Effect of Electromagnetic Field (Wi-Fi) on the Pancreas: Role of Selenium and L-Carnitine

Elektromanyetik Alanın (Wi-Fi) Pankreas Dokusuna Etkisi: Selenyum ve L-Carnitin'in Rolü

2.45 GHz EMA ve Pankreas / 2.45 GHz EMR and Pancreas

Ahmet Koyu[1], Nurhan Gümral[1], Mustafa Saygın[1], Alpaslan Gökçimen[2], Meltem Özgöçmen[3], Fatma Kılınç[1], Hüseyin Yavuz[4]
[1]Fizyoloji AD, Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta,
[2]Histoloji ve Embriyoloji AD, Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Aydın,
[3]Histoloji ve Embriyoloji AD, Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta,
[4]Biyokimya AD, Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta, Türkiye

A. Koyu, N. Gumral, M. Saygin, A. Gokcimen, M. Ozgocmen, F. Kılınc, H. Yavuz. Protective effects of L-Carnitine and Selenium 2450 MHz Electromagneticradiation exposed Pancreas Tissue. Cell Membranes and Free Radical Research 2010; 2 (1): 48.

Özet

Amaç: Elektromanyetik alanın (EMA) sıçanların pankreas dokusu üzerindeki fizyopatolojik etkileri; selenyumun (Se) ve L-karnitinin (L-kar) rolü araştırılmıştır. Gereç ve Yöntem: Çalışmada 30 adet erkek Wistar Albino sıçan kullanıldı. Sıçanlar rastgele 5 gruba ayrıldı. Grup I: EMA (n=6): 28 gün; 60 dak/gün 2.45 GHz EMA'ya maruz bırakıldı. Grup II: EMA+Selenyum (n=6): 28 gün; 60 dak/gün 2.45 GHz EMA'ya maruz bırakıldı ve selenyum 1;5 mg/kg/günaşırı intraperitoneal (i.p.) uygulandı. Grup III- EMA+L-karnitin (n=6): 28 gün; 60 dak/gün 2.45 GHz EMA'ya maruz bırakıldı ve L-karnitin 100 mg/kg/gün i.p. uygulandı. Grup IV: Sham kontrol (n=6): 28 gün 60 dak/gün deney düzeneğinde bırakıldı ve serum fizyolojik 0;5 ml/gün (i.p.) uygulandı. Grup V: Kontrol (n=6): Hiçbir uygulama yapılmadan 28 gün aynı çevresel şartlarda tutuldu. Deney sonunda sıçanların kan dokularından amilaz ve lipaz enzim düzeyleri ve pankreas dokusu histopatolojik olarak değerlendirildi. Bulgular: Serum amilaz (p=0.007) ve lipaz (p=0.004) düzeylerini incelediğimizde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Bu parametreler EMA ile ilişkili olarak ve Grup I'de artmış; Grup II ve III'te de anlamlı olarak azalmıştır. Histopatolojik değerlendirmede; pankreas dokusunda seröz bezlerde dejenerasyon (p=0.009) ve vasküler konjesyon (p=0.009) artışı Grup I'de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu parametreler Grup II ve III'te de anlamlı olarak azalmıştır. Tartışma: EMA ile ilişkili olarak meydana gelen pankreas dokusu hasarında selenyumun L-karnitine göre daha etkili olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler

2;45 GHZ Elektromanyetik Alan; Pankreas; Selenyum; L-Karnitin

Abstract

Aim: Effects of electromagnetic fields (Wi-Fi) on the pancreatic tissue of rats and the role of selenium and L-carnitine were investigated. Material and Method: Thirty male Wistar Albino rats were used in this study. The rats were divided randomly into 5 groups. Group I: EMR (n = 6): 28 days, 60 min / day was exposed to 2.45 GHz EMR. Group II: EMR + Selenium (n = 6): 28 days, 60 min / day was exposed to 2.45 GHz EMR and selenium 1.5 mg / kg / alternate day by intraperitoneal (i.p.) Group III EMR + L-carnitine (n = 6): 28 days, 60 min / day were exposed to 2.45 GHz EMR and L-carnitine 100 mg / kg / day by i.p. Group IV: Sham control (n = 6): 28 days 60 min / day in the experimental setup without EMR and saline 0.5 ml / day of i.p. was administered. Group V: Cage control (n = 6): 28 days without any application were kept under the same environmental conditions. At the end of the experiment the rats' blood samples were collected for amylase and lipase measurement and pancreas tissue was evaluated by histopathologically. Results: Amylase (p = 0.007) and lipase (p = 0.004) levels were found statistically significant between the groups. These parameters were increased related to EMR in Group I and amylase and lipase were significantly decreased in Group II and III. Histopathological evaluation; serous glands degeneration of the pancreas tissue (p = 0.009) and vascular congestion (p = 0.009) increased in the group I. These parameters were significantly decreased in group II and III. Discussions: EMR caused pancreatic tissue damage and selenium has been demonstrated protective effect more than L-carnitine.

Keywords

2.45 GHz Electromagnetic Fields; Pancreas; Selenium; L-Carnitine

DOI: 10.4328/JCAM.3656 Received: 10.06.2015 Accepted: 05.07.2015 Printed: 01.08.2015 J Clin Anal Med 2015;6(suppl 4): 496-500
Corresponding Author: Mustafa Saygın, Fizyoloji AD, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Morfoloji Binasi, Çünür, Isparta, Türkiye.
T.: +90 2462113605 F.: +90 2462371165 E-Mail: fizyolog@gmail.com

Giriş

Günümüzde iletişim araçları ve yaygın kullanım alanlarına sahip elektronik cihazlar yaşantımızı kolaylaştırmıştır. Son yıllarda iletişim teknolojisinin çok hızlı gelişmesi ile cep telefonları ve kablosuz ağlar hayatımızın önemli bir parçası haline gelmiştir. Kablosuz yerel alan ağları (WLAN, Wireless Local Area Networks), iki yönlü geniş bant veri iletişimi sağlayan, iletim ortamı olarak fiber optik veya bakır kablo yerine telsiz frekansı (Radio Frequency, RF) veya kızılötesi ışınları kullanan ve salon bina veya kampüs gibi sınırlı bir alanda çalışan iletişim ağlarıdır[1]. Yaşantımıza kolaylıklar sağlayan bu cihazlar birtakım olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Doku ve hücre sistemleri ile yapılan çalışmalarda düşük şiddette elektromanyetik alan (EMA) alanlarına uzun sure maruz kalmanın; biyomoleküllerinin (DNA, RNA ve protein) sentezi, hücre bölünmesi, kanser oluşumu, hücre yüzeyine ait özellikler, membrandan kalsiyum giriş çıkışı ve bağlanması üzerine etkili olduğu gözlenmiştir. Biyokimyasal ve fizyolojik olarak hücre ve dokularda; hücresel solunumun azaldığı, hormonların etkilendiği doku ve hücrelerin hormonal cevabının değiştiği, karbonhidrat, nükleik asit ve protein metabolizmasının değiştiği, yapısal değişiklikler gözlendiği, farklı antijenlere kaşı immün cevabın etkilendiği gösterilmiştir[2]. EMA dalgaları ve cihazların çevreye yaydığı EMA'nın, biyolojik sistemler ve insanlar üzerinde; fiziksel ve nöral asteni (halsizlik), uyku bozuklukları, baş ağrısı, miyalji (kas ağrısı), ekstremitelerin dizestezisi (deri ve mukozaya yönelik uyartıları hissetme yeteneğinde azalma) gibi olumsuz etkileri, yapılan çok sayıda deneysel çalışma ile gösterilmiştir[3-7].

Selenyum, diyabetten korunma ve diyabet tedavisinde araştırma konusudur. Özellikle EMA kaynaklı oksidatif stresin insülin direnci ve diyabet patogenezinde rolü olabileceği tartışılmaktadır. Glutatyon peroksidaz enziminin yapısında bulunan ve güçlü antioksidan etkisi olan selenyum, pankreas hasarına karşı profilaktik olarak kullanılabilir[8].

L-karnitin (L-kar), lipid metabolizması için oldukça önemlidir. Yağ asidi β-oksidasyonu için düzenleyici kofaktör gibi rol oynar. Uzun zincirli yağ asitlerinin mitokondriyal membrandan açil karnitin esterleri olarak geçişine yardımcı olarak bir mekik görevi görmektedir. Mitokondri içine yağ asidi taşınmasında bir azalma olduğunda sitozolik trigliserid birikimi olur[9].

Kablosuz ağların pankreas dokusu üzerine etkileri ve Selenyum (Se), L-karnitin (L-kar) rolünü araştırdığımız çalışmamız pankreas dokusunun enerji metabolizması için kilit rolü olan bir organ olması ile önem arz etmektedir.

Gereç ve Yöntem

Çalışma grubu

Çalışmamızda 150–170 gr ağırlığında, 30 adet Wistar Albino türü erkek sıçan kullanıldı. Sıçanlar 5 gruba ayrılarak çalışma planı dizayn edildi.

Grup I: 28 gün/ 60 dakika 2.45 GHz EMA'ya maruz bırakıldı. Manyetik alan maruziyetini sağlamak için şemada gösterilen şekliyle, monopol anten ve içine ancak bir sıçanın sığabileceği büyüklükteki pleksiglas kafes kullanılmıştır. Bu grup sıçanlar, pleksiglas kafes içerisinde 50 mW/kg gücündeki 2.45 GHz frekanslı manyetik alana eşit uzaklıkta günde 60 dakika, olmak üzere 4 hafta boyunca maruz bırakılmışlardır.

Grup II: EMA+Selenyum (n=6): 28 gün, 60 dak/gün 2.45 GHz EMA'ya maruz bırakıldı ve selenyum 1,5 mg/kg/günaşırı intraperitoneal (i.p.) uygulandı[10].

Grup III: EMA+L-karnitin (n=6): 28 gün, 60 dak/gün 2.45 GHz EMA'ya maruz bırakıldı ve L-karnitin 100 mg/kg/gün i.p. uygulandı[10].

Grup IV: Sham kontrol grubu (n=6), 28 hafta günde 60 dakika deney düzeneğinde bırakıldı ve serum fizyolojik 0,5ml/gün i.p. uygulandı. Bu gruptaki sıçanlar standart diyet (pellet yem) ile 4 hafta süresince beslendi. Diyet kısıtlaması yapılmadı. İçme suyu olarak, 4 hafta süresince musluk suyu verildi. Diğer gruptaki sıçanların manyetik alana maruz bırakılması sırasında dar kafesin içine sokulmalarından dolayı stres yaşayacakları düşünülerek, kontrol grubundaki sıçanların da stresi yaşaması amacıyla, bu gruptaki sıçanlar, içine ancak bir sıçanın sığabileceği büyüklükteki pleksiglas kafesin içerisine sokularak aynı saat ve aynı süreyle kafesin içinde manyetik alandan uzak bir ortamda bekletildi.

Grup V: Kafes kontrol (n=6): Hiçbir uygulama yapılmadan 28 gün aynı çevresel şartlarda tutuldu.

Gruplardaki sıçanların ortalama ağırlıkları, deneye başlamadan önce 150–170 gr arasında değişmekteydi. Gruplar arasında ortalama ağırlık bakımından anlamlı bir fark yoktu. Her çalışma grubundaki sıçanlar standart mevsimsel ışık ve ısı koşullarında (22 °C) bulunduruldu. Sıçanlara ad libitum yem ve su verildi. Her bir sıçanın her gün aynı saatte manyetik alana maruz bırakılması sağlandı. Dördüncü haftanın sonunda, 1 günlük bir dinlenme sürecinden sonra ketamin (90 mg/kg)/xylazin (10mg/kg) i.p. uygulamayla anestezi edildikten sonra eksanguinizayon ile dekapite edildi. Kan örnekleri biyokimya tüplerine nakledildi. Bu örnekler 4000 devir/dk'da soğutmalı santrifüjde +4 ^{0}C'de 5 dk. santrifüj edilerek serumları elde edildi ve -80 ^{0}C'de çalışmaya hazır halde saklandı. Pankreas dokuları çıkarılıp, histopatolojik inceleme için %10'luk formaldehit solüsyonuna dokunun 10 katı olacak şekilde alındı.

Elektromanyetik Alan Uygulanması

Deney Düzeneği Manyetik Alanın Uygulanması ve Hesaplamalar:

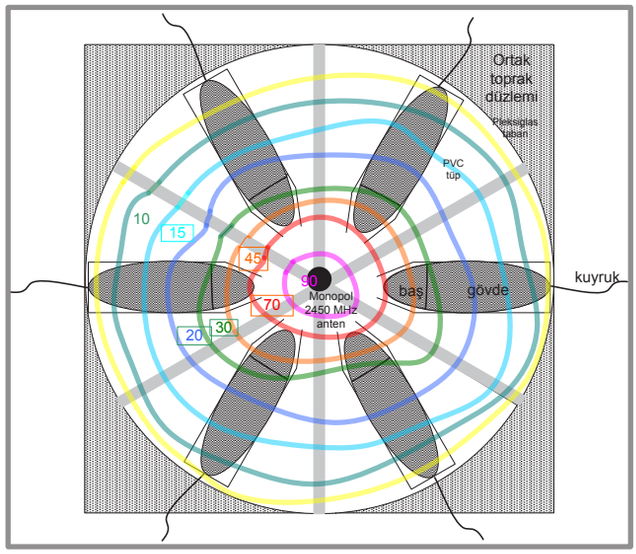
EMA kaynağı olarak 2.45 GHz 'de çalışan ve 0-1 Watt çıkış verebilen (CW=Continues Wave) EMA jeneratörü kullanılmıştır. 2.45 GHz yarım dalga monopol anten ile sıçanlara RF elektromanyetik radyasyon uygulanmıştır[4]. RF jeneratör 1 Watt güçte çalıştırılarak monopol anten yakın alanındaki güç yoğunluğunun değişimi Elektromanyetik Kirlilik Araştırma Laboratuarı'nda hassas bir şekilde ölçülmüştür. Şekilde görüldüğü gibi (Şekil 1) monopol anten yakın alanına maruz kalan sıçanlar ortalama spesifik absorbsiyon oranı (SAR) olarak 50 mW/kg güç yoğunluklu EMA'ya maruz bırakılmışlardır. Sıçanlar 5,5 cm çapındaki plastik tüplere konulmuştur. Plastik tüpün uzunluğu ortalama sıçan boyu ile orantılı yaklaşık 12 cm olarak seçilmiştir. Tüp içerisine konan sıçanlar monopol antene eşit mesafede tutulmuşlar ve hayvanların hareket etmesine izin verilmeksizin aynı dokunun aynı oranda EMA'ya maruz kalması sağlanmıştır.

2.45 GHz ISM Bandı (Wi-Fi Haberleşme) monopol anteninden yayılan 1 Watt enerjinin soğurma hesabı için antenden eşit uzaklıkta tutulan ve aynı anda EMA'ya maruz bırakılan 6 adet sıçanın pankreas dokusunda absorbe edilen özgül soğurma oranı (SAR) değerleri:

Bunun için antene olan mesafeler ve doku özellikleri önemlidir. c boşlukta dalga (ışık) hızı, açısal hız, ortamın bağıl dielektrik sabiti ve ortamın bağıl permeabilitesi (=1) dir. Boşluk için ve . 2.45 GHz frekansında sıçan dokuları için , iletkenlik; , özgül ağırlık; değerleri bilimsel literatürde verilen tablolardan bulunarak hesaplamalar yapılmaktadır[11].

Biyolojik dokular gibi kayıplı ortamlarda radio frekans dalgaları zayıflayarak aşağıdaki yayılma denklemi ile ilerlerler;

Burada dalganın açısal frekansı, ışık hızı, ortamın bağıl dielektrik sabiti ortamın bağıl manyetik permeabilitesi, ortamın iletkenliğidir.



Şekil 1. 2.45 GHz elektromanyetik alana maruz kalma deney düzeneği[12].

Biyokimyasal Parametrelerin Ölçümü

Biyokimyasal analizler için kan örnekleri biyokimya tüplerine alındı ve 4000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilerek elde edilen serumlar küçük porsiyonlar halinde eppendorf tüplere konuldu. Daha sonrasında serumlar vortekslenerek (Labinco L-46 Hollanda) amilaz ve lipaz düzeyleri ticari kit kullanılarak (Beckman Coulter, ABD) spektrofotometrik olarak otoanalizörde ölçüldü.

Histopatolojik İncemele

Formaldehid içerisine alınan doku örnekleri, tespitin ardından takip prosedürüne alındılar. Bu amaçla her hayvana ait doku örnekleri ayrı takip kasetlerine konuldu. Akarsu altında 1 saat yıkanan dokular doku takip cihazına takıldı ve gerekli ayarlamalar yapılarak dokuların gece boyunca düşük dereceli alkollerden yüksek dereceli alkollere (%70'den %100'e) geçirilerek sularının alınması, iki adet ksilolden geçirilerek yağının alınması ve sıcak parafine geçirilerek doku boşluklarına parafin dolması sağlandı. Ertesi gün sabah dokular parafine gömülerek blokajları sağlandı. Bloklardan 4-5 saat soğutulmanı ardından Leica 2155 rotary mikrotomda 4 µm kalınlığında kesitler alındı ve hematoksilen eozin ile boyanarak histopatolojik olarak incelendi.

İstatiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 15.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak yapıldı. Grupların tanımlayıcı istatistikleri ortalama ve standart sapma (sd) şeklinde verilmiştir. Değerlendirme öncesinde, verilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri Kolmogorov-Simirnov ve Shapiro-Wilk testleri ile incelendi. İncelenen özelliklerin normal dağılım gösterdiği için gruplar arası karşılaştırmalar parametrik testlerle yapıldı. Biyokimyasal parametrelerin gruplara göre karşılaştırılmasında tek faktörlü varyans analizi (One Way ANOVA) kullanıldı. Farklı olan ortalamaları belirlemek için LSD testi uygulandı. Varyansları homojen olmayan, örnek sayısı az olan ölçümlerde nonparametrik testlerden, Kruskal Wallis ve Mann Whitney-U testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık değeri % 95 güven aralığında p<0.05 olarak alındı.

Bulgular

Biyokimyasal Analizler

Serum amilaz düzeyleri incelendiğinde; Grup I'de grup IV (p=0.013) ve Grup V (p=0.008) 'e göre istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Grup I'de amilaz düzeylerinin arttığı gözlendi. Grup I ile Grup III (p=0.004) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ve Grup III'te amilaz düzeyleri anlamlı olarak azaldığı dikkati çekti.

Serum lipaz düzeyleri incelendiğinde; Grup I'de Grup IV (p=0.001) ve Grup V (p=0.001) 'e göre istatistiksel olarak anlamlı fark gözlendi ve Grup I'de lipaz düzeylerinin arttığı saptandı (Tablo).

Tablo. Biyokimyasal enzim düzeyleri

	AMİLAZ (n=6) (U/L) Ort±St	LİPAZ (n=6) (U/L) Ort±St
Grup I (EMA)	2116,00±117,70[a,b]	30,66±11,15
Grup II (EMA+Se)	2156,50±101,11	11,00±4,00[c]
Grup III (EMA+L-Karnitin)	1724,66±127,38[c]	11,66±5,50[c]
Grup IV (Sham)	1822,75±77,04	6,00±4,35
Grup V (Kontrol)	1768,66±236,62	8,75±3,94

a: Kontrol grubuna göre anlamlı (p<0.05), b: Sham grubuna göre anlamlı (p<0.05), c: 2.45 GHz EMA grubuna göre anlamlı (p<0.05).

Histopatolojik analizler:

Grup I ve Grup II karşılaştırıldığında, Grup I'de pankreas dokusunda seröz bezlerde dejenerasyon (p=0,009) ve vasküler konjesyon (p=0,009) artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Resim 1).

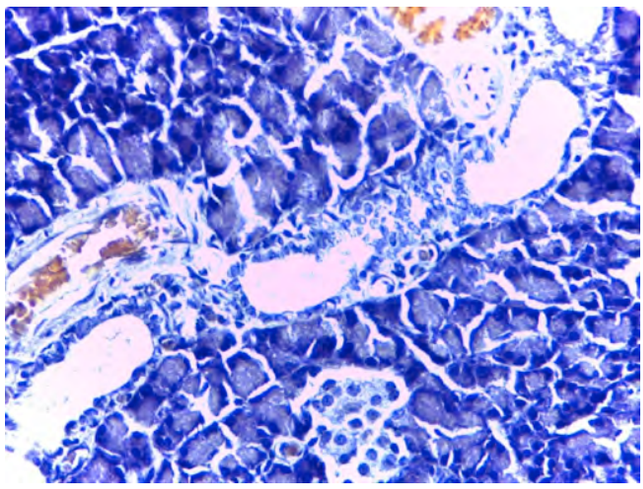
Grup I ve Grup IV karşılaştırıldığında; Grup I'de pankreas dokusunda seröz bezlerde dejenerasyon (p=0,009) ve vasküler konjesyon (p=0,002) artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Resim 1).

Grup I ve Grup V karşılaştırıldığında; Grup I'de pankreas dokusunda seröz bezlerde dejenerasyon (p=0.002) ve vasküler konjesyon (p=0.002) artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Resim 1).

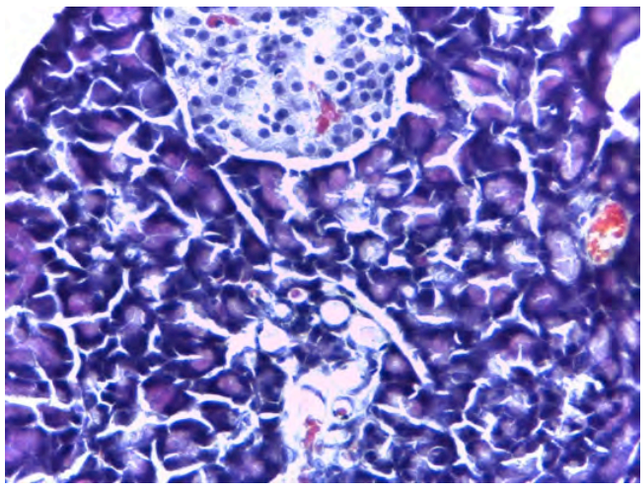
Grup I ve Grup II karşılaştırıldığında pankreas dokusunda seröz bezlerde dejenerasyon (p=0.009) ve vasküler konjesyon (p=0.009) Grup I'de anlamlı olarak artmış ve grup II'de azaldığı saptanmıştır (Resim 2).

Grup I ve Grup III karşılaştırıldığında pankreas dokusunda seröz bezlerde dejenerasyon (p=0.026) ve vasküler konjesyon (p=0.026) Grup I'de anlamlı olarak artmış ve grup III de bu bulguların grup IV'e göre daha az azaldığı saptanmıştır (Resim 3).

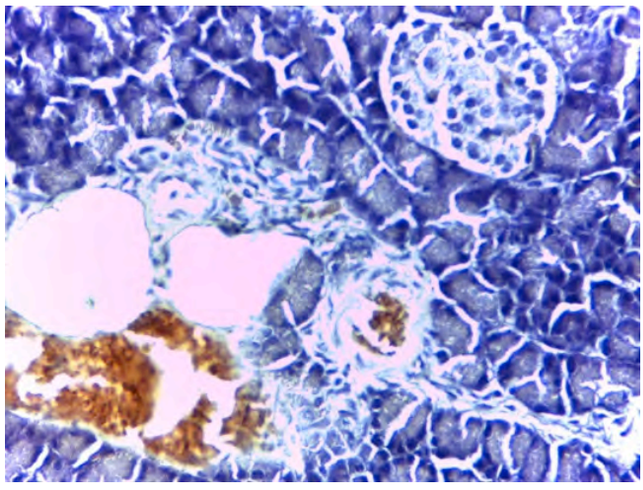
Histopatolojik değerlendirmede Grup IV ve Grup V'te normal pankreas dokusu gözlemlenmektedir (Resim 4, 5).



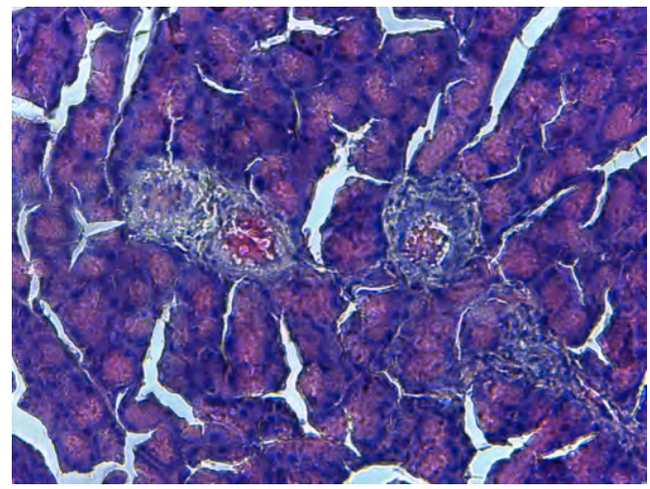
Resim 1. Grup I'e ait pankreas doku kesiti. Seröz bezlerde dejenerasyon (siyah ok) ve vasküler konjesyon (kırmızı ok) (40xH-E).



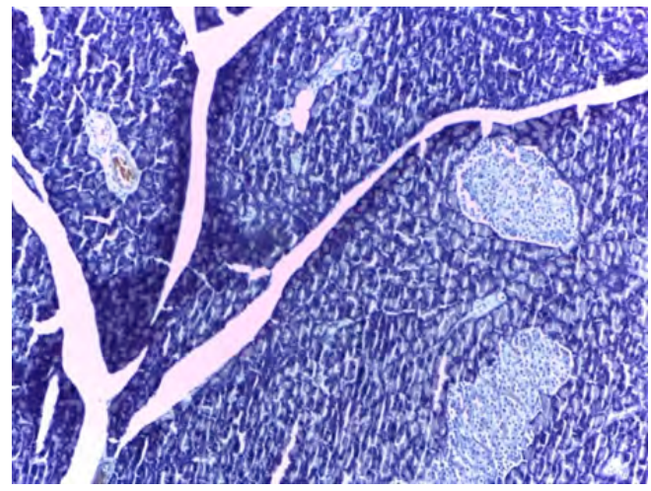
Resim 2. Grup II'ye ait pankreas doku kesiti. Histopatolojik bulgular azalmaktadır (40xH-E).



Resim 3. Grup III'e ait pankreas doku kesiti. Histopatolojik bulgular kısmen azalmaktadır (40xH-E).



Resim 4. Grup IV'e ait pankreas doku kesiti. Normal histolojik bulgular gözlemlenmektedir (40xH-E).



Resim 5. Grup V'e ait pankreas doku kesiti. Normal histolojik bulgular gözlemlenmektedir (40xH-E).

Tartışma ve Sonuç

Pankreas gastrointestinal sistemin bir parçası olarak sindirim enzimlerini salgılar (ekzokrin pankreas) ve aynı zamanda kandaki enerji metabolizmasını düzenleyen insülin, glukagon hormonlarının (endokrin pankreas) sekresyonu yapar. Kompleks ve karmaşık bir yapısı olan pankreasta, birçok faktör lezyon ve hasar yapabilir[13,14]. Pankreastaki Langerhans adacıklarından kan glukoz düzeyini regüle eden insülin, glukagon, somatostatin ve pankreatik polipeptit salınır. Bu hormonların pankreas hasarına bağlı olarak yetersiz salınımı ile diyabetin farklı formları ortaya çıkabilir. Bu yüzden EMA'nın pankreas dokusu üzerindeki etkisi diyabet fizyopatolojisi açıklamak açısından önemlidir[15,16]. Sakurai ve ark [17] düşük frekanslı EMA uyguladıkları glukoz ile stimülasyon sonrası HIT-T15 hücrelerinde insülin sekresyonunu araştırmışlardır. 5 mT EMA'nın 50-triphosphate/adenozin 50-difosfat, membran depolarizasyonu ve sitozolik serbest kalsiyum iyon konsantrasyonu aracılığıyla glukozla stimüle eldilen insülin sekresyonunu azalttığını ve hücre canlılığını etkilemediğini göstermişlerdir. Sakurai ve ark [16] bir diğer çalışmalarında hamster kaynaklı insülin sekresyonu yapan HIT-T15 hücrelerine çok düşük frekanslı EMA (60 Hz, 5 mT) uygulamışlar, hücre yaşamı ve fonksiyonunu değerlendirmişlerdir. EMA etkisiyle hücrelerde 5 günde 40 ve 100 mg/dl glukoz artışıyla hücre sayısı artışı ve intrasellüler insülin konsantrasyonu artışını göstermişlerdir. Farahna ve ark [18] Swiss Albino ratlara 1.5 Tesla EMA 0-3 saat süresince uygulamışlardır. Deney sonunda yapılan histopatolojik değerlendirmede pankreas dokusunda 3 saatlik uygulamada pankreasta nekrotik hücreler göstermişlerdir.

Streptozotosinle deneysel diyabet modeli oluşturulan sıçanlar-

da E vitamini ve Se'un etkilerinin araştırıldığı çalışmada; amilaz aktivitesinin kontrol ve diyabet gruplarına göre Se, E vitamini veya Se-E vitamini birlikte verilen gruplarda daha düşük olduğunu göstermişlerdir [19]. Bizim çalışmamızda da Se verilen grupta amilaz aktivitesi EMA grubuna göre anlamlı olarak azalmıştır. Siklosporin kaynaklı pankreas hasarına L-kar rolünün araştırıldığı çalışmada pankreatik hasara karşı L-kar koruyucu rolü ortaya konmuştur[20]. Bir başka çalışmada Caerulein ile indüklenen akut pankreatit oluşturulan ratlarda L-kar etkisi araştırılmıştır. Pankreas dokusunda histopatolojik olarak yaygın ödem, vakuolizasyon ve lökosit infiltrasyonu gözlemlenmiş ve L-kar'ın bu bulguları azalttığını göstermişlerdir[21]. L-arjinin ile indüklenen akut pankreatitte ratlarda Se'nin etkisi araştırılmıştır. Pankreas dokusunda histopatolojik olarak yaygın ödem oluşmuş ve Se'nin bunu azaltıtığını göstermişlerdir[22].

Araştırmamızda pankreasın endokrin fonksiyonu içerisinde glukoz ve insülin düzeylerinin, pankreas dokusunda enerji hemostazisi için önemli olan insülin ve glukagon için immünoreaktif hücrelerin ve EMA'nın muhtemel etki mekanizması olarak oksidatif stresin değerlendirilememesi çalışmanın kısıtlılıklarını oluşturmaktadır.

Bu çalışma 2.45 GHz EMA'nın pankreas dokusu üzerindeki etkisini araştıran literatürdeki az sayıdaki çalışmadan biridir. Bu çalışmanın sonuçları EMA'ya maruziyetin pankreas dokusunda hasara yol açtığını göstermektedir. Se ve L-kar bu hasarı önlemekte ve karşılaştırıldıklarında Se'nin daha efektif koruduğu bulunmuştur. Günümüzde EMA'ya maruziyetten korunmanın bir yolu yoktur. EMA'nın biyolojik dokulardaki etkileri doz, mesafe ve maruz kalınan zamana bağımlı olarak ortaya çıkmaktadır. Beslenme alışanlıklarının değişmesi ve modern yaşamın getirdiği sedanter yaşam tarzı ile obezite prevelansı giderek artmaktadır. Bu da beraberinde insülin direncini ve bir sonraki basamak olarak ta diyabet hastalığını gündeme getirmektedir. Modern yaşamın parçası haline gelen bu makalede etkilerini araştırdığımız EMA sahneye çıkınca bu patolojik sürecin hızlanabileceği söylenebilir. Bu durumda Se ve l-kar içerikli gıdaların kullanımı, bunun yanında EMA'ya maruziyetten olabildiğince uzak durulması önerilebilir.

Teşekkür: Süleyman Demirel Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Öğretim üyesi Doç. Dr. Selçuk ÇÖMLEKÇİ'ye EMA hesaplamalarından dolayı teşekkür ederiz.

Finansal Destek

Bu çalışma için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çakışması ve Finansman Beyanı

Bu çalışmada çıkar çakışması ve finansman destek alındığı beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

1. Hardell L, Sage C. Biological effects from electromagnetic field exposure and public exposure standards. Biomed Pharmacother 2008; 62(2):104-9.
2. Polk C, Postow E, editors. Handbook of biological effects of electromagnetic fields. Second Edition. Florida: CRC Press; 1995. p.1-23, 337-45, 435-533.
3. Hossmann KA, Hermann DM. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system. Bioelectromagnetics 2003;24(1):49-62.
4. Saygin M, Caliskan S, Karahan N, Koyu A, Gumral N, Uguz A. Testicular apoptosis and histopathological changes induced by a 2.45 GHz electromagnetic field. Toxicol Ind Health 2011;27(5):455-63.
5. De Seze R, Peray PF, Miro L. GSM radiocellular telephones do not disturb to secretion of antepituitary hormones in humans. Bioelectromagnetics 1998;19(5):271-8.
6. Selmaoui B, Lambrozo J, Touitou Y. Endocrine functions in young men exposed for one night to a 50-Hz magnetic field. A circadian study of pituitary, thyroid and adrenocortical hormones. Life Sci 1997; 61(5):473-86.
7. Cox DR. Communication of risk: Health hazards from mobile phones. JR Statist Soc A 2003;166(2):241-6.
8. Cheeseman KH, Slater TF. An introduction to free radical biochemistry. British Med Bull 1993; 49(3):481-93.
9. Capaldo B, Napoli R, Di Bonito P, Albano G, Saccà L. Carnitine improves peripheral glucose disposal in non-insulin-dependent diabetic patients. Diabetes Res Clin Pract 1991;14(3):191-5
10. Türker Y, Nazıroğlu M, Gümral N, Celik O, Saygın M, Cömlekçi S, et al. Selenium and L-carnitine reduce oxidative stress in the heart of rat induced by 2.45-GHz radiation from wireless devices. Biol Trace Elem Res 2011;143(3):1640-50.
11. Faraone A, Luengas W, Chebrolu S, Ballen M, Bit-Babik G, Gessner AV, et al. Radiofrequency dosimetry for the Ferris-Wheel mouse exposure system. Radiat Res 2006;165(1):105-12.
12. Saygın M, Çalışkan S, Gümral N, Soydan M, Vural H. 2.45 GHz elektromanyetik radyasyonun sıçanların FSH, LH ve Total Testosteron seviyelerinde meydana getirdiği değişiklikler. SDÜ Tıp Fak Derg 2009;16(4):10-4.
13. Yilmaz M, Topsakal S, Herek O, Ozmen O, Sahinduran S, Buyukoglu T. et al. Effects of etanercept on sodium taurocholate induced acute pancreatitis in rats. Transl Res 2009;154(5):241-9.
14. Ozmen O, Sahinduran S, Mor F. Pathological and immunohistochemical examination of the pancreas in subacute endosulfan toxicity in rabbits. Pancreas 2010;39 (3):367-70.
15. Sakurai T, Satake A, Sumi S, Inoue K, Miyakoshi J. An extremely low frequency magnetic field attenuates insulin secretion from the insulinoma cell line, RIN-m. Bioelectromagnetics 2004; 25(3):160-6.
16. Sakurai T, Yoshimoto M, Koyama S, Miyakoshi J. Exposure to extremely low frequency magnetic fields affects insulin-secreting cells. Bioelectromagnetics 2008;29(2):118-24.
17. Sakurai T, Koyama S, Komatsubara Y, Jin W, Miyakoshi J. Decrease in glucose-stimulated insulin secretion following exposure to magnetic fields. Biochem Biophys Res Commun 2005;332(1):28-32
18. Farahna M, Omer MAA, Garalnabi ME, Al-Ganim AA, Abdelkareem S, Bushara YM. The effects of static magnetic field on rat brain, lungs, liver, pancreas and blood electrolytes. Neuro Quantology 2014;12(2):230-6.
19. Çadırcı MŞ, Karakılçık AZ, Dörtbudak MY. Deneysel diyabette glukoz, lipit değerleri, trombosit indeksleri ve böbrek dokusu üzerine E vitamini ve Selenyumun etkisi. Fırat Üniversitesi Sağ Bil Tıp Derg 2013;27(1):13-18.
20. Xiang Y, Piao SG, Zou HB, Jin J, Fang MR, Lei DM, et al. L-carnitine protects against cyclosporine-induced pancreatic and renal injury in rats. Transplant Proc 2013;45(8):3127-34.
21. Arafa HM, Hemeida RA, Hassan MI, Abdel-Wahab MH, Badary OA, Hamada FM. Acetyl-L-carnitine ameliorates caerulein-induced acute pancreatitis in rats. Basic Clin Pharmacol Toxicol 2009;105(1):30-6.
22. Hardman J, Jamdar S, Shields C, McMahon R, Redmond HP, Siriwardena AK. Intravenous selenium modulates L-arginine-induced experimental acute pancreatitis. JOP 2005;6(5):431-7.

How to cite this article:
Koyu A, Gümral N, Saygın M, Gökçimen A, Özgöçmen M, Kılınç F, Yavuz H. Effect of Electromagnetic Field (Wi-Fi) on the Pancreas: Role of Selenium and L-Carnitine. J Clin Anal Med 2015;6(suppl 4): 496-500.