

CEP TELEFONU KULLANIMININ TESTİS HİSTOPATOLOJİSİ ÜZERİNE ERKEN DÖNEMDE ETKİSİ VAR MIDIR? DENEYSEL BİR ÇALIŞMA IS THERE AN EARLY EFFECT OF MOBILE PHONE USAGE ON TESTIS HISTOPATHOLOGY? AN EXPERIMENTAL STUDY

Turgay AKGÜL*, Barış NUHOĞLU*, Ali AYYILDIZ*, Vecihi FİDAN*, Hüseyin ÜSTÜN**,
Cankon GERMİYANOĞLU*

* Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Üroloji Kliniği, ANKARA

** Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Patoloji Kliniği, ANKARA

ABSTRACT

Introduction: There has been a significant increase in the use of mobile phones during the past decade. However the development of this technology produced serious concerns about the effects of electromagnetic waves (EMW) emitted from cellular phones on different health aspects. It will not be a fault to say that the testes are more inclined to absorb EMW than other internal organs because of carrying mobile phones frequently in belts. As a result of these concerns, we aimed to investigate the effects of electromagnetic waves (EMW) emitted from cellular phones on testis histopathology.

Materials and Methods: After obtaining the approval of the local ethics committee, twelve Wistar rats (weighing between 200-250g) were included. The rats were randomly divided into two groups of six, control and study groups and were confined in cages specially designed for this study. The animals were kept in an environment of controlled temperature (24°C), humidity (45%) and controlled photoperiod (12h/12h of light and dark) with free access to food and water. In study group, cellular phone (Motorola™ V300, USA) was placed under the cage and activated 24h per day for two months and in control group the same phone was placed under the cage in deactivated mode. In study group, the phone was in speech mode for 30 minutes per day for two months. Speech mode means the phone is turned on while ringing from an other phone. For the phones used in this study, the frequency was 900 MHz. At the end of the second month, all rats were sacrificed with decapitation method and testes were taken for histopathological examination under a light microscope. The mean seminiferous tubular diameter was measured for each rat and the testis tissues were examined histopathologically by using Johnson testicular biopsy score count.

Results: There was no difference between rats in study and control groups according to testis histopathology. The mean seminiferous tubular diameter was $294.16 \pm 6.6 \mu\text{m}$ (range from 285 to 300 μm) for the testes of rats in study group and it was $287.5 \pm 4.18 \mu\text{m}$ (range from 280 to 290 μm) for the testes of rats in control group. When we compared two groups according to Johnson scoring, testicular biopsy score count, the mean score was found 8.33 ± 0.51 for the rats in study group and it was 8.83 ± 0.40 for the rats in control group. There was no statistically significant difference according to these two parameters between two groups ($p > 0.05$).

Conclusion: Testicular sizes of rats are small. They have non-pendulous scrotal structures and their testes can migrate between scrotum and abdomen. Therefore, rat model is not known whether it is appropriate for such studies. Additionally, as we evaluated the effects of EMWs on testicular histopathology, the best method for this purpose should be the direct examination of reproductive biology after the copulation of rats. However, against these limitations, we observed that the EMWs emitted from cellular phones had no effect on histopathology of rat testis in early period.

Key words: Cellular phone, Electromagnet wave, SAR, Testis

ÖZET

Bu çalışmamızda cep telefonundan yayılan elektromanyetik dalgaların (EMD) testisler üzerine olan histopatolojik etkilerini araştırmayı amaçladık.

Çalışmaya 12 adet Wistar sıçan (200-250gr) alındı. Sıçanlar altı adedi bir grup olmak üzere kontrol ve çalışma grubu olarak iki gruba ayrıldı. Her bir grup özel hazırlanmış kafeslere yerleştirildi. Çalışma grubunda kafeslerin altına günde 24 saat aktif konumda cep telefonu (Motorola™ V300, USA) yerleştirilirken kontrol grubundaki sıçanların kafeslerinin altına ise aynı cep telefonu kapalı konumda yerleştirildi. Çalışma grubundaki telefon 2 ay boyunca günde 30 dakika görüşme modunda tutuldu.

Dergiye Geliş Tarihi: 16.07.2006

Yayına Kabul Tarihi: 26.09.2006 (Düzeltilmiş hali ile)

İkinci ayın sonunda tüm sıçanlar dekapitasyon yöntemi ile sakrifiye edilerek testisler ışık mikroskobu altında histopatolojik inceleme için çıkarıldı. Testislerde ortalama seminifer tübül çapları ölçüldü ve dokuların histopatolojik değerlendirilmesi için Johnson testis biyopsi skorlama yöntemi kullanıldı.

Çalışma ve kontrol grubundaki sıçan testis dokuları arasında histopatolojik yönden anlamlı bir fark izlenmedi. Çalışma grubundaki testislerin ortalama seminifer tübül çapı $294,16 \pm 6,6$ μm (285-300 μm arası) iken kontrol grubunda ortalama $287,5 \pm 4,18$ μm (280-290 μm arası) olarak ölçüldü ($p > 0.05$). İki grup Johnson skorlaması ile karşılaştırıldığında çalışma grubundaki sıçanların ortalama skoru 8.33 ± 0.51 iken kontrol grubunda bu değer 8.83 ± 0.40 olarak ölçüldü ($p > 0.05$).

Cep telefonlarından yayılan EMD'nin, sıçanlarda testis histopatolojisi üzerine erken dönemde etkisinin olmadığını gözledik.

Anahtar kelimeler: Cep telefonu, Elektromanyetik dalga, SAR, Testis

GİRİŞ

Cep telefonu kullanımı son yıllarda anlamlı bir artış göstermiştir¹. Bu cihazların artan oranda insan hayatına girmesi ile birlikte insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri daha fazla araştırılmaya başlanmıştır. Özellikle cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgalar (EMD) hakkında artan endişeler bu konuda çeşitli çalışmalar yapılmasına neden olduysa da, bu çalışmaların sonuçları birbirleri ile çelişkili görünmektedir^{2,3}. Gerçekten cep telefonlarının insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisi mevcut ise, bu durum nerdeyse yeryüzünde yaşayan tüm insanları etkileyecektir^{4,5}. Manyetik alan ve kanser, üreme ve nöroloji sistemleri üzerine yapılan bazı çalışmalarda farklı sistemik hastalıkların bazılarında cep telefonundan yayılan EMD'nin sorumlu olduğu belirtilmiştir⁶⁻⁸.

Cep telefonlarının genelde bel bölgesinde taşındığını göz önüne aldığımızda, bu cihazlardan yayılan elektromanyetik dalgalardan testislerin diğer organlara göre nispeten daha fazla etkileneceği düşünülebilir. Bu düşünceyle bizler bu çalışmada, cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların testisler üzerine olan histopatolojik etkilerini araştırmayı amaçladık.

GEREK ve YÖNTEM

Lokal etik kurul kararını takiben çalışmaya 12 adet Wistar sıçan (200-250 gr) alındı. Sıçanlar altı adedi bir grup olmak üzere kontrol ve çalışma grubu olarak iki gruba ayrılarak ortalama sıcaklığı 24°C ve ortalama nem oranı %45 olan gün ışığı kontrollü (12 saat karanlık, 12 saat aydınlık) yaklaşık 35 metrekairelik bir odaya yerleştirildi. Her bir grup için özel hazırlanmış kafeslere sıçanlar altışar gruplar halinde yerleştirildi. Tüm kafeslerin yapısı sıçanların devamlı olarak suya ve yeme ulaşabilmelerine olanak sağlayacak şekilde idi. Kafeslerin altına cep telefonu (Motorola V300, ABD) günde

24 saat aktif konumda devamlı şarj olacak şekilde yerleştirildi. Kullanılan telefonlar, 900 MHz frekans uyumlu çalışan cihazlardı. Çalışmamızda kullanılan cep telefonu modelinin SAR değerlerinin üst limitleri üretici firma tarafından görüşme modunda 1.53 W/kg, aktif durumda ise 0.49 W/kg olarak bildirilmiştir⁹.

Cep telefonları, çalışma grubundaki sıçanların kafeslerinin altına 2 ay boyunca günde 30 dakika görüşme modunda yerleştirilirken kontrol grubundaki sıçanların kafeslerinin altına ise kapalı konumda yerleştirildiler. Görüşme modu olarak kastedilen telefon numarasının başka bir telefon tarafından arandığında sıçanların yakınındaki telefonun açılmasıdır. İkinci ayın sonunda tüm sıçanlar dekapitasyon yöntemi ile sakrifiye edilerek testisler histopatolojik inceleme için çıkarıldı.

Spesifik Absorbsiyon Oranı Tanımı: Spesifik Absorbsiyon Oranı (SAR), telefondan salınan ve dokular tarafından absorbe olan radyofrekans enerji miktarıdır. SAR değerinin üst limiti olarak 1.6 W/kg değeri izin verilmiştir¹.

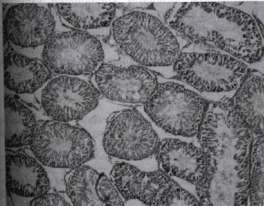
Histopatolojik İnceleme: Testisler, Bovin solüsyonuna konularak fikse edildi. Dokular önce parafin bloklarına gömüldü ve takiben hazırlanan yaklaşık 5 μm 'lik kesitler halinde deparafinize edilerek hematoxilen-eozin ile boyandı. Dokular, histopatolojik değerlendirme için ışık mikroskobu altında incelendi. Testislerde ortalama seminifer tübül çapları ölçüldü ve dokuların histopatolojik değerlendirilmesi için Johnson testis biyopsi skorlama yöntemi kullanıldı¹⁰ (Tablo 1).

İstatistiksel Değerlendirme: Çalışmaya ait veriler bilgisayar ortamında *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, Chicago, IL, USA) version 13.0 programı kullanılarak değerlendirildi. Tanımlayıcı yöntemler uygun yerlerde (ortalama $\pm$ standart deviasyon) karşılaştırmalar için One way

CEP TELEFONU KULLANIMININ TESTİS HİSTOPATOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİSİ (The Effect of Mobile Phone Usage on Testis Histopathology)

Anova testi eşliğinde değerlendirildi. P değerinin 0.05'den küçük olması tüm testlerde istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Tablo 1. Testiküler biyopsi skorlamasında kullanılan Johnson yöntemi	
Skor	Açıklama
10	Birçok spermatozoanın izlendiği tam bir spermatogenezis
9	Nerdeyse tam bir spermatogenezis, ancak lümenin anlamlı derecede bozulması ve silinmesine ek olarak germinal epitelde yapı bozukluğu
8	Sadece birkaç spermatozoa mevcut (<5-10)
7	Spermatozoa yok, ancak birçok spermatid mevcut
6	Spermatozoa yok, sadece birkaç spermatid mevcut (<5-10)
5	Spermatozoa ve spermatid yok, birçok spermatosit mevcut
4	Sadece birkaç spermatosit mevcut (<5), spermatid ve spermatozoa yok
3	Germ hücresi olarak spermatogonyumların bulunması
2	Germ hücresi yok, Sertoli hücreleri mevcut
1	Tübülde hücre yok

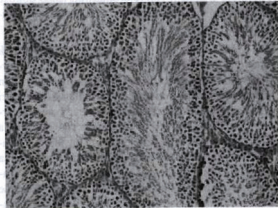


Resim 1. Çalışma grubundaki sıçanlara ait testis yapısının histopatolojik görünümü (Hemateksilen-eozin, orijinal büyüme x50)

BULGULAR

Çalışma ve kontrol grubundaki sıçanlardan çıkarılan testis dokuları arasında histopatolojik yön- den anlamlı bir fark izlenmedi. Testislerde; her iki grup arasında testislerin genel yapısı, seminifer tü- bülün yapısı, germinal hücrelerin düzeni açısın- dan bir fark gözlenmedi (Resim 1, 2). Çalışma gru-

bundaki sıçanların testislerinde ortalama seminifer tübül çapı $294,16 \pm 6,6 \mu\text{m}$ ($285-300 \mu\text{m}$ arası) iken kontrol grubunda ortalama tübül çapı $287,5 \pm 4,18 \mu\text{m}$ ($280-290 \mu\text{m}$ arası) olarak ölçüldü. İki grup Johnson skorlaması ile karşılaştırıldığında çalışma grubundaki sıçanların ortalama Johnson skoru $8,33 \pm 0,51$ iken kontrol grubundaki sıçanlarda bu değer $8,83 \pm 0,40$ olarak tespit edildi. Gruplar, her iki değerlendirme yöntemi ile karşılaştırıldıkların- da aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ol- madığı gözlemlendi ($p>0,05$) (Tablo 2).



Resim 2. Kontrol grubundaki sıçanlara ait testis yapısının histopatolojik görünümü (Hemateksilen-eozin, orijinal büyüme x200)

Tablo 2. İki gruptaki sıçanların seminifer tübül ve Johnson skorlaması yönünden karşılaştırması

Ölçütler	Çalışma grubu (n=6)	Kontrol grubu (n=6)	p
Tübül çapı (μm)	$294,16 \pm 6,6$	$287,5 \pm 4,18$	0.064
Johnson skoru	$8,33 \pm 0,51$	$8,83 \pm 0,40$	0.092

* $p>0,05$, One way ANOVA testi

TARTIŞMA

Cep telefonu kullanımı, günümüzde muhte- melen en hızlı şekilde yaygınlaşan teknolojik iler- lemelerin başında gelmektedir. Ancak bu cihazla- rın kullanımı ile vücut hücrelerinin olumsuz yönde etkileneceğine dair endişeler mevcuttur. Cep tele- fonu kullanımı süresi ile cep telefonun frekansı, ci- hazdan yayılan radyofrekans dalgalarının etkisi açısından önemli etkenlerdir¹¹. Frekansın tanımı, elektromanyetik alanların yön değiştirme oranıdır ve birimi Hertz (Hz)'dir. Türkiye'de ve diğer bir-

çok ülkede sık olarak kullanılan GSM 900 MHz şebekesinde, cep telefonun baz istasyonuna gönderdiği sinyali gücü maksimum 2 Watt civarındadır¹¹. Bu düşük orandaki güç çıkışı ise anlamlı düzeyde olmayan ve günümüze kadar bilinen herhangi bir zararlı etkisi gözlenmemiş olan lokal ısınmaya neden olabilmektedir^{12,13}. Cep telefonlarından yayılan EMD'nin bilinen bu termal etkilerinin dışında non-termal etkileri de olduğu bilinmektedir. Ancak yine de bu etkiler hakkında ortak bir görüş birliği kurulamamıştır¹⁴. Çalışmamızda kullanılan 900 MHz frekanslı cep telefonlarının testis dokusu histopatolojisi üzerine termal veya non-termal etkilerinin olmadığı gözlemlendi.

Cep telefonuna bağlı etkileri gözlemek amacıyla vücut ağırlığı başına absorbe edilen enerji miktarı (SAR) parametresi kullanılmaktadır. Son yıllarda cep telefonu üretici firmaları, ürettikleri cihazların SAR değerlerini belirtmeye başlamışlardır. Bu değerin 4W/kg değerinin üzerine çıktığında EMD'nin etkilerinin gözlenmeye başladığı bilinmektedir¹⁵. Bu dozda bir maruz kalma durumunda vücut sıcaklığı yaklaşık 1°C artabilmektedir. Ancak radyofrekans dalgalarına tekrarlayan düzeyde maruz kalmanın yol açacağı biyolojik etkiler bilinmemektedir. Çalışmamızda kullanılan cep telefonlarının SAR maksimum değeri 1.53 W/kg'dır. Bu değer güvenli aralıkta gibi görünse de tekrarlayan etkisi hala tartışmalıdır.

Dasdağ ve ark¹⁴, cep telefonundan yayılan EMD'nin testis morfolojisi, histolojik yapısı ve lipid peroksidasyon ve kompozisyonu üzerine olan etkilerini 16 sıçanla yaptıkları çalışmada araştırdılar. Sıçanlar, bir ay boyunca günde 20 dakika konuşma modundaki telefonun yanında tutuldu. Bir ay sonunda yapılan değerlendirmelerde sıçanlarda EMD'ye maruz kalmanın, testiküler histolojide, lipid kompozisyonunda, malondialdehit konsantrasyonunda ve sperm sayısı ve morfolojisinde etkilenmeye neden olmadığı gözlemlendi. Dasdağ ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmadan farklı olarak çalışmamızda sadece testis histopatolojisi incelenmiştir. Ayrıca cep telefonu EMD'ye maruz kalma süresi çalışmamızda konuşma modunda iki ay boyunca günde 30 dakikadır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar histopatolojik yönden Dasdağ ve arkadaşlarının çalışması ile uyumlu görülmektedir.

Cep telefonlarının testis histolojisi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla kullanılan sıçan mo-

delinin, insan modeline oranla çok iyi bir model olmadığı bilinmektedir. Sıçanların; testis çaplarının çok küçük olması, skrotum yapılarının nonpendülöz olması ve testislerinin inguinal kanal boyunca skrotum ve abdomen arasında migrate olması gibi etkenler nedeniyle bu tip çalışmalarda uygun modeller olmadığı bilinmektedir¹⁴. Ancak sıçanların biyomedikal araştırmalardaki uygunluğunu düşünerek diğer araştırmacılar gibi biz de çalışmamızda sıçan modelini kullandık. Cep telefonlarından yayılan elektromanyetik dalgaların testis histopatolojisi üzerine olan etkisinin araştırılmasında aslında ideal yöntem sıçanların çiftleştirilmesi sonucu bu cihazların üreme biyolojisi üzerine olan etkisinin doğrudan gözlenmesidir. Ancak bu yöntemle uygulanacak bir çalışmanın ileri derecede modern hayvan laboratuvarı koşulları ve ileri bakım şartlarını gerektirmesi, bize göre, belli merkezlerde yapılması gerekliliği düşüncesine yol açmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada; cep telefonlarından yayılan EMD'nin, testis histopatolojisi üzerine erken dönemde etkisinin olmadığını gözledik. Sıçan testisinin, insan testisi ile olan farklılıkları göz önüne alındığında, cep telefonun etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda sıçanların kullanımının uygunluğu konusunda soru işaretleri mevcuttur. Ancak bu konuda yapılacak prospektif randomize plasebo kontrollü insan çalışmalarının teknik yönden zor olması bizlere hayvan çalışmalarının devam edeceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- 1- Derias EM, Stefanis P, Drakeley A, et al: Growing concern over the safety of using mobile phones and male fertility. Arch Androl. 52: 9-14, 2006.
- 2- Braune S, Riedel A, Schulte-Monting J, et al: Influence of a radiofrequency electromagnetic field on cardiovascular and hormonal parameters of the autonomic nervous system in healthy individuals. Radiat Res. 158: 352-356, 2002.
- 3- Munshi A, Jalali R: Cellular phones and their hazards: The current evidence. Natl Med J India. 15: 275-277, 2002.
- 4- Rothman KJ, Loughlin JE, Funch DP, Dreyer NA: Overall mortality of cellular telephone customers. Epidemiology. 7: 303-305, 1996.
- 5- Somosy Z: Radiation response of cell organelles. Microsc. 31: 165-181, 2000.
- 6- Leszczynski D, Joensuu A, Seivinen J, Kuokka R: Non-thermal activation of the hsp27/p38MAPK stress pathway by mobile phone radiation in human endothelial cells. J Cell Physiol. 188: 100-108, 2001.

- cells: molecular mechanism for cancer- and blood-brain barrier-related effects. Differentiation. 70: 120-129, 2002.
1. Bartsch H, Bartsch C, Seebald E, Deeborg F, Dietz K, Vollrath L, Mecke D: Chronic exposure to a GSM-like signal (mobile phone) does not stimulate the development of DMBA-induced mammary tumors in rats: Results of three consecutive studies. Radiat Res. 157: 183-90, 2002.
2. Riu PJ, Foster KR, Blick DW, Adair ER: A thermal model for human thresholds of microwave-evoked warmth sensations. Bioelectromagnetics. 18: 578-83, 1997.
3. <http://rhealth-sar.motorola.com/SAR/sar.html> (2 Temmuz 2006)
4. Johnson GJ: Testicular biopsy sperm count. Hormones 1:2, 1970.
5. Oktom F, Oztuner F, Mollaoglu H, Koyu A, Uz E: Oxidative damage in the kidney induced by 900-MHz-emitted mobile phone: protection by melatonin. Arch Med Res. 36: 350-355, 2005.
6. Irmak MK, Fadilloğlu E, Gulec M, Erdogan H, Yagmurca M, Akyol O: Effects of electromagnetic radiation from a cellular telephone on the oxidant and antioxidant levels in rabbits. Cell Biochem Funct. 20: 279-83, 2002.
7. İlhan A, Gürel A, Armutcu F, Kamışlı S, İraz M, Akyol O, Özen S: Ginkgo biloba prevents mobile phone-induced oxidative stress in rat brain. Clin Chim Acta. 340: 153-162, 2004.
8. Dasdag S, Zulkuf Akdag M, Aksin F, Yılmaz F, Başhan M, Mutlu Dasdag M, Salih Celik M: Whole body exposure of rats to microwaves emitted from a cell phone does not affect the testes. Bioelectromagnetics. 24: 182-8, 2003.
9. Ono T, Saito Y, Komura J, Ikehata H, Tarusawa Y, Nojima T, Goukon K, Ohba Y, Wang J, Fujiwara O, Sato R: Absence of mutagenic effects of 2.45 GHz radio-frequency exposure in spleen, liver, brain, and testis of lacZ-transgenic mouse exposed in utero. Tohoku J Exp Med. 202: 93-103, 2004.