

IZLOŽENOST RENDGENOLOGA I OSOBLJA PRI RENDGENSKIM PREGLEDIMA PROBAVNOG TRAKTA

F. PETROVČIĆ

Zavod za rendgenologiju Opće bolnice »D. M. Stojanović«, Zagreb

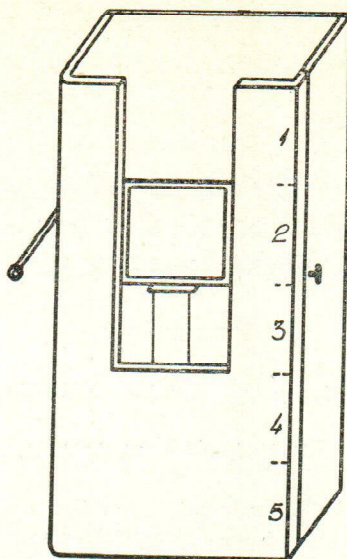
(Primljeno 20. IV. 1960.)

Iznose se rezultati mjerenja intenziteta zračenja (u mr/h) kojemu su izloženi rentgenolog i pomoćno osoblje pri rendgenskim pregledima probavnih organa: kod rada sa cijelovalnim i poluvalnim aparatima, pri pregledima bolesnika koji stoje ili leže; s primjenom Forssellove zaštitne stolice za liječnika, zaštitne kabine, i bez njih.

Naročito se upozorava na opasnost pregledavanja bolesnika koji leže, jer su kod tih pregleda probavnog trakta pregledavač i osoblje koje stoji uz bolesnika izloženi intenzitetima zračenja, koji pripadaju među najveće u dijagnostičkoj rendgenologiji. Sve osobe koje se nalaze uz bolesnika koji leži moraju kod takvih pregleda nositi zaštitna sredstva za individualnu zaštitu (rukavice i pregaču). Ispoređuju se vlastiti rezultati mjerenja s rezultatima drugih autora i prikazuje se utjecaj nekih individualnih običaja pri pregledima na zaštitu pregledavača.

1. Pregledi jednjaka

Mjerenja pri pregledu jednjaka vršili smo samo kod bolesnika koji stoje u zaštitnoj kabini. Pregled je vršen s poluvalnim rendgenskim aparatom Koch i Sterzel uz 56 kV, 3 mA i trajao je 1 minutu. Na tom aparatu se cijev mogla pomicati nezavisno od zaslona. Mjerenja su vršena na istim mjestima kao i mjerenja pri pregledima pluća (vidi članak na str. 117), na radnom mjestu liječnika 25 cm ispred fluorescentnog sjenila i na radnom mjestu osoblja. Mjerenja su vršena 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 (slika 1 i 2).



Slika 1. Mjesta na kojima je mjereno pri pregledima bolesnika u zaštitnoj kabini

Rezultati mjerenja na radnom mjestu liječnika i pomoćnog osoblja prikazani su u tablici 1. Količine zračenja kojima je izložen liječnik su male.

Tablica 1.

Mjesto mjerjenja	Liječnik	Pomoćnik
1.	0,6	0,05
2.	0,4	0,07
3.	0,1	0,05
4.	0,3	0,0
5.	0,1	0,0

Tab. 1. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) kojemu su izloženi liječnik i pomoćno osoblje pri pregledima jednjaka s poluvalnim rendgenskim aparatom i s bolesnikom u zaštitnoj kabini.

Vrlo su niski rezultati mjerenja intenziteta zračenja na radnom mjestu pomoćnog osoblja. To se može tumačiti dobrom zaštitom tehničara zaštitnim stijenama kabine, olovnim staklom ekrana i tijelom liječnika. Prema tome je radno mjesto pomoćnog osoblja vrlo dobro odabrano.

2. Pregledi želuca

a) Rezultati mjerenja pri pregledu želuca bolesnika koji stoji vršena su na četveroventilnom aparatu (Pantoskop firme Siemens). Cijev je u zaštitnom oklopu i pomiče se istovremeno sa fluorescentnim sjenilom (ekranom). Liječnik je zaštićen olovnim staklom ekrana (2,2 mm Pb), trakama olovne gume (1,0 mm Pb) ispod i sa strane fluorescentnog sjenila i zaštitnom Forssellovom stolicom, kojoj zaštitna pregrada seže do poda. Radilo se sa 75 kV i 3,5 mA.

Mjerenja su vršena na radnom mjestu liječnika u 5 već uobičajenih visina. Rezultati mjerenja u tablici 2 pokazuju, da je relativno jako izlaganje sekundarnom zračenju nad olovnim staklom fluorescentnog sjenila, a ostala mjesta su dobro zaštićena.

Radno mjesto pomoćnog osoblja iza zaštitne pregrade je i pri pregledima želuca vrlo dobro zaštićeno. Mjerenja postrance od zaštitne stolice, a kosu ispred i postrance od bolesnika – mjesto na kojem ponekad stoji pomoćno osoblje ako pridržava bolesnika ili mu pomaže – pokazuju da je to mjesto veoma izloženo. Intenziteti zračenja u svim mjerenim visinama nad podom premašuju dopušteni intenzitet za 3 do 8 puta.

Tablica 2.

Mjesto mjerenja	Postrance		
	Liječnik	od bolesnika	Pomoćnik
1.	5,0	15,5	0,0
2.	0,7	25,2	0,0
3.	1,9	14,7	0,0
4.	0,6	13,3	0,0
5.	0,5	12,6	0,0

Tab. 2. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) kojemu su izloženi liječnik i pomoćno osoblje kod pregleda bolesnika koji stoji pri pregledu želuca sa četveroventilnim aparatom (pomoćno osoblje se nalazi iza zaštitne pregrade), uspoređeni s intenzitetima postrance od bolesnika (nepodesno odabrano radno mjesto).

Pri pregledu želuca rade se ponekad i »ciljane snimke«, kod kojih je intenzitet iza ekrana u trajanju osvjetljenja filma porastao na 2 do 3 mr na sat.

b) Vršili smo, nadalje, mjerenja pri pregledima želuca poluvalnim aparatom Koch i Sterzel s bolesnikom u zaštitnoj kabini. Mjerili smo na istim radnim mjestima liječnika i osoblja i na istim točkama (visinama) od poda prostorijske kao i prije. Pregledi su vršeni s prosječnim naponom 65 kV i jačinom struje 3,5 mA, a prosječno trajanje pregleda bilo je 3 minute.

Tablica 3.

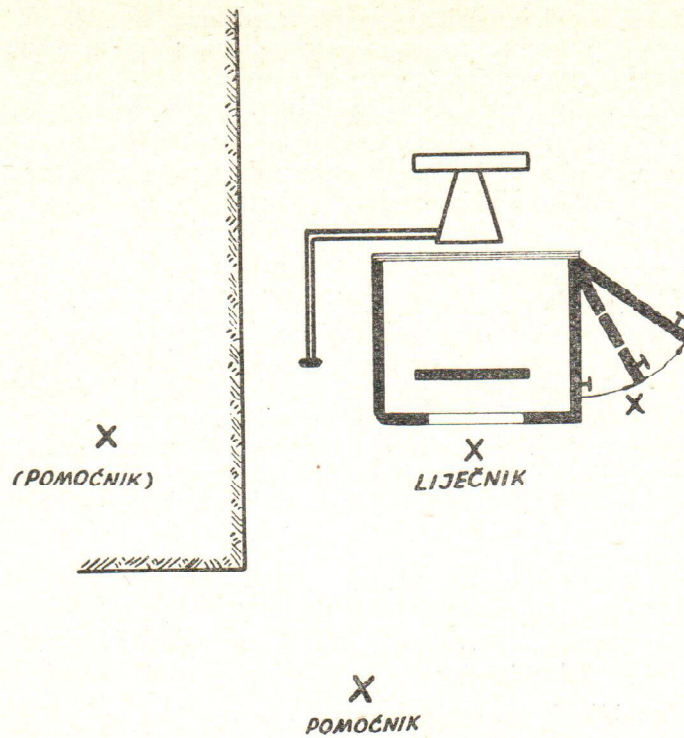
Mjesto mjerjenja	Liječnik		Pomoćno osoblje	
	Prednji zaslon			
	uski	širok	uski	širok
1.	0,5	5,0	0,0	0,15
2.	0,3	0,4	0,07	0,15
3.	0,2	0,3	0,05	0,1
4.	0,07	0,8	0,0	0,07
5.	0,0	0,1	0,0	0,0

Tab. 3. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) kojemu su izloženi liječnik i pomoćno osoblje kod pregleda želuca, ako se bolesnik nalazi u zaštitnoj kabini. Mjerenje je vršeno na poluvalnom rendgenskom aparatu, pri radu s uskim i širokim prednjim zaslonom.

Rezultati tih mjerenja pokazali su (tablica 3) da je liječnik izložen manjim intenzitetima zračenja pri upotrebi zaštitne kabine nego pri pregledima pluća bez zaštitne kabine. Prosjek njegovog izlaganja s uskim i širokim zaslonom bio je manji od minimalnih intenziteta kod navedenih pregleda. Jedino je mjerenje nad ekranom, kod upotrebe širokog snopa zračenja, pokazalo veće vrijednosti. Liječnik je rijetko ugrožen od tog zračenja, jer ono prolazi nad njegovom glavom. Ugrožen bi mogao biti samo supregledavač koji stoji iza njega. No to je izuzetan slučaj, jer se širok snop obično ne upotrebljava pri pregledima želuca.

Pojačana količina sekundarnog zračenja na tom mjestu može se tumačiti time, što 1. ovo mjesto nad ekranom nije ničim zaštićeno (ni olovnim staklom ekrana, ni olovnim slojem stijene kabine), jer na tom mjestu postoji samo providna i za rendgensko zračenje vrlo propusna zaštita od kapljičaste infekcije, a zatim 2. jer raste intenzitet zračenja zbog terciarnih zraka, koje nastaju u stijenama kabine.

Da odredimo izloženost mjesta postrance od liječnika, a nešto ispred i sa strane bolesnika, koje je bilo vrlo jako izloženo pri pregledima bez zaštitne kabine (vidi tablicu 2), mjerili smo količine zračenja uz vrata zaštitne kabine (vidi sliku 2). Rezultati tih mjerenja prikazanih kao prosjek izmjenjenih rezultata vide se u tablici 4. Mjerenje je vršeno pri pregledima želuca (65–75 kV i 3,5 mA), s upotrebom širokog korisnog snopa rendgenskog zračenja. Mjerenja pri zatvorenim zaštitnim vratima nisu uopće dokazala zračenje. Kad smo vrata malo odškrinuli, izmjerili smo intenzitete koji su bili ispod minimalnih pri pregledima pluća bez zaštitne kabine, a 10 puta manji od sličnih pregleda želuca bez zaštitne kabine (vidi tablicu 2).



Slika 2. Mjesta na kojima je mjereno pri pregledima bolesnika u zaštitnoj kabini (s prikazom točaka mjerenja kod zatvorenih, pritivorenih i otvorenih vrata kabine)

Tablica 4.
Vrata zaštitne kabine

Mjesto mjerjenja	otvorena	pritivorena	zativorena
1.	6,0	0,5	0
2.	10,0	1,6	0
3.	9,0	1,5	0
4.	9,0	0,5	0
5.	8,0	0,5	0

Tab. 4. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) pri pregledima želuca bolesnika, koji stoji u zaštitnoj kabini. Mjerenja su vršena blizu vrata zaštitne kabine, koja su bila širom otvorena, pritivorena ili posve zatvorena.

Kod posve otvorenih zaštitnih vrata intenziteti su naglo rasli, ali još uvijek nisu prelazili vrijednosti pri pregledima pluća i želuca bez zaštitne kabine.

Najveći izmjereni intenziteti postrance od bolesnika bili su u visini ekrana, jer je to razina prozračivanog volumena tijela, dakle mjesto najbliže izvoru sekundarnog zračenja.

Maksimalni izmjereni intenzitet kod tih pregleda želuca s otvorenim vratima zaštitne kabine iznosio je 20,0 mr/sat. Pokušali smo izmjeriti udaljenost, u kojoj se u direktnom smjeru (bez zapreka ili predmeta na putu snopa zračenja) širi zračenje. Našli smo da je u najudaljenijem kutu sobe, 3 metra od bolesnika, taj intenzitet spao na 0,3 mr/sat.

Mjerali smo *izloženost liječnikovih ruku* pri pregledima želuca (65–70 kV, 3,5 mA) bolesnika u zaštitnoj kabini. Mjerenja smo izvršili na dršku fluorescentnog sjenila (koju obično drži desna ruka pregledavača) i na ručkama za pokretanje prednjeg zaslona (obično lijeva liječnikova ruka). Ta su mjerenja pokazala (tablica 5) da je minimalno izlaganje ruke na dršku zaslona pri radu s uskim snopom (0,15 mr/h) bilo manje od najmanje izloženosti ruku kod pregleda pluća bez zaštitne kabine (0,6 mr/h). Čak je i maksimalna izloženost pri radu sa širokim snopom, ali s bolesnikom u zaštitnoj kabini, bila tek neznatno veća (0,8 mr/sat).

Tablica 5.

Ruke liječnika	Prednji zaslon	
	uski	širok
na dršku fluorescentnog zaslona	0,15	— 0,8
na dršku prednjeg zaslona cijevi	0,2	— 5,0
na trbuhu bolesnika bez zrukavice	15,0	
na trbuhu bolesnika sa rukavicom	1,5	

Tab. 5. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) kojemu su izložene ruke liječnika pri pregledima želuca, ako se bolesnik nalazi u zaštitnoj kabini. Mjerenja su vršena pri radu s uskim i širokim prednjim zaslonom.

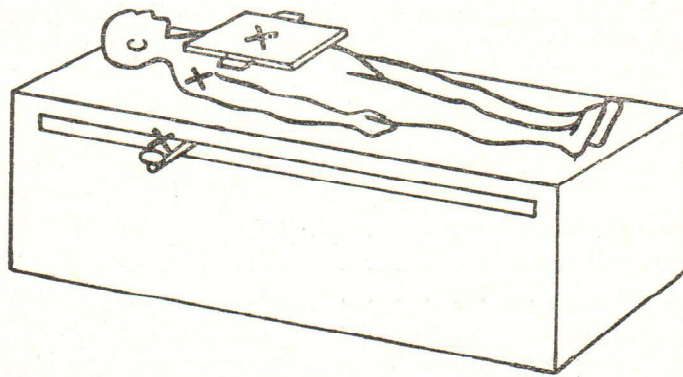
Smanjenje izloženosti liječnikove ruke na dršku fluorescentnog sjenila, a kod upotrebe zaštitne kabine (i pregleda želuca!), prema izloženosti bez zaštitne kabine (i pregleda pluća) iznosilo je oko 4 do 6 puta.

Ruka kojom liječnik pokreće prednji zaslon rendgenskog aparata izložena je zračenju više od ruke na dršku ekrana. Razlog je tome, što na nju djeluje zračenje koje prolazi kroz »samozaštitnu« rendgensku cijev i sekundarno zračenje iz tubusa i stražnje stijene zaštitne kabine. Kasnije ćemo pokazati da je tome razlog opetovani rasap iz zida prostorije, koji se u našem slučaju nalazio suviše blizu rendgenskog aparata i liječnika. Maksimalni intenzitet nađen pri našim mjerenjima (5 mr/h) bio je ispod dopuštenog intenziteta za ruke, no ipak dovoljno velik da je potrebno nošenje zaštitnih rukavica.

Mjerenje izloženosti ruke pri palpaciji trbušne stijenke bolesnika kod pregleda želuca pokazalo je relativno veliku izloženost od 15,0 mr/sat, koja je upotrebom zaštitne rukavice (ekvivalenta 0,5 mm Pb) spala na 1/10.

c) Rezultati mjerenja pri pregledima želuca bolesnika u ležećem stavu.

Pregledi su vršeni poluvajnim aparatom sa »samozaštitnom« rendgenskom cijevi Koch i Sterzel i 65 do 72 kV i 3,5 mA. Rezultati pokazuju (tablica 6) minimalne količine zračenja na svim mjerenim položajima i pri posve zatvorenom prednjem zaslonu, zbog zračenja koje prolazi stijene cijevi. Područja mjerenja su ista kao i pri mjerenju kod pregleda pluća bolesnika koji leže (Slika 3). Pri pregledu je vjerojatno zbog pojačanog sekundarnog zračenja u prostoriji (zbog ponovnog rasapa od blizog zida prostorije) nastao porast zračenja nad ekranom.



Slika 3. Mjesta na kojima je mjereno pri pregledu bolesnika koji leži

Tablica 6.

	nad ekranom	uz bolesnika	u razini cijevi
Zatvoren prednji zaslon	0,15	0,5	10,0
Uzak prednji zaslon	4,0	10,0	16,0
Širok prednji zaslon	6,0	13,0	17,0
Iza zaštitne pregače		1,0	2,5

Tab. 6. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) kojemu je izložen liječnik pri pregledima želuca bolesnika koji leži. Mjerenja su vršena nad fluorescentnim ekranom, u visini tijela bolesnika i u razini rendgenske cijevi pri zatvorenom, uskom i širokom prednjem zaslonu. Mjerenja su vršena i iza zaštitne pregače liječnika.

Najveći izmjereni intenzitet je na ručki prednjeg zaslona – 17,0 mr/sat, zbog čega je izlaganje lijeve ruke i donjeg dijela tijela liječnika veliko. Upotrebom zaštitne pregače i rukavica to se izlaganje smanjuje za blizu 10 puta, ako je zaštitna vrijednost rukavica i pregača oko 0,5 mm Pb.

Poređujući te količine sa zračenjem pri pregledima bolesnika koji stoje vidimo, da je kod pregleda bolesnika koji leže osobito porasla izloženost trupa, nogu i ruke pregledavača koja posluhuje prednji zaslon.

3. Irigoskopija

Mjerenja su vršena na istom poluvalnom aparatu sa »samozaštitnom« cijevi Koch i Sterzel kod 72 kV i 3,5 mA. Ona daje vrlo slične rezultate kao i pregledi želuca i abdomena bolesnika koji leži (tablica 7). To je ujedno i jedini pregled probavnog trakta, kod kojeg i pomoćno osoblje stoji uz bolesnika pa dobiva gotovo iste doze kao i liječnik. Zbog toga sve osobe koje se nalaze u blizini bolesnika kod tog pregleda moraju nositi zaštitne pregače.

Tablica 7.

	nad ekranom	uz bolesnika	u razini cijevi
Zatvoren prednji zaslon	1,0	0,4	10,0
Uzak prednji zaslon	3,2	8,0	10,0
Širok prednji zaslon	5,5	12,0	17,0

Tab. 7. Rezultati mjerenja intenziteta zračenja (mr/sat) kojemu je izložen liječnik pri irigoskopiji (kod rada s poluvalnim rendgenskim aparatom). Mjerenja su vršena nad fluorescentnim ekranom, u visini tijela bolesnika i u razini rendgenske cijevi pri posve zatvorenom, uskom i širokom prednjem zaslonu.

Uspoređujući naše rezultate mjerenja s rezultatima drugih autora (1, 2, 3, 4, 5) utvrdili smo da se podudaraju u tome, da najviše ugrožavaju liječnika pregledi bolesnika koji leže, i da je irigoskopija gotovo jedini rutinski rendgenski pregled kod kojeg može pomoćno osoblje biti jednako izloženo kao i liječnik, ako pri pregledu stoji uz bolesnika.

Intenziteti zračenja koje smo mi našli u poređenju s rezultatima mjerenja drugih relativno su niski. Gotovo iste rezultate ima Larsson (4). Mi smo našli maksimalni intenzitet pri pregledima bolesnika koji leži od 17 mr/sat, a to je blizu najnižih rezultata Archera (1), Himanke i Lorentzona (2), koji su našli maksimalne intenzitete od 175 do 260 mr/sat, a Lorenz (5) čak 300 mr/sat.

Razlog je neslaganja, osim u razlici upotrebljenih tipova rendgenskih aparata, pogona (napona jačine električne struje, tipa itd.) rentgenske cijevi i načina pregleda, uglavnom u tomu, što su ti autori mjerili ukupno izlaganje pri dijaskopiji i »ciljanim« i serijskim snimkama u toku pregleda, dok smo mi mjerenje vršili samo pri dijaskopiji.

Mjerenja navedenih autori pokazala su, da je dosta velika razlika izloženosti pojedinih dijelova tijela. I mi smo mogli utvrditi, da zavisi o položaju uređaja za pogon rendgenskog aparata i smještaju ručica za pokretanje prednjeg zaslona, koja će strana liječnikova tijela biti jače izložena. Kako su ti uređaji obično na desnoj strani rendgenskog aparata, mora liječnik pri pregledu bolesnika koji leži stajati uz njegov desni bok. Zbog toga je desni dio trupa i desna noga pregledavača izložena jače. Desnom rukom drži dršku ekrana, koja je djelomično zaštićena olovnom staklom i pločicom olovne gume, a lijeva rukuje uređajima za pogon aparata i prednjim zaslonom, pa je izložena sekundarnom zračenju bolesnika.

Lorenz (5) je našao, da pregled bolesnika koji leži može dati $\frac{1}{3}$ dopuštene doze za čitavu sedmicu za vrijeme od samo 6 minuta rada. Njegovi rezultati mjerenja zaštitne sposobnosti pregače se posve podudara s našima, pokazuju da pregača smanjuje intenzitet zračenja za 10 puta. Zbog velike izloženosti donjih dijelova tijela, moraju sve osobe koje pri pregledu stoje blizu bolesnika koji leži, nositi pregaču. Nove preporuke za zaštitu od zračenja pri radu traže da između cijevi i liječnika bude ugrađena zaštitna pregrada, pored koje liječnik mora nositi još i posebnu zaštitnu pregaču.

Jačina izlaganja donjeg dijela liječnikova tijela rendgenskom zračenju pri pregledima bolesnika koji leži raste, ako liječnik sjedi na rubu stola za pregledavanje. To se može dopustiti samo u slučaju, ako ima olovna pregrada između liječnika i cijevi, i ako liječnik sjedi na podvinutoj pregači koju nosi (5).

Kod pregleda bolesnika koji leži preporučuje se da rendgenska aparatura ima dugačak tubus, koji od rendgenske cijevi doseže gotovo do stola na kojem leži bolesnik. Tubus uklanja sekundarno zračenje koje nastaje na putu korisnog snopa i veći dio rasapa iz stola i bolesnika. Već je prije istaknuto da je najveći dio sekundarnog zračenja iz bolesnika usmjeren natrag prema rendgenskoj cijevi (6).

Vjerujemo da su naši relativno mali intenziteti, koje smo izmjerili pri pregledima bolesnika koji leže (u poređenju s rezultatima mjerenja drugih autora), posljedica takvog dugog tubusa rendgenske aparature, na kojoj smo ta mjerenja vršili.

Literatura

1. *Archer, U. W.*: J. Roentgenol. 74 (1955) 667-677
2. *Himanka, E. i L. Lorentzon*: Acta Radiol. 42 (1954) 469-474
3. *Jacobson, L. E. i surad.*: Radiology 58 (1952) 568
4. *Larsson, L. E.*: Acta Radiol. 46 (1956) 680-689
5. *Lorenz, W.*: Dtsch. med. Wschr. 81 (1956) 1585-1589
6. *Seelentag, W.*: Fortschr. Röntgenstr. 87 (1957) 363-378

Summary

EXPOSURE OF THE ROENTGENOLOGIST AND THE
RADIOGRAPHER IN FLUOROSCOPIC
EXAMINATIONS OF THE DIGESTIVE TRACT

The author reports the results of the measurements of radiation intensity (in mr/h) to which the roentgenologist and the radiographer are exposed in fluoroscopy of the digestive tract, a) working with full wave and self rectified units, b) 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 appliances, particularly in fluoroscopy of patients in recumbent position is pointed out. The own results are compared with the measurements of others and the influence of some individual habits in fluoroscopy on exposure of the roentgenologist is investigated.

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

*Received for publication
April 20, 1960*