

Mjerenje magnetnoga polja u zubnim laboratorijima

Dino Buković¹
Vlado Carek¹
Jadranka Keros²

¹Zavod za stomatološku protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu
²Zavod za dentalnu antropologiju Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Sažetak

Znanost pokušava otkriti sve aspekte djelovanja magnetnoga polja na čovjeka. Podatci su o uporabi magneta u stomatologiji malobrojni. Svrha rada bila je izmjeriti magnetna polja u zubnim laboratorijima, a istodobno oduzeti istosmjernu sastavnicu Zemljinoga magnetnoga polja. Pri mjerenju se upotrebljavao posebno konstruiran uređaj koji se sastoji od dvaju pojačala i niskofrekventnoga filtra, kojega je zadaća izmjeriti srednje kvadrate vrijednosti polja u ovisnosti o položaju objekta u prostoru. Rezultati našeg ispitivanja pokazuju da se magnetno polje smanjuje udaljavanjem od izvora zračenja, te da noviji uređaji emitiraju slabije magnetno polje od uređaja starije proizvodnje.

Ključne riječi: magnetno polje, zubni laboratorij.

Acta Stomat Croat
2002; 425-427

IZVORNI ZNANSTVENI
RAD
Primljeno: 28. veljače 2002.

Adresa za dopisivanje:

Dr. sc. Dino Buković
Zavod za stomatološku protetiku
Stomatološki fakultet
Gundulićeva 5, 10000 Zagreb
tel: 4802-125
fax 4802-159

Uvod

U stomatologiji se upotrebljavaju mekane i tvrde magnetne slitine. Mekane magnetne slitine rabe se za izradbu stomatološke opreme (elektromagneti, mjerne uređaji za magnetne krugove električnih uređaja i sl.). Tvrde se magnetne slitine rabe pri izradbi permanentnih magneta za tzv. dentalnu uporabu (1-5).

Za izradbu permanentnih magneta upotrebljavaju se slitine koje imaju jednaka magnetna svojstva u svim smjerovima, tzv. slitine izotropnoga tipa. Te slitine razmjerno su slabijih magnetnih obilježja. Zato je bilo potrebno otkriti anizotropne slitine koje imaju bolja magnetna obilježja. U njih ubrajamo slitine samarija i kobalta, a u novije doba i željeza, neodija i bora s još poboljšanim svojstvima (6-10). Magnetno se polje širi izotropno kroz prostor, a njegove vrijednosti u bilo kojoj točki prostora izračunavamo s pomoću regresijske jednadžbe, na temelju

dobivenih rezultata mjerenja. Time se može tumačiti 95% podataka.

Normalne dnevne varijacije magnetnoga polja iznose 0,1-0,3 mG.

Svrha rada bila je izmjeriti magnetna polja u zubnim laboratorijima. Za taj je postupak konstruiran uređaj koji mjeri izmjenična magnetna polja u prostoru laboratorija i ujedno oduzima istosmjernu sastavnicu Zemljinoga magnetnog polja. Uređaj omogućuje mjerenje srednje kvadratne vrijednosti polja (RMS) ovisno o položaju promatranog objekta u prostoru. Istraživanja su obuhvatila izmjere istosmjernih polja uz površinu predmeta koji su zadržali stalan magnetizam.

Materijal i metode

Za mjerenje jakosti magnetnoga polja u zubnim laboratorijima upotrebljavali smo uređaj vlastite

proizvodnje koji radi na načelu Hallova učinka. Stavimo li vodič u magnetno polje B i kroz njega pustimo struju određene jakosti I , tako da je vodič okomit na smjer magnetnoga polja, na bridovima vodiča nastaje električno polje (napon). Nazivamo ga Hallovim naponom, koji je jednak $V_h = cBI$ umnošku konstante c magnetne indukcije B i struje I što protječe kroz taj vodič. Osjetljivost je mjernog uređaja $0,0001$ mT.

Uređaj mjeri magnetna polja s pomoću Hallova senzora koji je smješten na posebnom aluminijskom držaču tako da se može približiti neprikladno smještenim objektima. On je zajedno s pretpojačalom integriran u jedan čip. Kako su vrijednosti izmjeničnih polja u laboratoriju malene, potrebno je dobiveni napon uz pomoć pojačala pojačati 100 puta. Osim toga potrebno je Zemljino magnetno polje, kao i ostala, izuzeti iz mjerenja izmjeničnog polja. To je postignuto uz pomoć pojačala koje ima funkciju filtra.

Uzorak ovog istraživanja bili su određeni uređaji u zubotehničkim laboratorijima, a oni su vrlo jaki izvori elektromagnetskog zračenja, primjerice poput uređaja za lijevanje slitina. Osim taljenja i lijevanja visokofrekventni sustav omogućuje da se sastavnice istodobno miješaju pri taljenju, bez uporabe posebnih miješalica. Istodobno miješanje i taljenje bez neposrednog doticaja mase i predmeta čini osnovnu prednost visokofrekventnoga grijanja. Svaka kovina ima Hallov koeficijent kako je prikazano na Tablici 1.

Tablica 1. Hallovi koeficijenti za germanij, bizmut i bakar
Table 1. Hall's coefficients for germanium, bismuth and copper

	$V_{cm} A^{-1} \text{ gauss}^{-1}$ Hallov koeficijent / $V_{cm} A^{-1} \text{ gauss}^{-1}$ Hall's coefficient
Germanij / Germanium	8×10^{-5}
Bizmut / Bismuth	1×10^{-8}
Bakar / Copper	$5,2 \times 10^{-13}$

Uređaj se sastoji od generatora visoke frekvencije kojom se napaja magnetna zavojnica te se istodobno obično hladi vodom. Sastavnice za taljenje i miješanje nalaze se u grafitnom lončiću, koji, kao i te sastavnice, vodi električnu struju, što je bitno za proces zagrijavanja. Visokofrekventna polja u sastavnicama izazivaju tzv. vrtložne (Foucaultove) struje koje preko električnog otpora zagrijavaju taj materijal. Bu-

dući da se radi o elektromagnetnom polju velike snage, preko pet kilovata, i zračenje u prostor je intenzivno. Prigodom mjerenja najprije smo baždariili uređaj za mjerenje magnetnoga polja. To smo učinili tako da smo anulirali Zemljino magnetno polje i magnetna polja uzrokovana raznim vodičima. Zatim smo odredili mjesto na kojem je jakost magnetnoga polja najveća. Taj rezultat smo označili i to mjesto uzeli kao početno mjesto mjerenja jakosti magnetnoga polja određenog uređaja. Nakon toga smo uređaj za mjerenje magnetnoga polja odmicali za po 5 cm od početnog te ponavljali mjerenja dok nismo postigli nultu vrijednost jakosti magnetnoga polja određenog uređaja.

Rezultati i rasprava

Služeći se spomenutim uređajem, u stomatološkim laboratorijima smo izmjerili udaljenosti promatranih objekata od izvora magnetnoga zračenja i jakost magnetnoga polja za sljedeće uređaje: cirkular (TEH 1), vibrator (TEH 2), trimer (THE 3), polirku (THE 4), ljevač (THE 5), rotacijski ljevač (THE 6) i vakuum kompresijski ljevač (THE 7).

Dobiveni podatci analizirani su metodom jednostavne statističke regresije. Procjenom vjerojatne pogreške nastale pri prilagođavanju podataka statističkom regresijskom modelu utvrđeno je da su odstupanja vrlo mala, pa odabrani regresijski model dobro opisuje ispitane podatke. Tom je metodom zato moguće razjasniti više od 95% dobivenih podataka (Tablica 2 i 3).

Uređaje koje smo ispitali posložili smo po jakosti magnetnoga polja, te prema njegovu širenju u okolinu. U Tablici 4 prikazan je redoslijed ispitivanih uređaja ovisno o početnom zračenju te o širenju toga zračenja.

Iz navedene tablice možemo izračunati prosječnu vrijednost (aritmetičku sredinu) jednadžbe regresije koja određuje prosječnu količinu zračenja kojoj je izložen tehničar u zubotehničkom laboratoriju.

Jednadžba regresije u zubnome laboratoriju jest:

Koeficijent A	Koeficijent B	Varijanca	Standardna devijacija
2,993971	0,7300823	0,146290	0,280167

Jednadžba glasi:

$$y = 2,993971 - 0,7300823 x$$

Tablica 2. Regresijske jednadžbe istraženih uređaja

Table 2. Regressive equations for the group of apparatus studied

Tehnika / Technique	Koeficijent A / Coefficient A	Koeficijent B / Coefficient B	Varijanca / Variance	Standardna devijacija / Standard deviation
TEH 1	1,035680	0,251400	0,005597	0,074810
TEH 2	4,772020	1,157740	0,159900	0,399900
TEH 3	1,283510	0,267300	0,007025	0,083820
TEH 4	4,134920	0,817000	0,107600	0,328100
TEH 5	2,043730	0,509900	0,008107	0,090040
TEH 6	2,269380	0,553200	0,019000	0,137900
TEH 7	5,418560	1,559220	0,716800	0,846600

Tablica 3. Koeficijenti za pojedine regresijske modele

Table 3. Coefficients for certain regression models

Stomatološki uređaji / Dental apparatus Tehnika / Technique	Koeficijent determinacije / Coefficient of determination
TEH 1	0,9796
TEH 2	0,9716
TEH 3	0,9764
TEH 4	0,9634
TEH 5	0,9927
TEH 6	0,9856
TEH 7	0,9352

Tablica 4. Prosječne vrijednosti zračenja u zubnoj jedinici
x - udaljenost osobe od izvora zračenja*y* - količina zračenja u gaussima na toj udaljenosti

Table 4. Mean values of radiation in a dental unit

x - Distance of staff from the radiation source*y* - Amount of radiation in gauss at that distance

x	y
0	8,963865
5	1,849061
10	0,466361
15	0,026734
20	0,000000

Navedeni podatci pokazuju na određene zakonitosti. Jakost magnetnoga polja svakog uređaja koji smo mjerili smanjuje se s udaljenošću od mjesta (središta) početnoga mjerenja. Zaključujemo da se magnetno polje širi kroz prostor izotropno. Najveće izmjerene vrijednosti magnetnoga zračenja istraženih laboratorijskih uređaja bile su nešto veće od 40 G, najveće frekvencije oko 100 kHz. Djelovanje magnetnoga polja većine uređaja na čovjeka koji je u njihovoj okolini je zanemarivo. Razlog tomu je činjenica da djelovanje magnetnoga polja opada s udaljenošću, a i okolina u kojoj živimo pod stalnim je djelovanjem magnetnoga polja.

Uspoređujući djelovanje i jakost magnetnoga polja između stomatološke ordinacije sa zubotehničkim laboratorijem dolazimo do zaključka da je djelovanje magnetnoga polja u stomatološkoj ordinaciji nešto manjega opsega i radijusa u usporedbi s zubotehničkim laboratorijem (10). No s druge strane stručno je osoblje u zubotehničkom laboratoriju udaljenije od uređaja koji stvaraju magnetna polja u usporedbi s osobljem u stomatološkoj ordinaciji.

Literatura

1. BECKER JJ. Permanent magnets. *Sci Am* 1970; 223: 92-100.
2. STRNAT KJ. The recent development of permanent magnet materials containing rare earth metals. *IEEE Trans. Magn.* 1970; MAG-6: 182-90.
3. SAGAWA M. New material for permanent magnets on base of Nd and Fe. *J App Phys* 1984; 55 (6): 2083-7.
4. LEVY EH. *Magnetohydrodynamics* New York: Ac Press 1992; 3: 65-74.
5. ROBERTS PH. *Geomagnetism* New York: Ac Press 1992; 2: 295-309.
6. KURTH WS. Tweaking the magnetosphere. *Nature* 1992; 356: 18-29.
7. PTEMRA TA. *Magnetospheric currents*. Ac Press New York 1992; 3: 75-85.
8. BENNETT WR.jr. *Health and low frequency electromagnetic fields*. New Haven Yale Univ Press 1994.
9. TRICHOPOULOS D. *Health effects of low frequency electromagnetic fields*. Oak Ridge, Oak Ridge Assoc Univ 1992.
10. BUKOVIĆ D, CAREK V, ĐUREK D, KUNA T, KEROS J. Measurement of magnetic field in dentistry. *Coll Antropol* 2000; 1(24): 85-90.