

Vpliv mikrovalov na živo snov

Matic Suhodolčan

Fakulteta za matematiko in fiziko

4. 6. 2009

Povzetek

Iz dneva v dan je potreba po prenosnem telefonu in drugih napravah, ki proizvajajo mikrovalovno sevanje, čedalje večja. S seminarjem se dotaknemo negativnih učinkov vsakodnevnega mikrovalovnega sevanja, saj se skrb za negativnimi posledicami skladno z naraščajočo uporabo povečuje. Obravnavamo pojav mikrovalov in njihov vpliv na molekule in podrobneje obdelamo raziskave tako na živalih kot na ljudeh.

Kazalo

<i>1. Mikrovalovi</i>	3
<i>2. Mikrovalovna pečica</i>	3
<i>3. Prenosni telefoni</i>	4
<i>4. Dejavniki sevanja</i>	6
<i>5. Vpliv mikrovalov na zajca</i>	7
<i>6. Vpliv mikrovalov na opice</i>	10
<i>7. Vpliv mikrovalov na miši in pse</i>	10
<i>8. Vpliv mikrovalov na človeka</i>	10
<i>9. Zaključek</i>	12
<i>10. Literatura</i>	13

1. Mikrovalovi

Mikrovalovi so vrsta elektromagnetnega valovanja z valovno dolžino med 1 mm in 30 cm. Frekvenčno območje mikrovalov je med 0.3 GHz in 300 GHz. Ustvarjajo močno polarizirano polje.

Z njimi se srečujemo vsak dan, saj je njihov glavni vir množično razširjen prenosni telefon. Drugi zelo pogost vir mikrovalov pa je vsem dobro znana mikrovalovna pečica, ki znotraj ohišja oddaja zelo visoke frekvence, podobne frekvencam mobilnih telefonov (večinoma s predpisano frekvenco 2450 MHz).

Prenosni telefoni, radarji, radijski in televizijski oddajniki ter razne medicinske, raziskovalne in industriji namenjene naprave oddajajo mikrovalove. Četudi je res, da je izhodna moč anten digitalne sodobne tehnike precej nižja, kot je bila moč iz analognih virov nekoč, je današnja uporaba omenjenih virov mikrovalovnega sevanja precej pogostejša. Splošno potrjeno dejstvo namreč je, da se ogrevanju možganov zaradi mikrovalov žal ne moremo izogniti.

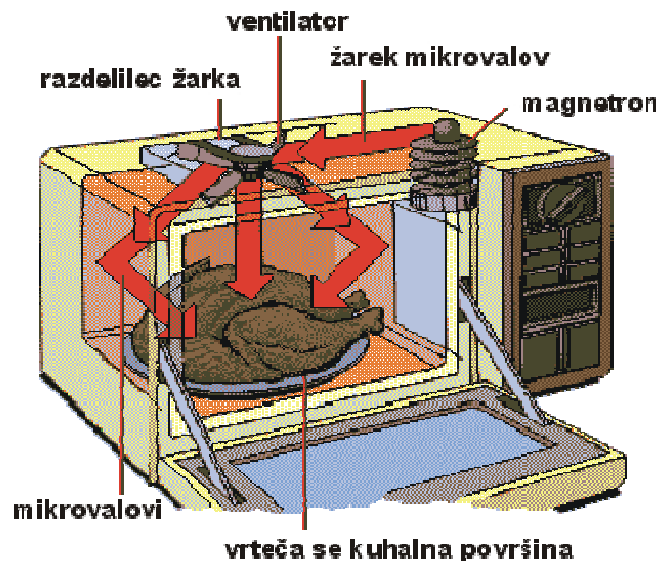
Za predstavo o frekvenčnih intervalih naj omenimo, da dolgovalovni in srednjevalovni radijski oddajniki delujejo pri frekvencah od 0,18 MHz do 1.6 MHz, medtem ko UKV oddajniki oddajajo v frekvenčnem območju od 88 MHz do 108 MHz. Za televizorje uporabljamo frekvenčno območje od 470 MHz do 854 MHz [1]. Prenosni telefoni pa obratujejo znotraj območja 872 – 960 MHz in 1710 – 1875 MHz. Največja izhodna moč prenosnih telefonov je 2W, baznih oddajnikov pa 50W [2].

Mikrovalovi vplivajo na tekočine in trdnine tako, da le-te transformirajo elektromagnetno energijo v toploto. Mikrovalovi na molekule delujejo s silo, zaradi česar se lahko spremeni lokacija nekaterih ionov, vibrirati lahko začnejo vzbujeni naboji. Dipolarne molekule, kot so molekule vode, se pričnejo vrteti in se reorientirati. Zaradi omenjene sile začnejo atomi in molekule intenzivneje trkati med seboj. Elektromagnetno energijo mikrovalov torej pretvarjajo v kinetično energijo. Makroskopsko opazimo to kot povišanje temperature snovi, ki je izpostavljena mikrovalovnemu sevanju [3]. Povišanje temperature poteka, dokler se vhodna energija mikrovalov ne izenači z energijo, ki jo telo s pomočjo krvi prenese po celotnem telesu. Čas, ki preteče, da se vzpostavi temperaturno ravnovesje, je ocenjen na nekaj minut.

2. Mikrovalovna pečica

Kot že poprej omenjeno, so eden izmed glavnih virov mikrovalov mikrovalovne pečice, ki znotraj ohišja oddajajo mikrovalove pri frekvenci 2450 MHz. Izhodna moč mikrovalovne pečice je od 500 do 2000 W [4]. Notranji prostor v

mikrovalovni pečici predstavlja Faradayevo kletko, ki preprečuje izhod mikrovalovnih žarkov (slika 1). Edini možen pogled v notranjost prostora je skozi mrežasto zaprta vrata. Valovna dolžina svetlobe je mnogo krajša od valovne dolžine mikrovalovnega sevanja, kar pomeni, da svetloba lahko prehaja skozi omenjeno mrežo na vratih pečice, mikrovalovi pa v precejšnji meri ne. Seveda izven mikrovalovne pečice še vedno dobimo valovanje, a le-to ima frekvenco okoli 60 Hz. Načeloma valovanje s tako malo frekvenco ni škodljivo živemu organizmu, saj je valovna dolžina omenjenega valovanja krepko prevelika. Mikrovalovi pa s svojo kratko valovno dolžino zlahka posežejo v tkiva in na njih tudi močno vplivajo. Vplive izkoristimo za npr. segrevanje raznoraznih tkiv (princip mikrovalovne pečice). Najhitreje se na mikrovalovno sevanje odzovejo molekule vode, maščob, sladkorja... Jedi v mikrovalovni pečici se torej skuhamo. Določene molekule pa vseeno niso občutljive na mikrovalovno sevanje. Nekatere snovi, kot npr. kovine, celo odbijajo mikrovalove in zategadelj na njih z mikrovalovi nikakor ne moremo vplivati.

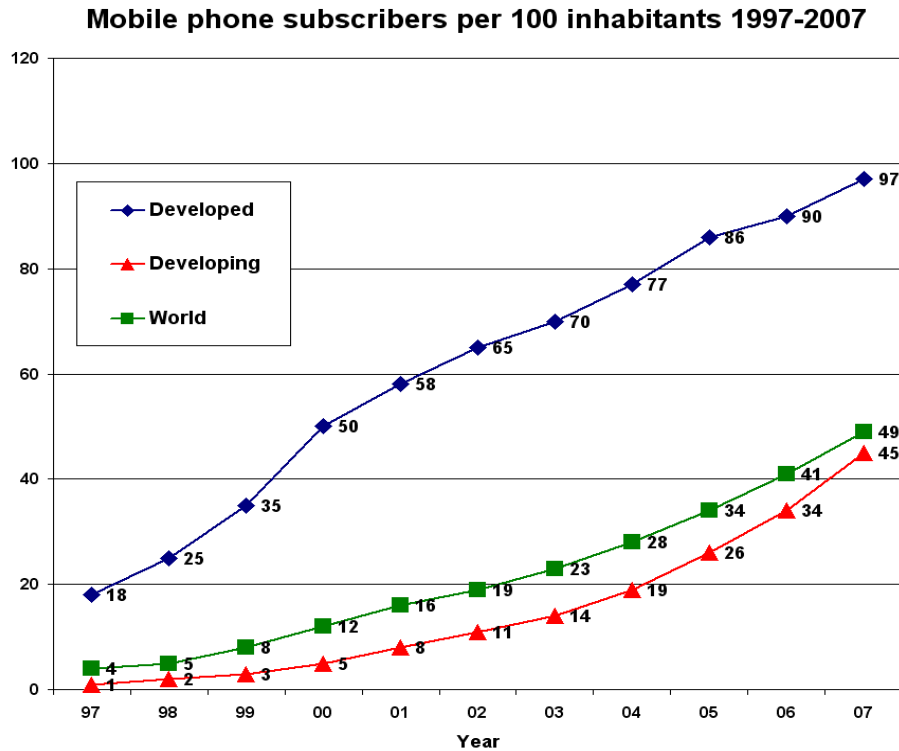


Slika 1: Mikrovalovna pečica in njeni sestavni deli. Na desni je magnetron, ki proizvaja mikrovalove in jih pošilja v nakazani smeri (rdeča puščica) do razdelilca žarka. Le-ta žarek razprši po notranjem delu pečice. Spodaj vidimo vrata pečice. Imajo mrežasto okence, skozi katero je moč videti v notranjost, a zaradi mrežne strukture ne dovoljuje mikrovalovom, da bi izhajali iz pečice. Valovna dolžina mikrovalov je precej daljša od valovne dolžine svetlobe in se zato vsi odbijejo od mrežastega okenca [5].

3. Prenosni telefoni

Iz dneva v dan se povečuje proizvodnja prenosnih telefonov in s tem seveda nujno potrebnih oddajnikov. Skrb za človekovo zdravje z naraščanjem števila prenosnih telefonov raste (slika 2). Že leta 2005 so poročali o bilijontem uporabniku prenosnega telefona. Tako je leta 1996 Svetovna zdravstvena

organizacija (World Health Organisation, WHO) ustanovila projekt, imenovan International EMF Project, ki bi se naj ukvarjal zgolj s preučevanjem vpliva mikrovalov iz prenosnih telefonov na zdravje človeške rase. Največja skrb se je nanašala na hipotetično povečanje verjetnosti za nastanek raka v človeškem telesu [6].



Slika 2: Graf naročnikov na telefonsko omrežje (prenosnih telefonov) na 100 prebivalcev. Prikazana je rast tako za razviti (modra črta) kot tudi za razvijajoči se svet (rdeča črta) - rast v zadnjem desetletju je dramatična. Zanimivo je razmerje med številom naročnikov prenosnih telefonov v razvijajočem se svetu in razvitem svetu desetletje nazaj in danes. Leta 1997 je bilo razmerje 1:18, danes pa se je približalo že 1:2 [7].

Ko govorimo o izpostavljenosti celotnega telesa mikrovalovom, se moramo obregniti ob ugotovitve znanstvenikov glede absorpcije mikrovalovnega sevanja v telesu [6]. Ugotovili so namreč, da je količina absorbirane energije mikrovalovnega sevanja precej odvisna od velikosti posameznika. Maksimalno vrednost specifične absorpcije dobimo, če izpostavimo sevanju celotno telo. Velikost posameznika vpliva na resonančno frekvenco, ki je za povprečnega človeka okoli 70 MHz. Za večjega posameznika je resonančna vrednost malo nižja, za otroke pa preseže vrednost 100 MHz. V našem primeru je seveda najbolj zanimiva močno izpostavljena glava, a vprašanje, kakšno resonančno vrednost absorpcije imajo posamezni deli telesa, žal ostaja odprto.

Raziskave in izračuni so pokazali, da uporaba prenosnega telefona povzroči segrevanje glave za maksimalno 0,1°C. Največja težava pri izračunavanju

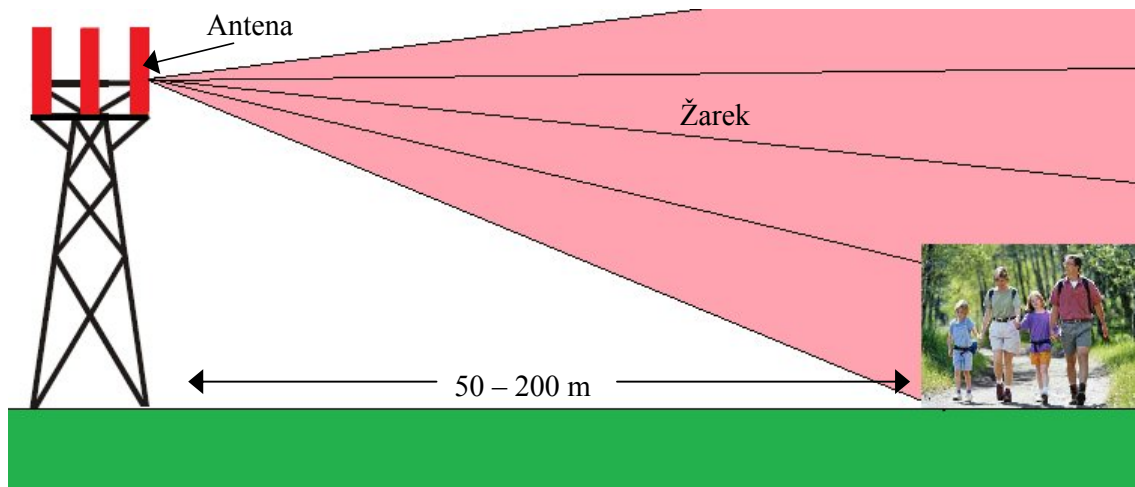
temperature je modeliranje toka krvi skozi preučevani organ. Kri je namreč tista, ki skrbi za prenos toplote in uravnavanje temperature telesa.

Znanstveniki so na *in vivo* raziskavah vzeli ogromen vzorec in sicer kar 420000 uporabnikov prenosnega telefona [8]. Zanimali so kakršnokoli povezavo med uporabo prenosnega telefona in povečanjem verjetnosti za obolenjem za levkemijo, mnogimi tumorji, očesnim rakom, rakom na možganih, in še dvajsetimi raki, ki so jih vzeli pod drobnogled.

Četudi včasih znanstvenikom ni uspelo najti primerne metode, da bi lahko potrdili povezavo med mikrovalovnim valovanjem in bolezenskimi znaki, lahko sklenemo, da določenih vzrokov za bolezni ne moremo pripisati ravno mikrovalovom, ki jih oddajajo prenosni telefoni. So se pa z vsako raziskavo pojavila nova vprašanja, na katera vedno znova poskušajo odgovoriti.

4. Dejavniki sevanja

Faktorji, ki jih moramo upoštevati, ko ocenjujemo posledice na telo zaradi sevanja mikrovalov, so oddaljenost obsevanca od baznega oddajnika (slika 3), lokalna vegetacija, topografija, uporaba prenosnega telefona znotraj ali zunaj stavbe, oblika prenosne naprave... Mikrovalovno sevanje kaj hitro oslabi, ko pride v stik s celičnimi strukturami. Tako je npr. absorpcija mikrovalovne energije 5 cm pod površjem kože samo še nekaj odstotkov absorpcije, ki se zgodi na površju [9]. Sklenemo lahko torej, da se precej manj mikrovalovnega sevanja absorbira na strani glave, kamor nismo prislonili prenosne naprave.



Slika 3: Mikrovalovni žarek iz antene, ki je pritrjena na visokem stolpu. Če upoštevamo približno tipično višino stolpa, je največjega sevanja deležen posameznik, ki je oddaljen od njega vsaj 50 m. Če je posameznik oddaljen od stolpa manj kot 50 m, prejme najmanj mikrovalovnega sevanja. Prirejeno po [1].

5. Vpliv mikrovalov na zajca

Ker je nevarnost negativnih posledic segrevanja telesa pri delih telesa, ki toplote ne začutijo, večja, so se znanstveniki osredotočili na oko.

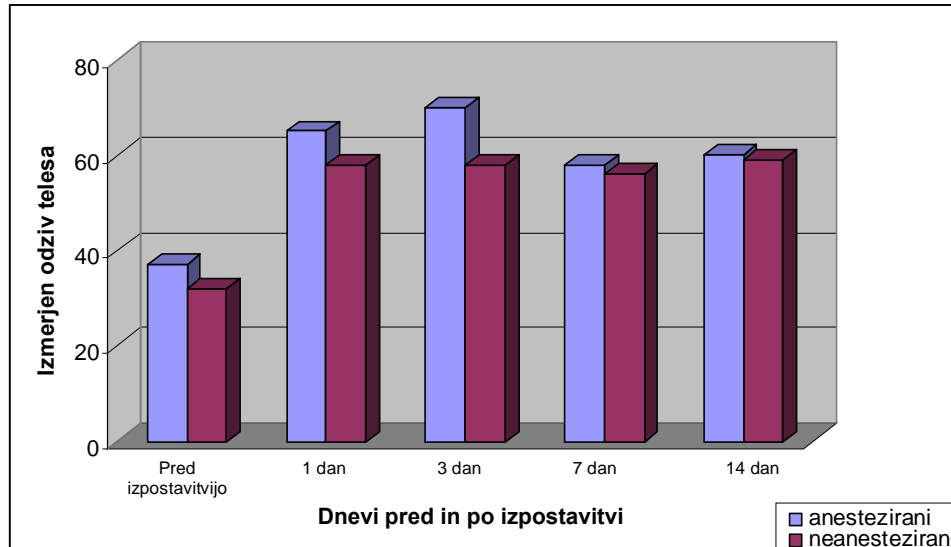
V enem primeru so znanstveniki izpostavili mikrovalovnemu sevanju 43 zajcev moškega spola, starih od 13 do 16 tednov, tehtali pa so vsi okoli 2 kg [10]. Njihove oči so bile izpostavljene sevanju mikrovalov od 60 do 120 min. Antena, ki je oddajala mikrovalove, je delovala s frekvenco 2450 MHz in oddajala sevanje z gostoto toka 300 mW/cm^2 . Pomemben poudarek je bil na opazovanju razlik med anestetiziranimi testiranci in neanestetiziranimi. Opazovali so spremembe na obsevani strani oči pred izpostavitvijo mikrovalovnemu sevanju in tudi po izpostavitvi. Zaznavne spremembe so opazili tako na roženici kot tudi na leči. Obsevano oko je začasno kazalo nekatere negativne posledice, kot na primer pomanjšanje zenice, pojav sive mreže, prekinjeno omočevanje očesa in edemo roženice. Vsi simptomi so v enem tednu izginili.

Da so lahko opazovali pojave na očesu, so uporabili dobro uveljavljeno medicinsko napravo špranjsko svetilko (slika 4). Špranjska svetilka je mikroskop, sestavljen iz špranje, svetilke in dveh leč (zbiralne in projekcijske). Med pregledovanjem očesa se združita špranja na aparatu in osvetljena slika špranje na opazovanem očesu v eno točko. S tem dobimo občutek optičnega reza. S špranjsko svetilko pregledujemo sprednje dele očesa.



Slika 4: Izvajanje pregleda očesa s špranjsko svetilko. Z mikroskopom špranjske svetilke pregledujemo sprednje dele očesa. Med pregledovanjem očesa se združita špranja na aparatu in osvetljena slika špranje na opazovanem očesu v eno točko. S tem dobimo občutek optičnega reza [11].

V omenjenih raziskavah so na oko pošiljali svetlobo in merili, koliko se je odbija nazaj. Večja intenziteta odbite svetlobe je potrjevala večjo prisotnost celičnih struktur, ki se pojavijo, ko se oko vzpostavlja v normalno stanje. Porast je bil zaznan takoj po izpostavitvi očesa mikrovalovnemu sevanju. Maksimalna vrednost svetlobe je bila izmerjena tri dni po izpostavitvi, kasneje pa se je oko umirjalo (slika 5).



Slika 5: Intenziteta sipane svetlobe na očesu izmerjena s šprajnsko svetilko v odvisnosti od dneva meritve pred in po izpostavitvi mikrovalovnemu sevanju. Z modro so prikazane vrednosti anesteziranih testirancev, z rdečo pa neanesteziranih testirancev. Lepo viden je porast odziva telesa v prvih dneh po izpostavitvi. Po tretjem dnevu se odziv telesa umirja. Prirejeno po [10].

Samoobrambni odziv očesa na mikrovalove je bil precej večji pri anesteziranih testirancih kot pri neanesteziranih [10]. Pri anesteziranih zajcih je bila izmerjena vrednost odbite svetlobe takoj po izpostavljenosti sevanju 483 ± 331 fotonov/ms, pri neanesteziranih 215 ± 315 fotonov/ms. Na očesu, ki ni bilo izpostavljeno mikrovalovom, so izmerili vrednosti $6,9 \pm 4,5$ fotonov/ms.

V steklovini so sočasno merili temperaturo in spremljali njeno povišanje. Pri anesteziranih testirancih je prišlo do drastičnega povišanja, tudi do 9°C , medtem ko pri neanesteziranih testirancih ni prišlo do večjega povišanja kot 1°C . Povišanje temperature možganov za 1°C vodi k spremembam učenja in pomnjenja. Vseeno pa ni zadostnega eksperimentalnega dokaza, da izpostavljenost mikrovalovom z nizko močjo vpliva na spomin pri živalih.

Zajčevo oko so v drugi skupini znanstvenikov izpostavili mikrovalovom s frekvenco 2450 MHz [8]. Zanimiva ugotovitev te raziskave je, da sta maksimalna absorpcija energije mikrovalov in maksimalna temperatura v

steklovini korelirani. Poleg večkrat omenjenih sivih mren (slika 6), ki se pojavijo na lečah zaradi vpliva mikrovalov na oko, so se pojavili tudi razni negativni vplivi na mrežnici, roženici in še na nekaterih delih očesa. Najtežje so znanstveniki potrdili nastanek sive mrene zaradi segrevanja, saj je izjemno težko narediti identične pogoje in segreti oko brez uporabe mikrovalov.

Nadgradnja študije je pokazala, da siva mrena nastane, ko temperatura leče preseže vrednost 41°C . Siva mrena je nastala pri frekvencah od 800 MHz do 10000 MHz. Na vprašanje, zakaj je pri frekvenci 2450 MHz verjetnost za nastanek sive mrene največja, odgovorimo z dejstvom, da se pri tej frekvenci maksimalna absorpcija energije zgodi ravno v bližnji okolici leče. Pri manjših frekvencah valovanje prodre globlje v telo. Pri višjih frekvencah je zgodba ravno obratna – valovanje sploh ne prodira skozi oko, ampak se vse absorbira že na površini in je zato vpliv na lečo precej manjši.



Slika 6: Simulirana slika sive mrene človeškega očesa. V zdravem očesu je leča prozorna in opravlja nalogo lomljenja oziroma fokusiranja svetlobnih žarkov. Siva mrena pa ovira prehod svetlobe do očesnega ozadja in tako povzroča meglen vid in bleščavost. Zaradi sive mrene lahko pride do spremembe dioptrije ali do pojava dvojnega vida [12].

Vpliv mikrovalov se je prav tako pokazal v segrevanju celotnega telesa testirancev – nekaterim se je povečala temperatura tudi do $2,7^{\circ}\text{C}$. Četudi so obsevali samo glavo, so bila izpostavljanja tako velika, da je segrevanje vplivalo na celotno telo. Takšna izpostavitvev je v mnogih primerih povzročila smrt testirancev.

Prav tako se je z eksperimenti na zajcih ukvarjala še ena skupina znanstvenikov. Očesa so izpostavili sevanju z izjemno veliko dozo – v povprečju 150 W/kg za eno uro na dan [8]. To so počeli od 13 do 20 dni in zabeležili nastanek sive mrene na očesih. Pomemben je poudarek, da je tako močno sevanje preseglo maksimalno raven, ki jo telo še lahko tolerira - mnogi testiranci so zato poginili.

Znanstveniki potrjujejo, da četudi so pri zajcih z eksperimentalnimi metodami prišli do določeni bolezenskih znakov, dolgoročna izpostavljenost šibkim mikrovalovnim sevanjem ne povzroči nobene posledice na telo živali.

6. Vpliv mikrovalov na opice

Prav tako so izvedli študijo na nečloveških primatih [8]. Med hranjenjem so glavo opic izpostavili mikrovalovom enkrat s frekvenco 2450 MHz (20 W/kg), drugič s frekvenco 9310 MHz (obakrat z isto dozo sevanja) in tretjič pri frekvenci 9310 MHz z dvakratno dozo sevanja. V prvem primeru so merili 4 mesece – opice so bile v tem obdobju deležne sevanja od 549 min do 750 min. Drugi poskus pri višji frekvenci je trajal 34 mesecev [8]. V tem času so opice izpostavljali sevanju vsega skupaj od 408 min do 946 min. Pri tretjem poskusu, kjer so opice izpostavljali mikrovalovnem sevanju pri višji frekvenci in dvojni dozi, pa so bile deležne sevanja od 275 min do 594 min. Znanstveniki so opazovali dele očesa po intervalih še več let po končanem postopku, a nobena posledica ni bila zaznavna ne na lečah ne na steklovini. Vpadna moč mikrovalov resda ni povzročila sive mreže v očeh opic, je pa povzročila nezaželene opekline na obrazu. Pojav najlažje pojasnimo z dejstvom, da so očesa opic bolj trdno pritrjena v zrkla kot so pri zajcih.

7. Vpliv mikrovalov na miši in pse

Miši so bile izpostavljene mikrovalovom v obdobju 18 mesecev po 1 uro na dan [8]. Uporabljali so pulzne modulacije, ki so zelo podobne tistim, ki jih uporabljamo v digitalni telefoniji. Sevanje je močno vplivalo na celice imunskega sistema. Glavna negativna posledica izpostavljenosti takšnemu sevanju je bila povečana nevarnost za razvoj limfnega raka.

Prav tako so poizkuse izvajali na psih in prišli do vidnih posledic – ponovno so opazili pojav sive mreže [8].

8. Vpliv mikrovalov na človeka

Kot smo že omenili v prvem delu seminarja, je splošno potrjeno dejstvo, da se ogrevanju možganov zaradi mikrovalov ne moremo izogniti. Zato se poraja vprašanje, ali mikrovalovi mobilnih telefonov vplivajo na človeško zdravje ali je vseeno moč sevanja prešibka in posledice niso bistvenega pomena za zdravje.

Izpostavljenost elektromagnetnemu sevanju nad 100 kHz lahko vodi k znatni absorpciji energije v telesu [6]. Spomnimo se še, da je količina absorbirane energije mikrovalovnega sevanja precej odvisna od velikosti posameznika in prav tako od velikosti posameznega dela telesa. Zategadelj razdelimo območje elektromagnetnega sevanja na 4 frekvenčna območja [6]:

1. Od 100 kHz do 20 MHz – absorpcija se dogaja predvsem v nogah in vratu in precej hitro pojenja s padajočo frekvenco.
2. Od 20 MHz do 300 MHz – precej velika absorpcija je možna po celotnem telesu. Večje vrednosti absorpcije lahko pridejo do glave.

3. 300 MHz do nekaj GHz – poteka neenakomerna absorpcija, ki skorajda ni več nevarna za celotno izpostavljeno telo.
4. Nad 10 GHz – absorpcija poteka samo še na površini telesa.

Cleary in Pasternak [8] sta raziskovala vpliv mikrovalov na človeka. V raziskovalni skupini sta imela 736 delavcev, ki so bili često v kontaktu z mikrovalovi, medtem ko 559 kontrolnih delavcev skorajda ni imelo stika z močnejšim mikrovalovnim sevanjem. Sive mreže ali poslabšanja prilaganja očesa svetlobi ni bilo moč zaznati.

Rezultat druge študije je bila poškodba mrežnice [8]. Opazovali so 63 delavcev, ki so delali na raznih testiranih mikrovalovnih polj radarjev in tiste, ki so delali v eksperimentalnih laboratorijih s podobno mikrovalovno tehnologijo. Sicer poškodbe mrežnice niso vplivale na vid, a posledice sevanja mikrovalov je ta študija zaznala.

In vitro raziskave so pokazale močan vpliv elektromagnetnega polja z nizko močjo na membransko strukturo in njene funkcijske lastnosti, ki sprožijo celične odzive [8]. Omenjene posledice so se pojavile zgolj pri nizkofrekvenčnih radijskih poljih. Pri visokofrekvenčnih poljih se je zgodila penetracija skozi celično membrano in vplivala na strukturo ter na delovanje citoplazme. Četudi so si močno prizadevali, da bi ugotovili, kakšna je povezava med mikrovalovnim sevanjem in obnašanjem človeških kromosomov, so se na koncu raziskave pokazale kot neuspešne.

Znanstveno potrjeno je, da se pri povišani temperaturi v ali zelo blizu leč pojavlja siva mreža. Prav tako bi pri človeku pri povišani temperaturi zagotovo nastala siva mreža, enako kot pri večkrat omenjenih testnih zajcih. Več raziskav na tem področju je potrdilo dejstvo, da se ob izpostavljenosti sevanju znotraj frekvenčnega območja med 600 MHz in 6000 MHz človeškemu očesu poviša temperatura znotraj leče za manj kot $0,3^{\circ}\text{C}$ [8]. Tako malo spremembo temperature so izmerili, ker so poizkus izvajali na očesu, ki je bilo termalno izolirano od telesa – torej skozenj ni tekla kri. Znanstveniki se še niso ustavili, temveč so izračunali povišanje temperature roženice na $40,4^{\circ}\text{C}$, ko bi bilo človeško oko izpostavljeno sevanju z gostoto energijskega toka 100 mW/cm^2 pri frekvenci 1500 MHz za zgolj 10 min. Torej bi sevanje pri takšni frekvenci z večjo gostoto energijskega toka od 100 mW/cm^2 lahko povzročilo nastanek sive mreže. Sočasna merjenja druge skupine znanstvenikov so pokazala, da bi pri omenjenih pogojih temperatura roženice narasla na $38,5^{\circ}\text{C}$. Omenimo še to, da je pri normalnih pogojih povprečna temperatura roženice $32,7^{\circ}\text{C}$.

Resda bi pri takšni izpostavljenosti človeškega očesa mikrovalovom prišlo do pojava sive mreže, a najverjetneje bi bil vpliv na druge dele obraza precej katastrofalen.

Obstajajo dokazi, da lahko mikrovalovno polje vpliva na membrano proteinov in lahko spremeni gibanje ionov skozi omenjeno membrano [1]. To se lahko zgodi samo pri izjemno nizkih temperaturah ali pri zelo velikih intenzitetah mikrovalovnega sevanja. Vseeno nekateri znanstveniki potrjujejo, da obstaja povezava med mikrovalovnim sevanjem, ki ga sevajo mobilni telefoni, in ioni membrane proteinov v možganih človeka. To bi sicer lahko povzročilo funkcijske spremembe celic, a dokaza o ogroženem zdravju še ni bilo.

Nekaj individualnih raziskav je kot rezultat drzno omenjalo, da mikrovalovno sevanje lahko spodbudi nastanek tumorja ali poživi rast že obstoječega tumorja. V raziskavah so uporabljali tako močno polje, da so povzročili drastičen porast temperature. Ko natančneje pregledamo tako *in vitro* kot *in vivo* raziskave, kaj hitro zaključimo, da ni nobene povezave med izpostavitvijo mikrovalovnemu sevanju in mutacijami kromosomov, ko so temperature ohranjene pri sprejemljivih vrednostih [1]. Torej mikrovalovno sevanje prenosnih telefonov nikakor ne povzroča in ne pospešuje rasti tumorjev.

9. Zaključek

Znanstveniki torej zagotavljajo, da je strah pred negativnimi posledicami mikrovalovnega sevanja prenosnih telefonov povsem odveč, saj današnja digitalna telefonska tehnologija deluje pri precej nižjih oddajnih močeh, kot je to veljalo za staro analogno telefonsko tehnologijo. Vprašanje je sedaj le še eno – ali množična uporaba prenosnih naprav, četudi z nizko izhodno močjo, lahko dolgoročno privede do dramatičnih negativnih posledic na človeško telo, ali so res intenzitete prešibke in lahko živimo brez strahu?

10. Literatura

- [1] Independent Expert Group on Mobile Phones, *Mobile phones and health* (NRPB, UK, 2000).
- [2] http://www.forum-ems.si/gradiva/publikacije/brosure/mobilni_telefon_bazna_postaja.pdf
- [3] A. de la Hoz, A. Diaz-Ortiz in A. Moreno, *Chem. Soc. Rev.* **34**, 164 (2005)
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Wiki>
- [5] <http://ro.zrsss.si/~puncer/elektrika/mikro.html>
- [6] M. H. Repacholi, *Toxicol. Lett.* **120**, 323 (2001).
- [7] <http://www.answers.com/topic/mobile-phone>
- [8] J. A. Elder, *Bioelectromagnetics* **24**, 148 (2003).
- [9] P. D. Inskip, R. E. Tarone, E. E. Hatch, T. C. Wilcosky, W. R. Shapiro, R. G. Selker, H. A. Fine, P. M. Black, J. S. Loeffler in M. S. Linet, *N. Engl. J. Med.* **344**, 79 (2001).
- [10] M. Kojima, I. Hata, K. Wake, S. Watanabe, K. Sasaki, M. Taki, Y. Kamimura in Y. Yamanaka, *The effect of general anesthesia on the threshold decision of ocular side effects induced by microwave radiation in rabbit eyes* (rokopis).
- [11] <http://www.drberck.com/exams.htm>
- [12] http://www.umm.edu/patiented/articles/what_cataracts_000026_1.htm