

## IZLOŽENOST RADIO-FREKVENCIJSKOM ZRAČENJU OD UREĐAJA ZA DIJATERMIJU U MEDICINI

Miroslav Hrnjak, Dejan Živković, Lidija Miličević, *Vojnomedicinska akademija u Beogradu*

**Sadržaj** - U dve zdravstvene ustanove u odeljenjima za fizikalnu terapiju mereni su intenziteti mikrotalasnog (MT) i kratko-talasnog (KT) zračenja kojima može biti izloženo osoblje koje radi na primeni radio-frekvencijske (RF) dijatermije. Zračenje je mereno instrumentom firme The Narca Microwave Corp.. SAD, model 8616 sa odgovarajućim sondama. Izmereni intenziteti KT zračenja kod aplikatora, kablova i uređaja (na 30 cm udaljenosti) kreću se od  $< 0,05 \text{ mW/cm}^2$  do  $> 187 \text{ mW/cm}^2$ , tako da su na većini navedenih mernih mesta znatno prelazili gornji dozvoljeni nivo od  $1,22 \text{ mW/cm}^2$  (prema JUS N.NO.205:1990). Izmereni intenziteti MT zračenja kod aplikatora i kablova su bili od  $< 0,02 \text{ mW/cm}^2$  do  $1,45 \text{ mW/cm}^2$ . Ovi intenziteti MT zračenja prelazili su gornju granicu izlaganja od  $1 \text{ mW/cm}^2$  na dve merne tačke. Na većim udaljenostima od uređaja intenziteti RF zračenja nisu prelazili dozvoljene vrednosti. Rezultati govore da osoblje zaposleno na primeni dijatermije može biti svakodnevno izloženo RF zračenju, čiji intenziteti u blizini uređaja znatno prelaze dopuštene nivoe.

### 1. UVOD

Mikrotalasna (MT) i kratko-talasna (KT) ili radio-talasna dijatermija koriste se u medicini u fizikalnoj terapiji kada se želi zagrevanje dubokih tkiva. Ovo se uglavnom i može efikasno postići samo primenom radio-frekvencijskog (RF) zračenja; za razliku od lokalnog zagrevanja tkiva infracrvenim zračenjem, direktnom aplikacijom toplote, parafina ili drugim načinima zagrevanja, kada se postiže prvenstveno zagrevanje površinskih slojeva tkiva. Tim vidom fizikalne terapije želi se kod bola različite etiologije, artritisa i mišićnih spazama da postigne što bolje zagrevanje dubokog tkiva, bez ekscesivnog podizanja temperature kože i potkožnog masnog tkiva. Osnovne indikacije za primenu RF dijatermije su povrede tetiva, mišića i zglobova (izčašenja, uganuća, stanja posle fraktura kostiju), hronični reumatoidni artritis, osteoartritis, burzitis, traumatski tenosinovitis, fibrozitis i miozitis, neuritis, hematomi (ne akutni), ograničena pokretljivost zglobova i otoci ekstremiteta, a korišćena je za ubravanje regeneracije perifernih nerava.

U dijatermiji koriste se osnovni efekat biološkog dejstva RF zračenja - zagrevajući efekat pri apsorpciji zračenja u živom tkivu. Step en i raspored depozicije RF energije u tkivu i step en zagrevanja tkiva zavise prvenstveno od frekvencije zračenja i upadne gustine snage zračenja. Rezonantni opseg frekvencija (najviša apsorpcija) za telo čoveka kreće se od 30 MHz do

300 MHz (sa maksimumom na 70 MHz za prosečnog čoveka), dok se za pojedine delove tela (glava) proširuje i na 400 MHz. Međutim, kao neželjeni efekat apsorpcije energije zračenja, u dubokim tkivima i u unutrašnjim organima može doći do pojave "vrelih tačaka" - lokalizovanih mesta ekscesivnog zagrevanja koja mogu da izazovu značajna oštećenja tkiva i organa, jer u dubokim tkivima i unutrašnjim organima nema receptora za toplotu [1].

U KT dijatermiji upotrebljavaju se uređaji koji rade na frekvencijama 27,12 MHz i 13,56 MHz, ređe na 40,68 MHz, kontinualnog ili impulsno modulisanog zračenja, a za MT dijatermiju koriste se frekvencije od 433,92 MHz i 2450 MHz. Ovi uređaji su uglavnom snage od 100-500 W, dok je maksimalna izlazna snaga koja se koristi pri dijatermiji najčešće do 85 W [1, 2].

U prostorijama za primenu RF dijatermije prisutan je uvek problem svakodnevnog izlaganja RF zračenju zaposlenog osoblja. Ovo neželjeno izlaganje potiče od prolaska zračenja između aplikatora i površine kože pacijenta, od dela zračenja koje se ne apsorbuje u telu pacijenta, od nedovoljno izolovanih i oštećenih kablova koji vode od uređaja za dijatermiju do aplikatora, a ređe potiče i od samog uređaja. Intenzitet zračenja u prostoriji, van boksova u kojima se primenjuje terapija, uglavnom nije visok, ali je RF zračenje po pravilu uvek prisutno i terapeuti su izloženi u toku celog radnog vremena. Do veće izloženosti dolazi u toku započinjanja fizikalne terapije kada zaposleno osoblje mora da bude u neposrednoj blizini uređaja i pacijenta i u toku povremene kontrole obavljanja terapije, dok se uređaji posle programiranog trajanja terapije sami isključuju. Boravak u zoni intenzivnog zračenja u blizini uređaja traje relativno kratko vreme, ali ukupno vreme izlaganja u toku radnog vremena postaje značajno kada se uzme u obzir da su u prostorijama za primenu terapije smeštena obično dva, tri ili više uređaja za dijatermiju i da se u toku dana obavi veliki broj terapija (i oko 50) [1, 2].

Cilj rada bio je da se ispita izloženost RF zračenju zaposlenih na primeni RF dijatermije u medicini.

### 2. METODE

Ispitivanje izloženosti RF zračenju koje se javlja u toku RF dijatermije vršeno je u dva odeljenja za fizikalnu terapiju u dve zdravstvene ustanove.

Radio-frekvencijsko zračenje mereno je oko uređaja za kratko-talasnu dijatermiju Radiotherm 12. El Niš, 400 W, radne frekvencije 27,12 MHz, Radiotherm 400-T. El Niš, 400 W, radne frekvencije od 27,12 MHz u

raznim uslovima primene i na raznim udaljenostima od uređaja i oko uređaja za mikrotalasnu dijetermiju Erbotherm UHF 69-95, Erbe Elektromedizin, Nemačka, 200 W, radne frekvencije 433,92 MHz.

Merenje RF zračenja rađeno je širokopojasnim izotropnim meraćem zračenja, model 8616, firme The Narda Microwave Corp., SAD, sa odgovarajućim sondama i preciznošću merenja instrumenta  $\pm 3\%$ . Vršeno je po metodama iz australijskog standarda AS 2772.2:1988 (Radiofrequency Radiation - Part 2, Principles and Methods of Measurement - 300 kHz to 300 GHz) koji preporučuje JUS N.NO.205:1990 (Radio-komunikacije. Radio-frekvencijska zračenja. Maksimalni nivoi izlaganja koji se odnose na ljude). Navedeni JUS korišćen je za procenu ekspozicije RF zračenju zaposlenih koji rade oko uređaja za RF dijetermiju u medicini.

Kako je radna frekvencija uređaja za KT dijetermiju 27,12 MHz (talasna dužina oko 11,1 m), a sve merne tačke se nalaze u bliskom polju zračenja, to je mereno električno (E) polje i magnetsko (M) polje odvojeno, dok je za poređenje sa standardom uzimana najveća dobijena vrednost kod oba polja. Kod uređaja za MT dijetermiju koji ima radnu frekvenciju od 433,92 MHz, vršeno je merenje samo E polja jer se sve merne tačke nalaze u dalekom polju zračenja. Sve izmerene vrednosti izražavane su u gustini snage zračenja u  $\text{mW}/\text{cm}^2$ . Za radnu frekvenciju uređaja za KT dijetermiju od 27,12 MHz maksimalni nivo izlaganja (gornja dopuštena granica gustine snage zračenja ili intenziteta zračenja) za profesionalno izlaganje iznosi  $1,22 \text{ mW}/\text{cm}^2$ , za radni dan, dok za radnu frekvenciju uređaja za MT dijetermiju od 433,92 MHz iznosi  $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ .

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati merenja dati su u Tabeli 1. Iz rezultata merenja se vidi da intenziteti zračenja kod uređaja za KT dijetermiju prelaze gornju dopuštenu granicu od  $1,22 \text{ mW}/\text{cm}^2$  u skoro svim mernim tačkama u blizini pacijenta i uređaja (na 30 cm udaljenosti) i u tri slučaja (red.br. 1, 2 i 8 tabele) na sredini boksa. Pri ovome su izmerene i veoma ekstremne vrednosti intenziteta zračenja - preko  $187 \text{ mW}/\text{cm}^2$ . Ovakvo visoke vrednosti intenziteta zračenja verovatno potiču od "curenja" zračenja od neispravnih kablova i samog uređaja, a i prolaska zračenja između aplikatora i površine kože pacijenta, kao i od iznosa zračenja koji se nije apsorbovao u telu pacijenta. Vidi se da se intenzitet zračenja u velikoj meri smanjuje kod veće udaljenosti od uređaja i pacijenta, kada je ispod gornje dopuštene granice.

Kod uređaja za MT dijetermiju izmerene vrednosti gustine snage RF (mikrotalasnog) zračenja su u dve merne tačke kod pacijenta i uređaja (red.br. 10 tabele), bile iznad gornje dopuštene granice od  $1 \text{ mW}/\text{cm}^2$ , a na ostalim mernim tačkama bile ispod dopuštenih vrednosti.

Na osnovu izvršenog merenja, može se videti da je terapeut u toku fizikalne terapije u vehkoj meri

izložen RF zračenju pri uključivanju uređaja, kada se nalazi u blizini pacijenta, kao i u toku nadgledanja terapije. Ukupna izloženost RF zračenju fizioterapeuta, kod većeg broja pacijenata, može u toku dana da bude veoma značajna, zbog neophodne potrebe da se fizioterapeut povremeno nađe u neposrednoj blizini pacijenta i uređaja.

Osnovne mere zaštite pri radu sa uređajima za RF dijetermiju su: da se ne bude nepotrebno u polju zračenja, da se bude što kraće u polju i što dalje od izvora. Kako se najveći intenziteti RF zračenja javljaju neposredno uz aplikator i oko kablova zračenja, to je veoma bitno da se fizioterapeut zadržava što kraće vreme u blizini pacijenta i uređaja, jer će tako biti najmanje i najkraće vreme izložen RF zračenju. Neophodno je da se svi automatski prekidači zračenja na uređajima za dijetermiju (koji prekidaju terapiju kada se završi predviđeno vreme terapije) dobro funkcionišu, jer korišćenjem sata koji zvoni po isteku predviđenog vremena, terapeut mora da pride uređaju za dijetermiju i da ga isključuje ručno, pri čemu je nepotrebno izložen zračenju. Zaposleno lice nikada ne sme da proba rad uređaja na sebi, kao što se to ponekad radi. Neophodno je da svi uređaji za dijetermiju budu ispravni i da se redovno jednom godišnje kontrolišu, a ispitivanje zračenja oko uređaja obavlja jednom u tri godine, kako bi se utvrdilo neželjeno "curenje" zračenja iz kablova i uređaja. Kad god je to moguće ili je to indikovano, treba aplikator staviti što bliže površini tela pacijenta, jer se tako sprečava širenje "zalutalog" zračenja u okolni prostor. Nove uređaje za RF dijetermiju bi trebalo bolje oklopiti i dizajnirati tako da što manje "curi" RF zračenje iz njih [1].

Uglavnom, svi autori navode da je moguće naći velike intenzitete "curenja" i "zalutalog" RF zračenja oko uređaja za dijetermiju u medicini [1, 2, 3], ali su gustine snage zračenja dobijene u ovom ispitivanju veoma velike. Verovatni uzrok ovakvog stanja je neredovno i nedovoljno tehničko održavanje uređaja za dijetermiju zbog poznatih ekonomskih problema u proteklom periodu, ali i zbog neobavljanja kontrole uređaja u merenja RF zračenja oko njih.

U malom broju radova koji se odnose na zdravstveno stanje terapeuta na RF dijetermiji, u dva su nađene određene promene (srčana oboljenja i urođene anomalije kod dece roditelja izloženih zračenju), ali su oba ova rada pretrpela veće kritike zbog načina istraživanja [4, 5, 6].

Kako intenzitet RF zračenja koje se javlja u prostoriji za dijetermiju može da ugrozi radi ugrađenog kardiostimulatora (pacemaker-a), to je neophodno da se na vrata prostorija za primenu RF dijetermije postavi tabla sa odgovarajućim natpisom: "Radio-frekvencijsko zračenje. Opasno za nosioce ugrađenog kardiostimulatora (pacemaker-a)".

Tabela 1. Rezultati merjenja RF zračenja oko uređaja za dijatermiju

Red. br.	Uređaj	Kod pacijenta (na 30 cm)		Kod uređaja (na 30 cm)			Sredina boksa (2m x 2m)	Na 2 m od uređaja	Na 3 m od uređaja	Kod radnog stola terapeuta na približno 10 m od uređaja
		Iznad	Bočno	Oko kablova	Iznad	Bočno				
1	Radiotherm 12/1 zagrevanje oba kolena E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	18,8* 23,38*	28,2* 56,1*	56,4* 56,1*	4,7* 0,75	28,2* 9,35*	< 0,05 4,66*	- -	< 0,09 < 0,05	< 0,09 < 0,05
2	Radiotherm 12/1 zagrevanje kolena E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	>187* 28,2*	121,6* 56,4*	>187* 94*	0,28 1,35*	1,12 1,35*	4,68* 0,75	- -	< 0,09 0,05	< 0,09 < 0,05
3	Radiotherm 12/2 zagrevanje kolena E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	47* 37,4*	0,94 9,35*	75,2* 56,1*	< 0,09 0,28	9,35* 2,8*	0,28 < 0,05	- -	< 0,09 < 0,05	< 0,09 < 0,05
4	Radiotherm 400-T/1 zagrevanje ramena E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	1,12 28,2*	93,5* 1,88*	93,5* 18,8*	0,94 0,09	0,94 0,09	0,47 0,05	- -	< 0,09 < 0,05	< 0,09 < 0,05
5	Radiotherm 400-T/1 zagrevanje lumbalne regije E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	3,72* 14,1*	93,5* 57,6*	93,5* 94*	0,28 0,94	0,49 18,8*	< 0,09 < 0,05	- -	< 0,09 < 0,05	< 0,09 < 0,05
6	Radiotherm 400-T/2 zagrevanje lumbalne regije E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	0,56 3,29*	1,68* 6,11*	15,90* 61,1*	1,12 0,85	< 0,09 2,82*	< 0,09 0,19	- -	< 0,09 < 0,05	< 0,09 < 0,05
7	Radiotherm 400-T/3 zagrevanje lumbalne regije E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	65,45* 23,5*	>187* 94*	>187* 94*	1,87* 42,3*	0,84 79,9*	0,65 0,38	- -	< 0,09 < 0,05	< 0,09 < 0,05
8	Radiotherm 400-T/3 zagrevanje kolena E polje (mW/cm <sup>2</sup> ) M polje (mW/cm <sup>2</sup> )	158,95* 79,9*	>187* 74,8*	>187* 94*	3,74* 3,76	93,5* 6,58*	18,7* 1,88*	- -	< 0,09 < 0,05	< 0,09 < 0,05
9	Erbotherm UHF 69-95/1 zagrevanje kolena E polje (mW/cm <sup>2</sup> )	0,09	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
10	Erbotherm UHF 69-95/1 zagrevanje lumbalne regije E polje (mW/cm <sup>2</sup> )	1,45*	0,14	1,02*	0,17	0,22	0,09	0,068	0,051	-
11	Erbotherm UHF 69-95/1 zagrevanje lumbalne regije E polje (mW/cm <sup>2</sup> )	0,20	0,14	1,7*	0,05	0,17	0,03	< 0,02	< 0,02	-

#### 4. ZAKLJUČAK

U roku rada na primeni RF dijatermije u medicini terapeuti su izloženi RF zračenju. Najveći intenziteti RF zračenja javljaju se u neposrednoj blizini uređaja i pacijenta, pri čemu izmereni intenziteti, verovatno zbog neispravnosti uređaja, a i načina primene fizikalne terapije, dostižu vrednosti koje su i preko 100 puta veće od dozvoljenih.

#### LITERATURA

- [1] Electromagnetic fields (300 Hz to 300 GHz), Environmental Health Criteria 137. Geneva: WHO, 1993 p 48.
- [2] H.Moseley. Non-Ionizing Radiation. Bristol: Adam Hilger, 1988 p 77.
- [3] R.A. Veit, J.H. Bernhard. Strayfield measurements around microwave-and shortwave-diathermy devices in the Federal Republic of Germany. In: Radiation - Risk - Protection, Compact volume III, 6th International Congress of IRPA, Berlin. Fachverband für Strahlenschutz e.V., 1984 p 1323-6.
- [4] S.Hamburger, J.N. Longe, P.M. Silverman, R.P. Ciacherini. Congenital Anomalies and Paternal Occupational Exposure to Shortwave, Microwave, Infrared, and Acoustic Radiation. *J Occup Med* 1985; 27: 541-2.
- [5] R. Queller-Hellstrom, W.F. Stewart. Miscariage among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation. *Am J Epidemiol* 1993; 138: 775-80.

[6] S.Hamburger, J.N. Longe, P.M. Silverman. Occupational exposure to non-ionizing radiation and association with hearth disease. *J Chron Des* 1983; 36:791-802.

**Abstract** - Intensities of microwave (MW) and radio wave (short wave) radiation to whom personnel occupied in use of radiofrequency (RF) diathermy in physical therapy could be exposed were measured in two hospitals, in two therapy wards. The Narda Microwave Corp. (USA) Broadband Radiation Meter - Model 8616, with appropriate probes, was used for measurements. The measurements were performed around the 3 types of diathermy units in various ways of application. Results of the measurements showed that the intensities of short waves radiation around the applicators, cables and units (at the distance of 30 cm) ranged from  $< 0,005$  to  $> 187$  mW/cm<sup>2</sup>, and on the majority of measuring points were considerably over the upper exposure limit of 1,22 mW/cm<sup>2</sup> (according to JUS N.NO.205.1190 limits of exposure to RF fields). Intensities of microwave radiation in the vicinity of units and patient range from  $< 0,002$  to 1,45 mW/cm<sup>2</sup>. The intensities of MW radiation are over the exposure limit of 1 mW/cm<sup>2</sup> in two measuring points. Results of measurements show that personels occupied in use of microwave and short wave diathermy in medicine could be regularly exposed to radiation, and that this radiation has considerably high intensity in the vicinity of the therapy unit and patient.

#### EXPOSURE TO RADIOFREQUENCY RADIATION FROM DIATHERMY UNITS IN MEDICINE

Miroslav Hrnjak, Dejan Živković, Lidija Miličević