



Magnetoterapi ve ultrason uygulamalarının deneysel ağrı üzerine etkilerinin karşılaştırılması: tek kör klinik çalışma

Tüzün FIRAT, Nuray KIRDI, Aydın MERİÇ

[Firat T, Kırdı N, Meriç A. Magnetoterapi ve ultrason uygulamalarının deneysel ağrı üzerine etkilerinin karşılaştırılması: tek kör klinik çalışma. Fizyoter Rehabil. 2009;20(3):178-183. *Comparison of the effects of magnetotherapy and ultrasound application on experimental pain: single blind clinical trial.*]

Research Article

Amaç: Bu çalışmanın amacı sağlıklı bireylerde magnetoterapi ve ultrason uygulamalarının deneysel ağrı eşiği ve toleransı üzerindeki etkinliğinin belirlenmesiydi. **Gereç ve yöntem:** Çalışmaya, yaş ortalamaları 21.45 ± 1.27 yıl olan toplam 40 sağlıklı birey (21 kadın ve 19 erkek) alındı. Tek körlü olarak planlanan çalışmada, modalite uygulamaları ve ölçümler farklı araştırmacılar tarafından yapıldı. Ağrı, deneysel ağrı yöntemlerinden ağrı eşiği ve toleransı ile, radius distal uçtan ölçümle değerlendirildi. Ağrı eşiği ve toleransı ölçümü, ultrason ve magnetoterapi uygulamalarından önce ve sonra yapıldı. Ultrason ve magnetoterapi uygulamaları birbirini takip eden günlerde önkol volar yüz distaline, herhangi bir sıra takip edilmeden yapıldı. Ultrason tedavisi tam temas tekniği ile 5 dakika süreyle, magnetoterapi ise longitudinal yerleşimle 20 dakika uygulandı. **Sonuçlar:** Ultrason ve magnetoterapi uygulamalarının ağrı eşiği ve toleransı değerlerini anlamlı olarak artırdığı görüldü ($p < 0.05$). Ultrason ve magnetoterapi uygulamalarının birbirlerine göre üstünlükleri değerlendirildiğinde ise anlamlı farklılık gözlenmedi ($p > 0.05$). **Tartışma:** Ultrason ve magnetoterapi, doku iyileşmesine ek olarak analjezi amacıyla da kullanılabilir. Modalitelerin birbirlerine göre üstünlük göstermemesi, klinik kullanımda kolay ulaşılabilir modalitenin seçilmesi için yönlendirici olabilir.

Anahtar kelimeler: Magnetoterapi, Ultrason tedavisi, Ağrı, Ağrı eşiği.

T Firat, A Meriç
Hacettepe University,
Faculty of Health Sciences,
Department of Physical Therapy and
Rehabilitation, Ankara, Türkiye
PT, PhD

N Kırdı
Hacettepe University,
Faculty of Health Sciences,
Department of Physical Therapy and
Rehabilitation, Ankara, Türkiye
PT, PhD, Prof

Address correspondence to:
Dr. Fzt. Tüzün Firat
Hacettepe Üniversitesi Sağlık
Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve
Rehabilitasyon Bölümü
El Cerrahisi Rehabilitasyonu Ünitesi
06100 Sımanpazarı,
Ankara, Türkiye
E-mail: tuzun@hacettepe.edu.tr

Comparison of the effects of magnetotherapy and ultrasound application on experimental pain: single blind clinical trial

Purpose: Aim of our study was to determine the effect of application of magnetotherapy and ultrasound on experimental pain in healthy individuals. **Materials and methods:** Forty healthy subjects (21 women and 19 men) with a mean age of 21.45 ± 1.27 years were included in the study. Application of modalities and measurements were performed by different researchers in the study which was planned as a single-blinded study. Pain was assessed with pain threshold and pain tolerance from the radius distal tip. Pain measurements were performed before and after ultrasound and magnetotherapy application. Therapy applications were done at the volar side of the distal forearm in consecutive days without a regular order. Application of ultrasound was performed 5 minutes with full contact technique while magnetotherapy was applied 20 minutes with longitudinal positioning. **Results:** Application of ultrasound and magnetotherapy increased pain threshold and tolerance values significantly ($p < 0.05$). There was no significant difference when ultrasound and magnetotherapy applications were compared ($p > 0.05$). **Conclusion:** Ultrasound and magnetotherapy can be used to obtain analgesia in addition to tissue healing. Because there was no difference between the modalities from this aspect, choice between these modalities may rely on easy accessibility in the clinic.

Key words: Magnetic field therapy, Ultrasonic therapy, Pain, Pain threshold.

Ağrı, gerçek veya potansiyel doku hasarına eşlik eden, hoş olmayan duyuşsal ve duygusal deneyimlerin bütünüdür. Fizyolojik olduğu kadar psikolojik komponenti de bulunan ağrı; kan basıncı veya kalp hızı gibi objektif ölçülemeyen bir bulgudur.^{1,2}

Ağrının hafifletilmesi amacıyla birçok elektrofizyolojik modalite yaklaşık iki milyondan bu yana sıklıkla kullanılmaktadır. Tedavinin temel amacı, farklı mekanizmaları kullanarak ağrı şiddetinin azaltılması, ağrı eşiğı ve toleransının yükseltilmesidir. Bu modaliteler elektrik akımının dokuya direkt verilmesi ya da enerji uygulaması yoluyla kullanılabilir. Elektrofizyolojik ajanlar, ağrı kesici etkilerini birçok mekanizma ile dört seviyede gerçekleştirirler: periferel, spinal segmental, supraspinal ve kortikal.³ Periferel seviyede elektrofizyolojik ajan ile sağlanan fizyolojik etkiler zararlı uyarıya ya da periferel nosiseptörlere olan cevabı azaltabilir veya limitleyebilir. Spinal segmental düzeyde geniş çaplı afferentlerin uyarılması sonucu “kapının kapatılmasıyla” veya endojenöz opioid maddelerin salınımını sağlayarak nosiseptif bilginin dorsal spinal kolon boyunca iletimini azaltarak analjezi sağlanabilir. Daha üst seviyelerde ise inen inhibitör kontrol mekanizmalarının uyarılmasıyla ağrı inhibisyonu sağlanır.³

Magnetoterapi, ağrı ve/veya inflamasyonun eşlik ettiğı yaralanmalarda uzun zamandır kullanılan non-invaziv, basit ve güvenli bir yöntemdir.⁴ Hüresel düzeyde yapılan çalışmalarda manyetik alanların iyon bağlama ve taşınması yoluyla sinyal alışverişi yapan yolları uyardığı gösterilmiştir. Kalsiyum iyonunun anahtar rolü oynadığı bu değışiklik, immün sisteme ait hücre ve dokularda potansiyel farklılıklar yaratmakta; hem inflamatuvar süreçte hem de nosiseptör aktivitesindeki azalma ile analjezi sağlanmaktadır.^{5,6}

Ultrason, derin dokulardaki termal ve mekanik etkileri nedeniyle tercih edilen yüksek frekanslı bir akım olup fizyoterapi kliniklerinde en sık kullanılan, uygulaması kolay ve ekonomik bir elektroterapi modalitesidir.⁷ Ultrason, hüresel aktivite düzeyini artırır.⁸ Dokudaki ısı artışına bağılı olarak elde edilen dolaşımın artması sonucu

inflamatuvar sürecin iyileştirilmesi, analjezik bir etki de oluşturmaktadır.⁹

Ağrı tedavisinde uygulanacak yöntemlerin seçimi tedavi bölgesinde açık yara bulunması, kalp pili kullanımı gibi birçok kritere bağılıdır. Fakat zorunlu haller dışında, klinikte modalite seçimini belirleyen faktörler tartışmalıdır. Klinikte fizyoterapistlerin seçimleri önsezi, kişisel tercih ve alışkanlıklar yerine kanıta dayalı çalışmalar olmalıdır. Kanıta dayalı uygulamalar ile en uygun yöntemler karşılaştırılmalı olarak belirleneceğı gibi tedavi seanslarının süreleri ve maliyetleri de azaltılabilir. Bu şekilde, fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetinin kalite ve veriminin de artırılması mümkün olabilir.^{8,10}

İnflamasyon sürecindeki etkinlikleri düşünülduğünde ağrının rahatlatılmasında hem magnetoterapi hem de ultrason etkinliğı kanıtlanmış ve mekanizmaları açıklanmış elektroterapi modalitelerdir.^{5,6,11-14} Ancak literatürdeki çalışmalar daha çok her iki modalitenin ağrının şiddeti üzerine etkisini vurgulamakta, ağrı eşiğı ve toleransı üzerine etkileri ise bilinmemektedir. Elektrik stimülasyonu ile deneysel ağrı değıerlendirmesi objektif bir yöntemdir. Elektrik stimülasyonu ile oluşturulan ağrı eşiğı ve toleransı, kolaylıkla ölçülebilir, çok az bir doku hasarıyla ölçümler tekrarlanabilir. Tanımlanan eşik değıerleri batmaya benzer bir his oluşturur.

Analjezik etkileri bakımından literatürde magnetoterapinin etkin olduğunu gösteren çalışma sayısı daha fazla dikkati çekmekle birlikte, her iki modalitenin ağrı eşiğı ve toleransı üzerindeki etkinliğini karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır.^{15,16} Bu iki tedavi modalitesinin etkinliklerinin karşılaştırılması, varsa birbirine göre üstünlüklerinin bilinmesi klinikte net bir seçim yapılması için yol gösterici olabilir. Çalışmamız, magnetoterapi ve ultrason uygulamalarının sağlıklı bireylerde deneysel ağrı eşiğı ve toleransı üzerine etkinliğinin belirlenmesi amacıyla planlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya fizyoterapi ve rehabilitasyon öğrencisi 40 sağlıklı birey alındı. Bireylerin 21’i

kadın ve 19'u erkekten oluşmaktaydı. Çalışmaya dahil edilme kriterleri olarak; ağrı şikayetine neden olan veya duyu bozukluğu ile ilgili bir patolojinin bulunmaması, değerlendirme döneminde analjezik veya antidepressan ilaç kullanılmaları, uykusuzluk, yorgunluk ya da stresle ilgili kronik bir problemin olmaması dikkate alındı. Bireylere çalışma hakkında detaylı bilgi verildi. Uygulanan elektrik akımı ve tedavi modalitelerine ait özelliklerden, olası komplikasyonlardan bahsedildi ve çalışma için yazılı onam formu alındı. Çalışma tek kör olarak planlanıp, modalite uygulamaları ve ölçümler farklı araştırmacılar tarafından yapıldı.

Uygulanan modalitelerin ağrının hafifletilmesindeki etkinliğinin belirlenmesi amacıyla diğer ağrı değerlendirme yöntemlerine göre daha objektif olması nedeniyle uzun yıllardır tercih edilen ve kişinin kendi puanlamasına dayalı olarak derecelendirilen, elektrik stimülasyonu ile belirlenen ağrı eşiği ve toleransı kullanıldı.

Ağrı eşiği, elektrik akımının ağrı oluşturduğu ilk nokta, ağrı toleransı ise kişinin dayanabildiği son noktada akımın kesilmesinin istendiği seviye olarak kabul edildi. Ağrı eşiği minimal ağrı indeksidir ve rahatsızlık hissi minimaldir. Ağrı toleransı ise kronik ağrı ile ilişkili olup tolerasyonun bittiği noktadır.^{17,18}

Ağrı eşik ve tolerans ölçümlerinde 166 Hz frekansta 1 msn uyarı ve 5 msn dinlenme sürelerini içeren kare dalga galvanik akım kullanıldı. Akım birimi miliamper (mA) olarak kaydedildi.^{17,18}

Ölçümler, birbirini takip eden günlerde, aynı bireylere modalite uygulamasından önce ve sonra yapıldı. 18-22°C oda sıcaklığında, kişiler oturma pozisyonunda, dirsek 90° fleksiyon ve önkol nötral pozisyonda desteklenmiş olarak radius distal ucundan alındı (Şekil 1). Bireylerin, ölçüm sırasında değerlerin okunduğu monitörü görmemeleri sağlandı. Her iki el bileğinden yapılan ölçümler 3'er kez tekrarlandı ve ortalamaları analizde kullanıldı.

Magnetoterapi uygulaması Sauna Italia Parva model cihaz ile 80 Gauss'luk maksimum şiddetin % 60'ını verecek şekilde 100 Hz frekansta yapıldı. Elektrotlar önkolun volar ve dorsal yüzlerine el bileği seviyesine gelecek şekilde pozisyonlandı. Uygulama süresi 20 dakika olarak alındı.

Ultrason uygulaması Pagani DT 20 model cihaz kullanılarak 1 MHz frekansta 1 watt/cm² güç dozajda 5 dakika süreyle önkol volar yüze, el bileği proksimal çizgisine kadar uygulandı.

İstatistiksel analiz:

İstatistiksel analiz için "SPSS for Windows 15.0" programı kullanıldı. Modalitelerin tedavi öncesi ve sonrası eşik ve tolerans değerleri; ultrason ve magnetoterapinin birbirlerine göre farklılıklarının belirlenmesi için *t* testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak $p < 0.05$ kabul edildi.



Şekil 1. Ağrı eşiği ve toleransının ölçümü.

SONUÇLAR

Eşik ve tolerans ölçümüyle ağrı seviyesinin değerlendirildiği olgularda ölçüm noktası olan radius distal ucunda çok kısa süreli kızarıklık dışında herhangi bir komplikasyon görülmedi.

Çalışmaya katılan 21 kadın ve 19 erkek, toplam 40 olgunun yaş ortalaması 21.45 ± 1.27 yılıdır.

Ultrason ve magnetoterapi uygulamalarının ağrı eşiği ve toleransı değerlerini anlamlı olarak değiştirdiği görüldü ($p < 0.05$) (Tablo 1).

Ultrason ve magnetoterapi uygulamalarının birbirlerine göre üstünlüklerine bakıldığında ise anlamlı sonuç bulunamadı ($p > 0.05$) (Tablo 2).

Tablo 1. Modalitelerin ağrı eşiği ve ağrı toleransı değerlerine etkileri.

	Ultrason			Magnetoterapi		
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	p	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	p
	X±SD	X±SD		X±SD	X±SD	
Ağrı eşiği (mA)	7.42±3.40	8.67±3.85	<0.001	8.89±3.36	9.70±3.48	<0.001
Ağrı toleransı (mA)	11.60±4.73	13.03±5.02	<0.001	13.16±3.87	14.42±4.14	<0.001

Tablo 2. Ultrason ve magnetoterapinin tedavi öncesi ve sonrası farklarının karşılaştırılması.

	Ultrason	Magnetoterapi	p
	X±SD	X±SD	
Ağrı eşiği (mA)	1.25±1.98	0.81±1.37	0.426
Ağrı toleransı (mA)	1.43±1.82	1.26±1.73	0.609

TARTIŞMA

Ultrason ve magnetoterapi uygulamalarının deneysel ağrı eşiği ve toleransı üzerine etkinliğini karşılaştırdığımız çalışmamız, her iki modalitenin de deneysel ağrı eşiği ve toleransını birbirlerine üstünlük göstermeksizin artırdığını gösterdi. Sonuçlar, klinikte sık karşılaşılan kas iskelet sistemi kaynaklı problemlerde magnetoterapi ve ultrason uygulamalarının analjezik etkisini vurgulayan önceki çalışmaların sonuçlarıyla paralel olmakla birlikte çalışmamız, her iki modalitenin analjezik etkilerinin karşılaştırıldığı ilk çalışma olması nedeniyle önem taşımaktadır.^{15,19-21}

Önceki çalışmalarda, çoğunlukla modalitelerin kronik inflamatuvar veya dejeneratif süreçlerde diğer tedavi yaklaşımlarının da yer aldığı rehabilitasyon sonuçları tartışılmıştır.^{15,16,21,22} Bjordal, osteoartrite bağlı diz ağrısında elektroterapi ajanlarının etkisini derlediği meta analizinde, ultrasonun analjezik etkisinin bulunmadığını; magnetoterapinin etkisinin ise düşük olduğunu belirtmiştir. Değerlendirmeler, Western Ontario ve McMaster Üniversiteleri osteoartrit indeksinin (WOMAC) ağrı alt skalası ve 100 milimetrelilik görsel ağrı skalası ile yapılmıştır.²¹ Harrison, ultrasonun analjezik etkisini araştırdığı sistematik derlemede ultrasonun alternatif

tedavilere ve plasebo uygulamalarına göre üstünlüğünün bulunmadığını belirtmiştir.²³ Buna karşın Bakhtiary, ultrasonun karpal tünel sendromunda lazere göre analjezik etkisinin daha fazla olduğunu göstermiştir.²⁰ Doku iyileşmesine ikincil olarak geliştiği öne sürülen analjezik etkilerin ultrason ve magnetoterapi uygulamalarıyla artırılabilirliğinin vurgulandığı bu çalışmalarda, tedavi etkinlikleri kas kuvveti, normal eklem hareketi, yaşam kalitesi ve ağrı ölçümleri ile değerlendirilmiş fakat tek başına bu yöntemlerin analjezik etkisinin tedavideki rolü tam olarak açıklanmamıştır. Bu nedenle çalışmamızda ağrı deneysel olarak oluşturuldu ve modalitelerin ağrı eşiği ve toleransı üzerindeki izole etkileri karşılaştırmalı olarak araştırıldı. Ayrıca klinik koşullarda gözlenen her ağrılı durumun dejeneratif ve inflamatuvar süreç içermemesi nedeniyle analjezik etkilerin deneysel ağrı üzerinde daha net izlenebileceği görüşünderiz.

Klinik ve deneysel çalışmaların farklı sonuçlar vermesi uygulama dozajlarındaki farklılıklardan kaynaklanabilir. 0.10 watt/cm² ile 3 watt/cm² aralığındaki tedavi dozajlarının etkinlikleri farklı olabilir. İnflamatuvar sürece yönelik tedavilerde 1 watt/cm²'nin altında; ağrı rahatlaması için ise 1 watt/cm² ve üstü dozajlar tavsiye edilmektedir.⁷ Çalışmamızda 1 watt/cm² dozajda 5 dakika

uygulama yapıldı. Bu, ultrasonun analjezik etkisi için tavsiye edilen dozaj aralığına uyan bir değerdi.⁷

Magnetoterapi tedavisinin etkinliğiyle ilgili de farklı sonuçlar içeren çalışmalar vardır. Fernandez, % 5'lik maden tuzu solüsyonu kullanarak elde ettiği deneysel ağrıda kesikli manyetik alanın analjezik etkisinin olmadığını gösterirken, Weintraub ve Pujol, klinik ağrıda magnetoterapiyi etkili bulmuşlardır.^{4,15,19} Farklı çıkan bu sonuçlara rağmen literatürde magnetoterapinin, güçlü bir analjezik temele sahip olduğunu vurgulayan birçok çalışma vardır.^{5,6,24} Çalışmamızda, ultrasonda olduğu gibi magnetoterapinin de ağrı eşiği ve toleransı değerlerini anlamlı olarak arttırdığı görüldü.

Literatürde, ağrı tedavisinin sonuçlarının değerlendirilmesinde genellikle konvansiyonel ölçümlerin tercih edildiği görülmüştür. Bakhtary, lazer ve ultrasonun karpal tünel sendromunda etkinliğini karşılaştırdığı çalışmada ağrıyı, görsel analog skalası ile değerlendirmiştir.²⁰ Pujol, tekrarlı manyetik stimülasyonun lokalize kas iskelet ağrısı üzerine etkisini değerlendirmek için 101 puanlı sayısal derece skalası kullanmıştır.¹⁵ Bu yöntemler klinikte uygulaması kolay ve kısa süre almakla birlikte, hastana alınan bilgilere dayalı olduğundan emosyonel durum, yorgunluk gibi pek çok faktörden etkilenmediği için subjektif ve hatalı sonuçlar verebilmektedir.

Çalışmamızda kullanılan deneysel ağrı ölçümü sağlıklı bireyler üzerinde yapılan modalite etkinlik çalışmalarında daha objektif veriler sunmaktadır.^{17,18} Elektrik stimülasyonu kullanarak yapılan değerlendirmede, kısa süren bir deri reaksiyonu dışında bir yan etki oluşmamakta ve ölçüm kısa süre içinde tekrarlanabilmektedir.¹⁸ Deneysel ağrı ölçümü, uygulaması kolay, güvenilir ve nispeten daha objektiftir.¹⁸ Ölçüm, her klinikte bulunabilecek bir alçak frekanslı akım stimulatörü ile yapılabilir. Deneysel ağrı parametreleri, klinik durum hakkında önemli belirleyici etkilere sahip olabilirler. Bu nedenle ağrı inhibisyonuna ait mekanizmaların açıklanmasında hem klinik hem de deneysel ölçümler önem taşır.²⁵

Literatürde analjezik etki bakımından magnetoterapi, ultrasona göre daha fazla vurgulanmış olmasına rağmen, çalışmamızda iki

modalite arasında eşik ve tolerans değerleri arasında fark bulunmadığı gözlemlendi. Bu sonuç, iki modalitenin analjezik etkisinin benzer olduğunu göstermiştir. Deneysel ve klinik ağrı kavramlarının ortak özelliklere sahip olduğu düşünüldüğünde, elde ettiğimiz sonuç önemlidir.²⁵

Bu çok açık sonuca karşın çalışmamız bazı limitasyonlar içermektedir. Her iki tedavi modalitesi için plasebo grubunun olmaması en önemli limitasyondur. Ayrıca depresyon, yorgunluk ve psikolojik durumdan çok etkilenen ağrının deneysel olarak değerlendirilmesi sırasında olguların bu parametre düzeyleri objektif test veya anketlerle belirlenmedi ve çalışma sonuçlarıyla ilişkisine bakılmadı, sadece sözel sorular ile bilgi alındı. Ağrı etkinliğinin sadece deneysel ağrı ile değerlendirilmesi, ek olarak görsel analog skalası ya da ağrı algometresi gibi yaygın yöntemlerin kullanılmaması bir kısıtlılık olarak görülebilir.

Sonuç olarak, çalışmamızda, ultrason ve magnetoterapinin analjezik etkisinin benzer düzeyde olduğu gözlemlendi. Modalitelerin analjezik etkilerinin birbirlerine göre farklarının olmaması klinikte bazı avantajlar oluşturabilir. Magnetoterapi cihazlarının bulunmadığı kliniklerde, hemen hemen her klinikte kullanılan ultrason cihazları analjezik etki sağlamak amacıyla uygulanabilir. Magnetoterapinin uygulama süresinin en az 20 dakika, ultrasonun ortalama uygulama süresinin ise ortalama 10 dakika olduğu düşünüldüğünde ultrason kullanımı, tedavi seans süresinin kısaltılması açısından bir avantaj yaratabilir. Fakat bu iki modalitenin farklı etki mekanizmaları ve fizyolojik etkileri olduğu; avantaj ve dezavantajları unutulmamalıdır. Çalışmamızın sonuçlarının kanıt dayalı fizyoterapi uygulamalarının giderek önem kazandığı günümüzde bu alanda çalışan fizyoterapistlere yol gösterici olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Unruh A, Strong J, Wright A. Introduction to pain. In: Strong A, Unruh S, Wright A, Baxter GD, eds Pain: a textbook for therapists. Edinburgh: Hancourt-Bnace; 2002:1-119.
2. Fillingim RB, King CD, Ribeiro-Dasilva MC, et al. Sex, gender, and pain: a review of recent clinical and

- experimental findings. *J Pain*. 2009;10:447-485.
3. Barlas P, Baxter GD. Electrophysical agents in pain management. In: Strong A, Unruh S, Wright A, Baxter GD, eds. *Pain A Textbook for Therapists*. Edinburgh:Hancourt-Bnace; 2002:207-226
 4. Fernandez MI, Watson PJ, Rowbotham DJ. Effect of pulsed magnetic field therapy on pain reported by human volunteers in a laboratory model of acute pain. *Br J Anaesth*. 2007;99:266-269.
 5. Markov MS. Expanding use of pulsed electromagnetic field therapies. *Electromagn Biol and Med*. 2007;26:257-274.
 6. Markov MS. Magnetic field therapy: a review. *Electromagn Biol and Med*. 2007;26:1-23.
 7. Robertson VJ. Dosage and treatment response in randomized clinical trials of therapeutic ultrasound. *Phys Ther Sport*. 2002;3:124-133.
 8. Watson T. The role of electrotherapy in contemporary physiotherapy practice. *Man Ther*. 2000;5:132-141.
 9. Paliwal S, Mitragotri S. Therapeutic opportunities in biological responses of ultrasound. *Ultrasonics*. 2008;48:271-278.
 10. Hicks CM. Research for physiotherapists-Project design and analysis. 2 ed. UK: Churchill Livingstone; 1995:3-10.
 11. Speed CA. Therapeutic ultrasound in soft tissue lesions. *Rheumatology(Oxford)*. 2001;40:1331-1336.
 12. Watson T. Ultrasound in contemporary physiotherapy practice. *Ultrasonics*. 2008;48:321-329.
 13. ter Haar G. Therapeutic ultrasound. *Eur J Ultrasound*. 1999;9:3-9.
 14. Valentinuzzi M. Magnetotherapy, alternative medicines, Hippocratic oath. *BioMed Eng Online*. 2008;7:1.
 15. Pujol J, Pascual-Leone A, Dolz C, et al. The effect of repetitive magnetic stimulation on localized musculoskeletal pain. *Neuroreport*. 1998;9:1745-1748.
 16. Smania N, Corato E, Fiaschi A, et al. Therapeutic effects of peripheral repetitive magnetic stimulation on myofascial pain syndrome. *Clin Neurophysiol*. 2003;114:350-358.
 17. Jette DU. Effect of different forms of transcutaneous electrical nerve stimulation on experimental pain. *Phys Ther*. 1986;66:187-193.
 18. Telli O, Cavlak U. Measuring the pain threshold and tolerance using electrical stimulation in patients with Type II diabetes mellitus. *J Diabetes Complications*. 2006;20:308-316.
 19. Weintraub MI, Cole SP. A randomized controlled trial of the effects of a combination of static and dynamic magnetic fields on carpal tunnel syndrome. *Pain Med*. 2008;9:493-504.
 20. Bakhtiary AH, Rashidy-Pour A. Ultrasound and laser therapy in the treatment of carpal tunnel syndrome. *Aust J Physiother*. 2004;50:147-151.
 21. Bjordal JM, Johnson MI, Lopes-Martins RA, et al. Short-term efficacy of physical interventions in osteoarthritic knee pain. A systematic review and meta-analysis of randomised placebo-controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007;8:51.
 22. Harris GR, Susman JL. Managing musculoskeletal complaints with rehabilitation therapy: summary of the Philadelphia Panel evidence-based clinical practice guidelines on musculoskeletal rehabilitation interventions. *J Fam Prac*. 2002;51:1042-1046.
 23. Harrison B, Barlas P. Analgesic effect of therapeutic ultrasound: a systematic review of the literature. *Physiotherapy*. 2000;86:35.
 24. Del Seppia C, Ghione S, Luschi P, et al. Pain perception and electromagnetic fields. *Neurosci Biobehav Rev*. 2007;31:619-642.
 25. Gagliese L. What do experimental pain models tell us about aging and clinical pain? *Pain Med*. 2007;8:475-477.