

## IZLOŽENOST RENDGENOLOGA I OSOBLJA PRI RENDGENSKIM PREGLEDIMA PLUĆA I SRCA

F. PETROVČIĆ

*Zavod za rendgenologiju Opće bolnice »Dr. M. Stojanovića«, Zagreb*

*(Primljeno 20. IU. 1960.)*

Pri rendgenskim pregledima izloženi su djelovanju rendgenskih zraka bolesnik, liječnik i osoblje. O stupnju izloženosti ovise sve mjere zaštite od zračenja, pa je potrebno poznavati jačinu izloženosti.

Mjerenjima je svrha, da ustanovimo koja količina zračenja djeluje za vrijeme određenih metoda rada, da se orijentiramo o najmanje izloženim radnim mjestima, a zatim da se uvjerimo o efikasnosti pojedinih zaštitnih uređaja.

Iznose se rezultati mjerenja intenziteta zračenja (u mr/h) kojemu su izloženi liječnik i pomoćno osoblje pri rendgenskim pregledima pluća i srca: kod rada na cjelovalnim i poluvalnim aparatima; pri pregledima bolesnika u ležećem i stojećem stavu; s primjenom zaštitne Forssellove stolice za liječnika, zaštitne kabine i bez njih.

Ističe se potreba nošenja zaštitnih rukavica i pregača, a naročito se naglašava korist od primjene zaštitne kabine kod aparata s kojima se vrši veliki broj rendgenskih pregleda.

Svaki liječnik mora poznavati djelovanje lijekova i opasnosti koje proizlaze iz prekoračenja njihove primjene – treba znati terapijske i toksičke doze lijekova. Isto tako mora i liječnik koji upotrebljava rendgenski aparat poznavati biološko djelovanje zraka i »snagu« svoje aparature – intenzitet i kvalitetu zračenja, pa kao što se svaki liječnik mora pridržavati terapijskih doza lijekova, tako ni rendgenolog ne smije prekoračiti dopuštene doze zračenja pri radu.

Nije moguće predvidjeti ni količine ni kvalitetu sekundarnog zračenja, kojemu će liječnik i osoblje biti izloženi pri radu. Točne rezultate možemo dobiti samo mjerenjem na određenim radnim mjestima. Prema tome su fizikalna mjerenja jedina mogućnost orijentacije o stupnju izloženosti djelovanju zračenja pri radu, a osnova zaštite od zračenja su dopuštene doze.

Mjerenjima je utvrđeno (1) da se intenzitet zračenja na istoj dijagnostičkoj aparaturi s vremenom mijenja. Zbog toga je otežan rad, a zbog nepoznavanja primarnog intenziteta može biti i zaštita od zračenja



nedovoljna. Zato treba mjeriti, u redovitim razmacima, ne samo terapijske već i dijagnostičke rendgenske aparate. Za takva mjerenja potrebni su posebni, točni i vrlo osjetljivi mjerni instrumenti. Mjerenja radi zaštite nisu jednostavna, jer je potrebna fizikalna izobrazba, a u isto vrijeme i poznavanje načina i uslova rada (2).

Svrha je mjerenju zračenja pri zaštiti da ustanovimo, koja količina zračenja djeluje na liječnika i osoblje za vrijeme određenih rendgenskih metoda rada ili u određenom radnom vremenu, i da li je ta količina zračenja ispod maksimalno dopuštene doze. Mjerenja nam dalje služe, da se orijentiramo o najmanje izloženim radnim mjestima, a zatim da se uvjerimo o efikasnosti pojedinih zaštitnih mjera ili uređaja za zaštitu.

U ovom prikazu zanimaju nas samo intenziteti zračenja na određenim položajima – radnim mjestima prostorije – pri prosvjetljavanju (dijaskopiji) pluća i srca.

Pri mjerenjima smo se služili:

1. Victoreen-instrumentom model 389 C Thyac s Geigerovom cijevi, koji je imao dvije skale za područje od 0 do 0,2 0 do 2,0 i 0 do 20,0 milirendgena na sat s točnošću mjerenja do 10%.\*
2. Victoreen-kondenzatorske komore modela 362 s elektrometrom i uređajem za nabijanje minometer model 287.\*\*
3. Instrumentom Victoreen-condenser R meter, tipa Glasser-Seitz model 70, kojemu je područje mjerenja od 0 do 25 r.\*\*\*
4. Dozimetrom po Hammeru tvrtke Müller s mjernim područjem od 0 do 750 r.

Mjerenja su vršena na više dijagnostičkih rendgenskih aparata, kojih karakteristike navodimo prije rezultata mjerenja za tu aparaturu.

Mjerenja su vršena u toku redovnog rada, bez ikakvih promjena radnih mjesta ili načina rada zbog istovremenog mjerenja. Nastojali smo da se pregled vrši posve jednako kao i obično na tom radnom mjestu.

Mjesta na kojima smo mjerenja vršili spomenut ćemo uz rezultate mjerenja. Pritom ćemo nastojati i skicom olakšati orijentaciju.

Mjerenjem po istim metodama rendgenskih pregleda pronašli smo dosta velike razlike intenziteta zračenja pri upotrebi različitih aparata, premda su električni mjerni instrumenti na uklopnom stolu tih rendgenskih aparata pokazivali iste vrijednosti kV i mA. Takve razlike su pri svojim mjerenjima ustanovili i drugi. Larsson (3) kaže, da se samo razlikama električnih uslova ne mogu opravdati velike razlike izmjerenih doza.

\* Neka su mjerenja vršena još 1954. godine, pa su i objavljena u zajednici s P. Frankom (4, 5).

\*\* Minometar i 5 kondenzatorskih komora nam je najspremnije dao na upotrebu Institut za medicinska istraživanja Jugoslavenske akademije, na čemu se i ovom prilikom zahvaljujem.

\*\*\* Dao nam ga je na upotrebu Zavod za radiologiju kliničkih bolnica Rebro, pa se i ovom prilikom zahvaljujemo.

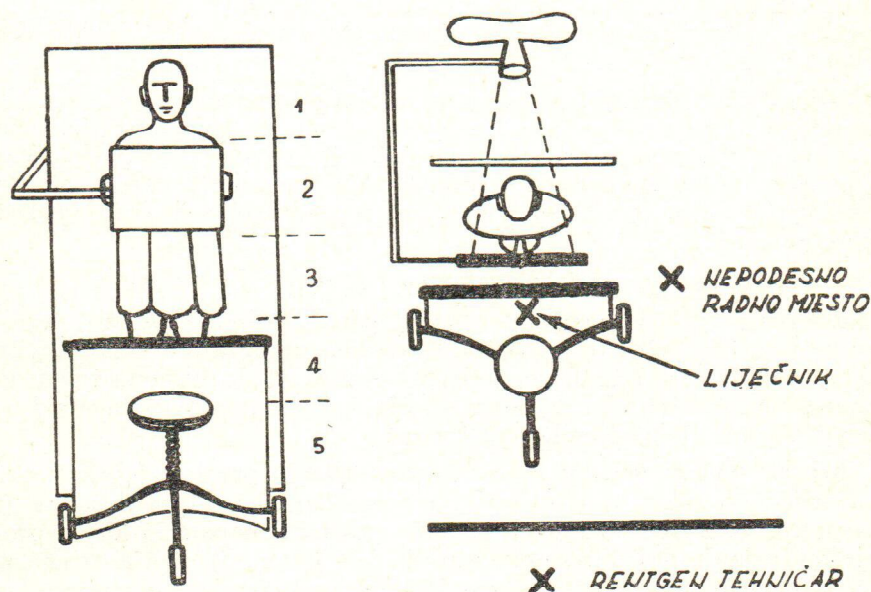


Razlog nepodudaranja izmjerenih količina zračenja može biti zbog netočnih mjerila napona, jačine električne struje i vrste visokog napona koji napaja cijevi, različitih ugrađenih filtara, različitih tipova cijevi, različite apsorpcije zračenja u podlozi, na koju se oslanja ili na kojoj bolesnik leži, različitog sistema zaštite itd.

Prema tome, mogu biti vrlo pogrešna ocjenjivanja doza, koje dobiva bolesnik ili liječnik i osoblje za vrijeme dijagnostičkih primjena zračenja, ako se doze ocjenjuju po tuđim mjerenjima ili ako se one izračunavaju iz tabela ili krivulja.

### I. Pregledi pluća i srca bolesnika u stojećem stavu

1. Pri radu sa četveroventilnim aparatom Telepantoskop (Siemens). Konstrukcija ovog aparata omogućuje preglede uspravnih i ležećih bolesnika. Za zaštitu liječnik ima olovno staklo fluorescentnog sjenila (ekrana), ploče olovne gume ispod ekrana i zaštitna Forssellova stolica kojoj zaštitna pregrada doseže do poda. Cijev i sjenilo se zajedno pomiču. Cijev je u zaštitnom oklopu, a prosječni napon pri radu je 65 kV, a jačina struje 3,5 mA. Ukupna filtracija iznosi 1 mm Al. Veličina sjenila je  $40 \times 40$ , a olovni ekvivalent stakla 2,2 mm Pb, olovne gume 10 mm Pb.



Slika 1. Mjesta na kojima je mjereno pri radu s četveroventilnim aparatom



Mjerali smo na radnom mjestu liječnika 25 cm ispred sjenila i na radnom mjestu tehničara iza zaštitne pregrade (Sl. 1.). Sva mjerenja su vršena na 5 različitih visina: 1. iznad gornjeg ruba fluorescentnog sjenila, 2. u visini sjenila, 3. između donjeg ruba sjenila i koljena, 4. u visini koljena pregledavača i 5. blizu poda.

Tablica 1.

Mjesto mjerenja	Liječnik	Postrance od bolesnika	Pomoćnik
1.	3,0	15,0	0,0
2.	0,4	20,0	0,0
3.	1,1	10,5	0,0
4.	0,07	9,5	0,0
5.	0,07	8,0	0,0

Tab. 1. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) kojemu je izložen liječnik kod pregleda pluća i srca na četveroventilnom rendgenskom aparatu, uspoređeni s intenzitetima postrance od bolesnika i iza zaštitne pregrade.

Rezultati (tabl. 1) prikazani u milirendgenima na sat (mr/h) pokazuju, da je liječnik dobro zaštićen olovnim staklom fluorescentnog ekrana i pločama olovne gume ispod njega i da su mu vrlo dobro zaštićeni donji dijelovi tijela zaštitnom stolicom. Najbolje je zaštićeno radno mjesto rendgenskog tehničara iza zaštitne pregrade, gdje mjerila nisu zračenja ni registrirala.

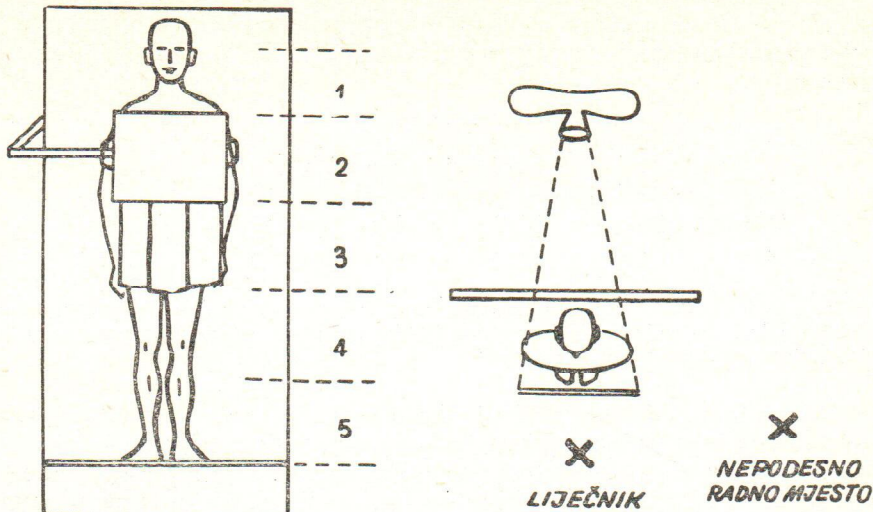
Mjerali smo izloženost zračenju na mjestu postrance i malo ispred bolesnika, sa strane liječnika, a izvan zaštitne stolice, kako bismo utvrdili izloženost toga mjesta, na kojem ponekad stoje osobe koje pridržavaju i pomažu bolesnika. Mjerenja pokazuju na tom mjestu vrlo velike intenzitete, koji su veći (i do 5 puta) od dopuštenih za cijelo tijelo i za kritičke organe.

## 2. Mjerenja vršena na poluvalnim rendgenskim aparatima

a) Aparat »Fischer« na internom odjelu naše bolnice služi internistima za orijentacione dijaskopije. Cijev toga aparata je u oklopu, a od ostalih uređaja za zaštitu ima nekoliko pločica od olovne gume ispod ekrana i ispred drška ekrana. Sjenilo i cijev se sinhrono pomiču. Ekvivalent olovnog stakla sjenila je 2,2 mm Pb.

Mjerali smo za vrijeme običnih orijentacionih pregleda pluća i srca odraslih bolesnika, koje su vršili odjelni liječnici. Upotrebljavan je prosječni intenzitet struje od 3,5 mA, prosječni napon 55 kV, a prosječno trajanje pojedinih pretraga bilo je 1,7 min. Mjerenja su vršena na radnom mjestu liječnika (oko 25 cm ispred sjenila) i na mjestu sa strane liječnika, a 1 m daleko od bolesnika (Sl. 2). Sva mjerenja su vršena pri radu s uskim i širokim korisnim snopom.





Slika 2. Mjesta na kojima je mjereno pri radu s poluvalnim rendgenskim aparatom, a pri pregledu odraslih osoba

Najveći intenzitet zračenja na liječnikovu radnom mjestu bio je 1) iznad sjenila (prosje\* 1,6 mr/sat) (tabela 2). Intenzitet zračenja naglo opada 2) iza zaštitnog olovnog stakla ekrana (prosje\* 0,5), da bi zatim

Tablica 2.  
P r e d n j i z a s l o n

Mjesto mjerjenja	Š i r o k i			U s k i		
	Max.	Pros.	Minim.	Max.	Pros.	Minim.
1.	4,0	2,0	1,0	1,1	1,0	0,7
2.	1,0	0,6	0,4	0,5	0,4	0,2
3.	1,5	0,9	0,3	0,7	0,6	0,5
4.	1,0	0,8	0,5	0,9	0,5	0,2
5.	1,8	1,0	0,3	1,1	0,6	0,2

Tab. 2. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja kojemu je izložen liječnik kod pregleda pluća i srca na poluvalnom rendgenskom aparatu sa širokim prednjim zaslonom, uspoređen s intenzitetima kod rada s uskim zaslonom (u mr/sat).

opet nešto porastao ispod njega 3) – iza olovne zavjese (prosje\* 0,8). U visini bedra i koljena pregledavača 4) intenzitet ponovno pada (prosje\* 0,7), da bi zatim opet porastao 5) blizu poda prostorije (prosje\* 0,8).

\* »Prosje\*« označuje srednje vrijednosti mjerenja s uskim i širokim korisnim snopom, koje zbog preglednosti nisu unijete u tablicu.



Porast sekundarnog zračenja nad sjenilom je lako razumljiv, budući da nad njim nema nikakve zaštite. Maleni porast zračenja blizu nogu je vjerojatno izazvan povećanjem sekundarnog zračenja u materijalu poda prostorije.

Tablica 3.

P r e d n j i z a s l o n					
Max.	Š i r o k i			U s k i	
	Pros.	Minim.	Max.	Pros.	Minim.
5,0	2,8	1,2	2,0	1,1	0,6

Tab. 3. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (u mr/sat) kojemu su izložene ruke liječnika kod pregleda pluća i srca, sa širokim prednjim zaslonom, uspoređeni s intenzitetom kod rada s uskim zaslonom.

Mjerenja intenziteta zračenja kojemu su izložene *liječnikove ruke* kod rada s jako otvorenim i uskim prednjim zaslonom (tab. 3) pokazuju razlike za preko dva puta (prosječne količine 2,8 : 1,1 mr/sat). Mjerenja su vršena na rukama bez zaštitnih rukavica, jer ih liječnici nerado upotrebljavaju.

Prema tome mjerenja pokazuju, da je cijelo tijelo liječnika pod navedenim uvjetima rada izloženo djelovanju rendgenskim zraka. Doze koje djeluju su ispod maksimalno dopuštene doze. Kako te preglede vrše liječnici internog odjela samo povremeno, opasnost je za njihovu zdravlje od sekundarnog zračenja mala.

Mjerali smo na mjestu postrance od liječnika i malo ispred bolesnika, na kojem položaju se vrlo često nalaze liječnici koji prisustvuju pregledu, a katkada i pomoćno osoblje (tab. 4). Na tom je mjestu količina zračenja znatno veća, i prosjek zračenja se mijenja od 6,0 do preko 13 mr/sat.

Tablica 4.

P r e d n j i z a s l o n						
Mjesto mjerenja	Š i r o k i			U s k i		
	Max.	Pros.	Minim.	Max.	Pros.	Minim.
1.	15,0	12,0	10,0	9,0	5,0	3,0
2.	15,0	13,0	11,0	9,0	6,0	5,0
3.	15,0	13,3	12,0	6,0	5,0	4,0
4.	12,0	11,0	10,0	7,0	5,0	3,0
5.	11,0	9,0	8,0	5,0	4,0	3,0

Tab. 4. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja kojemu je izložena osoba smještena postrance od bolesnika kod pregleda pluća i srca sa širokim prednjim zaslonom, uspoređeni s intenzitetom kod rada s uskim zaslonom (u mr/sat). Neispravni položaj promatrača i nepodesno radno mjesto pomoćnog osoblja.

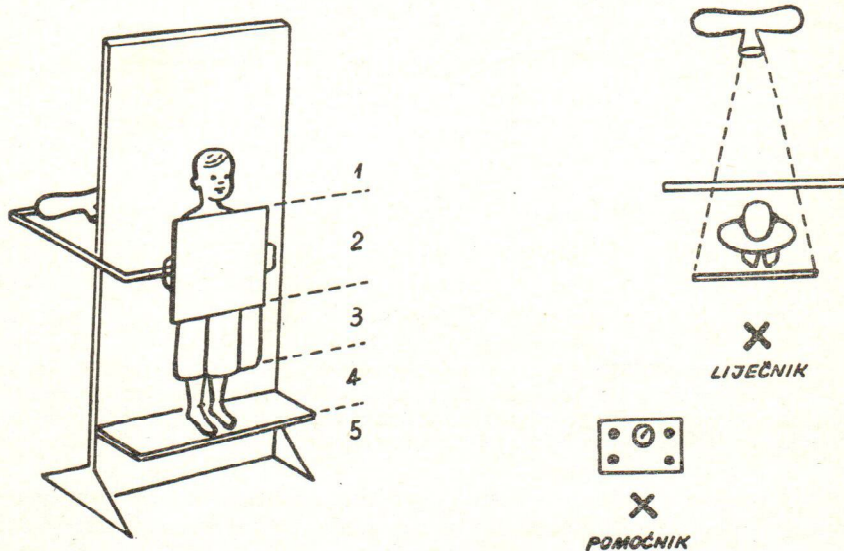


Taj je intenzitet zračenja iznad maksimalno dopuštenih. To mjesto, dakle, postrance od bolesnika nije zgodno, jer je previše izloženo.

Zanimalo nas je kolikom su intenzitetu zračenja izloženi liječnik i pomoćno osoblje kod najčešće pogreške koju čine neiskusni pri izvodenju pregleda, kad široko otvore prednji zaslon. Tablice 2, 3 i 4 pokazuju da je prosječni intenzitet zračenja kod rada sa široko otvorenim zaslonom preko dva puta veći od intenziteta uskog snopa. Maksimalne razlike intenziteta kod rada sa širokim i uskim snopom zračenja iznose blizu 1 : 3.

b) Aparat Heliodor (Siemens) na pedijatrijskom odjelu bolnice služi za orijentacione dijaskopije *djece*. Njegova je cijev u oklopu, a ostali uređaji za zaštitu od rendgenskog zračenja su slični uređajima na aparatu internog odjela, trake olovne gume ispod sjenila i ispred ručice prednjeg zaslona. Sjenilo je pomično zajedno sa cijevi. Takve rendgenske aparate obično upotrebljavaju za orijentacione preglede bez smanjenja liječnici koji nisu rentgenolozi.

Mjerali smo za vrijeme orijentacionih pregleda pluća djece, koja su vršili liječnici dječjeg odjela. Prosječni intenzitet struje bio je 3,5 mA, a prosječni napon struje 45 kV. Pojedina prosvjetljavanja trajala su prosječno oko 3 min. Mjerali smo na liječnikovu radnom mjestu, oko 25 cm ispred fluorescentnog zaslona, i na sestrinom radnom mjestu koje je bilo pred komandnim stolićem, postrance iza liječnikovih leđa, oko 1 m daleko od bolesnika (Sl. 3).



Slika 3. Mjesta na kojima je mjereno pri radu s poluvalnim rendgenskim aparatom, a pri pregledu djece



Na oba ta radna mjesta vršena su mjerenja na 5 različitih točaka: 1. iznad gornjeg ruba sjenila, 2. u visini sjenila, 3. ispod njega, 4. u visini koljena pregledavača i 5. blizu poda prostorije.

Tablica 5.

Mjesto mjerenja	L i j e č n i k					
	Uski zaslon			Široki zaslon		
	Pros.	Max.	Minim.	Pros.	Max.	Minim.
1.	0,13	0,2	0,1	0,8	1,6	0,5
2.	0,23	0,5	0,1	0,6	1,5	0,1
3.	0,26	0,5	0,15	0,48	1,0	0,4
4.	0,6	0,5	0,5	0,57	0,8	0,5
5.	0,16	0,2	0,1	0,65	1,5	0,3

Tab. 5. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja kojemu je izloženo tijelo liječnika kod rendgenskih pregleda djece, prikazani u mr/sat. Prosječni napon cijevi 45 kV, a prosječna jačina struje cijevi 3,5 mA.

Mjerenja pokazuju (tab. 5) da je najvećem intenzitetu zračenja izloženo lice liječnika kod široko otvorenog zaslona, no i taj je intenzitet ispod dopuštene doze. Na ostalim mjerenim područjima bio je intenzitet zračenja još manji, naročito kod rada s uskim rendgenskim snopom. Količine zračenja iza ekrana su vrlo male, vjerojatno zbog dobre zaštite relativno velikim olovnom staklom zaslona, u poređenju s malim volumenom tijela djece.

Tablica 6.

Mjesto mjerenja	P o m o ć n o o s o b l j e					
	Uski zaslon			Široki zaslon		
	Pros.	Max.	Minim.	Pros.	Max.	Minim.
1.	0,02	0,06	0,0	0,05	0,15	0,0
2.	0,0	0,0	0,0	0,04	0,11	0,0
3.	0,18	0,5	0,0	0,15	0,6	0,1
4.	0,3	0,5	0,0	0,15	0,6	0,0
5.	0,07	0,15	0,0	0,12	0,2	0,0

Tab. 6. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja kojemu je izloženo tijelo pomoćnog osoblja kod rendgenskih pregleda djece, prikazani u mr/sat. Prosječni napon cijevi 45 kV, a prosječna jačina struje cijevi 3,5 mA. Radno je mjesto osoblja koso iza liječnika u udaljenosti 1 m od fluorescentnog zaslona.

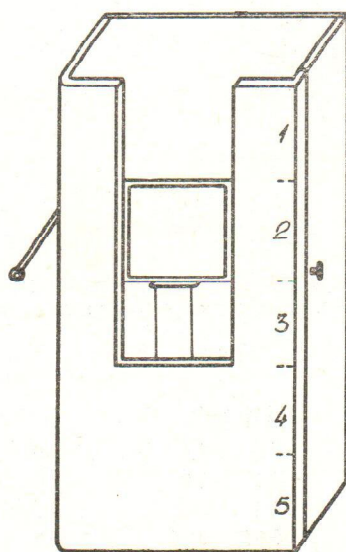
Mjerenja na radnom mjestu pomoćnog osoblja (tab. 6) pokazuju još manje intenzitete, tako da ne znače gotovo nikakvu opasnost. To je i razumljivo, jer je to radno mjesto dosta udaljeno od bolesnika i zaštićeno olovnom staklom ekrana, liječnikovim tijelom i njegovom pregačom.



### 3. Mjerenja vršena na poluvalnom aparatu s bolesnikom u zaštitnoj kabini.

Zaštitna kabina zatvara bolesnika sa svih strana (obično je otvorena samo prema stropu), a zaštićuje liječnika i osoblje od djelovanja sekundarnog zračenja u drvo ugrađenom pločom olova debljine 1 mm. Kako bismo dobili uvid u njezinu efikasnost, mjerili smo zračenje kojemu su izloženi liječnik i osoblje kod rendgenskih pregleda, ako se bolesnik nalazi u zaštitnoj kabini. Pregled je vršen aparatom Koch i Sterzel uz 55 kV i 3 mA. Cijev se pomiče neovisno o zaslonu, a ne nalazi se u zaštitnom oklopu, jer se radi o »samozaštitnoj« cijevi.

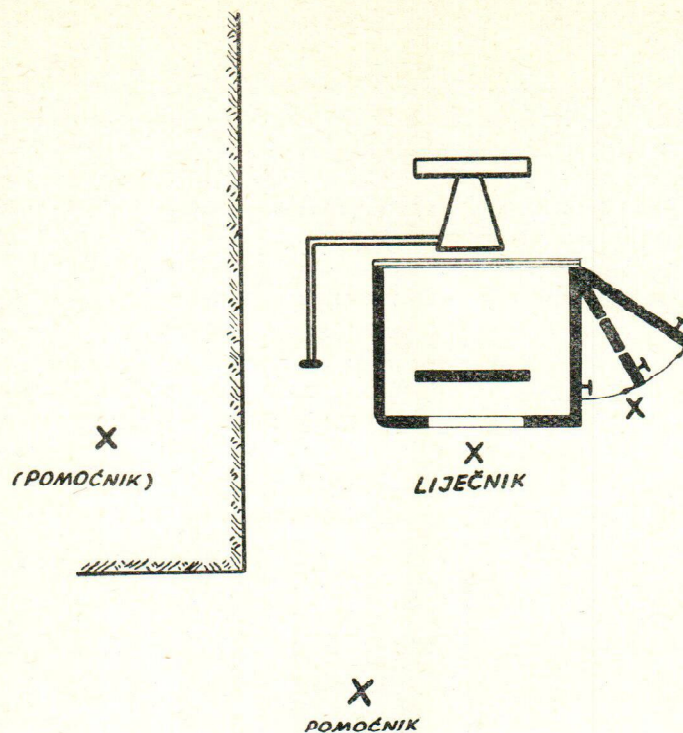
Mjerali smo na radnom mjestu liječnika, oko 25 cm ispred fluorescentnog sjenila, i na radnom mjestu rendgenskog tehničara, koje je bilo uz komandni stol koso iza leđa liječnika, oko 1 m udaljeno od bolesnika. Mjerenja su vršena na 5 različitih udaljenosti od poda (Sl. 4 i 5).



Slika 4. Mjesta na kojima je mjereno pri pregledima bolesnika u zaštitnoj kabini

Rezultati mjerenja pri pregledima pluća i srca pokazuju (tab. 7) da je liječnik izložen mnogo manjim intenzitetima zračenja nego kod sličnih pregleda bez zaštitne kabine (vidi tablice 1, 2, 5). Izloženost liječnika je manja pri radu s uskim, a preko dva puta veća pri radu sa širokim korisnim snopom.





Slika 5. Mjesta na kojima je mjereno pri pregledima bolesnika u zaštitnoj kabini (zatvorena, prtvorena i otvorena vrata kabine)

Tablica 7.

Mjesto mjerenja	Liječnik		Pomoćnik	
	1.	0,6	1,4	0
2.	0,4	1,0	0	0,07 ?
3.	0,1	0,4	0	0
4.	0,05	0,15	0	0
5.	0	0	0	0

Tab. 7. Rezultati intenziteta zračenja (u mr/sat) kojemu je izložen liječnik i osoblje kod pregleda pluća i srca, ako se bolesnik nalazi u zaštitnoj kabini. Mjerenja su vršena pri radu s uskim i širokim prednjim zaslonom.

Usporedimo li izloženost osoblja pri pregledima pluća i srca bolesnika u zaštitnoj kabini (vidi tab. 7) s rezultatima sličnih mjerenja bez upotrebe takve kabine (vidi tab. 6 koja prikazuje izloženost pomoćnog osoblja dječjeg odjela), vidimo da osoblje gotovo i nije izloženo zrače-



nju, čak i pri radu sa širokim snopom zraka, odnosno da je ta izloženost gotovo jednaka minimalnoj izloženosti pri radu bez zaštitne kabine. Iza zaštitne pregrade za osoblje nije utvrđen nikakav (mjeriv) intenzitet zračenja.

Mjerenja, dakle, pokazuju veliku korist zaštitne kabine, u kojoj se nalazi bolesnik pri pregledu, za poboljšanje zaštite liječnika i osoblja. Uz njezinu primjenu nije potreban Forssellov zaštitni stolac za liječnika ni zaštitna pregrada za osoblje.

#### 4. Mjerenja intenziteta pri *ortodijagramu srca* u zaštitnoj kabini.

Upotrebljen je poluvalni aparat iste vrste kao prije (I 3) s prosječnim naponom 45 kV i struje 3,5 mA. Prosječno trajanje ortodijagrama bilo je 2 minute. Ekran i cijev mogu se pomicati nezavisno jedno od drugoga. Rezultate prikazuje tablica 8. Pod oznakom »široki prednji zaslon« navedene su prosječne doze pri orijentacionom pregledu srca, a pod »uskim snopom« naznačeni su rezultati pri crtanju ortodijagrama. Opaža se da su naročito male vrijednosti na četvrtom i petom mjestu mjerenja (u visini koljena i potkoljenice pregledavača) zbog olovne zaštite u donjem dijelu prednje strane zaštitne kabine.

Tablica 8.

Mjesto mjerenja	Široki prednji zaslon	Uski
1.	0,7	0,2
2.	0,2	0,1
3.	0,3	0,05
4.	0,2	0,0
5.	0,05	0,0

Tab. 8. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (u mr/sat) kojemu je izložen liječnik pri ortodijagramu bolesnika u zaštitnoj kabini.

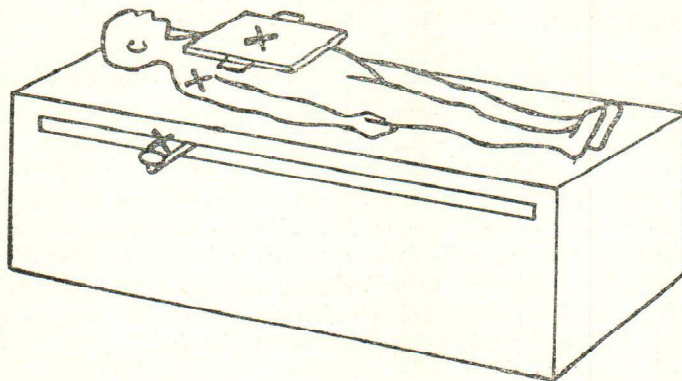
## II. Bolesnik u ležećem stavu

Mjerali smo izloženost liječnika pri pregledima bolesnika u ležećem stavu. Kod tih se pregleda rendgenska cijev nalazi ispod stola. Kako između rendgenske cijevi i liječnika nema zaštitnih pregrada, donji je dio pregledavačeva tijela izložen zračenju koje dolazi od rendgenske cijevi i njezina oklopa.

Kod takvih se pregleda liječnikovo tijelo nalazi vrlo blizu izvora primarnih zraka – rendgenske cijevi i najvažnijeg izvora sekundarnih zračenja – bolesnika. Jasno je da su takvi pregledi naročito opasni.



Pri pregledima bolesnika koji leže mjerili smo izloženost (Sl. 6) lica liječnika oko 25 cm nad ekranom (oznaka x), trupa liječnika oko 20 cm postrance u visini bolesnika (x) i na istoj udaljenosti izloženost ruke i nogu liječnika u visini ručke prednjeg zaslona (x). Zadnja točka mjerenja je u većini slučajeva bila u razini rendgenske cijevi.



Slika 6. Mjesta na kojima je mjereno pri pregledu bolesnika koji leži

Mjerenja pri pregledima pluća i srca bolesnika u ležećem stavu vršena su na poluvalnom aparatu Koch i Sterzel s rendgenskom cijevi bez zaštitnog oklopa, tzv. »samozastitnom« cijevi. Radilo se sa 55 kV i 3 mA. Ta su mjerenja (tablica 9) pokazala dosta jaku izloženost donjeg dijela liječnikova tijela i ruke, čak i kod zatvorenog prednjeg zaslona (10,0 mr/sat), od zraka koje su prošle kroz metalne stijene cijevi kao i od sekundarnog zračenja iz prednjeg zaslona.

Tablica 9.

	nad ekranom	uz bolesnika	u razini cijevi
Zatvoren prednji zaslon . . .	0,0	?	10,0
Uzak prednji zaslon . . .	0,5	1,5	10,0
Širok prednji zaslon . . .	4,0	10,0	16,0

Tab. 9. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja u mr/sat kojemu je izložen liječnik pri pregledima pluća bolesnika koji leži. Mjerenja su vršena nad ekranom, u visini tijela bolesnika i u razini rendgenske cijevi pri zatvorenom, uskom i širokom prednjem zaslonu.



Pri tim pregledima pluća i srca s uskim korisnim snopom bile su prosječne izmjerene količine rendgenskih zraka iza ekrana male zbog zaštitne sposobnosti olovnog stakla. No ti su intenziteti postali oko 8 puta veći pri upotrebi širokog prednjeg zaslona.

Intenziteti mjereni postrance uz bolesnika bili su znatno veći (1,5 do 10,0 mr/sat) zbog jakog sekundarnog zračenja iz njegova tijela. Mjerenja na razini rendgenske cijevi pokazuju kod uskog snopa gotovo iste količine kao i kod zatvorenog prednjeg zaslona (10,0 mr/sat), a kod širokog snopa nastaje nagli porast na 16 mr/sat zbog povećanog sekundarnog zračenja iz bolesnikova tijela.

Prema tome, uz navedenu i uobičajenu opremu zaštitnim sredstvima na rendgenskim aparatima, pregledi bolesnika koji leže izlažu liječnika intenzitetima zračenja koji su i do četiri puta veći od dopuštenih, pod uslovom da se u toku cijelog radnog vremena vrše ti pregledi (nova internacionalna maksimalno dopuštena doza je 0,1 r sedmično, odnosno maksimalno dopušteni intenzitet za 4-satno radno vrijeme i 6 radnih dana na tjedan je 4,16 mr na sat). Prijeko je potrebno, dakle, da liječnik kad pregledava bolesnika koji leži nosi pregaču i rukavice.

Novi internacionalni prijedlozi zahtijevaju posebnu zaštitnu pregradu između cijevi i tijela liječnika, a ispod ekrana još i rese od olovne gume koje odjeljuju bolesnika od liječnika. Takve uređaje već imaju neki moderni aparati predviđeni za preglede bolesnika u ležećem položaju.

Veliki intenzitet zračenja iznad ekrana (lice liječnika) može se objasniti pojačanim ponovnim *tercijarnim* itd. rasapom zračenja od zida koji se nalazio vrlo blizu trohoskopa.

Mjerenja kod rendgenskih pregleda pluća i srca pokazuju:

1. Da je izloženost *liječnika-pregledavača* kod ispravnog načina pregledavanja ispod »dopuštene«, osim kod pregleda bolesnika u ležećem položaju. Upotreba širokog korisnog snopa povećava izlaganje zračenju.

2. Izloženost *liječnika-supregledavača* je neznatna, pogotovo ako stoji iza leđa pregledavača i promatra rendgensku sliku na ekranu preko njegova ramena.

3. *Osoblje* je obično izloženo vrlo neznatnim intenzitetima zračenja.

Znatni porast izlaganja zračenju, s prekoračenjem dopuštenog intenziteta, može nastati ako se odabere nezgodno radno mjesto ispred ili postrance od bolesnika, a izvan zaštitnog područja. Nedovoljno poznavanje kliničke rendgenologije nepotrebno produžuje pregled.

Liječnik treba uvijek pri pregledima upotrebljavati zaštitne rukavice. Isto tako treba uvijek nositi pregaču, osim kod primjene zaštitne kabine, čija je korist naročito velika u ustanovama s velikim brojem rendgenskih pregleda. Sve osobe koje se nalaze uz bolesnika kod pregleda u ležećem položaju ili pridržavaju bolesnika pri pregledu u uspravnom stavu moraju nositi pregače.



*Literatura*

1. Chaintraine, H.: Fortschr. Röntgenstr. 76 (1952) 538-539.
2. Johner, W. i P. Kipfer: J. Radiolog. 32 (1951) 351-357.
3. Larsson L. E.: Acta Radiol. 46 (1956) 680-689.
4. Petrovčić F. i P. Frank: Radiol. Clinica, 25 (1956) 20-25.
5. Petrovčić F. i P. Frank: Jugosl. Pedijatrija, 1 (1958) 66-71.

*Summary*

EXPOSURE OF THE ROENTGENOLOGIST AND THE  
ASSISTING STAFF IN FLUOROSCOPIC EXAMINATIONS  
OF THE LUNG AND HEART

During X-ray examinations the patient, the physician and the assisting staff are exposed to the effects of radiation energy. It is therefore necessary to know the degree of exposure since all the protective measures depend on it.

The aim of our measurement is to determine which quantity of radiation is effective in certain methods of fluoroscopy, to find out the least exposed working places and finally to evaluate the efficiency of different protective appliances.

The author reports the results of the measurements of the radiation intensity (in mr/h) to which the physician and the assisting staff are exposed in lung and heart fluoroscopy, a) working with full wave and self rectified units, b) in examining patients in upright or recumbent position, with and without the use of the protective Forssell chair and the protective cabin.

The necessity of using protective gloves and apron is stressed. The protective cabin is especially useful when X-ray examinations have to be performed on a large scale.

*Roentgen Institute  
General Hospital »Dr. Stojanović«,  
Zagreb*

*Received for publication  
April 20, 1960*