üstü yatırılmıştır (plasebo uygulama). Her iki gruba da kronik bel ağrısına yönelik gözetim altında egzersiz programı uygulanmıştır. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası muayene bulguları, Oswestry dizabilite indeksi (ODİ), görsel ağrı skalası (VAS), Rolland-Morris skoru (RMS), lomber schober skorları değerlendirilmiştir.

Sonuçlar: Plasebo uygulama yapılan grupta uygulama sonrası yalnızca VAS değerlerinde anlamlılık sınırında azalma gözlenirken, manyetik alan tedavisi alan grupta ise RMS ve ODİ değerlerinde başlangıca göre anlamlı azalma saptanmıştır. Tedavi sonrasında başlangıç değerlerine göre değişim yüzdeleri iki grup için karşılaştırıldığında farklılık gözlenmemiştir.

Çıkarımlar: Manyetik alan tedavisi kronik ağrılı olgularda ağrının tedavisinde her ne kadar yeterince etkin olmasa da günlük yaşam aktivitelerini de ele alan işlevsel ölçeklerde anlamlı düzelmeye neden olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Manyetik alan tedavisi, kronik bel ağrısı, egzersiz

Kanıt Düzeyi: Klinik prospektif çalışma, Düzey II

(*) Yardımcı Doçent Doktor, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara.

(**) Profesör Doktor, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara.

(***) Araştırma Görevlisi Doktor, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara.

(****) Uzman Doktor, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara.

Yazışma Adresi: Murat Zinnuroğlu, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı
Beşevler, Ankara

Tel: (0.312) 202 52 19

Faks: (0.312) 202 52 35

E-posta: muratz@gmail.com

SUMMARY:

Background Data: Chronic low back pain is the most disabling condition under 45 years of age. There have been several studies on the effectiveness and analgesic potency of exercises and electrotherapy modalities which are commonly used in daily practice.

Purpose: Previous studies with magnetic field therapy showed favorable results in patients with chronic pain. However, many of these studies were non-blinded and non-randomized. Therefore, we aimed to investigate the effectiveness of magnetic field therapy in a double-blinded randomized manner.

Material-methods: 19 volunteered patients with chronic low back pain were enrolled in the study. The patients were randomized and assessed in a double-blinded manner. The therapy group received magnetic field therapy with a daily treatment program of 20 microTesla for 30 minutes per day for 15 days. The subjects in the control group were at rest in a supine position on the mattress pad without

magnetic field for 30 minutes per day for a placebo (sham) application. Both groups received a supervised exercise program for the chronic low back pain. Clinical findings and scores of Oswestry disability index (ODI), visual analogue scale (VAS), Rolland-Morris questionnaire (RMQ) and lumbar schober were assessed before and after the treatment period.

Results: VAS scores were significantly lower in the placebo group while the RMS and ODI scores were significantly lower in the magnetic field therapy group. Percentage change from baseline values were similar for both groups.

Conclusion: Although the magnetic field therapy did not show an analgesic effect in patients with chronic low back pain, we observed significant improvement in functional assessment tools which primarily evaluate the activities of daily life.

Key words: *Magnetic field therapy, chronic low back pain, exercise*

Level of evidence: *Clinical prospective study, Level II*

GİRİŞ:

Bel ağrıları yaygın olmaları nedeniyle kas-iskelet sistemi ağrıları içinde önemli bir yer tutmaktadır. En sık karşılaşılan ve iş kaybına en fazla neden olan hastalıklardandır ^(13,16). İşlevsellikte kayıp ve yaşam kalitesindeki azalmayla birlikte kişiyi etkilediği gibi, iş kaybı ve ekonomik kayıplara bağlı olarak toplumu da etkiler. Bel ağrılarının çoğu mekanik kökenlidir. Bel ağrısı deneyimi geçiren insanların ancak % 5'i tıbbi öneriye gereksinim duyar ve bunların çoğu konservatif tedaviye iyi cevap verir. Çok azı kronikleşir ⁽¹³⁾.

Kronik bel ağrısı 45 yaş altındaki popülasyonda birinci sıradaki maluliyet nedenidir ^(3,11). Kişileri işlevsel bakımdan oldukça kısıtlayan kronik bel ağrısı, geleneksel tedavi yöntemlerine direnç gösterir. Kronik bel ağrısında tedavinin temel ilkeleri ağrıyı kontrol etmek, azaltmak, fonksiyonel aktiviteleri artırmak, dizabileyi azaltmak, sıklıkla hastalıkla birlikte olan psikopatolojileri eş zamanlı olarak tedavi etmek, hastayı eğitmek şeklinde özetlenebilir ⁽⁹⁾. Çok disiplinli bir yaklaşıma gereksinim vardır. Bu yaklaşımlar arasında en önde fiziksel tıp ve rehabilitasyon uygulamaları gelmektedir. Sıcak veya soğuk uygulamalar, transkutanöz elektriksel nöronal stimülasyon (TENS), interferansiyel akım gibi elektroterapi yöntemleri, postür, kuvvetlendirme ve germe egzersizleri, traksiyon tedavide en çok kullanılan fiziksel tıp ve rehabilitasyon uygulamalarıdır ⁽¹⁾. Son zamanlarda kullanımı giderek artan manyetik alan tedavisinin kronik ağrılı durumlarda analjezik etki başta olmak üzere olumlu etkisi olduğu yönünde çalışmalar mevcuttur. Manyetik alan tedavisi, kas-iskelet sistemi hastalıkları, kemik onarımı, kırıklar, konjenital pseudoartroz, osteotomiler,

osteoporoz, romatoid artrit, osteoartrit, rotator manşon sorunları, spinal füzyonlar, pelvik ağrı, sinir hasarları, endokrin oftalmopati, multiple skleroz, psikiyatrik hastalıklar ve malign bazı hastalıklarda kullanılmıştır ⁽¹⁷⁾. Bu çalışmada, manyetik alan tedavisinin kronik bel ağrıları üzerine olan etkisinin incelemesi planlanmıştır.

YÖNTEM VE GEREÇLER:

Hastaların Seçimi:

Çalışmamıza polikliniğe başvuran 6 aydan uzun süredir bel ağrısı şikayeti olan 55 gönüllü hasta dahil edilmiştir. Ancak başta nörolojik defisit ve analjezik kullanımı olmak üzere çeşitli dışlama kriterlerimiz nedeniyle 36 hasta çalışma dışında bırakılmıştır. Çalışmaya devam edilen 19 gönüllü hastanın 12'si kadın 7'si erkekti. Çalışma öncesi Yerel Etik Kurul Başkanlığı'na başvurularak etik onay alınmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden hastalara, çalışmaya katılmadan önce araştırma ve uygulanacak tedavi hakkında bilgi verilerek aydınlatılmış onam formu imzalatılmıştır. Manyetik alan uygulamasının kontrendike olduğu (kalp pili, metal ortez vb.) durumların olması, bel ağrısıyla birlikte önemli düzeyde nörolojik defisit (motor, duyu, refleks kaybı) varlığı, 20 yaşın altında veya 70 yaşın üstünde olma araştırmadan dışlanma kriterleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca, hastaların başvuru döneminde ya da sonrasında analjezik ilaç kullanmıyor olmasına ve son 6 ay içerisinde fiziksel tıp modaliteleri ile tedavi edilmemiş olmalarına dikkat edildi.

Araştırma Modeli ve Tedavi Uygulaması:

Araştırma, tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeyi yapan doktor ile tedaviyi uygulayan fizyoterapistin kör olduğu, çift kör, randomize, plasebo kontrollü olarak yürütülmüştür. Hastalar bir bilgisayar programı yardımı ile randomize olarak iki gruba ayrılmışlardır. Araştırma grubunda yer alan gönüllülere manyetik yatak üzerinde sırtüstü yatar pozisyonda, toplam 15 seans olacak şekilde günlük 30 dakika süreyle 20 mikrotlesla manyetik alan uygulaması yapılmıştır. Kontrol grubunu oluşturan kronik bel ağrılı olgular ise manyetik alan oluşturulmadan 30 dakika süreyle yatak üzerinde sırt üstü yatırılmıştır (plasebo uygulama). Her iki gruba da kronik bel ağrısına yönelik gözetim altında postür, germe ve güçlendirme egzersizlerini içeren tedavi programı uygulanmıştır. Tedavi öncesi ve tedavi sonrası muayene bulguları, Oswestry dizabilite indeksi, görsel ağrı skalası (VAS), Rolland-Morris skoru (RMS), lomber schober skorları değerlendirilmiştir.

İstatistiksel Analiz:

Araştırmamızda elde edilen değerler "SPSS 11.0 for windows" programına girilerek değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistik olarak her iki grup için aritmetik ortalama ve standart sapmalar hesaplanmıştır. Hasta sayılarının az olması nedeniyle diğer verilerin değerlendirilmesinde parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar ortanca ve çeyrekler arası dağılım (% 25-75) biçiminde gösterilmiştir. Tedavi öncesi ve sonrası skorların karşılaştırılmasında Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi, tedavi ve kontrol grubu arasında bağımsız değişkenlikler yönünden farklılık olup olmadığı Mann-Whitney U testi ile değerlendirilmiştir.

Elde edilen veriler arasındaki ilişki düzeyleri Spearman testi ile incelenmiştir.

SONUÇLAR:

Yaş ortalamaları 42,4 (20-68) olan, 12 kadın 7 erkek olmak üzere 19 hasta çalışmaya dahil edilmiş ve hastalar iki gruba ayrılmıştır. İki grup arasındaki hastaların yaşları ve başlangıç muayene bulguları yönünden farklılık olmadığı belirlenmiştir (Tablo-1). Araştırmaya katılan hastalardan plasebo uygulama yapılan grupta uygulama sonrası yalnızca VAS değerlerinde anlamlı azalma gözlenirken (0,042), manyetik alan tedavisi alan grupta ise RMS ve ODİ değerlerinde başlangıca göre anlamlı azalma saptanmıştır (sırasıyla p=0,008 ve 0,036) (Tablo-2). Ayrıca, manyetik alan tedavisi alan grupta tedavi sonrası RMS ve ODİ değerleri arasında orta derecede doğrusal ilişki olduğu belirlenmiştir (r=0,753, p=0,045). Bununla birlikte plasebo uygulama yapılan grupta RMS ve ODİ değerlerinde, manyetik alan tedavisi alan grupta VAS değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmasa da azalma olduğu gözlenmiştir.

Tedavi sonrasında başlangıç değerlerine göre değişim yüzdeleri iki grup için karşılaştırıldığında farklılık gözlenmemiştir.

Tablo-1. Tanımlayıcı veriler

	Manyetik alan (ortalama±SS)	Plasebo (ortalama±SS)
Yaş (yıl)	43,1±10,3	41,7±17,9
Boy (cm)	167,4±9,8	167,3±10,1
Kilo (kg)	74,6±12	76,8±14
Cinsiyet (E/K)	3/7	4/5

SS: standart sapma,

cm: santimetre,

kg: kilogram,

E: erkek,

K: kadın

Tablo-1. Tedavi öncesi ve sonrası verilerin dağılımı

	Manyetik alan				Plasebo			
	TÖ		TS		TÖ		TS	
	Ort (min-maks)	ÇAD (25-75)	Ort (min-maks)	ÇAD (25-75)	Ort (min-maks)	ÇAD (25-75)	Ort (min-maks)	ÇAD (25-75)
ODİ	27 (11-67)*	19,5-48,5	20 (6-64)	11-22	17 (8-48)	13-46	17 (0-46)	13-25
VAS	6 (4-8,7)	4,8-6,5	4 (0-9)	2,5-6,4	6 (4,3-10)*	5-9	5 (0-9)	2,5-5,5
RMS	15,5 (7-17)*	7,8-16,3	7,5 (2-14)	3-10,5	11 (5-19)	8,5-13,5	10 (0-19)	1,5-12
LS	5 (4-6)	4,5-5,5	5 (4-6)	4,5-5,5	5 (2-6,5)	4,8-6	5 (2-6)	4,8-5,8

TÖ: tedavi öncesi, TS: tedavi sonrası, Ort: ortanca, min: minimum, maks: maksimum, ÇAD: çeyrekler arası dağılım

*: P<0.05 (tedavi sonrası ile karşılaştırıldığında)

TARTIŞMA:

Manyetik alan tedavisinin biyolojik sistemler üzerine olan etkisi ile ilgili azımsanmayacak sayıda araştırma mevcuttur. Bazı çalışmalarda manyetik alanın sinir kökü hassasiyeti üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir⁽¹⁹⁾. Statik manyetik alanın hücre içinde kalsiyum-kalmodulin bağlanmasına ve ikinci haberciler (kinazlar vb.) üzerine direk etki gösterdikleri bildirilmiştir⁽¹⁸⁾. Belirli bir manyetik alanın (0.05-0.38 Gauss) (10 Gauss=1 mikrottesla), tavuk beyin hücrelerinde kalsiyumun dışarı akışını hızlandırdığı in-vitro çalışmalarda gösterilmiştir⁽⁴⁾. Kalsiyum sinaptik düzeyde, spesifik hücre fonksiyonları, nörotransmitter salınımı gibi aktivitelerin gerçekleştirilmesinde hücre membranının elektriksel potansiyelinin değiştirilmesinde anahtar rol oynar. Manyetik alanın 0.2 ile 10 Gauss'luk geniş bir aralıkta duyuşsal nöronlarda inhibitör eşik değeri artırdığı bildirilmiştir^(6,15).

Daha önce yapılan klinik çalışmalarda manyetik alan tedavisinin kronik boyun ve omuz ağrılarında, diz osteoartritinde, plantar fasiitte, post-polio sendromuna bağlı ağrıda, fibromiyaljide, diyabetik nöropatide ağrıyı azalttığı gösterilmiştir^(2,5,7,10,21,22). Thulie ve Walzl, 100 tane siyatik ağrısı tarifleyen

radikülopatisi olan hastada yaptıkları çalışmada, 14 gün boyunca düşük şiddette pulsatil manyetik alan tedavisi (0.1-0.3 Gauss) uygulamayla hastaların radiküler ağrılarında anlamlı düzeyde azalma olduğunu bildirmişlerdir⁽²⁰⁾. Bu çalışmada manyetik alan tedavi grubunda ağrıda anlamlı değişiklik olmazken, işlevsel durum ölçeklerinde iyileşme gözlenmiştir. Kontrol grubunda ise ağrıda azalma görülmüştür. Ancak bizim çalışmamızda her iki hasta grubunda da egzersiz tedavisi ortaktı. Bu nedenle kontrol grubunda aynı tedaviye rağmen farklılık gözlenebileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca çalışma grubunda da her ne kadar anlamlı olmasa da ağrıda azalma söz konusudur. Bunun dışında hasta grubumuzun kronik ağrılı hastalardan oluşması nedeniyle ağrı algısı ile kullandığımız işlevsel durum ölçeklerindeki parametreler arasında ilişki olmayabileceğini düşünmekteyiz.

Collacott ve arkadaşları çift kör, randomize, plasebo kontrollü olarak yürüttükleri çalışmalarında 20 tane kronik bel ağrısı olan hastada 2 hafta süreyle, haftada 3 gün, günde 6 saat, ortalama 300 Gauss (30 mikrottesla), manyetik alan tedavisinin etkilerini görsel ağrı skalası, ağrı derece indeksi ve lumbosakral eklem hareket açıklığı ile değerlendirmişler. Araştırma sonucunda parametrelerde

araştırma grubunda ve plasebo uygulama yapılan grupta istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlenmiştir⁽⁶⁾. Khoromi ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 28 tane kronik radiküler bel ağrısı olan hastada 2 hafta süreyle, günde bir saat süreyle 200 Gauss manyetik alan tedavisinin fiziksel fonksiyonların artması, emosyonel durum ve ağrı üzerinde anlamlı düzeyde azalma sağladığını bildirmişlerdir⁽¹²⁾. Biz araştırmamızda iki grup arasında görsel ağrı skalasında anlamlı farklılık saptamadık. Ancak bu araştırma ile hedeflerimizden biri manyetik alan tedavisinin işlevsel düzeyde etkinliğinin olup olmadığının saptanmasıydı. Bu amaçla kullanılan RMS ve ODİ indekslerinde anlamlı derecede iyileşme gözledik. Bu ölçeklerde spontan ağrıdan çok özellikle günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki ağrı değerlendirilmektedir. Kronik ağrılı olgularda ağrıya zaman içerisinde adaptasyon nedeniyle spontan ağrıda modülasyon gelişebilmekte, böylece belli aktiviteler sırasında ağrı ön plana geçebilmektedir⁽¹⁴⁾.

Bizim araştırmamızın en önemli kısıtlılığı hasta sayısının az oluşudur. Bu konudaki en önemli etmen hasta seçiminde kullandığımız kriterlerdir. Önemli nörolojik kaybı olmayan ve analjezik ilaç kullanmayan hastaların tercih edilmesi hasta sayısını önemli düzeyde sınırlamıştır. 36 hasta bu nedenlerle çalışma dışında bırakılmıştır. Elde edilen verilerden özellikle plasebo grubunda sınırda anlamlılık gösteren VAS değerlerine ilişkin sonuçların yorumlanması tartışmalıdır. Ancak p değerleri dikkate alındığında önemlilik sınırında olduğu dikkat çekmektedir. Bununla birlikte daha doğru değerlendirmeler için daha fazla sayıda hasta sayısı ile yapılacak randomize kontrollü çift kör çalışmalar önemlidir.

Çıkarımlar

Manyetik alan tedavisi kronik ağrılı olgularda ağrının tedavisinde her ne kadar yeterince etkin olmasa da günlük yaşam aktivitelerini de ele alan işlevsel ölçeklerde anlamlı düzelmeye neden olmaktadır. Hasta sayımızın az olması bizim araştırmamızın bir kısıtlılığı olarak söylenebilir ve konuyla ilgili daha geniş popülasyonlu çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR:

1. Akarımak Ü. Bel Ağrılarının Tedavisinde Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yöntemleri. İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri. *Baş, Boyun, Bel Ağrıları Sempozyum Dizisi* 2002; pp: 181-189.
2. Alfano AP, Taylor AG, Foresman PA, Dunkl PR, McConnell GG, Conaway MR, Gillies GT. Static magnetic fields for treatment of fibromyalgia: a randomized controlled trial. *J Altern Complement Med* 2001; 7(1): 53-64.
3. Atkinson JH, Slater MA. Behavioral Medicine Approaches to Chronic Low Back pain. In: The Spine. Eds.: Rotman RH, Simeone FA. vol. II. Philadelphia, 1992; pp: 1961-1981.
4. Blackman CF, Benane SG, Rabinowitz JR, House DE, Joines WT. A role for the magnetic field in the radiation induced efflux of calcium ions from brain tissue in vitro. *Bioelectromagnetics* 1985; 6(4): 327-237.
5. Caselli MA, Clark N, Lazarus S, Velez Z, Venegas L. Evaluation of magnetic foil and PPT insoles in the treatment of heel pain. *J Am Podiatr Med Assoc* 1997; 87(1): 11-16.
6. Cavopol AV, Wamil AW, Holcomb RR, McLean MJ. Measurement and analysis of static magnetic fields that block action potentials in cultured neurons. *Bioelectromagnetics* 1995; 16(3): 197-206.
7. Colbert AP. Therapeutic uses of magnets. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(1): 144.

8. Collacott EA, Zimmerman JT, White DW, Rindone JP. Bipolar permanent magnets for the treatment of chronic low back pain: a pilot study. *JAMA* 2000; 283: 1322-1325.
9. Fordyce WE. Contingency Management. In: Pain. Vol II. Bonica. 1990; pp: 1702-1810.
10. Hinman MR, Ford J, Heyl H. Effects of static magnets on chronic knee pain and physical function: a double-blind study. *Altern Ther Health Med* 2002; 8(4): 50-55.
11. Kermond W, Gatchel RJ, Mayer TG. Functional Restoration Treatment for Chronic Spinal Disorder or Failed Back Surgery. In: Contemporary and Conservative Care for Painful Spinal Disorders. Eds.: Mayer TG, Mooney V, Gatchel RG. Philadelphia, Lea-Febriger, 1991; pp: 473-481.
12. Khoromi S, Blackman MR, Kingman A, Patsalides A, Matheny LA, Adams S, Pilla AA and Max BB. Low Intensity Permanent Magnets in the Treatment of Chronic Lumbar Radicular Pain. *J Pain Symptom Manag* 2007; 34: 434-445.
13. Klenerman L, Slade PD, Stanley IM, Pennie B, Reilly JP, Atchison LE, Troup JD, Rose MJ. The prediction of chronicity in patients with an acute attack of low back pain in a general practice setting. *Spine* 1995; 20(4): 478-484.
14. Leyshon RT. Coping with chronic pain: current advances and practical information for clinicians. *Work* 2009; 33(3): 369-372.
15. McLean MJ, Holcomb RR, Wamil AW, Pickett JD, Cavopol AV. Blockade of sensory neuron action potentials by a static magnetic field in the 10 mT range. *Bioelectromagnetics* 1995; 16(1): 20-32.
16. Mooney V: Rehabilitatiton of the Spine. In: Ortopaedic Rehabilitation. Eds.: Nickel VL, Botte MJ. New York, Churchill Livingstone, Williams and Wilkins, 1992; pp: 765-778.
17. Naomi M. Shupak, Frank S. Prato and Alex W. Thomas: Therapeutic Uses of Pulsed Magnetic Field Exposure: A Review. *Radioscience Bulletin* 2003; 30: 9-32.
18. Pilla AA, Muehsam DJ, Markov MS, Siskin BF. EMF signals and ion/ligand binding kinetics: prediction of bioeffective waveform parameters. *Bioelectrochem Bioenerg* 1999; 48(1): 27-34.
19. Pilla AA. Weak time-varying and static magnetic fields: from mechanisms to therapeutic applications. In: Stavroulakis P, Eds.: Biological effects of electromagnetic fields. New York: Springer Verlag, 2003; pp: 34-75.
20. Thuile Ch, Walzl M. Evaluation of electromagnetic fields in the treatment of pain in patients with lumbar radiculopathy or the whiplash syndrome. *NeuroRehabilitation* 2002; 17(1): 63-67.
21. Vallbona C, Hazlewood CF, Jurida G. Response of pain to static magnetic fields in postpolio patients: a double-blind pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78(11): 1200-1203.
22. Weintraub MI, Wolfe GI, Barohn RA, Cole SP, Parry GJ, Hayat G, Cohen JA, Page JC, Bromberg MB, Schwartz SL; Magnetic Research Group. Static magnetic field therapy for symptomatic diabetic neuropathy: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84(5): 736-746.

