

**MERJENJE ANTICROSSOVER EFEKTA ORTOKROMATSKIH  
RENTGENSKIH FILMOV Z ZELENO SVETLOBNIM SISTEMOM  
FOLIJA — FILM**

**MEASUREMENT OF THE ANTICROSSOVER EFFECT OF  
ORTHOCHROMATIC X-RAY FILMS IN A GREEN LIGHT  
SCREEN-FILM SYSTEM**

Miklavčič L.

**Abstract** — A new generation of double coated orthochromatic x-ray films is available. A higher absorption of green light of the intensifying screen in the sensitive layer of the film permits the reduction of light crossover. This results in an improvement of radiographic quality with higher sharpness and without speed loss. A simplified method of measurement of anticrossover effect is described.

**UDC:** 616-073.75:771.534.5

**Key words:** x-ray intensifying screens, x ray film

**Orig. sci. paper**

**Radiol. lugosl.** 22 (4) 419—421, 1988

**Uvod** — Od leta 1973, ko so prišli na tržišče redkozemni radiografski materiali, je več proizvajalcev ponujalo serije različno občutljivih ojačevalnih folij in različno občutljivih filmov. Materiali so se delili, glede na fluorescentno sevanje ojačevalnih folij, na zeleno in na modro svetlobne sisteme. Šibka točka zeleno svetlobnih sistemov, v začetnem obdobju, je bila v večjem crossover efektu ortokromatskih filmov (1, 4, 5, 8).

Crossover efekt dobimo pri dvoslojnih filmih v kaseti z dvema folijama; gre za tisto počrnitev filma s fluorescentno svetlobo folije na sloju emulzije, ki ni v stiku z emitirajočo folijo. Od tod izraz cross (angl. preiti), over (angl. preko) ter anticrossover, slednjega uporabljajo proizvajalci filmov za dvoslojne rentgenske filme, pri katerih je crossover zmanjšan v zvezi s posebnimi tehnologijami izdelave fotografske emulzije (2, 3). Crossover efekt ima negativen učinek na kvaliteto radiograma, na ostrost robov in na resolucijo, v zvezi z večjo oddaljenostjo fluorescentnega zrna, od katerega zelena svetloba divergira, do nasproti ležeče emulzije dvoslojnega filma. Filmi z anticrossover efektom, kjer je ta efekt posledica večje absorpcije fluorescentne svetlobe v emulziji (torej ni vezan na posebne svetlobne filtre pod emulzijo), omogočajo kvali-

etni napredek pri enaki občutljivosti sistema folija film (2, 3, 6). Pri filmih z anticrossover filter slojem pod fotografsko emulzijo pa se v filtru absorbirana svetloba ne izkoristi za počrnitev emulzije, zato je tudi občutljivost takih filmov razmeroma nizka (edini film tega tipa v prodaji je XUD film, ki ga izdeluje 3M (2, 3).

Zgoraj omenjene ugotovitve potrjujejo analize funkcij MTF (ali SWTF) in Wienerjevih spektrov sistemov folija — film: dokazan je boljši prenos fizikalnega signala na film pri anticrossover filmih (3, 6, 7). Običajno pa za vse mogoče kombinacije folija — film, predvsem ko gre za materiale različnih tovarn (sistem, kjer je v kaseti folija enega proizvajalca in film drugega proizvajalca), nimamo izdelanih krivulj teh funkcij; izdelava takih krivulj pa bi bila draga in zamudna, saj jo lahko opravijo le v laboratorijih z drago opremo (prikladna rentgenska aparatura, testi za MTF, mikrodenzitometer, računalnik).

V zvezi z zgoraj navedenim vidim praktičen pomen enostavne in hitre metode merjenja crossover efekta: torej kot kriterij za preverjanje in za izbiro kvalitetnejšega anticrossover ortokromatskega dvoslojnega rentgenskega filma.

**Material in metode** — Opisane postopke meritev crossover počrnitev navadno opravimo s ka-

seto, v kateri je le ena folija in dvoslojni film. Po ekspoziciji take kasete z  $x$  žarki, izmerimo optično gostoto na filmu, ločeno na obeh emulzijah: na tisti, ki je bila v stiku s folijo (direktna ali kontaktna ekspozicija emulzije s fluorescentno svetlobo), nato pa na drugi (crossover ekspozicija emulzije, torej po prehodu fluorescentne svetlobe čez priležno emulzijo in skozi bazo filma). Filme za tako meritev pripravimo tako, da površino filma, ki je bila v stiku s folijo razvijemo, drugo površino pa izperemo (fiksiramo); postopek nato ponovimo z razvijanjem in izpiranjem obratnih površin emulzije (3).

Postopek merjenja crossover počrtnitve, ki ga predlagam, temelji na izračunu prehoda fluorescentne svetlobe folije skozi film, na katerem je ena emulzija že izprana. Tak film nam služi za simuliranje optične crossover ovire, ki jo ima fluorescentna svetloba preden preide na nasprotno emulzijo dvoslojnega filma (saj mora preiti ravno skozi en sloj emulzije in skozi bazo filma). Meritev opravimo s pomočjo ene kasete, v kateri je le ena folija (ki seva zeleno fluorescentno svetlobo) in neeksponiran film, ki ga razvijemo po ekspoziciji z  $x$  žarki, v standardiziranih pogojih, tako da spreminjamo le mAs ekspozicije. Določiti moramo mAs ekspozicije za enako počrtnitev filma (v srednjem delu H. D. krivulje) pri direktni ekspoziciji in ko med folijo in neeksponirani film vstavimo posebno pripravljene film (ki simulira crossover oviro), tako da je ohranjena emulzija v stiku s folijo.

Vrednosti mAs, ki smo jih dobili po postopku navedenem zgoraj, nam služijo za izračun relativne crossover počrtnitve glede na direktno (kontaktno) počrtnitev filma. Na primer: v standardiziranih pogojih potrebujemo za direktno počrtnitev filma na gostoto 1.2 vrednost ekspozicije 10 mAs, ko pa vstavimo film, ki simulira crossover oviro, potrebujemo za enako počrtnitev 40 mAs. Razmerje ekspozicij (40 mAs : 10 mAs ali enostavneje 4) kaže na anticrossover efekt tega filma.

Meritve sem opravil z redkozemno folijo gadorlinija (in sicer s folijo T 16F tovarne 3 M) za več filmov, različnih proizvajalcev, navedeni so v tabeli z rezultati meritev.

**Rezultati in diskusija** — Rezultati meritev so prikazani v tabeli; filmi so razdeljeni glede na občutljivost (v visoko, srednje in nizkoobčutljive) in glede na tehnologijo izdelave po podatkih proizvajalca (v tradicionalni tip in v anticrossover tip). Izračunani relativni faktorji, po opisani metodi, dokazujejo, da so trditve proizvajalcev realne, saj so vrednosti faktorjev za tradicionalne filme (od 3,2 do 3,6) in za anticrossover

Tip rentgenskega filma X—ray film type	Faktor Factor
Standardni visokoobčutljivi Standard high speed	
Fuji RXO-H	3,2
3M XM	3,4
Kodak ortho H	3,6
Anticrossover visokoobčutljivi Anticrossover high speed	
Kodak T MAT H	5,2
Standardni srednjeobčutljivi Standard medium speed	
3M XD	3,4
Agfa curix O-GS	3,6
Anticrossover srednjeobčutljivi Anticrossover medium speed	
3M XDA	5,2
Fuji HRG	5,5
Kodak T MAT G	5,5
Anticrossover nizkoobčutljivi Anticrossover low speed	
3M XUD	11,0*

\* preko 11,0  
more than 11.0

Tabela — Relativni anticrossover faktorji filmov  
Table — Relative anticrossover factors of films

filme (od 5,2 do 5,5) približno enake pri visoko in srednje občutljivih filmih različnih proizvajalcev. Nizkoobčutljivi film XUD ima izredno visok anticrossover efekt v primerjavi z ostalimi anticrossover filmi.

Uporaba srednje in visokoobčutljivih anticrossover filmov je torej utemeljena, tudi s temi meritvami. Kvalitetni napredek, ki ga prinašajo anticrossover tehnologije je mogoče izkoristiti za širšo uporabo občutljivejših redkozemnih zeleno svetlobnih folij, upoštevajoč princip: zadovoljiva kvaliteta rentgenograma pri čim manjši dozi za pacienta (populacijo).

Poseben pomen pa ima XUD film, izredno velik anticrossover efekt tega filma doprinese bistvenemu izboljšanju resolucije in ostrosti sistema. Upoštevajoč nižjo občutljivost tega filma, s stališča kvalitete rentgenogramov, dobimo tudi manjšuma: saj je film drobnozrnat (nizek šum pri visokih frekvencah Wienerjevega spektra — bazalni šum) in potrebuje večje število absorbiranih  $x$  fotonov na enoto površine folije (torej z manjšo statistično fluktuacijo števila  $x$  fotonov na enoto površine folije), saj je nizkoobčutljiv.

**Zaključek** — Meritev anticrossover efekta utemeljuje izbiro anticrossover filmov za vsakdanjo rabo. Širša uporaba občutljivejših folij z anticrossover filmi, pri ohranitvi potrebnih kvaliteten standardov preiskav, tako doprinese zmanjšanju doze populaciji. Bistven je kvaliteten napredek z XUD filmom, saj imamo pri izboljšanju resolucije tudi zmanjšanje šuma.

#### Povzetek

Proizvajalci filmov nam ponujajo novo generacijo ortokromatskih rentgenskih filmov. Večja absorpcija zelene fluorescentne svetlobe ojačevalne folije v emulziji filma in s tem v zvezi zmanjšanje crossover svetlobe omogoča kvalitetno pridobitev v izboljšanju radiografske ostrosti brez zmanjšanja občutljivosti sistema. Predstavljam poenostavljeno metodo merjenja anticrossover efekta.

#### Literatura

1. Buchanan R. A., Finkelstein S. I., Wickersheim K. A.: X-ray exposure reduction using rare earth intensifying screens. *Radiology* 105: 185—190, 1972.
2. Curry T. S., Dowdey J. E., Murry R. C.: Christensen's introduction to the physics of diagnostic radiology. Third edition. Lea & Febiger, Philadelphia, 1984 (148—149)
3. Doi K., Loo L. N., Anderson T. M., Frank P. H.: Effect of crossover exposure on radiographic image quality of screen — film systems. *Radiology* 139: 707—714, 1981.

4. Fearon T., Vucich J., Hoe J., McSweeney W. J., Potter B. M.: A comparative evaluation of rare earth screen film systems. System speed, contrast, sensitometry, RMS noise, SWTF and contrast-dose-detail analysis. *Invest. Radiol.* 21: 654—662, 1986.

5. Fearon T., Vucich J., McSweeney W. J., Potter B. M., Brallier D. R., McIlhenny J., Tepper J., Markle B. M.: A comparative evaluation of rare earth screen film systems. Free response operating characteristic analysis and anatomic criteria analysis. *Invest. Radiol.* 21: 734—742, 1986.

6. Higashida Y., Frank P. H., Doi K.: High speed, single screen single emulsion film systems: basic imaging properties and preliminary clinical applications. *Radiology* 149: 571—577, 1983.

7. Lubberts G.: The line spread function and the modulation transfer function of X-ray fluorescent screen film systems — problems with double coated films. *AJR* 105: 909—917, 1969.

8. Wagner R. F., Weaver K. E., Prospects for X-ray exposure reduction using rare earth intensifying screens. *Radiology* 118: 183—188, 1976.

Naslov avtorja: Miklavčič Lucijan, Ortopedska klinika Valdoltra, oddelek za rentgenologijo, Jadranska c. 31, 66280 Ankaran