Observed Changes in Some Biochemical Parameters After Magnetic Field Exposure to 1,5 Tesla

1,5 Tesla' lık Manyetik Alana Maruziyet Sonrası Bazı Biyokimyasal Parametrelerde Gözlenen Değişiklikler

Manyetik Alana Maruziyet / Magnetic Field Exposure

Turan Akdağ[1], Ali Muhtar Tiftik[2], Levent Sarıyıldız[1]
[1]Biyokimya Ana Bilim Dalı, Meram Tıp Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya , Türkiye.
[2]Dr. Faruk Sukan Doğum ve Çocuk Hastanesi, Konya, Türkiye.

Bu çalışma yazarın 'Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)'nin bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkisi' adlı yüksek lisans tezinden alınmıştır.

Özet

Amaç: Günlük yaşamda bireyler farklı kaynaklardan değişik düzeylerde elektromanyetik kirlenmeye maruz kalmaktadırlar. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), radyofrekans dalgalarını kullanan radyodiagnostik görüntüleme yöntemi olup bireyler uygulama boyunca manyetik alana maruz kalmaktadırlar. Olası olumsuz etkilerin ancak uzun vadede ortaya çıkabileceği düşünüldüğünde komplikasyonların önceden belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle MRG'nin bazı biyokimyasal değerlere etkisi çalışmada ortaya konulmaya çalışılmıştır. Gereç ve Yöntem: Çalışmaya MRG çekimi için başvuran ve herhangi bir sistemik hastalığı olmayan, 25- 45 yaşları arasında gönüllü toplam 40 birey alındı. Kan örnekleri MRG uygulama öncesi ve sonrası olmak üzere 2 kez çalışıldı. MRG uygulamasına alınan bireyler istenen tetkik gereği 1,5 T'lık manyetik alana 30 dakika süresince maruz kaldılar. Kan örnekleri bekletilmeden santrifüj edilerek otoanalizörde; glukoz, Ca, kolesterol, trigliserid, HDL, LDL, Fe, Fe bağlama, lipaz, TT3, TT4, free T3, free T4, TSH, insülin ve ferritin değerleri incelendi. Bulgular: Çalışmada MRG uygulama sonrası ölçülen Ca, kolesterol, trigliserid, HDL, TT3, Fe, Fe bağlama, lipaz, TSH, insülin değerlerinin uygulama öncesine göre düştüğü ve değişimin istatiksel olarak anlamlı olduğu ortaya konulmuştur ($P < .05$). LDL, glukoz, ferritin, free T3, free T4 ve Total T4'te ortaya çıkan değişikliklerin ise istatiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Sonuç: Meydana gelen değişikliklerin geçici olup olmadığının saptanması ve biyolojik etkisinin boyutuna ilişkin çıkarımlar için ileri çalışmalara gereksinim vardır.

Anahtar Kelimeler

Manyetik Alan; Manyetik Rezonans Görüntüleme; Lipaz, Trigliserid

Abstract

Aim: In daily life, individuals are exposed to electromagnetic contamination at different levels. Magnetic resonance imaging (MRI) is a radiodiagnostic imaging technique using non-ionizing radiofrequency radiation. Considering possible adverse effects of magnetic fields may occur at long time, complications are difficult to determined earlier. Therefore, the effects of MRI on some biochemical parameters were evaluated before and after MRI. Materials and Methods: In the present study, applying for MRI and with no systemic disorders, total 40 volunteers between the ages of 25-45 were enrolled. Blood samples were investigated before and after MRI, and subjects were exposed to magnetic field of 1.5 T for 30 min. Blood samples were soon centrifuged and studied in terms of the levels of serum Ca, Fe, Fe binding, triglyceride, cholesterol, TT3, TT4, free T3, free T4, TSH, ferritin, insulin, lipase, HDL, LDL and glucose. Results: In the study, levels of Ca, cholesterol, triglyceride, HDL, TT3, Fe, Fe binding, lipase, TSH and insulin after MRI were found to be lower than those before the procedure. This changs was observed to be statistically significant($P < .05$), and the difference related to levels of LDL, glukoz, ferritin, Free T3, Free T and TT4 were found to be statistically insignificant. Discussion: It was concluded that some biochemical parameters ocur after MRI, and further studies are needed to evaluate long-term consequences and biological effects and whether the changes are temporary.

Keywords

Magnetic Field; Magnetic Resonance İmaging; Lipase; Tryglyceride

DOI: 10.4328/JCAM.840 Received: 24.10.2011 Accepted: 0.11.2011 Published Online: 01.10.2012 J Clin Anal Med 2012;3(4):436-438
Corresponding Author: Turan Akdag, Biyokimya Ana Bilim Dalı, Meram Tıp Fakültesi, Selçuk Üniversitesi, Konya , Türkiye.
GSM: +905056597350 E-mail: turanakdag570@gmail.com

Giriş

Günümüzde insanların maruz kaldığı elektromanyetik alanların günden güne artması ve olası biyolojik etkilerinin ancak uzun vadede ortaya çıkabilecek olması nedeniyle manyetik alanın insan sağlığı üzerine etkisi ve elektromanyetik kirlilik üzerine ilgi her geçen gün artmaktadır. Elektromanyetik dalgalar, atomlar ve moleküller arası elektriksel dengeyi bozarak biyokimyasal faaliyetleri etkileyebilecek niteliktedir. Dokulardaki elektriksel yapıyı da olumsuz etkileyebilen manyetik alanlar dolaşım, kalp, sinir ve bağışıklık sisteminde bozukluklar ortaya çıkarabilmektedir.[1] Elektromanyetik alanın kullanıldığı MRG'de görüntü elde etmek için vücutta hidrojen (H) yoğunluğunun dağılımı ve manyetik alanda meydana gelen proton hareket değişkenleri kullanılır. Manyetik alanın insan vücuduna kolayca girebilmesi, hücre sıvısı ve lipidlerde bol miktarda H atomunun bulunması gibi nedenlerden dolayı bu yöntem radyodiagnostik amaçla kullanılmaktadır.[2] MRG aygıtının parçası olan magnetin oluşturduğu radyofrekans alanların hücre membranlarını ve makromolekülleri harekete geçirdiği ve hücre yüzeyi niteliklerinin değişimi şeklinde etkilerinin olduğu bilinmektedir.[3] Uluslararası kanser araştırma enstitüsü manyetik alana maruziyet durumunda manyetik alanın insan karsinojeni gibi davrandığını ve klas 2B sınıfına dahil olduğunu bildirirken, manyetik alana kronik maruziyetlerde konjenital malformasyonların ve kanser insidansının artabileceği vurgulanmaktadır.[4,5] Yapılan çalışmalarda vücut tarafından absorbe edilen elektromanyetik enerji yüzünden vücut ısısında meydana gelen 1-2 ºC artışla nöral ve nöromuskular fonksiyonlarda gerileme, kan-beyin bariyerinde geçirgenlik, bağışıklık sisteminde stresle bağlantılı değişiklikler, üremeyle ilgili değişiklikler (azalmış spermatogenes), teratojenite ve membran fonksiyonlarında anomaliler görülmüştür.[6] Elektromanyetik alanların insan sağlığı üzerindeki etkisinin büyüklüğü kesin olarak belirlenememekle birlikte neden-sonuç ilişkileri de henüz belirlenememiştir. Zamanla gelişen teknoloji ve sağlayabileceği avantajlar kullanılarak yapılacak olan yeni çalışmalarla daha somut sonuçlar elde edilebileceği düşünülebilir. Olası komplikasyonların önceden belirlenmesine katkıda bulunmak amacıyla yapılan bu çalışmada MRG öncesi ve sonrası bazı biyokimyasal parametrelerin ölçümü yoluyla değişikliklerin saptanması amaçlandı.

Gereç ve Yöntem

Çalışmada MRG ünitesine müracaat eden ve sistemik hastalığı olmayan gönüllü (25- 45 yaşları arasında) toplam 40 bireyden alınan kan örnekleri kullanılmıştır. Her bir MRG tetkiki süresi yaklaşık 30 dakika kabul edilerek, bu süre boyunca 1,5 T statik manyetik alana (Picker Edge – body koil) maruz kalan kişilerin manyetik ortamdan etkilenebileceği varsayılmıştır. Bu bağlamda maruziyetin bazı biyokimyasal parametrelerde değişiklik yapıp yapmadığı çalışmada araştırılan konudur. Kan örnekleri MRG çekimi öncesi ve sonrası olmak üzere iki kez alındı. Alınan numuneler santrifüj edilerek otoanalizörde; glukoz, Ca, kolesterol, trigliserid, HDL, LDL, Fe, Fe bağlama, lipaz, TT3, TT4, freeT3, freeT4, TSH, insülin ve ferritin değerleri çalışıldı. Çalışma için Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alındı.

İstatistiksel analizler Minitab for Windows ve SPSS İstatistik paket programları kullanılarak yapıldı ve Sample Paired t testi ile analizleri yapıldı. Sonuçlar ortalama ve standart hata (X±SE) olarak değerlendirilirken $P < .05$ anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi.

Bulgular

Araştırma kapsamındaki parametrelerin MRG uygulama öncesi ve sonrasına ait bulguları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo – 1'de görüldüğü üzere; 1,5 T'lık manyetik alana maruz kalan bireylerde uygulama sonrası Ca ortalamasında düşüş gözlenmiştir. Aynı şekilde serum kolesterol, trigliserid, lipaz ve HDL seviyelerinde de maruziyet sonrası azalma görülmektedir. Fe, Fe bağlama, TSH ve insülin değerlerindeki düşüşte anlamlıdır. Diğer taraftan LDL, TT3, TT4, Free T3, Free T4, ferritin, ve glukoz değerlerinde maruziyet öncesi ve sonrası istatiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

Tablo 1. MRG öncesi ve sonrası bazı biyokimyasal parametrelerin ortalama değerleri (X±SE)

Parametre	X±SE		P
	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası	
Ca (mg/dL)	9,24±0,47	9,05±0,55	0,002
Kolesterol (mg/dL)	183,92 ± 48,53	177,05±48,79	0,000
Trigliserid (mg/dL)	135,1 ± 70,4	122,38 ±61,92	0,000
HDL (mg/dL)	45,12±8,68	42,85±8,70	0,000
LDL (mg/dL)	111,86±45,16	110,10±44,68	0,125
Fe (µmol/L)	56,63±33,23	53,80±32,79	0,006
FeBağ.(µg/dL)	249,6±76,6	238,3±72,9	0,018
Lipaz (U/L)	40,45±12,43	38,55±13,47	0,000
TT3 (ng/dL)	94,10±18,38	92,02±16,62	0,077
TT4 (µg/dL)	7,812±2,04	7,674±1,94	0,252
Free T3 (pmol/L)	2,822±0,574	2,898±0,762	0,619
Free T4 (ng/dL)	0,922±0,19	0,931±0,19	0,535
TSH (mU/L)	1,827±1,66	1,692±1,50	0,001
Ferritin (ng/mL)	63,33±60,73	63,0±65,5	0,052
İnsülin (mU/mL)	7,833±6,039	5,828±5,455	0,021
Glukoz (mg/dL)	90,15±29,98	89,97±23,85	0,792

Tartışma

Gelişen teknolojiyle birlikte manyetik alanların sayısı artmış ve bu artışa paralel olarak bireyler daha çok elektromanyetik alana maruz kalmak zorunda kalmışlardır. Böylelikle elektromanyetik kirliliğin insan sağlığına etkisinin boyutu daha çok akademik çevrelerin ilgisini çeker duruma gelmiştir. Son yıllarda başta MR olmak üzere radyolojik görüntüleme yöntemlerinin hızla gelişmesi, çalışmaların konusunun bu inceleme yöntemleri üzerine olmasına neden olmuştur. MRG radyodiagnostik yönüyle tüm dünyada en çok çalışma ve araştırmanın yapıldığı, rutin radyolojik incelemeler arasında en çok ilginin odaklandığı yöntemlerden birisidir. Statik manyetik alanlardan biri olan MR ünitesinde bireyler zamana ve koil tipine göre farklı şiddetlerde manyetik alana maruz kalmaktadırlar. Manyetik alan ve radyofrekansın görünmez oluşu, maruz kalma miktarının tam olarak tespit edilemeyişi ve yapılan çalışmaların nispeten az oluşu gibi nedenlerden dolayı manyetik alanların insan sağlığı üzerinde etkisinin tespitinde güçlükler yaşanmaktadır.

Elektromanyetik alanların çok sık etkisinde kalan (radyo operatörleri, endüstriyel donanım işçileri, elektrik santralleri ve trafo merkezlerinde çalışanlar) işçilerde alzheimer hastalığının

normal insanlara göre erkeklerde 4-9 kat kadınlarda 3-4 kat daha çok görüldüğü, enerji iletim hatlarına yakın yaşayan çocukların, normal çocuklara göre 2-3 kat daha fazla kansere yakalandığı belirlenmiştir.[7] Düşük frekanslı manyetik alanların immün sisteminin işleyişi ile ilgili hücresel değişimleri ortaya çıkarabildiği ve düşük frekanslı manyetik alanların immün sistemi üzerine etki ederek tümör oluşumunu hızlandırdığı bugün geniş kabul görmektedir.[8]

Tiroid bezi ürünleri olan tiroid hormonlarının (T3,T4) en önemli görevlerinden biri bazal metabolizmayı kontrol etmektir. Çevre ısı değişimi ve stres gibi faktörler bazal metabolizmayı etkilemektedir. Manyetik alanın da tiroid bezini etkilediği ve maruziyet sonrası TSH konsantrasyonunu düşürdüğü gözlemlenmiştir. Ratlarla yapılan deneysel bir çalışmada 900 MHz'lık alanın TSH, TT3 ve TT4 seviyelerini azalttığı, kronik olarak GSM telefon alanlarına maruz kalan erkek gönüllülerde ise TSH salınımının % 21 azaldığı tespit edilmiştir.[9] Yaptığımız çalışmada ise TSH seviyesinde anlamlı düşme gözlemlenirken (P = .001), T3 (P = .619) ve T4 (P = .535) seviyelerinde önemli bir değişimin olmadığı saptanmıştır.

İntraselüler Ca' daki geçici artışlar veya düşüşler hücre sinyalizasyonunda önemli rol oynarlar. Yapılan bir çalışmada 5mT'lık manyetik alana maruziyette membran depolarizasyon ile beraber sitozolik serbest Ca iyon konsantrasyon artışlarının önlenmesi neticesinde vücutta insülin salgılanmasında azalma tespit edilmiştir.[10] İnsülin seviyesinin bu çalışmada da anlamlı olarak düştüğü görülmektedir (P = .021). Sinyal transdüksiyon yollarında esansiyel rol oynayan Ca' un 50 Hz'lık manyetik alana maruziyette arttığı görülürken[11] çalışmamızda MRG uygulaması öncesine göre Ca seviyesinde belirgin azalma ortaya çıkmıştır (P = .002)

Yapılan çalışmalar sonucu manyetik alanların lipolitik ve glikojenolitik etki gösterdiği bilinmektedir.[12] 6 mT'lık manyetik alana maruz bırakılan ratlar üzerine yapılan bir çalışmada serum kolesterol ve trigliserid seviyelerinde belirgin bir düşüş saptanmış olup[13] çalışmanın bulguları bizim çalışmamızla uyumluluk göstermektedir (P = .00). 30 birey üzerinde (16 kanserli hasta, 6 hamile, 9 hamile olmayan) yapılan bir çalışmada 50 mHz'lik manyetik alana maruziyet sonrası VLDL ve LDL düzeylerinde artış tesbit edilirken HDL'de azalma gözlemlenmiştir.[14] Bu bulgu sonuçlarından HDL'de benzer sonuç görülürken (P = .000) LDL'de farklı sonuç gözlenmiştir (P = .125).

Vücutta demirin depolanmasından sorumlu olan ferritin proteini ferromanyetik etkiye sahiptir. 1,5 T'lık MR ünitesinde uygulamaya alınan 29 talasemili hasta üzerinde yapılan çalışmada serum ferritin seviyelerinde kontrol gruba kıyasla artış gözlemlenirken[15] mevcut çalışmada ferritin düzeyinde istatiksel olarak anlamlı değişiklik görülmemiştir (P = .052). Elferchichi ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise 128 mT'lık manyetik alana maruz bırakılan ratların serum Fe seviyesinin 52 µmol/L'den 43 µmol/L'ye düştüğü ortaya konulmuştur.[16] Benzer bir serum Fe seviye düşüklüğü bizim yaptığımız çalışmada da tespit edilmiştir (P = .006).

Deneysel bir çalışmada 50 Hz'lik manyetik alana 60 dakika süreyle maruz bırakılan ratların kontrol gruba kıyasla plazma glukoz seviyesinde artış gözlemlenmiştir.[17] Bu bulguya rağmen çalışmamızda glukoz seviyesinde istatiksel olarak anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir (P = .792).

Bu alanda farklı konular üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığında şiddetli manyetik alanlara maruz kalan Xenopus yumurtalarının bölünme planlarında değişim (1.6 T),[18] kurbağa yumurtalarında mitotik aygıtın yeniden yönelimi, maymunların elektroensefalogramlarında farklılıklar (2-9 T) ve Jurkalt hücrelerinin çoğalmasında bozukluklar görülmüştür.[19]

Bu sonuçlara göre, yüksek statik manyetik alanlara akut olarak maruz kalmanın bir risk unsuru olup olmayacağı kesin değildir. Çalışmamızda bireyler daha sonraları kontrol edilemediği için bu riskin reversibl olup olmadığını söylemek mümkün değildir. Ancak yapılan bir çalışmada 128 mT'lık alana maruz farelerde glukoz seviyesinin 5.günde arttığı 30.günde ise tekrar düşüşe geçtiği gözlenmiştir.[20] Benzer çalışmalar manyetik alanın bazı biyokimyasal parametrelerde akut olarak değişikliğe neden olabileceği kanaatini geliştirmiştir.

MRG'nin tıp alanında yoğun kullanımı ve bireylerin manyetik alana maruz kalması, görüntüleme süreçleri sırasında kullanılan manyetik alanların biyolojik etkilerinin deneysel ve epidemiyolojik yöntemlerle açıklığa kavuşturulmasını zorunlu kılmaktadır. Bu amaca yönelik çalışmalar bulguları yönünden belirgin farklılıklar göstermekte, bu nedenle MRG güvenliği konusunda kesin olarak nitelenebilecek sonuçlara ulaşmak güçleşmektedir.[21] Manyetik alana maruz kalınan süre ve manyetik alanın yoğunluğu gibi faktörler maruziyet sonrası görülebilecek değişiklikleri etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu konuyla ilişkili olarak deney hayvanlarıyla yapılan birçok çalışma olmasına rağmen literatür araştırmasında insanlar üzerinde yapılan deneysel çalışmaların az sayıda olduğu tespit edilmiştir. MRG'nin insan sağlığı üzerine olası olumsuz etkilerin belirlenebilmesi açısından gözlenen biyokimyasal parametre farklılıklarının akut olup olmadığını saptanması açısından yeni ve daha kapsamlı çalışmalara gereksinim vardır.

Kaynaklar

1. Pilla AA, Markov MS. Bioeffects of weak electromagnetic fields. Rev Environ Health, 1994; 10(3-4):155-169.
2. Kaya T. Temel Radyoloji Tekniği. Güneş & Nobel Kitabevi, İstanbul 1997;109-112.
3. Goodman E M, Greenebaum B, Marron M T. Effects of Electomagnetic Fields on Molecules and Cells. İnternational Review of Cytology 1995;158:279-338.
4. Bauréus Koch CL, Sommarin M, Persson BR, Salford LG, Eberhardt JL. İnteraction between weak low frequency magnetic fields and cell membranes. Bioelectromagnetics 2003;24:395-402.
5. Repacholi M H, Greenebaum B. Interaction of static and extremely low frequency electric and magnetic fields with living systems: Health effects and research needs. Bioelectromagnetics 1999;20:133-160.
6. Adair E, Black D, Termoregulatory responses to RF energy absorbtion. Bioelectromagnetics 2003;6:17-38.
7. Silny J. Risk of electromagnetic fields for humans. Versicherungsmedizin 1991;43(5):142-8 .
8. Walleczek J. Electromagnetic field effects on cells of the immune system: the role of calcium signalling. FASEB J 1992;6:3177-3185 .
9. Koyu A, Cesur G, Ozguner F, Akdogan M, Ozen S. Effects of 900 MHz electromagnetic field on TSH and thyroid hormones in rats. Toxicology letters 2005;157:257-262 .
10. Braude N, Shalts N, Kochlatyis, Goodman R, Henderson AS. Calcium is necessary in the cell response to EM fields. Febs Lett, 1994; 349(1):1-6.
11. H E Wey, D P Conover, P Mathias, M Toraason, W G Lotz 50-Hertz magnetic field and calcium transients in Jurkat cells: results of a research and public information dissemination (RAPID) program study. Environ Health Perspect. 2000;108(2):35–140.
12. Gorczynska E, Wegrzynowics R. Glucose homeostasis in rats exposed to magnetic fields. Invest Radiol. 1991: 26;1095-1100.
13. Bellossi A, Pouvreau-Quillien V, Rocher C, Ruelloux M. Effect of pulsed magnetic fields on cholesterol and tryglyceride levels in rats study of field intensity and length of exposure. Panminerva Med. 1998;40(4):276-9.
14. Engan T, Bjerve KS, Høe AL, Krane J. Proton magnetic resonance spectroscopy of fractionated plasma lipoproteins and reconstituted plasma from healthy subjects and patients with cancer. Scand J Clin Lab Invest. 1992;52(5):393-408.
15. Maria I A, Zafiroula M, Dimitrios N K, Spiros B, Agathocles T, Stavros E T2 Relaxation Rate as an Index of Pituitary Iron Overload in Patients With ß-Thalassemia Major AJR 2000;175:1567–1569.
16. Elferchichi M, Mercierbc J, Coisy-Quivyb M, Metzd L, Lajoixe A D, Grosse R. et al. Effects of exposure to a 128-mT static magnetic field on glucose and lipid metabolism in serum and skeletal muscle of rats. Arch Med Res. 2010;41(5):309-14.
17. Shinji H, Ikuo T, Fuyuki D, David E. M. Effect of a 50 Hz Electric Field on Plasma ACTH, Glucose, Lactate, and Pyruvate Levels in Stressed Rats. Bioelectromagnetics 2004;25:346-351.
18. Valles, J.M, Guevorkion V. Static magnetic field gradient Jaritation of Xenopus laenis. Biophys. J. 2002;7:1130-1133.
19. Polk, C, Postow E. Handbook of biological effects of electromagnetic field. CRC Pres, Florida 1996;10:51-54 .
20. Salem A, Hafedh A, Mohamed B S, Rached A, Mohsen S Effects of Static Magnetic Field Exposure on Hematological and Biochemical Parameters in Rats 2006;49:889-895.
21. Chermansky CJ, Krlin RM, Holley TD, Woo HH, Winters JC. Magnetic resonance imaging following interstim®: An institutional experience with imaging safety and patient satisfaction. Neurourol Urodyn. 2011:10;21147.