

Societas apsauga, 1973,  
Nr. 6, p. 17—21

UDK 616.24—073.7

## PLAUČIŲ ELEKTRORENTGENOGRAFINIŲ IR RENTGENOGRAFINIŲ TYRIMŲ TERMOLUMINESCENTINĖ DOZIMETRIJA

V. ATKOČIUS, V. MAMONTOVAS, M. ŠNEIDERIS

(LTSR SAM Onkologijos m. t. institutas)

Elektrorentgenografija — palyginus naujas rentgenografinio tyrimo metodas, įgalinantis gauti vaizdą seleno plokštelėse vietoje rentgeno filmų. Metodo pagrindą sudaro elektrografinis procesas. Elektrorentgenografinio vaizdo gavimo optimalūs parametrai žymiai skiriasi nuo optimalių rentgenografinės parametrų. Nustatyta, kad geriausias elektrorentgenografinis vaizdas gaunamas, panaudojus didesnes rentgeno vamzdžio įtampas ir mažesnes ekspozicijas (2, 10, 12, 19).

Elektrorentgenografinių tyrimų dozimetrija literatūroje mažai nušviessta (1, 15).

Plaučių elektrorentgenografiniai tyrimai (apžvalginė bei pritaikomoji polipozicinė elektronrentgenografija, elektronrentgenotomografija, panora-



mine elektrorentgenografija, elektrorentgenobronchografija ir kt.) placiai naudojami LTSR SAM Onkologijos m. t. institute ligoniams su plaučių patologija tirti. Jau nustatyti plaučių elektrorentgenografijos optimalūs parametrai. Optimalius parametrus parinkome, stengdamiesi maksimaliai sumažinti įėjimo dozę. Ją lengvai ivertindavome, panaudojė „Chirana“ firmos kalkuliatorių (16). Tačiau ne vien nuo įėjimo dozės priklauso ligonio gaunamas spinduliu kiekis. Net tos pačios įėjimo dozės atveju skiriasi švitinamas plotas ir spinduliu spektrinė sudėtis. Todėl geriau išmatuoti integralinę sugertą dozę.

Viena elektrorentgenografijos savybė — didelis fotografinis plotis. Tai verčia surasti ir naudoti minimalias dozes (1, 2, 9, 10, 13, 14, 16, 17) Siekiant nustatyti ligonių apšvitinimo integralines dozes plaučių elektrorentgenografijos metu ir patikslinti kai kuriuos optimalius parametrus 1972 m. buvo atliktas darbas, panaudojant termoluminescentinę dozimetriją. Naudojami LiF kristaliukai, kurie pasižymi tuo, kad, apšvitinus juos rentgeno spinduliais, elektronai pasikelia į aukštesnius energijos lygmenis ir lieka ten normalių temperatūrų salygomis ilgą laiką. Kaitinant kristalus, paminėti elektronai grįžta į pagrindinius termus, išspinduliuodami šviesos kvantus. Išspinduliuojamo šviesos srauto integralas porcingas absorbuotai spinduliu dozei. Termoluminescentinė dozimetrija pradėta plačiai naudoti palyginus neseniai (20, 21, 22, 23, 24). TSRS medicinoje rentgenologinių tyrimų dozėms matuoti ji naudojama nuo 1969 m. (4, 7, 8, 11).

Mes pasirinkom ši metodą dėl tokių jo privalumų (6, 18): 1) didelių jautrumo diapazono; 2) ilgalaikio informacijos išlaikymo; 3) nepriklausomybės nuo dozės galingumo iki  $10^{11} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ; 4) galimybės naudoti LiF kristalus pakartotinai; 5) galimybės kapsules patogiai fiksuoti pleistru prie kūno paviršiaus arba įdėti jas į fantomo vidų ir 6) nedidelės jautrumo priklausomybės nuo mūsų naudojamų energijų.

Darbo eigoje matavome įėjimo bei gilumines dozes. Įėjimo ir išėjimo dozes matavome pirminio srauto geometriniame centre. 6—10 tablečių buvo prilipdomos pleistru prie žmogaus ar fantomo paminėto taško. Ma-

**Plaučių elektrorentgenografijos bei rentgenografijos**

Tyrimo metodus	Fotomedžiaga	Tinklelis ( $\pm$ )	Odos-židinio atstumas (cm)	Rentgeno valzdžio ištampa (kV)	Ekspozicija (mAs)	Ligonio storis (cm)	Švitinamas plotas (cm) <sup>2</sup>
Plaučių apžvalginė priekinė	SERP-150 RM-1	— —	130 130	90—100 70	20—35 30	18—22 20	700 700
Plaučių apžvalginė šoninė ir istrižinė	SERP-150 RM-1	— —	200 115	100—110 90	150—200 40	31—35 31—35	600 600
Plaučių pritaikomoji priekinė	SERP-150 RM-1	+ —	35—40 35—40	80—100 55	15—20 70	19—25 24	700 700
Plaučių pritaikomoji šoninė ir istrižinė	SERP-150 RM-1	— +	35—40 35—40	95—100 65	35—45 70	29—32 29—32	600 600
Plaučių priekinė tomografija	SERP-150 RM-1	+	130 80	90—110 65	100—150 150	18 18	700 700
Plaučių šoninė ir istrižinė tomografija	SERP-150 RM-1	+	115 100	100—110 80	150—170 170	27—29 27—29	600 600

Pastabos. Parametrai, vartojami elektrorentgenobronchografijoje ir rentgenobronchogramų metu. Kur tarp rezultatų parašytas brūkšnys, reiškia, kad jie yra gauti kraštinėms p

tavimo tikslumui padidinti tos pačios tabletės buvo eksponuojamos 8—12 kartų, dirbant su žmonėmis, ir 15—20 kartų, dirbant su fantomu, 1—2 valandų laikotarpiu. Po to milteliai buvo patalpinami į dozimetrą ir matuojami. Iš gautų rezultatų buvo surandamos vidutinės išėjimo bei išėjimo dozės ir jų paklaidos. Giluminės dozės irgi buvo matuojamos pirmonio srauto centre, patalpinus tabletės į fantomo skyles ir eksponuojant 20—30 kartų. Buvo išmatuojami atstumai nuo priekinio paviršiaus iki tablečių ir fantomo medžiagos tarpai tarp tablečių. Dozimetras „VA-M-30“ buvo kalibrotas tos pačios firmos etaloniniu jonizaciniu dozimetru „VA-J-18“. Kalibracija atlikta 60—80—100 kV įtampoms, siekiant sumažinti jautrumo priklausomybę nuo spindulių energijos (11).

Visiems dozimetriniams matavimams buvo naudojamas kaulų-parafino fantomas su skylėmis giluminiam matavimams.

Dozimetriniai matavimai atlikti kiekvienai elektrorentgenografijos ir rentgenografijos tyrimo metodikai atskirai. Kadangi tabletės buvo eksponuojamos 8—12 kartų, reikėdavo parinkti 3—4 vienodus kompleksijos atžvilgiu ligonius, kuriems būdavo reikalingos tos pačios diagnostikos procedūros. Iš viso atlikta 157 dozimetriniai matavimai žmonėms ir 214 — fantomui.

Ličio fluorido miltelių jautumas (pagal dozmetro aprašymą) rentgeno vamzdžio įtampai 100 kV — 1,0, o vamzdžio įtampai nuo 40 kV iki 120 kV jautumas kinta intervale tarp 1,0 ir 1,25. Krongauzo (11, 14) duomenimis, energijos 40 kV ir daugiau LiF jautumas nepriklauso nuo spindulių energijos. Gubatovos (7, 8) ir Švarco (18) duomenimis, energijoms, naudojamoms rentgenografijoje, LiF jautumas kinta tarp 1,0 ir 1,2.

Mes gavome išėjimo dozes įvairiomis metodikomis ir įvairios kompleksijos (storio) žmonėms. Tai buvo minimalios dozės, kurios turi paveikti seleno plokštelynę tiek, kad gautuvi vaizdas. Riebesniams žmogui reikėjo atitinkamai padidinti ekspoziciją, kad  $D_{iš}$  būtų tokia pati. Be to, geram vaizdui gauti riebesniems žmonėms reikėdavo ir absoliučiai didesnės  $D_{iš}$ . Manome, kad tai yra dėl didesnio spindulių išbarstymo.

L e n t e l ē

**parametrai ir lionių apšvitinimo dozės**

Išėjimo dozė (r)	Išėjimo dozė (r)	Integrali- nė dozė (gr. rad)	Gonadi- nė dozė (išėjimo dozės (procen- tais))		Gonadinė dozė (rad)		$D_{in}$ ERG $D_{in}$ RG (išėjimo dozių santykis)	$\frac{D_{int}ERG}{D_{int}RG}$ (integra- linių dozių santykis)
			V	M	M	V		
0,1—0,16 0,08	0,06—0,08 0,04	360—720 270	16 15	9 8	0,017—0,028 0,011	0,009—0,015 0,006	1,25—2,0	1,35—2,65
0,35—0,48 0,25	0,18—0,20 0,03	1440—1580 880	16 15	10 8	0,071 0,035	0,043 0,017	1,4—1,9	1,6—1,8
0,78—1,5 1,4	0,16—0,21 0,09	5600—12500 8400	6 5	3 2	0,043—0,083 0,065	0,021—0,041 0,026	0,56—1,07	0,67—1,5
2,7—2,9 2,1	0,24—0,30 0,08	13500—14700 10400	6 5	3 2	0,15—0,16 0,096	0,07—0,08 0,039	1,3—1,4	1,3—1,4
0,9	0,47	3300	16	9	0,12	0,071		
0,83	0,4	2800	15	8	0,13	0,066	1,1	1,2
1,05—1,3 0,94	0,28—0,31 0,2	7200—10200 6000	16 15	9 8	0,17—0,21 0,14	0,094—0,12 0,069	1,1—1,4	1,2—1,7

grafijoje, bei gaunamos dozės tokios pačios kaip ir analogiškų plaučių pritaikomųjų tyrametrų reikšmėms. M — moterys, V — vyrai.

Integralinei dozei skaičiuoti naudojome Meinordo formulę su Ardašnikovo ir Četverikovo pataisomis (3, 11):

$$D_{int}(E_i) = f(E_i) \cdot q \cdot S \cdot \frac{d_{0,5}(E_i)}{0,693} \cdot (D_{in} - D_{is}),$$

kur:  $D_{int}(E_i)$  — integralinė dozė (gr. rad);

$f(E_i)$  — perėjimo koeficientas iš rentgenų į radus  $\frac{\text{rad}}{r}$ ;

$i$  — tos metodikos efektyviai energijai, apskaičiuojamas:

$$f(E_i) = \frac{m_{kaul.}}{M} \cdot f_{kaul.}(E_i) + \frac{m_{minkšt.}}{M} \cdot f_{minkšt.}(E_i);$$

$q$  — tankis  $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ ;

$S$  — pirminio srauto plotas ( $\text{cm}^2$ );

$d_{0,5}$  — pusiau susilpninimo sluoksnis apspinduliuojamoje medžiagoje (cm), gaunamas:

$$d_{0,5} = \frac{0,693}{\ln \frac{D_{in}}{D_{x_{i+1}}} - \ln \frac{D_{in}}{D_{xi}}},$$

$x_{i+1} - x_i$

kur:  $D_{x_i}$  ir  $D_{x_{i+1}}$  — dozės atstume nuo paviršiaus  $x_i$  (cm) ir  $x_{i+1}$  (cm);

$D_{in}$  ir  $D_{is}$  — iėjimo ir išėjimo dozės (rent.).

Eksperimentiškai buvo nustatyta, kad ekspozicinės dozės gonadų srityse vyrams sudaro 8—10%, o moterims — 15—18% iėjimo dozės spin-duliu pluošto centre. Mūsų gauti rezultatai sutapo su literatūros duomenimis, kur gonadinė dozė išreikšta iėjimo ekspozicinės dozės procentais (4, 9).

Darbo rezultatai pateikti lentelėje.

Išmatuotų dozių analizė parodo, kad apžvalginės frontalinės plaučių elektrorentgenografijos integralinė dozė 1,0—1,5 karto didesnė už analoginę rentgenografijos dozę, nors odos ir gonadinės abiejų tyrimo metodų dozės vienodos. Pritaikomosios ir šoninės apžvalginės plaučių elektrorentgenografijos integralinės dozės 1,5—2 kartus didesnės už filminės rentgenografijos dozes. Frontalinių plaučių elektrorentgenotomografijai pakanka tokį pat integralinių dozių kaip ir frontalinių filmų tomografijai. Pastebėta, kad, atliekant ligoniams polipozicinę pritaikomąjai elektrorentgenografijai, odos, integralinės ir gonadinės dozės vienodės už analogines filminės rentgenografijos dozes.

Termoluminescentinė dozimetrinė ligonio apšvitinimo kontrolė daugeliu atvejų padėjo racionaliai pakeisti kai kuriuos elektrorentgenografijos parametrus, nepakenkiant elektrorentgenogramų kokybei.

Atlikti dozimetriniai matavimai ir apskaičiavimai parodo, kad dozės, gaunamos, naudojant elektrorentgenografijos metodą, priklauso nuo parametru, odos-židinio nuotolio, apšvitinimo būdo, filtrų, apšvitinamo paviršiaus ploto, tiriamojo ligonio kompleksijos ir apšvitinimo zonas atominių ypatumų.

- LITERATŪRA: 1. Rozenstrauchas L., Krupickis V., Lapinskas V., Sveik. aps., 1968, 8, 6.—2. Šneideris M., Mamontovas V., Sveik. aps., 1972, 5, 15.  
 3. Ардашников С. Н., Четвериков С. Н., Вестник рентгенол. и радиол., 1957, 2, 51.—4. Бергманис И. А., Губатова Д. Я. и др., Мед. радиол., 1971, 10, 59.—5. Готлиб В. Я., Вестник рентгенол. и радиол., 1966, 2, 86.—6. Грубе М. М., Межс Г. К. и др., Термолюминесцентный дозиметр на основе фтористого лития, Известия АН Латв. ССР, 1967, 4, 55.—7. Губатова Д. Я., Мед. радиол., 1970, 10, 68.—8. Губатова Д. Я., Немиро Е. А., Мед. радиол., 1970, 11, 61.—9. Зубкова Т. И., Юдин М. Ф. и др., Мед. радиол., 1972, 7, 51.—10. Каминская А. И., Исследование фото Кузнецова А. И., Мед. радиол., 1972, 7, 51.—11. Кронприменимия в рентгенографии, Дис. канд. техн. наук, Вильнюс, 1965.—12. Кронгауз А. Н., Лятидевский В. К., Фролова А. В., Физические основы клинической дозиметрии.

- метрии, М., 1969. — 12. Палеев Н. Р., Рабкин И. Х., Бородулин В. И., Введение в клиническую электрорентгенографию, М., 1971. — 13. Петров Б. А., Палладиева Н. М., Пиванова П. С., Вестн. рентгенол. и радиол., 1963, 3, 56. — 14. Пружанский С. В., Кронгауз А. Н., Уманов Е. И., Вестн. рентгенол. и радиол., 1964, 1, 54. — 15. Розенштраух Л. С., Крупицкий В. Л., Лихтин С. М., Дозиметрические исследования при электрорентгенографии, В кн.: Электрография и магнитография, Вильнюс, 1972, 661. — 16. Соколов В. М. Выбор технических условий рентгенографии, Л., 1971. — 17. Ставицкий Р. В., Фридман Е. Г., Вестн. рентгенол. и радиол., 1966, 2, 83. — 18. Шварц К. К., Грант З. А. и др., Термолюминесцентная дозиметрия, Рига, 1968. — 19. Шнейдерис М., Амбразайтис К., Каваляускас Р., Медицинская электрорентгенография, Вильнюс, 1968. — 20. Bernard S., Pasternack J. et al., Radiology, 1968, 90, 2, 217. — 21. Daniels F., Thermoluminescence and Related Properties of Crystals, Report of Symp. IV Chemistry and Physics of Radiation Dosimetry, Part 1. Army Chemical Center Maryland, 1950, 48. — 22. Daniels F., Saunders D. F., Boyd C. A., Science, 1953, 117, 343. — 23. Johns H. E., The Physics of Radiology, Springfield-Illinois, USA, 1968, 82. — 24. Vacirca S. J., Thompson D. L., Pasternack B. S., Blatz H. A., Phys. Med. and. Biol., 1972, 17, 1, 71.

УДК 616.24—073.7

Термолюминесцентная дозиметрия электрорентгенографических и рентгенографических исследований легких. Аткочюс В., Мамонтов В., Шнейдерис М. «Здравоохранение», 1973, 6, 17—21.

Приведены результаты применения термолюминесцентной дозиметрии при электрорентгенографических и рентгенографических исследованиях легких. Изложена методика дозиметрических измерений и расчетов в экспериментах с костно-парафиновым фантомом и при обследовании больных с легочной патологией. Проведена сравнительная оценка доз, получаемых больными при использовании аналогичных методов рентгенографии и электрорентгенографии.

Установлено, что при обзорной фронтальной электрорентгенографии органов грудной клетки интегральная доза, получаемая больным, в 1,0—1,5 раза больше, чем при аналогичной рентгенографии, хотя кожные и гонадные дозы при обоих методах исследования почти одинаковы. Фронтальная электрорентгеноомография легких сопровождалась почти той же интегральной дозой, что и фронтальная пленочная томография. Замечено, что кожные, интегральные и гонадные дозы, получаемые больными при полипозиционной прицельной электрорентгенографии легких всегда больше, чем при аналогичной пленочной рентгенографии.