

Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani
Višja šola za zdravstvene delavce
Ljubljana, Poljanska 26 a

LUMINISCENCA FOLIJ V EKSPOZICIJSKIH POGOJIH

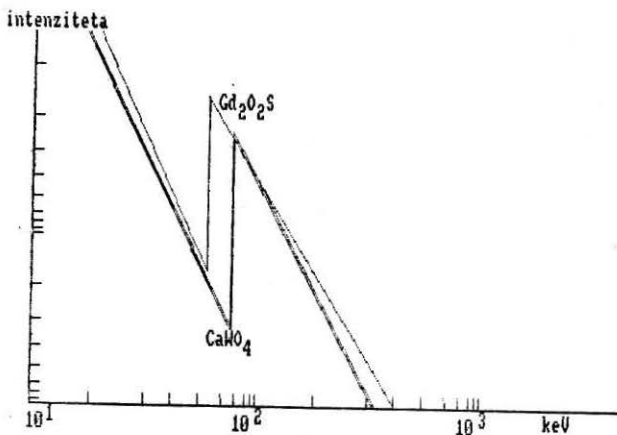
3. del

Andreja Lah

SPILLER : RTG FOTO TEHNIKA

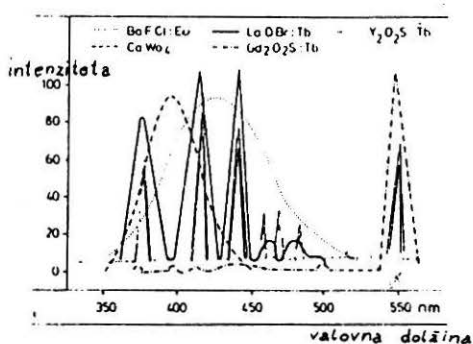
5. PRIMERJAVA FOLIJ KALCIJEVEGA VOLFRAMATA IN FOLIJ REDKIH ZEMELJ

Normalno folije s kalcijevim volframatom izkoristijo 1.1% rentgenskih žarkov, medtem ko jih folije redkih zemelj izkoristijo 7-8%. Do tega pride zaradi razlik v konverziji rentgenski žarki - svetloba.



Slika 8: linearni koeficient absorpcije glede na energijo rentgenskih žarkov za dve tipični luminiscentni snovi CaWO_4 .

Posebna kristalna struktura spojin redkih zemelj, aktiviranih z le-temi, predstavlja sposobnost konverzije absorbiranih žarkov v svetlobo, ki je dosti večja kot pri zmeseh, ki so jih prej uporabljali. Na sliki 9 vidimo emisijski spekter luminiscentnih snovi redkih zemelj in kalcijevega volframata.



Slika 9: Emisijski spekter luminiscentnih snovi.

5.1. TESTIRANJE

Pri Siemensu so testirali standardne folije na osnovi CaWO_4 in folije redkih zemelj, da bi ugotovili, katere folije, ki so na tržišču, so najboljše. Sestavo snovi folij redkih zemelj vidimo na tabeli 1.

spojina	proizvajalec	ime folije	barva	film
1. LaOBr:Tb	Agfa Gaevert	Cawo, SE 1, SE 2, SE 4, SE 6	modra 430nm	3M R 2
2. Gd ₂ O ₂ S:Tb -80%	Kodak	Lanex Regular, Lanex Fine	zelena 550nm	Kodak G 1
La ₂ O ₂ S:Tb -20%				
Y ₂ O ₂ S:Tb	Siemens	Titan 2 HS 2U, 2D, UD	modra 430nm	3M R 2
4. BaFCl:Eu	Du Pont	Quanta II	modra 430nm	3M R2
5. Gd ₂ O ₂ S:Tb	3M	Trimax 2, 8, 16b	zelena 550 nm	Kodak G 1

Tabela 1: Karakteristike folij redkih zemelj.

Folije kalcijevega volframata, ki so bile v testu, so se razlikovale predvsem po debelini luminiscentne plasti. To so bile folije proizvajalcev: Siemens (Rubin, Special), Du Pont (Par Speed, Fast Detail, Cronex, Hi Plus), Kodak (Xomatic regular, Xomatic fine) in Picker (Max 1). Skoraj vsi proizvajalci imajo v svojem programu folije z visoko ostrino, visokim ojačanjem ter takšne, ki predstavljajo kompromis med obema zahtevama.

Preizkus kvalitete je bil opravljen po naslednjih kriterijih: občutljivost, ločljivost in krivulja napetosti.

Faktor ojačanja je bil določen v primerjavi z ojačanjem univerzalne folije.

V testu so uporabili svinčeno rešetko (št. 68.59; 0.05 Pb/mm). Z njo je bila dosežena ločljivost do 10 linijskih parov na mm. Rešetka je bila najprej 10 cm od filma v fantomu, nato pa di-

rektno na kaseti. Kasetna je bila vedno enaka (Cawo 18*24 cm) in rentgenski film 3M R 2 enake velikosti. Napetost na cevi je bila 60 kV. Za ugotavljanje krivulje napetosti so izhajali iz počrtnitve filma ($\checkmark=1$ pri 60 kV). Ekspozicija se je večala v skokih po 10 kV od 40-125 kV s pomočjo osvetlitvene avtomatike. Potemnitev, ki jo vsebuje že sam film, so izmerili in odšteli. Ker je kvantni šum pri folijah redkih zemelj bolj izražen, so to upoštevali pri vizualni oceni ločljivosti.

Meritve so bile opravljene z rentgenskim aparatom Tridoros Optimatic 800 v Bucky mizi. Rentgenska cev je bila Biangulix 30/50, fokus 2*2mm, najkrajši čas osvetlitve 3 msek., osvetlitveni avtomat Iontomat 7 s tremi merilnimi polji, razdalja fokus - film 1 m, rešetka za prestrezanje sekundarnega žarkovja z jaškovnim razmerjem 12:1 in 40 linijskih parov na cm. Fantom je bil sestavljen iz treh 5 cm plasti (Polisterol, tip Westyron Weiss). Razvijanje je potekalo v aparatu firme 3M (RP 504 X-Ray Processor) v času 90 sek in z uporabo Tetenal kemikalij (Rontorol 2) pri 36 stopinj C. Rezultati so razvidni iz tabele 2 in slike 10.

ime folije (proizvajalec)	folije redkih zemelj	faktor ojačanja v		ločljivost			barva
		razmerju do univerzalne folije	faktor	(linijski pari/mm) s fantoma	fantomom	sredina	
		točka (=26%)					
1. Cavo Universal (Agfa)		0	1	7	5.6	5.6-6.3	modra
2. Cavo SB 1 (Agfa)	*	+2	1.6	10	9.5	9.5	modra
3. Cavo SB 2 (Agfa)	*	-3	0.5	7	5	5.6	modra
4. Cavo SB 4 (Agfa)	*	-5	0.33	5.0	4.5	4.5	modra
5. Cavo SB 6 (Agfa)	*	-6	0.25	5.0	4.5	4.5	modra
6. Rubin (Siemens)		+3	2	8-9	8	8	modra
7. Special (Siemens)		-3	0.5	5.6	5.6	5.6	modra
8. Titan 2 D (Siemens)	*	+2	1.6	9	8	8-9	modra/zelena
9. Titan 2RS (Siemens)	*	-6	0.25	5.6	4.5	5	modra/zelena
10. Titan UD (Siemens)	*	+3	2	10	9	9.5	modra/zelena
11. Titan 2U (Siemens)	*	-3	0.5	6.3	5.6	6	modra/zelena
12. Trimax 2 (3M)	*	-1	0.8	8	7.1	7.1-8	zelena
13. Trimax 8 (3M)	*	-4	0.4	6.3	5	5.6	zelena
14. Trimax 16B (3M)	*	-6	0.25	5.6	4.5	4.5	zelena
15. Xomatic regular (Kodak)		-2	0.66	6.3	5	5.6	modra
16. Xomatic fine (Kodak)		+5	3.2	10	8-9	9	modra
17. Lanex regular (Kodak)	*	-5	0.33	5.6	5	5	zelena
18. Lanex fine (Kodak)	*	0	1	8	7.1	7.1-8	zelena
19. Par speed (Du Pont)		0	1	8	6.3	7.1	modra
20. Fast detail (Du Pont)		+3	2	10	8	9	modra
21. Hi - Plus (Du Pont)		-3	0.5	5.6	4.5	5	modra
22. Cronex (Du Pont)		+5	3.5	10	9	9.5	modra
23. Quanta II (Du Pont)	*	-5	0.33	5	4	4.5	modra
24. Max 1 (Picker)		-3	0.5	5	3.5	4	modra

Tabela 2: Rezultati meritev za vse folije pri napetosti 60 kV.

5.2.1. PRIMERJAVA FOLIJE GLEDE NA OSTRINO IN OJAČANJE

5.2.1.1. FOLIJE KALCIJEVEGA VOLFRAMATA S FOLIJAMI REDKIH ZEMELJ

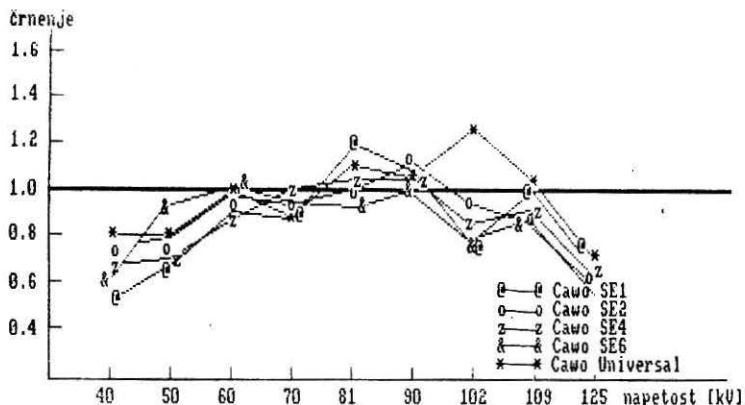
Detail boljša od Xomatic Fine, saj ima pri enaki kvaliteti slike znatno večji faktor ojačanja.

5.2.1.3. FOLIJE REDKIH ZEMELJ MED SEBOJ

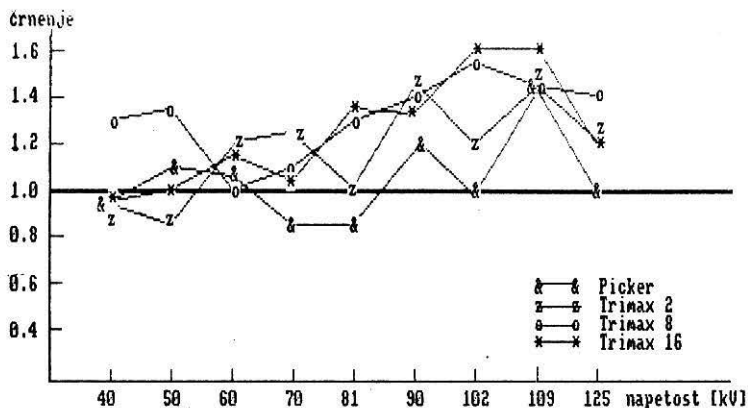
Primerjava teh folij z ozirom na kvaliteto slike in ojačanje ne kaže velikih razlik. Majhne, nebitvene prednosti, kažejo folije na osnovi itrija. Tako imata foliji z visokim ojačanjem Titan 2HS in kompromisna folija Titan 2U boljše ostrino slike v primerjavi s konkurenco. V skupini folij z visoko ostrino sta enakovredni foliji Titan UD in Cawo SE 1, vendar zadnja potrebuje manjšo dozo.

5.2.2. REZULTATI RAZISKAVE GLEDE NA KRIVULJO NAPETOSTI

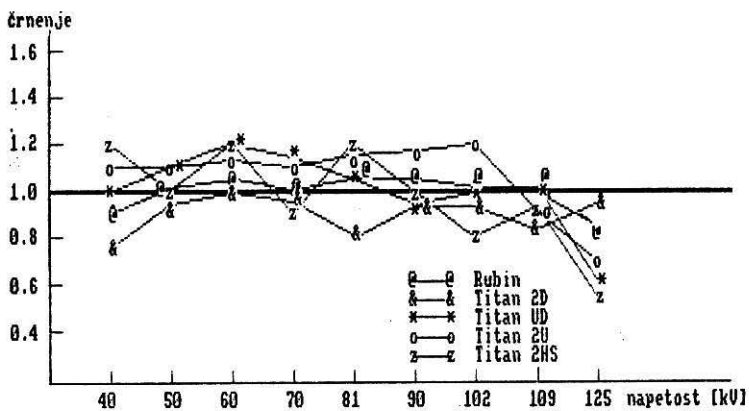
Za folije so prikazani rezultati občutljivosti pri različnih napetostih (40-125 kV) na slikah 11, 12, 13, 14 in 15.



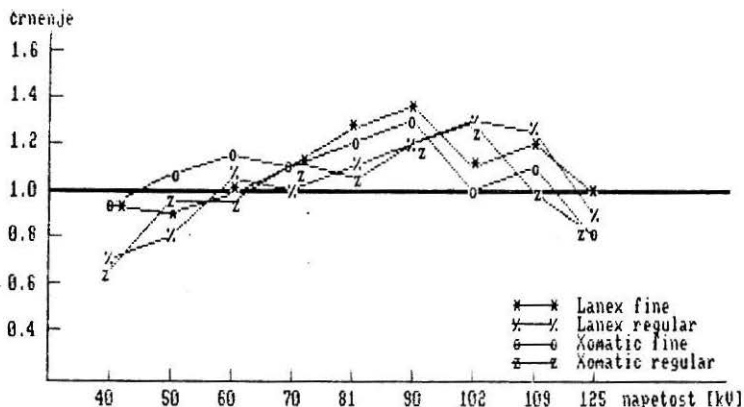
Slika 11: Občutljivost folij pri različni napetosti



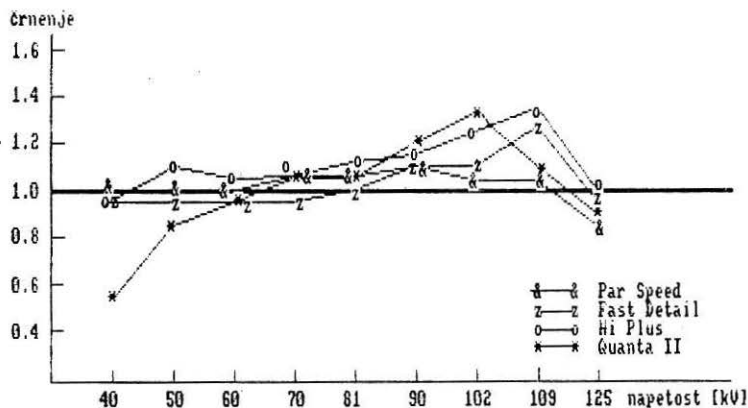
Slika 12: Občutljivost folij pri različni napetosti.



Slika 13: Občutljivost folij pri različni napetosti.



Slika 14: Občutljivost folij pri različni napetosti



Slika 15: Občutljivost folij pri različni napetosti

Folije LaOBr (Cawo) ne kažejo v primerjavi s konvencionalnimi folijami (Univerzal) velikih razlik pri krivulji napetosti. Folije na osnovi Gd_2O_2S (3M) imajo v primerjavi s klasičnimi folijami precej bolj neugodno krivuljo napetosti. Folije z mešanico Gd_2O_2S in La_2O_2S (Kodak) pa imajo podobne krivulje kot folije na osnovi lantana. V splošnem kažejo krivulje manjšo občutljivost pri nižjih napetostih in različno občutljivost pri višjih napetostih. Presenetljiva izjema so bile folije na osnovi Y_2O_2S (Siemens). Tukaj je krivulja napetosti pri nižjih napetostih konstantna. Občutljivost je začela padati šele nad 110 kV. Najbolj je bilo to razvidno pri foliji Titan 2U, ki ima ravno krivuljo v območju od 40-109 kV, kar je boljše kot pri folijah kalcijevega volframata.

Obstaja tudi razlika glede na debelino folije. Folije z visokim ojačanjem v primerjavi s folijami z veliko ostrino kažejo večjo odvisnost od napetosti. Različne krivulje pri folijah redkih zemelj zahtevajo prilagoditev osvetlitvenega avtomata.

Vrednost rezultatov teh testov je nekoliko omejena, ker so bili testi opravljeni pri konstantni napetosti cevi 60kV (poglavje 5.2.1.). Ker imajo folije redkih zemelj bolj neugodno krivuljo napetosti (folije na bazi gadolinija in barija), so prednosti pri nižjih napetostih manjše. Rezultati veljajo brez pridržkov v območju od 50 - 90 kV (poglavje 5.2.2.). Za folije na bazi itrija pa ti zadržki ne veljajo. Pri teh folijah faktor ojačanja v spodnjem območju napetosti, v primerjavi s folijami kalcijevega volframata, relativno raste.

6. ZAKLJUČEK

Uvajanje folij redkih zemelj je povzročilo, da dosedanje

folije kalcijevega volframata izgublajo pomen. Na odločitev, za folije katerega proizvajalca se bo rentgenski oddelek odločil, vplivajo objektivni rezultati testov proizvajalcev, še bolj pa subjektivna ocena uporabnikov. Tako je test, ki je opisan na prejšnjih straneh, dal prednost folijam itrijevega oksisulfida (Siemens), marsikateri uporabnik pa ima rajši Trimax sistem (3M) s folijami gadolinijevega oksisulfida.

Pri izbiri folij pa moramo upoštevati vrsto filma, saj da pravilna kombinacija film-folija še toliko boljšo sliko. Izbiro folij je potrebno prilagoditi tudi vrsti rentgenske preiskave.

Folije redkih zemelj so zaenkrat mnogo dražje od folij kalcijevega volframata. Toda pri odločitvi za folije redkih zemelj, naj bo najvažnejši argument zmanjšanje doze, ki jo prejme pacient, saj jo te folije zmanjšajo tudi do 50%.

LITERATURA:

Anon. Gli schermi alle terre rare. 3M Italia S. P. A. (ciklostiran dopis).

Anon. Siemens DATA, PS 6738.

Beyer H. K., Shulze B. Neue Verstärkerfolien in Röntgen-diagnostik. Röntgen praxis, 1981;34:387-94.

Marsh A. J. Evolution of the 3M Trimax system. Radiography, 1978; 44(518): 56-8.

Ramsey L. J. Luminiscence and intensifying screens in the early days of radiography. Radiography, 1976; 42(504):245-53

Scott O. Die Beeinflussung des Röntgenbildes durch die Modulationsübertragungsfunktion. Röntgen-Blätter, 1969; 22:500-10.

Spiller B. Rentgenska fototehnika. 2. popravljena izd. Ljubljana: VŠZD, 1982.

Stropnik J. Janko V. Rentgenski sistemi v medicini 14: Bizjak M. Dolar P. et al. Osnove medicinske elektrotehnike: Ljubljana, DDU Univerzum, 1983: 617-91

Naslov avtorja:

Andreja Lah, višji radiološki tehnik,
Obrežna 39, 62000 Maribor