

INTERVENCINĖS RADIOLOGIJOS IR KARDIOLOGIJOS DARBUOTOJŲ AKIŲ IR GALŪNIŲ APŠVITOS DOZIŲ TYRIMŲ IR ĮVERTINIMO 2017–2018 METŲ PROGRAMOS ATASKAITA

IVADAS

Apšvitą patiriančių darbuotojų atskirų profesijų grupių individualiųjų dozių analizės rezultatai rodo, kad intervencinės radiologijos ir kardiologijos darbuotojai palyginti su kitais apšvitą patiriančiais darbuotojais gauna didžiausias apšvitos dozes. Darbuotojų individualiųjų dozių matavimai atliekami naudojant individualiuosius dozimetrus (toliau – dozimetras). Darbuotojų, atliekančių intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras, gaunama išorinės apšvitos efektinė dozė įvertinama jiems nešiojant du dozimetrus, vieną virš individualiųjų apsaugos priemonių, kitą po jomis.

Intervencinės radiologijos ir kardiologijos darbuotojų atskirų kūno dalių gaunama apšvita pasiskirsto netolygiai, nes intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūrų metu švinuotomis prijuostėmis uždengiama šių darbuotojų krūtinė, liemuo ir viršutinė kojų dalis, skydliaukei apsaugoti naudojama švinuota apykaklė, galva ir akys apsaugomos švinuotais ekranais ir papildomai švinuotais akiniais. Rankos ir apatinė kojų dalis dažniausiai lieka neapsaugotos. Siekiant įvertinti atskirų kūno dalių (akių, rankų ir kojų) gaunamas apšvitos dozes, buvo parengta ir vykdoma „Intervencinės radiologijos ir kardiologijos darbuotojų akių ir galūnių apšvitos dozių tyrimų ir įvertinimo 2017–2018 metų programa“ (toliau – programa).

Intervencinės radiologijos ir kardiologijos darbuotojų akių patiriama apšvita dažniausiai įvertinama atlikus matavimus viso kūno dozimetrais, nešiojamais virš individualiųjų apsaugos priemonių. Akių apšvita tiksliau įvertinama matuojant akių dozimetru, nešiojamu kuo arčiau prie akies, patiriančios didžiausią apšvitą. Intervencinės radiologijos ir kardiologijos gydytojai, kurių įvertintos metinės akių apšvitos dozės yra didesnės nei 15 mSv, nuolat naudoja tokius akių dozimetrus.

Intervencinės radiologijos ir kardiologijos darbuotojų rankų patiriama apšvita matuojama žiedo formos dozimetrais. Dažnai darbuotojai skundžiasi, kad žiedo formos dozimetras nepatogu nešioti, t. y. dozimetras plėšo pirštines, spaudžia ar nutrina odą ir pan., todėl šios programos įgyvendinimo metu buvo siekiama įvertinti galimybę darbuotojų rankų patiriamą apšvitą matuoti ant darbuotojo rankos riešo nešiojamu dozimetru. Šiuo būdu išmatuota darbuotojų rankų apšvitos dozė buvo palyginta su apšvitos doze, kuri įprastai matuojama žiedo formos dozimetru.

Intervencinės radiologijos ir kardiologijos darbuotojų kojų patiriama apšvita vertinama tik pagal darbo vietose atliktus lygiavertės dozės galios matavimus. Programos metu buvo siekiama tiksliau išmatuoti ir apskaičiuoti darbuotojų kojų patiriamą apšvitą dozimetru pritvirtinus prie darbuotojo kojos čiurnos.

Pagrindiniai programos tikslai:

1. išmatuoti intervencinės radiologijos ir kardiologijos darbuotojų akių ir galūnių apšvitos dozes ir, surinkus informaciją apie šių darbuotojų darbo krūvius, įvertinti ir prognozuoti akių ir galūnių metines lygiavertės dozes;
2. įvertinti galimybę vietoje žiedo formos dozimetru, nešiojamo ant rankos piršto, nešioti dozimetru ant rankos riešo;
3. įvertinti darbuotojo patiriamą apšvitą, remiantis darbo vietose atliktais lygiavertės dozės galios matavimais, ir rezultatus palyginti su dozimetrais išmatuotomis apšvitos dozėmis.

Programos tikslams pasiekti reikalinga informacija buvo surinkta nustatytos formos protokoluose, kuriuos užpildė darbuotojai ar asmenys, atsakingi už radiacinę saugą.

MATAVIMŲ METODAS

Matavimai atlikti naudojant akių dozimetrus su MCP-N (LiF:Mg,Cu,P) termoluminescencinėmis tabletėmis ir piršto, riešo ir kojos dozimetrus su MTS-N (LiF:Mg,Ti) termoluminescencinėmis tabletėmis.

Dozimetrai paruošti ir juose sukauptos dozės nuskaitytos Mirion Technologies termoluminescencine dozimetrine sistema, sukalibruota termoluminescencines tabletes apšvitinus Čekijos metrologijos institute.

Akių dozimetras su viena termoluminescencine tablete buvo tvirtinamas prie darbuotojo galvos. Šiuo dozimetru buvo matuojamas individualiosios dozės ekvivalentas $H_p(3)$.

Žiedo formos dozimetras su viena termoluminescencine tablete buvo tvirtinamas ant darbuotojo kairės arba dešinės rankos piršto. Riešo ir kojos patiriama apšvita buvo matuojama viso kūno dozimetrais, pritvirtintais ant darbuotojo rankos riešo ir kojos čiurnos. Šiais dozimetrais buvo matuojamas individualiosios dozės ekvivalentas $H_p(0,07)$.

REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Programos vykdymo metu 9 asmens sveikatos priežiūros įstaigose atlikti 322 akių ir galūnių individualiosios dozės ekvivalento matavimai. Programoje dalyvavo 51 gydytojas, atliekantis intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūras, ir 38 dalyvaujantys šiose procedūrose operacinės ar bendrosios praktikos slaugytojai bei radiologijos technologai (1 lentelė).

1 lentelė. Darbuotojų ir individualiosios dozės ekvivalento matavimų skaičius

	Darbuotojų skaičius	Individualiosios dozės ekvivalento matavimų skaičius				
		$H_p(3)_{\text{akis}}$	$H_p(10)_{\text{virš}}$	$H_p(0,07)_{\text{riešas}}$	$H_p(0,07)_{\text{pirštas}}$	$H_p(0,07)_{\text{koja}}$
Gydytojai	51	51	19	18	50	51
Operacinės slaugytojai ir radiologijos technologai	38	38	14	12	29	40
<i>Iš viso:</i>	<i>89</i>	<i>89</i>	<i>33</i>	<i>30</i>	<i>79</i>	<i>91</i>

Darbuotojų gaunamos apšvitos dozės priklauso nuo daugelio veiksnių: įrangos tipo, darbuotojo padėties paciento atžvilgiu, rentgeno spinduliuotės krypties, naudojamų individualiųjų apsaugos priemonių, darbuotojo įgūdžių, medicininės procedūros rūšies ir jos sudėtingumo bei rentgenoskopijos trukmės.

Programos metu darbuotojai dozimetrus nešiojo atlikdami procedūras skirtingų modelių angiografais: Innova 4100, Innova 2100 IQ, Advantx LC+, Allura Xper FD20, AXIOM ARTIS Fa, Innova IGS 540, Shimadzu Corporation/MH-300C-ARM, Allura Xper FD20, Innova 3100 IQ, Bransist Safire. Taip pat buvo naudotos angiografų sistemos: Trinius F12, Innova IGS530 bei kilnojamieji medicinos rentgeno diagnostikos aparatai: Arcadis Orbic, Radius XP, Siemens SIREMOBIL Compact.

Vienoje iš įstaigų rentgeno vamzdžio padėtis intervencinės procedūros metu buvo kintama, vienoje – virš procedūrinio stalo, visų kitų įstaigų – po procedūriniu stalu. Kadangi visų procedūrų metu rentgeno vamzdis buvo iš kairės darbuotojo pusės, visi dozimetrai buvo tvirtinami ant kairės darbuotojo kūno pusės, išskyrus žiedo formos dozimetrus, kurie buvo pritvirtinti ant darbuotojo dešinės arba kairės rankos piršto priklausomai nuo to, ar darbuotojas yra dešiniarankis ar kairiarankis.

Programos metu darbuotojai dozimetrus nešiojo vieną mėnesį, išskyrus vieną įstaigą, kurioje dozimetrai buvo nešiojami tik tokių pačių intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūrų metu.

Intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras atliekančių gydytojų akių ir galūnių apšvitos dozės

Programos metu gydytojų atliktos intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūros buvo labai įvairios – koronografija, vainikinių arterijų angioplastika, aortografija, įvairių kūno organų angiografija, stentavimas, embolizacija, nefrostomos suformavimas ir keitimas, cholangiografija, elektrokardio stimulatoriaus implantavimas ir kt. Per vieną mėnesį vienas gydytojas vidutiniškai atliko apie 36 procedūras. Vienos procedūros vidutinė rentgenoskopijos trukmė sudarė apie 6 min.

Surinkti duomenys rodo, kad visi gydytojai, atliekantys intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūras, naudoja skydliaukės apsaugas, prijuostas arba liemenes ir sijonus su švino ekvivalentu nuo 0,25 iki 0,50 mmPb. Apsauginius akinius su švino ekvivalentu nuo 0,50 iki 0,75 mmPb arba 50 cm² švinuotą veido skydelį su švino ekvivalentu 0,10 mmPb naudojo 96 proc. gydytojų.

Per mėnesį dozimetru prie akies išmatuotas didžiausias individualiosios dozės ekvivalentas 1,79 mSv buvo intervencinės kardiologijos gydytojui, kuris per mėnesį atliko 55 įvairias intervencinės kardiologijos procedūras (pilvo, galvos, galūnių, dubens angiografijas, aortografijos ir perkutaninės transluminalinės angioplastikos). Bendra šio gydytojo atliktų procedūrų rentgenoskopijos trukmė sudarė 8 val. 54 min. Darbo metu jis naudojo apsauginius švinuotus akinius, o konservatyviai įvertinta jo akies lęšiuko metinė lygiavertė dozė siekė 10,7 mSv. Ši dozė sudaro apie 54 proc. higienos norma [1] nustatytos akies lęšiuko metinės lygiavertės ribinės dozės (20 mSv). Pagal patvirtintas taisykles [2] šiam intervencinės kardiologijos gydytojui turi būti atliekama nuolatinė akių apšvitos stebėseną nešiojant viso kūno dozimetą virš asmeninių apsaugos priemonių kaklo srityje.

Didžiausias žiedo formos dozimetru išmatuotas individualiosios dozės ekvivalentas 13,9 mSv per mėnesį buvo ant intervencinės kardiologijos gydytojo rankos. Jam dozimetru ant kojos čiurnos taip pat buvo išmatuotas didžiausias individualiosios dozės ekvivalentas 3,1 mSv per mėnesį. Šis gydytojas atliko 52 procedūras, kurių bendra rentgenoskopijos trukmė sudarė apie 4 val. 49 min. Konservatyviai įvertinta šio gydytojo galūnių metinė lygiavertė dozė siekė 154,2 mSv rankai ir 29,1 mSv kojai. Įvertinta metinė rankos lygiavertės dozė viršijo 150 mSv, todėl pagal patvirtintas taisykles [2] šiam darbuotojui būtina galūnių apšvitos stebėseną.

Programoje taip pat dalyvavo 2 gydytojai anesteziologai reanimatologai, kurie per mėnesį atliko po 38 intervencinės radiologijos procedūras (transforaminalines, medialinių šakų, facetinių bei iliosakralinių sąnarių injekcijas). Šių procedūrų bendra rentgenoskopijos trukmė sudarė 21 min 15 sek. Šių darbuotojų išmatuoti didžiausi individualiosios dozės ekvivalentai prie akies buvo 0,3 mSv, rankos – 1,1 mSv, kojos – 1,2 mSv. Įvertintos metinės lygiavertės dozės akies lęšiukui siekė 3,2 mSv, rankai – 12,6 mSv, kojai – 13,8 mSv. Šios dozės sudarytų apie 16 proc. akies lęšiuko lygiavertės ribinės dozės (20 mSv) ir apie 3 proc. galūnių lygiavertės ribinės dozės (500 mSv).

Surinktų duomenų analizė rodo, kad buvo užregistruotas platus rentgenoskopijų trukmės intervalas bei išmatuoti gana skirtingi akių ir galūnių individualiosios dozės ekvivalentai (priedas 2 lentelė). Tai rodo, kad darbuotojų akių ir galūnių gaunamos apšvitos dozės intervencinių radiologijos ir kardiologijos procedūrų metu priklauso ne tik nuo rentgenoskopijos trukmės, bet ir nuo kitų veiksnių, tokių kaip gydytojo, atliekančio šias procedūras, padėties paciento atžvilgiu, rentgeno spinduliuotės krypties, naudojamoms individualiosios apsaugos priemonės efektyvumo, gydytojo įgūdžių, procedūros rūšies ar sudėtingumo.

Intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūrose dalyvaujančių darbuotojų akių ir galūnių apšvitos dozės

Programos metu buvo išmatuotos 38 operacinės slaugytojų ir radiologijos technologų, dalyvaujančių intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūrose, akių ir galūnių apšvitos dozės (priedo 1 lentelė). Šie darbuotojai procedūros metu palyginti su gydytojais stovi toliau nuo paciento, nuo kurio sklinda išsklaidyta rentgeno spinduliuotė, todėl jų akių ir galūnių apšvitos dozės, palyginti su gydytojų dozėmis, buvo žymiai mažesnės.

Programos metu surinkti duomenys rodo, kad visi darbuotojai, dalyvaujantys intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūrose, dėvėjo švinuotas skydliaukės apsaugas, prijuostas arba liemenes ir sijonus su švino ekvivalentu nuo 0,25 iki 0,75 mmPb. Apsauginius akinius su švino ekvivalentu nuo 0,5 iki 0,75 mmPb arba veidą dengiantį švinuotą 50 cm² ploto skydelį su švino ekvivalentu 0,10 mmPb naudojo apie 72 proc. šios grupės darbuotojų.

Šių darbuotojų didžiausias per mėnesį išmatuotas 0,5 mSv individualiosios dozės ekvivalentas prie akies buvo operacinės slaugytojai. Ši operacinės slaugytoja atliko 54 procedūras (koronografijos, vainikinių arterijų angioplastikos, aortografijos ir angiografijos), kurių bendra rentgenoskopijos trukmė siekė 6 val. Atsižvelgus į tai, kad darbuotoja nešiojo švinuotus akinius, remiantis rekomendacijomis [3] įvertinta akies lęšiuko metinė lygiavertė dozė buvo 2,9 mSv. Ši dozė sudaro apie 15 proc. higienos norma [1] nustatytos akies lęšiuko lygiavertės ribinės dozės (20 mSv).

Didžiausias žiedo formos dozimetru per mėnesį išmatuotas 0,4 mSv individualiosios dozės ekvivalentas buvo ant bendrosios praktikos slaugytojos rankos. Ši slaugytoja dalyvavo 25 procedūrose (koronografijos, vainikinių arterijų angioplastikos), kurių bendra rentgenoskopijos trukmė buvo 2 val. 4 min. Konservatyviai įvertinus šios bendrosios praktikos slaugytojos rankos metinę lygiavertę dozę 4,5 mSv, ji sudarytų apie 1 proc. higienos norma [1] nustatytos galūnių metinės lygiavertės ribinės dozės (500 mSv).

Didžiausias individualiosios dozės ekvivalentas 0,95 mSv buvo išmatuotas dozimetru, pritvirtintu ant operacinės slaugytojos kojos čiurnos. Ši slaugytoja dalyvavo 51 procedūroje (koronografijos, vainikinių arterijų angioplastikos, aortografijos, angiografijos), kurių bendra rentgenoskopijos trukmė buvo 5 val. 50 min. Konservatyviai įvertinus šios operacinės slaugytojos kojos metinę lygiavertę dozę 8,5 mSv, ji sudarytų apie 2 proc. higienos norma [1] nustatytos galūnių metinės lygiavertės ribinės dozės (500 mSv).

Tokie rezultatai rodo, kad pagal patvirtintas taisykles [2] operacinės slaugytojams ir radiologijos technologams, dalyvaujantiems intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūrose, nebūtina nuolatinė akių, rankų ir kojų apšvitos stebėseną.

Akių ir galūnių metinių lygiaverčių dozių prognozavimas

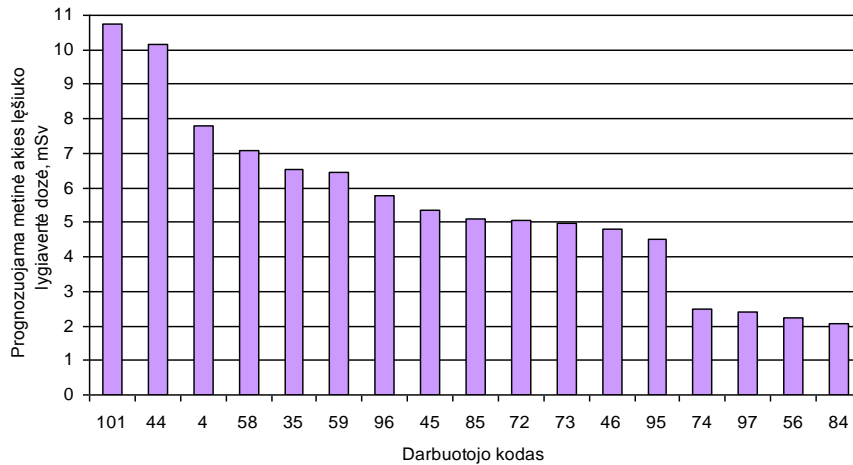
Siekiant apskaičiuoti ir prognozuoti akių bei galūnių gaunamas metines lygiavertes dozes, iš įstaigų buvo surinkta informacija apie vidutinį darbo krūvį per metus, t. y. apskaičiuota vidutinė metų rentgenoskopijos trukmė atliekamų procedūrų metu. Atliekant metinių dozių įvertinimą buvo laikomasi konservatyvumo principo – gauta apšvitos dozė buvo apskaičiuota 12 mėnesių laikotarpiui, taip pat buvo atsižvelgta, į tai, kokius apsauginius švinuotus akinius darbuotojai nešioja procedūrų metu, todėl metinė akies lęšiuko lygiavertė dozė buvo apskaičiuota naudojant skirtingus rekomendacijose [3] nurodytus švinuotų akinių apsaugos koeficientus.

Atskirai buvo įvertintos darbuotojų, nešiojusių dozimetrus vieną mėnesį ir darbuotojų, nešiojusių dozimetrus tik tam tikrų procedūrų metu, akių ir galūnių metinės lygiavertės dozės.

Atlikti skaičiavimai rodo, kad nė vienas iš 36 gydytojų, atliekančių intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras, neviršytų higienos norma [1] nustatytos akies lęšiuko metinės lygiavertės ribinės dozės (20 mSv). Prognozuojamos darbuotojų akies lęšiuko

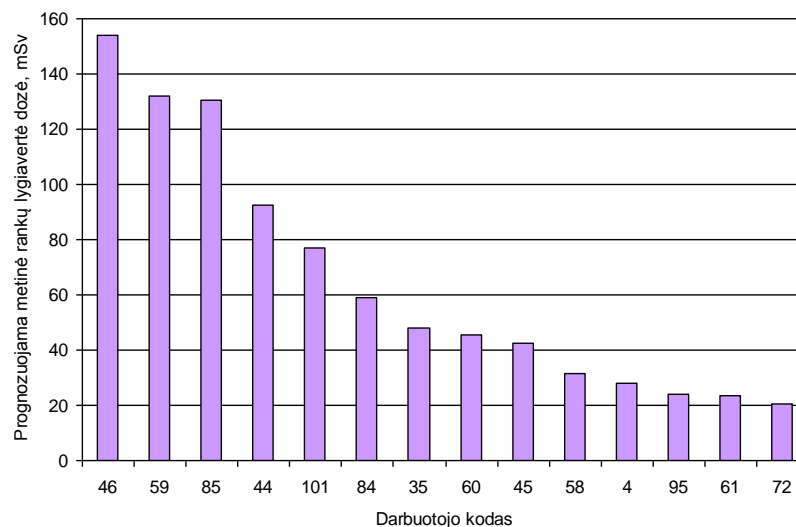
metinės lygiavertės dozės, didesnės nei 2 mSv, pavaizduotos 1 pav. Rezultatai rodo, kad pagal patvirtintas taisykles [2] 10 gydytojų turi būti atliekama nuolatinė akių išorinės apšvitos stebėseną viso kūno individualiaisiais dozimetrais, nešiojamais virš apsaugos priemonių kaklo srityje.

Atlikus operacinės slaugytojų ir radiologijos technologų, dalyvaujančių intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūrose, apšvitos dozių įvertinimą nustatyta, kad didžiausia prognozuojama metinė akies lęšiuko lygiavertė dozė neviršija 5 mSv, todėl nė vienam iš šių darbuotojų nereikalinga nuolatinė akių apšvitos stebėseną [2].



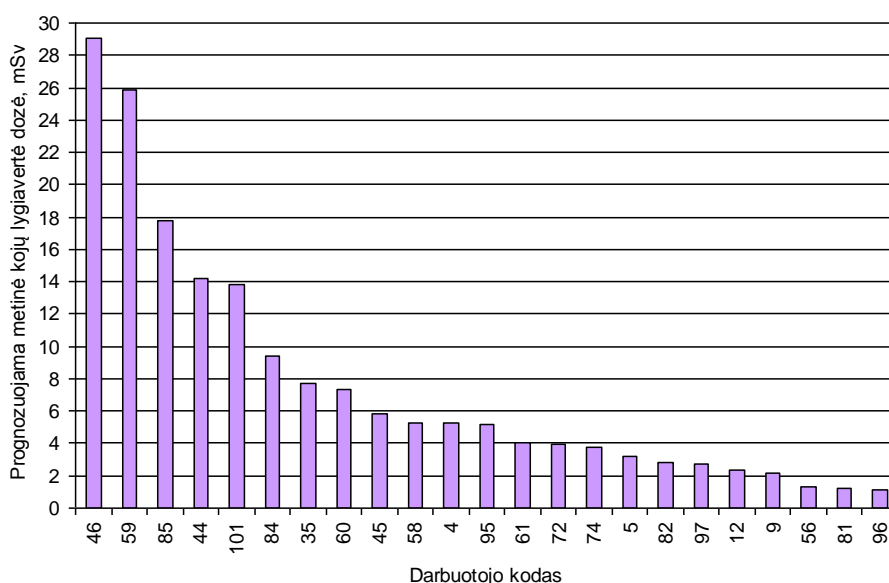
1 pav. Prognozuojamos intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras atliekančių darbuotojų metinės akies lęšiuko lygiavertės dozės

Darbuotojų, atliekančių intervencinės radiologijos ar kardiologijos procedūras, rankos yra ta kūno dalis, kuri yra visiškai neapsaugota švinuotomis apsaugos priemonėmis ir patenka į išsklaidytos rentgeno spinduliuotės lauką, todėl jos palyginti su kitomis kūno dalimis gauna didžiausias lygiavertės dozes (2 pav.). Higienos normoje [1] nustatyta metinė lygiavertė ribinė dozė odai ir galūnėms yra 500 mSv. Prognozuojami rezultatai rodo, kad vieno gydytojo radiologo, atliekančio intervencinės radiologijos procedūras (cholangiografijos, nefrostomų keitimo, įvedimo bei suformavimo, įvairių arterijų embolizacijos, šlapimtakio ir tulžies takų stentavimo), rankos gali gauti metinę lygiavertę dozę, didesnę nei 30 proc. nustatytos metinės lygiavertės ribinės dozės. Tokiam darbuotojui privaloma atlikti nuolatinę rankų apšvitos stebėseną.



2 pav. Prognozuojamos intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras atliekančių darbuotojų metinės rankų lygiavertės dozės

Kojų apšvitai vertinti darbuotojai nešiojo pritvirtintą prie kojos čiurnos viso kūno dozimetą. Prognozuojami rezultatai rodo (3 pav.), kad didžiausia metinė kojų lygiavertė dozė (29,1 mSv) sudaro apie 6 proc. galūnių lygiavertės ribinės dozės (500 mSv), todėl nuolatinė kojų apšvitos stebėseną nebūtina.



3 pav. Prognozuojamos intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras atliekančių darbuotojų metinės kojų lygiavertės dozės

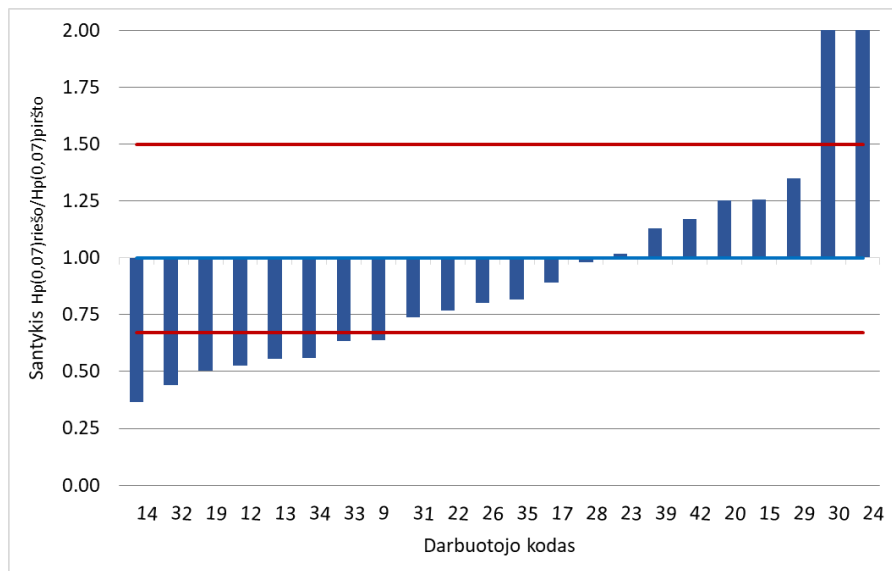
Atlikus operacinės slaugytojų ir radiologijos technologų, dalyvaujančių intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūrose, galūnių gautų dozių įvertinimą nustatyta, kad didžiausia prognozuojama metinė rankų lygiavertė dozė (4,5 mSv) nesudarė net 1 proc. galūnių lygiavertės ribinės dozės (500 mSv), o kojų (8,7 mSv) – 2 proc. Tai rodo, kad šiems darbuotojams nereikalinga nuolatinė galūnių apšvitos stebėseną [2].

Rankų apšvitos matavimas riešo dozimetrais

Vienas iš programos tikslų buvo įvertinti galimybę darbuotojų rankų patiriamą apšvitą matuoti dozimetru, nešiojamu ant darbuotojų rankos riešo, vietoje žiedo formos dozimetru, nešiojamo ant piršto. Programos metu apie trečdalis (31 proc.) darbuotojų sutiko procedūrų metu užsidėti dozimetą ant riešo, visi kiti atsisakė dėl sterilumo problemos. Šiuo būdu išmatuota darbuotojų rankų dozė buvo palyginta su rankų apšvitos doze, kuri įprastai matuojama žiedo formos dozimetru (priedo 3 lentelė ir 4 pav.).

Didžiausias rankos riešo ir piršto gautos dozės santykis buvo 4,60, mažiausias – 0,37, vidutinis – 1,06. Tokį didelį skirtumą tarp rankos riešo ir piršto dozimetrais išmatuotų individualiosios dozės ekvivalentų galėjo lemti neteisingai procedūrų metu nešiojami dozimetrai. Gauti rezultatai rodo, kad apie pusę atvejų (4 pav.) kai kurių procedūrų (koronarografijos, koronarų angioplastikos, stentavimo, stimulatoriaus implantavimo, stent-grafto implantavimo, perkutaninės transluminalinės angioplastikos) metu rankų apšvitą galima vertinti matuojant individualiosios dozės ekvivalentą dozimetru, pritvirtintu ant rankos riešo.

Vadovaudamiesi [2] taisyklėmis, veiklos vykdytojai privalo įvertinti darbuotojų rankų patiriamą apšvitą ir, jeigu įvertinta apšvitos dozė viršija 150 mSv per metus, būtina atlikti nuolatinę rankų apšvitos stebėseną, matuojant individualiaisiais piršto ar riešo dozimetrais.



4 pav. Riešo ir piršto dozimetrais išmatuotų individualiosios dozės ekvivalentų santykis

Darbo vietų lygiavertės dozės galios matavimai

Programos metu buvo surinkta informacija apie atliktus darbo vietų lygiavertės dozės galios matavimus. Šie duomenys buvo panaudoti prognozuojant darbuotojų, atliekančių intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras, akių ir galūnių apšvitos dozes. Įvertinant metines apšvitos dozes pagal lygiavertės dozės galios matavimus, buvo imamos išmatuotos dozės galios vertės už kolektyvinių apsaugų (švinuotų ekranų). Apšvitos dozės, apskaičiuotos pagal lygiavertės dozės galios matavimo rezultatus, buvo palygintos su rezultatais, gautais išmatavus individualiosios dozės ekvivalentus virš apsaugų kaklo srityje (2 lentelė).

Didžiausią prognozuojamą metinę lygiavertę dozę galvos lygyje (20,2 mSv) ir rankų lygiavertę dozę (124,80 mSv) gautų darbuotojas, kurio su angiografu INNOVA 4100 atliekamų procedūrų rentgenoskopijos trukmė sudaro apie 19,82 val. per metus. Vertinant akių gautą apšvitą pagal lygiavertę dozės galią, išmatuotą galvos lygyje, reikia atsižvelgti į darbuotojo naudojamų apsauginių švinuotų akinių apsaugos koeficientą. Žinant, kad apsauginiai švinuoti akiniai akis pasiekiančią dozės galią mažiausiai sumažina apie du kartus, prognozuojama akies lęšiuko metinė lygiavertė dozė būtų apie 10,1 mSv. Įvertinus metines lygiavertes dozes pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus, akių apšvitos dozė siekia 1,2 mSv, rankų – 6 mSv.

Didžiausią prognozuojamą metinę akių apšvitos dozę pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus (10,7 mSv) gautų gydytojas, kuris per metus vidutiniškai dirbtų 106,88 val. su angiografijos sistema INNOVA IGS530, kai tuo tarpu pagal dozės galios matavimus įvertinta dozė sudarytų tik apie 2,6 mSv.

Didžiausią prognozuojamą kojų apšvitos dozę (12,8 mSv) pagal lygiavertės dozės galios matavimus (2 lentelė), pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus – 14,2 mSv, gautų gydytojas, kuris per metus vidutiniškai dirbtų 106,88 val. su angiografijos sistema INNOVA IGS530. Didžiausią prognozuojamą rankų apšvitos dozę (154,2 mSv), apskaičiuotą pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus, gautų gydytojas, kuris su angiografu Bransist Safire per metus atliko procedūras, kurių vidutinė rentgenoskopijos trukmė buvo apie 40 val.

2 lentelė. Prognozuojamos gydytojų, atliekančių intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras, metinės akių ir galūnių apšvitos lygiavertės dozės

Darbuotojo kodas	Rentgenoskopijos trukmė per metus, val.	Prognozuojama metinė apšvitos dozė, mSv							Dozės galia, $\mu\text{Sv/h}$ (už apsaugos)		
		pagal dozės galią			pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus				galvos lygyje	juosmens lygyje	kojų lygyje
		galvos lygyje	juosmens lygyje	kojų lygyje	$H_p(3)$	$H_p(10)_{\text{virš}}$	$H_p(0,07)_{\text{pirštas}}$	$H_p(0,07)_{\text{koja}}$			
101	106,88	18,06	18,28	12,83	10,74	36,6	76,8	14,16	169	171	120
71	19,82	20,22	124,87	10,11	1,22	5,99	5,99	1,09	1020	6300	510
59	3,44	4,99	8,49	<1	6,45	30,33	131,97	9,41	1450	2470	93
60	2,6	3,73	6,35	<1	1,94	8,38	45,68	3,77	1450	2470	93
70	2,71	2,76	17,07	1,38	<1	2,05	3,19	<1	1020	6300	510
61	0,95	1,38	2,34	<1	<1	2,4	23,34	<1	1450	2470	93
44	55,35	<1	<1	2,21	10,14	44,16	92,52	3,96	8	16	40
46	39,96	<1	<1	1,6	4,8	23,88	154,2	5,16	8	16	40
45	13,59	<1	<1	<1	5,34	23,76	42,48	5,28	8	16	40
4	94,87	<1	<1	<1	7,79	5,72	28,16	2,72	0,15	0,14	0,13
5	94,87	<1	<1	<1	1,54	<1	14,01	1,27	0,15	0,14	0,13
73	36,57	<1	<1	<1	4,96	2,53	5,44	2,14	0,12	0,14	0,32
72	34,07	<1	<1	<1	5,06	4,23	20,75	7,3	0,12	0,14	0,32
6	2,74	<1	<1	<1	<1	<1	4,56	<1	0,15	0,14	0,13

Atskirų procedūrų metu darbuotojų akių ir galūnių gautos apšvitos dozės

Programos vykdymo metu buvo įvertinta, kokias akių ir galūnių apšvitos dozės gautų darbuotojai, atliekantys tik tam tikras intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras, tokias kaip koronarų angioplastikos ir stentavimo, stimulatoriaus implantavimo, galvos kraujagyslių angiografijos ir kt. (3 lentelė). Vienas dozimetų komplektas akių ir galūnių apšvitos dozėms įvertinti (komplektą sudarė po vieną akių, rankų ir kojų dozimetą), buvo naudojamas nuo 1 iki 5 vienos rūšies procedūrų metu. Papildomai buvo surinkti duomenys apie atliktų procedūrų skaičių ir jų rentgenoskopijų trukmę per metus. Darbuotojų metinės apšvitos dozės buvo apskaičiuotos atsižvelgus į lygiavertės dozės galios matavimų už kolektyvinių apsaugos priemonių rezultatus. Darbuotojų akių gautos apšvitos dozės apskaičiuotos atsižvelgus į švino akinių apsaugos koeficientus.

Didžiausią prognozuojamą metinę akių apšvitos dozę (5 mSv), apskaičiuotą naudojant dozės galios matavimų rezultatus, gautų gydytojas, per metus atlikęs 300 koronarų angioplastikos ir stentavimo procedūras, o metinė akių lygiavertė dozė, apskaičiuota pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus, siektų apie 12 mSv.

Didžiausią galūnių apšvitos dozę, kuri apskaičiuota naudojant lygiavertės dozės galios matavimų rezultatus, gautų gydytojas, per metus atlikęs 300 koronarų angioplastikos ir stentavimo procedūrų. Šio gydytojo kojos didžiausia prognozuojama dozė būtų apie 97,4 mSv, rankos – 5,9 mSv. Pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus didžiausios rankos apšvitos dozės: riešo – 89 mSv, piršto – 99 mSv (3 lentelė).

Prognozuojant metines apšvitos dozės pagal lygiavertės dozės galios matavimo rezultatus, reikėtų atsižvelgti į tai, kad darbo vietų stebėsenos rezultatai gaunami atliekant matavimus skirtingomis sąlygomis, pavyzdžiui: naudojami įvairūs fantomai, įvairių dydžių ir švino ekvivalentų apsaugos, įvairi rentgenoskopijos įranga ir pan. Visos šios sąlygos skirtingų procedūrų metu gali labai kisti, todėl lygiavertės dozės galia šalia paciento taip pat yra kintamas dydis. Gauti rezultatai rodo, kad įvertinti akių ir galūnių gaunamas apšvitos dozės, naudojant darbo vietose atliktus lygiavertės dozės galios matavimo rezultatus, galima tik apytiksliai, tai yra būtina remtis konservatyvumo principu.

3 lentelė. Prognozuojamos intervencinės radiologijos ir kardiologijos gydytojų, atliekančių tam tikras procedūras, metinės akių ir galūnių lygiavertės dozės

Procedūrų		Prognozuojama metinė apšvitės dozė, mSv							
		pagal išmatuotą lygiavertę dozės galią, mSv			pagal išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus, mSv				
pavadinimas	skaičius per metus	galvos lygyje	juosmens lygyje	kojų lygyje	H _p (3)	H _p (10) _{virš}	H _p (0,07) _{nešas}	H _p (0,07) _{pirštas}	H _p (0,07) _{koja}
Koronarų angioplastika, stentavimas	300	5,3	5,9	97,4	11,7	16,5	88,6	98,6	20,6
Galvos kraujagyslių angiografija, stentavimas	100	2,7	3,0	49,2	5,9	8,3	44,8	49,8	10,4
Stent-grafto implantavimas	50	2,8	3,1	51,0	6,2	8,7	46,8	52,0	10,9
Stimulatoriaus implantavimas	100	0,7	0,8	13,2	1,6	2,2	12,0	13,4	2,8

IŠVADOS

1. Naudojant per vieną mėnesį išmatuotus individualiosios dozės ekvivalentus, prognozuojama didžiausia gydytojo akies lęšiuko metinė lygiavertė dozė buvo apie 10,7 mSv, rankos – 154 mSv, riešo – 158 mSv, kojos – 29 mSv. Prognozuojama didžiausia operacinės slaugytojo akies lęšiuko metinė lygiavertė dozė buvo apie 2,9 mSv, rankos – 4,5 mSv, kojos – 8,7 mSv. Gauti rezultatai rodo, kad nustatytos ribinės dozės neviršijamos.

2. Naudojant darbo vietose atliktus lygiavertės dozės galios matavimo rezultatus, darbuotojų akių ir galūnių gaunamas apšvitės dozės įvertinti galima tik apytiksliai (t. y. šie rezultatai gali būti naudojami tik konservatyviai vertinant gautas apšvitės dozės).

3. Apskaičiuotas rankos riešo ir piršto individualiosios dozės ekvivalento santykis kito nuo 0,37 iki 4,6, vidutinis – 1,06. Tai rodo, kad tik kai kurių intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūrų metu darbuotojų galūnių apšvitę galima vertinti, matuojant individualiosios dozės ekvivalentą dozimetru pritvirtintu ant rankos riešo.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Lietuvos higienos norma HN 73:2018 „Pagrindinės radiacinės saugos normos“, patvirtinta Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro 2001 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. 663 „Dėl Lietuvos higienos normos HN 73:2018 „Pagrindinės radiacinės saugos normos“ patvirtinimo“.

2. Radiacinės saugos centro direktoriaus 2015 m. liepos 24 d. įsakymas Nr. V-53 „Dėl Radiacinės saugos centro direktoriaus 2007 m. lapkričio 16 d. įsakymo Nr. 63 „Dėl Darbuotojų apšvitės ir darbo vietų stebėsenų atlikimo taisyklių patvirtinimo“ pakeitimo“.

3. Radiacinės saugos centro direktoriaus 2016 m. gruodžio 27 d. patvirtintos „Akies lęšiuko gautos lygiavertės dozės įvertinimo rekomendacijos ir akių apsauginės priemonės“.

PRIEDAS

1 lentelė. Intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūrose dalyvaujančių operacinės slaugytojų ir radiologijos technologų akių ir galūnių individualiosios dozės ekvivalentai išmatuoti per vieną mėnesį

Darbuotojo kodas	Išmatuotas individualiosios dozės ekvivalentas, mSv			Procedūrų skaičius	Rentgenoskopijos trukmė (sek)
	H _p (3)	H _p (10) _{pirštai}	H _p (0,07) _{koja}		
68	0,47	--	0,70	54	21618
67	0,43	--	0,68	43	15960
78	0,39	--	0,31	7	2738
63	0,29	--	0,95	51	21018
91	0,24	0,36	0,44	25	7442
65	0,23	--	0,15	44	19890
69	0,23	--	0,55	36	11124
62	0,20	--	0,21	58	23376
14	0,19	0,30	0,10	34	12618
83	0,19	0,19	0,29	45	1503
66	0,17	--	0,15	10	6324
1	0,14	0,29	0,08	22	9930
64	0,14	--	0,34	36	15210
103	0,13	0,23	0,18	18	6539
3	0,12	0,10	<0,08	8	9318
2	0,10	0,17	<0,08	10	4074
93	0,10	--	--	60	3282
7	0,08	0,16	<0,08	18	15762
49	<0,08	0,16	<0,08	1	188
89	<0,08	0,25	0,19	62	15506
13	<0,08	0,18	0,09	37	12932
8	<0,08	0,09	<0,08	14	5076
36	<0,08	0,11	<0,08	17	2982
39	<0,08	--	0,11	1	2095
53	<0,08	0,11	<0,08	1	184
90	<0,08	<0,08	<0,08	27	9903
92	<0,08	<0,08	<0,08	25	6737
80	<0,08	--	<0,08	6	941
48	<0,08	--	<0,08	3	547

2 lentelė. Intervencinės radiologijos ir kardiologijos procedūras atliekančių gydytojų akių ir galūnių individualiosios dozės ekvivalentai išmatuoti per vieną mėnesį

Darbuotojo kodas	Išmatuotas individualiosios dozės ekvivalentas, mSv			Procedūrų skaičius	Rentgenoskopijos trukmė, sek
	H _p (3)	H _p (0,07) _{pirštai}	H _p (0,07) _{koja}		
101	1,79	6,4	1,18	55	32065
44	1,69	7,71	0,33	44	16604
58	1,17	2,59	0,19	89	36798
4	1,09	1,97	0,19	41	23892
85	1,09	13,92	3,10	52	17316
96	0,96	0,85	0,05	137	39403
45	0,89	3,54	0,44	14	4077
46	0,80	12,85	0,43	22	11987
95	0,75	2,00	1,48	100	25082
59	0,74	7,57	0,54	37	710
35	0,71	5,19	0,13	22	9977
72	0,61	2,50	0,88	18	14782
73	0,51	0,56	0,22	28	13542
56	0,45	1,12	0,53	56	23316
84	0,40	5,73	2,51	40	10673
97	0,40	1,03	0,34	27	11647
60	0,32	3,76	0,31	24	762
5	0,29	1,32	0,12	34	32184
81	0,27	0,92	1,15	38	1656
77	0,23	0,54	0,19	34	12030
61	0,21	3,02	0,11	13	442
82	0,19	1,05	0,64	37	895
70	0,11	0,73	<0,08	6	2232
76	0,11	0,25	0,11	11	4430
9	0,09	1,27	<0,08	10	5121
71	0,09	0,22	<0,08	7	2622
57	<0,08	0,09	<0,08	51	27168
74	<0,08	0,23	<0,08	15	1108
12	<0,08	0,40	<0,08	22	5626
6	<0,08	0,38	<0,08	8	822
88	<0,08	<0,08	<0,08	15	2468
87	<0,08	<0,08	<0,08	23	5450
86	<0,08	<0,08	<0,08	15	2948
100	<0,08	<0,08	<0,08	31	13945
55	<0,08	–	<0,08	68	17166

3 lentelė. Žiedo formos dozimetru ir dozimetru ant riešo išmatuoti individualiosios dozės ekvivalentai ir jų santykis

Darbuotojo kodas	Procedūrų skaičius	Išmatuotas individualiosios dozės ekvivalentas, mSv		Dozių santykis
		$H_p(0,07)_{riešas}$	$H_p(0,07)_{pirštas}$	
Intervencinės radiologijos ir kardiologijos gydytojai				
24	1	2,39	0,52	4,60
30	2	1,44	0,71	2,03
29	7	0,58	0,43	1,35
15	3	0,64	0,51	1,25
20	1	0,94	0,75	1,25
42	3	1,3	1,11	1,17
39	1	0,44	0,39	1,13
23	3	7,41	7,27	1,02
28	5	0,53	0,54	0,98
17	1	0,33	0,37	0,89
35	22	4,24	5,19	0,82
31	3	0,17	0,23	0,74
9	10	0,81	1,27	0,64
33	3	0,55	0,87	0,63
34	1	0,23	0,41	0,56
12	22	0,21	0,40	0,53
19	3	0,55	1,09	0,50
32	1	0,34	0,77	0,44
18	4	<0,08	0,14	–
16	3	<0,08	0,18	–
21	2	<0,08	<0,08	–
Operacinės slaugytojai ir radiologijos technologai				
22	3	0,93	1,21	0,77
13	37	0,1	0,18	0,56
14	34	0,11	0,30	0,37
36	17	<0,08	0,11	–
25	5	<0,08	<0,08	–
27	4	<0,08	<0,08	–
26	8	<0,08	<0,08	–