

RĪGAS STRADIŅA UNIVERSITĀTE

Linda Matisāne

**JONIZĒJOŠAIS STAROJUMS KĀ DARBA VIDES
RISKA FAKTORS VESELĪBAS APRŪPĒ LATVIJĀ –
SASLIMSTĪBA AR ĻAUNDABĪGAJIEM
AUDZĒJIEM**

Specialitāte – aroda medicīna

Promocijas darba kopsavilkums

**Darba zinātniskais vadītājs:
Profesore, Dr.hab.med. Maija Eglīte**

Rīga, 2008

Promocijas darbs izstrādāts Rīgas Stradiņa Universitātes Darba drošības un vides veselības institūtā, sadarbojoties ar Oksfordas Universitātes Veselības zinātņu institūtu (*the Institute of Health Sciences*).

Darba zinātniskie konsultanti:

- *Lucy Carpenter* (Oksfordas Universitāte);
- *Dr. Kate Venables* (Oksfordas Universitāte).

Darbs tika izstrādāts ar OSI/Chevening stipendiju shēmas atbalstu, kas ļāva daļu darba izstrādāt Oksfordas Universitātes Veselības zinātņu institūtu (*the Institute of Health Sciences*).

Oficiālie recenzenti:

Dr. med. profesors Ģirts Briģis, Rīgas Stradiņa universitāte

Dr. chem. Gunta Ķizāne, Latvijas Universitāte

Dr. med. Rita Raškeviciene, Kauņas Medicīnas universitāte

Ar promocijas darbu var iepazīties Rīgas Stradiņa universitātes bibliotēkā un mājas lapā:
www.rsu.lv

Rīgas Stradiņa universitātes promocijas padomes sēde notiks:

2008.gada 8.oktobrī plkst 15⁰⁰ Rīgas Stradiņa universitātes Hipokrāta auditorijā,
Dzirčiema ielā 16, Rīgā.

Problēmas aktualitāte

Aroda etioloģijas ļaundabīgie audzēji jau izsenis ir bijuši zinātnieku uzmanības centrā, jo kancerogēno vielu (aģentu) koncentrācijas (ekspozīcijas līmeņi) darba vidē ir bijušas daudz augstākas nekā apkārtējā vidē. Turklāt pētījumu grupas ir viegli definējamas, tādēļ ekspozīcijas dati ir vieglāk iegūstami.

Rentgenstaru atklāšana 1895.gadā, ko paveica Vilhelms Konrāds Rentgens (*Wilhelm Conrad Röntgen*) (1845-1923) Vircburgas (*Würzburg*) Universitātē Vācijā, un radioaktivitātes atklāšana 1896.gadā, ko paveica Anrī Bekerels (*Henri Becquerel*) (1852-1908), izraisīja jonizējošā starojuma plašu pielietošanu dažādās tautsaimniecības nozarēs, no kurām izmantošana medicīnā attīstījās visstraujāk. Mūsdienās rentgenstarojumu un dažādus jonizējošā starojuma avotus visā pasaulē plaši pielieto gan diagnostikā (piemēram, rentgenogrāfijā, rentgenoskopijā, kodolmedicīnā u.c.), gan ārstniecībā (teleterapijā, brahiterapijā u.c.).

Pirmie veselības traucējumi, kas attīstījās pēc atkārtotas un ilgstošas jonizējošā starojuma iedarbības, tika novēroti drīz pēc jonizējošā starojuma atklāšanas – tie bija akūti audu bojājumi (lokāla galvas matu izkrišana situācijā, kad cauri galvai mēģina saskatīt monētu). Nedaudz vēlāk tika novērotas sāpīgas un apsarkušas acis pēc ilgstošiem eksperimentiem. Četrus gadus pēc V.K.Rentgena atklājuma tika aprakstīts roku ādas vēzis cilvēkiem, kas strādāja ar jonizējošo starojumu, vietās, kur sākotnēji bija hronisks dermatīts. Pirmo reizi paaugstināta mirstība radiologu vidū no asinsrades orgānu ļaundabīgajiem audzējiem tika aprakstīta jau daudz vēlāk – tikai pagājušā gadsimta četrdesmitajos gados. Šobrīd jonizējošais starojums ir pieskaitāms pie 1.grupas aģentiem – nepārprotami kancerogēniem cilvēkam (atbilstoši Starptautiskās vēžu pētniecības aģentūras – *International Agency for Research on Cancer* klasifikācijai).

Epidemioloģiskie pētījumi par radiologiem, kas strādāja agrīnajā rentgenoloģijas attīstības periodā, sniedz pietiekamus pierādījumus, ka lielu jonizējošā starojuma dozu iedarbība var izraisīt gan asinsrades orgānu ļaundabīgos audzējus, gan citu orgānu ļaundabīgās slimības. Tajā pašā laikā, darba vidē ieviešot dažādus aizsardzības pasākumus, saņemtās jonizējošā starojuma dozas ir izteikti samazinājušās (no daudziem zīvertiem, ko saņēmuši radiologi agrīnajā periodā, līdz mazāk par 1,5 mSv). Pasaulē ir veikti tikai seši neatkarīgi pētījumi par ļaundabīgo audzēju saistību ar jonizējošo starojumu veselības aprūpē nodarbināto vidū, taču šo pētījumu būtisks trūkums ir individuālo dozimetrisko datu trūkums, kas neļauj veikt devas-atbildes reakcijas (*dose-response*) analīzi. Minēto iemeslu dēļ Latvijā tika veikts retrospektīvs kohortas pētījums, kas balstīts uz vienotas eksponēto nodarbināto datu bāzes izmantošanu.

Darba galvenie mērķi un uzdevumi

Mērķis:

- novērtēt darba vidē esošā jonizējošā starojuma radīto risku Latvijas veselības aprūpē nodarbinātajiem un analizēt saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem eksponēto veselības aprūpes nodarbināto vidū.

Uzdevumi:

- apkopot datus par saņemtajām jonizējošā starojuma dozām veselības aprūpē;
- apkopot pasaulē publicētos darbus par saslimstību un mirstību ar ļaundabīgajiem audzējiem eksponēto veselības aprūpē nodarbināto vidū;
- izpētīt, vai Latvijā raksturīgās darba vides jonizējošā starojuma dozas paaugstina veselības aprūpē nodarbināto risku saslimt ar ļaundabīgajiem audzējiem, tādējādi ļaujot novērtēt īstenoto darba aizsardzības pasākumu efektivitāti;
- identificēt eksponēto nodarbināto riska grupas attiecībā uz ļaundabīgo audzēju attīstību;
- salīdzināt iegūtos Latvijas pētījuma rezultātus ar citās valstīs veiktajiem pētījumiem.

Praktiskais pielietojums

Padomju Savienības laikā un agrīnajos neatkarības gados visi dati tika uzglabāti personāla individuālajās kartiņās rakstiskā veidā (sākotnēji kartiņas glabājās Paula Stradiņa klīniskās slimnīcas dozimetriskajā nodaļā, vēlāk - Radiācijas drošības centrā). Šī pētījuma laikā visa pieejamā informācija tika datorizēta, izveidojot un pēc tam arī attīrot sākotnējo datu bāzi. Nepieciešams atzīmēt, ka datu uzglabāšanas mērķis bija novērtēt un apkopot apstarojuma dozas katram individuālajam nodarbinātajam, tādēļ pārējā informācija atsevišķos gadījumos bija nepilnīga vai neprecīza. Šis ir pirmais mēģinājums, kad Latvijas jonizējošajam starojumam pakļauto nodarbināto reģistrā pieejamie dati tika izmantoti retrospektīva epidemioloģiska pētījuma veikšanai.

Lielākā daļa no pasaulē veiktajiem pētījumiem, kas izvērtē darba vidē esošā jonizējošā starojuma iedarbību uz ļaundabīgo audzēju attīstību eksponētajiem nodarbinātajiem, analizē vai nu tikai datus par vīriešiem vai arī pārsvarā datus par vīriešiem, tāpēc secinājumi par ļaundabīgajiem audzējiem veselības aprūpē nodarbināto sieviešu vidū galvenokārt ir balstīti uz ASV pētījuma rezultātiem. Latvijā veiktais pētījums sniedz papildus datus par saslimstību sieviešu vidū, it īpaši papildus datus par dzimumspecifiskajiem audzējiem. Līdzīgi papildus dati tiek sniegti par sakarību starp saņemtā jonizējošā starojuma dozu un ļaundabīgo audzēju attīstības risku.

Papildus tam jāatzīmē, ka dati no literatūras apkopojuma izmantoti ietekmes uz vidi novērtējumā divu jaunu radioaktīvo tvertņu un lietoto slēgto starojuma avotu ilgtermiņa glabātavas izbūvei radioaktīvo atkritumu glabātavā “Radons”, kas tika sagatavots 2005.gadā. Paraleli šai novērtējumā tika analizēta arī saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem Baldones pilsētā ar lauku teritoriju.

Kopumā pētījuma laikā un promocijas darba sagatavošanas laikā Linda Matisāne ir kļuvusi par vienas grāmatas līdzautori:

1. M.Eglīte, L.Matisāne, I.Vanadziņš. Darba apstākļi un riski Latvijā. Rīga: A/S Inspecta Latvia, 2007.- 220 lpp. (sadaļa “Veselības un sociālās aprūpes nodarbināto darba apstākļi un riski Latvijā” – 33 lapa, iekļauta publikācijas pielikumā CD).

Darba rezultāti ir prezentēti 3 starptautiskās un 3 Latvijas konferencēs. Par promocijas darba tēmu publicēti 6 raksti citējamajos žurnālos un publikācijās un sagatavotas 11 konferenču tēzes:

Raksti

1. M.Avota, M.Eglīte, L.Matisāne, I.Jēkabsons, E.Čurbakova, I.Vanadziņš, Z.Podniece. Objektīvie un subjektīvie dati par saslimstību ar arodslimībām veselības aprūpes darbinieku vidū Latvijā, *Medicina truda i promishlennaja ekologija*, 2002, 3, 33-37 (krievu valodā);
2. P.Boffetta, L.Matisāne, K.A.Mundt, L.D.Dell. *Meta-analysis of studies of occupational exposure to vinyl chloride in relation to cancer mortality*. *Scand J Work Environ Health*, 2003, 29(3):220-229.
3. N.Kurjāne, T.Farbtuha, L.Matisāne. Labdabīgie un ļaundabīgie audzēji Černobiļas avārijas seku likvidētājiem no Latvijas. RSU 2003.gada Zinātniskie raksti; 2003; Rīga, RSU, 285.-289.lpp.
4. L.Matisāne, L.Carpenter, K.Venables. *Female All Cancer Incidence in Medical Radiation Workers in Latvia, 1982-2002*. RSU 2004. gada Zinātniskie raksti; 2004; Rīga, RSU, 199.-202.lpp.
5. M.Eglīte, T.Zvagule, J.Reste, I.Bukovska, E.Čurbakova, L.Matisāne. Černobiļas AES seku likvidētāju saslimstība ar onkoloģiskajām slimībām laika periodā no 1990.līdz 2004.gadam. RSU 2005.gada Zinātniskie raksti; 2005; Rīga, RSU, 40.-46.lpp.

Tēzes

1. L.Matisāne, M.Avota, I.Lūse, B.Aulika. Elektromagnētiskais lauks kā kaitīgais arod faktors medicīnas darbiniekiem. RSU 2000.gada Medicīnas nozares zinātniskā konferences tēzes, 2000, Rīga, RSU, 101.lpp.
2. M.Avota, M.Eglīte, L.Matisāne. Medicīnas darbinieku saslimstība un tās saistība ar darba vides kaitīgajiem faktoriem – Latvijas pieredze. Pasaules latviešu ārstu 4.kongresa tēzes, 2001, Rīga, 38.-39.lpp.
3. N.Kurjāne, L.Matisāne, A.Stengrēvics, E.Čurbakova. Saslimstība ar vairogdziedzera vēzi Černobiļas avārijas seku likvidētājiem Latvijā. Pasaules latviešu ārstu 4.kongresa tēzes, 2001, Rīga, 106.-107.lpp.
4. R.Mangule, L.Matisāne. Kaitīgo arod faktoru ietekme uz darba spējām Rīgas stacionāros strādājošām vecmātēm. RSU 2003. gada Medicīnas nozares zinātniskā konferences tēzes, 2003, Rīga, RSU, 79.lpp.
5. A.Skujīņa, A.Zaļkalne, L.Matisāne. Radona koncentrācija darba vidē. RSU 2003. gada Medicīnas nozares zinātniskā konferences tēzes, 2003, Rīga, RSU, 80.lpp.
6. L.Matisāne. *Use of the database of workers occupationally exposed to ionising radiation as a tool for workplace risk assessment*. Abstracts of 4th International Symposium "Quality in Occupational Health", Tartu, Estonia, 5-6 February, 2004, p.93-94.
7. L.Matisāne, M.Eglīte. Jonizējošā starojuma gada vidējās efektīvās dozas izmaiņas medicīnas darbiniekiem Latvijā (1972-2002). RSU 2004.gada Medicīnas nozares zinātniskā konferences tēzes, 2004, Rīga, RSU, 66.lpp.
8. L.Matisāne, M.Eglīte. *Cancer incidence in female health care workers occupationally exposed to ionising radiation, 1982 – 2002*. Abstracts of 3rd Nordic Conference in Epidemiology, Kuopio, Finland, June 17-19, 2004, p.66.
9. L.Matisāne. *Cancer incidence in female health care workers occupationally exposed to ionising radiation, 1982 – 2002*. 51st Annual Meeting of the Health Physics Society,

- June 25-29, 2006, Providence, Rhode Island.
<http://birenheide.com/hps/2006program/singleession.php3?sessid=P>
10. L.Matisāne. Jonizējošā starojuma kā darba vides riska faktora izplatība Latvijā. RSU 2007.gada zinātniskās konferences tēzes, 2007, Rīga, RSU, 114.lpp.
 11. L.Matisāne. Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem radioaktīvo atkritumu glabātavas "Radons" apkārtnē dzīvojošo iedzīvotāju vidū. RSU 2007.gada zinātniskās konferences tēzes, 2007, Rīga, RSU, 197.lpp.

Promocijas darbs satur ievadu, 7 nodaļas, secinājumus un 3 tabulu pielikumus. Tekstā iekļauti 4 grafiki un 19 tabulas. Darbā ir 179 lapas ar 136 atsaucēm uz izmantoto literatūru.

Literatūras apskata kopsavilkums

Lai gan jonizējošais starojums ir plaši pazīstams kancerogēns, mūsdienās rentgenstarojums un dažādi jonizējošā starojuma avoti tiek plaši pielietoti veselības aprūpē (IARC, 2000). Domājams, ka aptuveni 2,32 miljoni ārstu, medicīnas māsu, rentgenlaborantu, sanitāru u.c. specialitāšu pārstāvju visā pasaulē darba vidē ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai, sastādot lielāko darbinieku grupu, kuri ir pakļauti cilvēku radīto jonizējošā starojuma avotu iedarbībai (vidēji aptuveni 50%, bet atsevišķās valstīs līdz pat 95%) (UNSCEAR, 2000a).

Veicot diagnostiskās un ārstnieciskās procedūras, jonizējošā starojuma ietekmei tiek pakļauti ne tikai pacienti, bet arī personāls (tehniskais darbinieki un ārstniecības darbinieki). Līdzīgi kā iedarbojoties uz pacientiem, ietekmi uz darbiniekiem var iedalīt pēc jonizējošā starojuma pielietojuma veida - diagnostiskajās procedūrās, kuru laikā galvenokārt iespējama rentgenstarojuma iedarbība, un terapeitiskajās procedūrās, kuru laikā darbinieki galvenokārt var tikt pakļauti γ -starojuma un β -starojuma, bet retāk arī neitronu iedarbībai. Parasti tehniskie darbinieki un ārstniecības personāls vienas procedūras laikā saņem mazākas jonizējošā starojuma devas nekā pacienti, jo jonizējošā starojuma avots ir atdalīts ar aizsargājošo ekrānu palīdzību, kā arī līdz minimumam ir samazināts ekspozīcijas ilgums un lielāks attālums (IARC, 2000). Minēto iemeslu dēļ katras procedūras laikā personāla saņemtā staru deva ir neliela, saņemtais starojums ir izkliedēts (t.i. tiek saņemts sekundārais starojums), tāpēc darbinieki tiek sistemātiski pakļauti plašai visa ķermeņa apstarošanai (Nemiro, 1983). Minētā iemesla dēļ visi darbinieki, kuri darba vietās tiek vai var tikt pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai, tiek regulāri monitorēti ar individuālo dozimetru palīdzību, tādējādi nodrošinot efektīvāku pārbaudi ar mērķi noskaidrot, vai darbinieku aizsardzība ir pietiekama. Saņemtās starojuma devas tiek regulāri noteiktas, reģistrētas un uzskaitītas atbilstoši katrā konkrētajā valstī spēkā esošajiem normatīvajiem aktiem. Latvijā šādi dati tiek apkopoti Latvijas jonizējošajam starojumam pakļauto darbinieku reģistrā, kuru uztur Radiācijas drošības centrs.

Šobrīd pasaulē ir pieejami divi galvenie literatūras avoti – pētījumi, kas ļauj salīdzināt dozimetriskos datus par darba vidē saņemtajām jonizējošā starojuma devām (apkopojumu skatīt promocijas darbā, kopsavilkumā izmantoti Latvijas pētījuma datu interpretācijā):

- Apvienoto Nāciju Jonizējošā starojuma iedarbības zinātniskā komiteja (*the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation – UNSCEAR*) reizi piecos gados publicē ar jonizējošo starojumu saistīto visā pasaulē publicēto datu izvērtējumu un apkopojumu par datiem visā pasaulē (UNSCEAR, 2000a; UNSCEAR, 2000b);
- Eiropas pētījums par jonizējošā starojuma ekspozīciju darba vidē (*the European Study of Occupational Radiation Exposure – ESOREX*), kurš veikts 1997.gadā un 2000.gadā.

Ar mērķi novērtēt ilgstošu mazu un fracionētu jonizējošā starojuma dozu iedarbību uz veselības aprūpes darbinieku veselību, pasaulē ir veikti un publicēti vairāki pētījumi. Kopumā tika identificēti astoņi neatkarīgi veikti pētījumi – Lielbritānijā un Īrijā (viens kopīgs pētījums), 3 pētījumi ASV (radiācijas tehniķi, radiologi un ASV armijas radiācijas tehniķi), Japānā, Ķīnā, Dānijā, Kanādā, Somijā un Bulgārijā. Papildus tam tika atlasīti arī vairāki gadījumu-kontroles pētījumi, kā arī uz dažādiem reģistriem balstītie pētījumi, kuru rezultāti ir ietekmē promocijas darba rezultātu interpretāciju.

Jonizējošais starojums veselības un sociālajā aprūpē mūsdienās tiek izmantots arvien plašāk, jo regulāri tiek ieviestas arvien jaunas diagnostikas un ārstniecības metodes. Tā pēdējo gadu desmitu laikā arvien pieaug dažādu izmeklējumu skaits, kuros jonizējošā starojuma kontrolē pacienta organismā tiek ievadīta adata, un šo izmeklējumu laikā jonizējošā starojuma iedarbībai ir pakļauts liels skaits medicīnas iestāžu personāla. Lai gan šobrīd datu un informācijas nav, tomēr domājams, ka šie ekspozīcijas veidi būtiski atšķiras no agrīnajos periodos saņemtām jonizējošā starojuma dozām, līdz ar to iespējams arī atšķiras veselības efekti (Yoshinaga, 2004). Kaut gan šobrīd medicīniskās iekārtas tiek izgatavotas tā, lai tiktu pielietotas visefektīvākās un modernākās aizsardzības metodes, tomēr gan šī pētījuma rezultāti, gan pasaulē veikto pētījumu apkopojums norāda uz nepieciešamību turpināt un paplašināt pētījumus par saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem to veselības aprūpes nodarbināto vidū, kuri darba vidē ir pakļauti hroniskai, fracionētai mazu jonizējošā starojuma dozu iedarbībai.

3. Materiāli un metodes

3.1. Jonizējošā starojuma darba vidē izplatības novērtēšana

Jonizējošā starojuma kā darba vides riska faktora izplatības noskaidrošanā tika analizēti Eiropas Sociālā fonda līdzfinansētās nacionālās programmas “Darba tirgus pētījumi” projekta “Labklājības ministrijas pētījumi” ietvaros veiktā pētījuma “Darba apstākļi un riski Latvijā” aptauju – Latvijas iedzīvotāju, darba devēju, viņu pārstāvju (darba aizsardzības speciālistu), kā arī nodarbināto un īpaši aizsargājamo un sociāli atstumto grupu aptaujas, dati.

Darba devēju aptauja

Mērķa grupa bija darba devēji Latvijā, t.i., uzņēmumu īpašnieki vai augstākā līmeņa vadītāji. Kā pētījuma metode tika izvēlēta specializēta darba devēju aptauja (Ad hoc) visā Latvijā, bet aptaujas metode bija datorizētās telefona intervijas (*Computer Assisted Telephone Interviews (CATI)*) pēc respondenta izvēles - latviešu vai krievu valodā. Pētījuma izlase tika veidota, izmantojot kombinētu izlases veidošanas metodi – kvotu un stratificētās nejaušās atlases metodi. Ģenerālais kopums bija aptuveni 54 600 uzņēmumi (iestādes) visā Latvijā (Centrālās statistikas pārvaldes dati, 2005.gada decembris), bet izlases lielums bija 1058 uzņēmumi (iestādes) visā Latvijā (ģenerālajam kopumam reprezentatīva izlase). Datu apstrādē tika izmantota programma SPSS 11.5 for Windows.

Nodarbināto aptauja

Mērķa grupa bija darba ņēmēji un pašnodarbinātie Latvijā. Par pētījuma metodi tika izvēlēta specializēta darba ņēmēju un pašnodarbināto aptauja (Ad hoc) visā Latvijā, bet aptaujas metode bija datorizētās tiešās intervijas (*Computer Assisted Personal Interviews (CAPI)*) respondentu dzīves vietā pēc izvēles - latviešu vai krievu valodā. Pētījuma izlase tika veidota, izmantojot kombinētu izlases veidošanas metodi – kvotu un stratificētās nejaušās atlases metodi. Ģenerālais kopums bija aptuveni 1 400 000 darba ņēmēju un pašnodarbināto visā Latvijā (Centrālās statistikas pārvaldes dati, 2005. gada decembris), bet izlases lielums

bija 2520 darba ņēmēju un pašnodarbināto visā Latvijā, no tiem 2455 – darba ņēmēji un 65 – pašnodarbinātie (ģenerālajam kopumam reprezentatīva izlase). Datu apstrādē tika izmantota programma SPSS 11.5 for Windows.

3.2. Ekspozīcijas un saslimstības novērtējums un analīze

Pētījuma populācija – pētījumā iekļaujamo personu identifikācija

Retrospektīva kohortas pētījuma populācija ir nodarbinātie veselības aprūpē, kas:

1. strādājuši vai nu poliklīnikās vai slimnīcās;
2. darba vidē ir bijuši pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai Latvijā;
3. vismaz 1 gadu un 1 dienu bijuši reģistrēti Latvijas jonizējošajam starojumam pakļauto nodarbināto reģistrā laika posmā no 1972.gada līdz 2002.gada 1.janvārim;
4. strādāja par diagnostikas vai terapeitiskajiem radiologiem (augstākā medicīniskā izglītība), radiācijas tehniķi (piemēram, rentgenlaboranti, feldšeri), medicīnas māsas, sanitāri.

1972.gads kā iekļaušanas kritērija sākums tika izvēlēts, jo šajā gadā Latvijā tika ieviesta jauna jonizējošā starojuma ekspozīcijas monitoringa sistēma, kas balstīta uz termoluminescento dozimetriju. Kopumā laika posmā no 1972.gada līdz 2002.gada 1.janvārim Latvijas jonizējošajam starojumam pakļauto nodarbināto reģistrā reģistrētas 2287 personas, no kurām 413 jeb 18,06% bija reģistrēti kā radiologi, 913 jeb 39,92% - radiācijas tehniķi (piemēram, rentgenlaboranti, feldšeri), 511 jeb 22,34% - medicīnas māsas, 231 jeb 10,10% - zobārsti, 175 jeb 7,65% - sanitāri, 44 jeb 1,93% - citi vai informācija nav pieejama. Reģistrēto personu grupā 1976 bija sievietes (86,40%) un 311 vīrieši (13,60%). Tālākajā analīzē netika iekļauta daļa cilvēku, kas atbilda neiekļaušanas kritērijiem (piemēram, darbs tikai militārās ārstniecības iestādēs, zobārstniecība u.c.).

Personu izsekošana (*follow-up*)

Personas, kas tika iekļautas kohortas pētījumā, tika “izsekotas”, ar mērķi noteikt viņu dzīves statusu (dzīvs /miris) no pirmā reģistrācijas brīža Latvijas jonizējošajam starojumam pakļauto nodarbināto reģistrā līdz personas nāvei, emigrācijai vai pētījuma beigām (2002.gada 31.decembrim), kurš no minētajiem notika pirmais. Dzīves status un trūkstošie personas kodi tika pārbaudīti Pilsonības un migrācijas lietu pārvaldes Iedzīvotāju reģistrā. Šis Iedzīvotāju reģistrs satur informāciju par uzvārdu (iepriekšējiem uzvārdiem, ja šie uzvārdi ir mainījušies), vārdu (vārdiem), personas kodu, dzimšanas datiem, dzimšanas vietu, sasaisti ar citiem ģimenes locekļiem (piemēram, bērniem, vecākiem u.c.) un arī dzīves vietu.

Galvenās problēmas, kas saistītas ar personu “izsekošanu” bija sekojošas:

- izmaiņas personas datus (piemēram, uzvārdu maiņa sievietēm apprecoties; ņemot vērā, ka šī pētījuma grupa pamatā sastāvēja no sievietēm, šī bija viena no būtiskākajām problēmām);
- neprecizitātes vārdos un uzvārdos (piemēram, nesistemātiskas drukas kļūdas, neskaidrs rokraksts u.c.);
- labi zināmās problēmas ar dažādiem vārdu un uzvārdu variantiem dažādās valodās (piemēram, Irēna – latviešu vārds, Irīna – krievu vārds);
- konsekvences trūkums uzvārdu rakstīšanā ar latīņu burtiem un kirilicā (“tulkošanā” no krievu uz latviešu valodu un pretējā virzienā (Iedzīvotāju reģistrā Jakovļevskaja latīņu burtiem var būt rakstīta gan kā Jakovļevska, gan kā Jakovļevskaja).

Kopumā Iedzīvotāju reģistrā tika pārbaudīti 1623 cilvēki, no kuriem dati par 93 personām nebija atrodamī, kas rada 94,58% identificēto personu procentuālo daudzumu (šis

rādītājs ir nedaudz zemāks par citās valstīs veiktajiem pētījumiem (97-99%))(Yoshinaga, 2004). Atbilstoši Iedzīvotāju reģistra datiem 28 cilvēki bija emigrējuši, bet 153 – miruši.

Dozimetriskie dati

Termoluminiscentās dozimetrijas laboratorija veic mērījumus, kas novērtē ārējo saņemto apstarojumu reizi kvartālā un apkopo gada apstarojuma dozu personas individuālajās vēsturēs. Šie mērījumi tika uzsākti 1972.gadā, kad Paula Stradiņa klīniskajā slimnīcā tika izveidota dozimetriskā nodaļa, kas kopš 2000.gada ir iekļauta Radiācijas drošības centra sastāvā. 2002.gada beigās Latvijā no visu dozu uzskaitē pakļauto nodarbināto kopskaita 55% tika nodarbināti medicīnā (t.i. rentgenologi, radiologi, rentgenlaboranti, medicīnas māsas, māsu palīgi u.c. speciālisti, izņemot zobārstniecību un veterināro medicīnu) un 19% zobārstniecībā (RDC, 2003).

Dozu pārrēķināšana

Analizējot situāciju dinamikā, tika secināts, ka nav novērojama lineāra vidējo dozu samazināšanās pa gadiem (kā tas bija paredzams, ņemot vērā uzlabojumus tehnikas, t.sk. aizsardzības pasākumu attīstībā). Tādēļ bija nepieciešams veikt dozu pārrēķināšanu, izmantojot vairāku gadu vidējās vērtības, jo:

1. visas dozas, kas saņemtas līdz 1997.gadam bija reģistrētas mR (milirentgeni), bet pēc 1997.gada - mSv (miliziverti); tas radīja nepieciešamību pārrēķināt visas dozas no mR uz mSv;
2. laika posmā no 1972.gada līdz 2002.gadam tika izmantotas dažādas laboratoriskās procedūras un metodikas saņemtās jonizējošā starojuma dozas noteikšanai.

Būtiskākās izmaiņas tika veiktas laika posmā no 1988.gada beigām līdz 1989.gada beigām un ir saistītas ar aparatūras un procedūras nomaiņu. Tādējādi tika izmantots pārrēķināšanas koeficients, kas nodrošināja iespēju pārrēķināt jonizējošā starojuma dozas, kas reģistrētas pirms 1989.gada. Pārrēķināšanas koeficients tika iegūts sekojoši – tika aprēķināta vidējā vērtība no 1985.gada, 1986.gada, 1987.gada vidējām dozām un vidējā vērtība no 1990.gada, 1991.gada un 1992.gada vidējām vērtībām, kas ļāva noteikt vidējās dozas pirms un pēc pārmaiņām. Attiecība starp augstāk minētajām vidējām vērtībām tika izmantota kā pārrēķināšanas koeficients (izmantotais pārrēķināšanas koeficients - 1,71). Šāda pārrēķināšanas metode tika izmantota pēc konsultācijām ar pētniekiem Oksfordas universitātē, kas veikuši pētījumu mirstību radiologu vidū Lielbritānijā un Īrijā (Berrington, 2001).

Saslimstība ar ļaundabīgiem audzējiem

Individuālie dati par personām, kas iekļauti šī darba pētījuma grupā tika pārbaudīti Latvijas vēža slimnieku reģistrā ar mērķi noskaidrot, vai attiecīgajām personām ir diagnosticēts ļaundabīgais audzējs, kāds audzējs ir diagnosticēts un kad ir bijusi pirmā diagnostika. Pārbaudāmie dati sevī iekļāva vārdu, uzvārdu, tēvavārdu (kur tas bija pieejams), personas kodu (kur tas bija pieejams), dzimšanas datus. Datu bāzē visi gadījumi tika kodēti atbilstoši Starptautiskās slimību klasifikācijas 10.redakcijai; kodu pielāgošana atbilstoši 10.redakcija tika veikta pirms datu ievadīšanas datu bāzē.

Kopumā pētījums sevī iekļāva laika periodu no 1982.gada 1.janvāra līdz 2002.gada 31.decembrim, tādējādi nodrošinot 22 444,58 riska personāgadus (*person years at risk*). Pētījuma laikā tika aprēķināti standartizētie incidences rādītāji (SIR) un 95% ticamības intervāli (TI), izmantojot netiešo standartizācijas metodi. Aprēķiniem tika izmantota statistiskā programma STATA 8 (Stata, 2003).

Lai iegūtu SIR, novēroto (reģistrēto) ļaundabīgo audzēju skaits tika attiecināts pret sagaidāmo ļaundabīgo audzēju skaitu, kas aprēķināts no saslimstības rādītājiem populācijā, ņemot vērā vecuma, dzimuma un kalendārā gada specifiskos saslimstības rādītājus ar ļaundabīgajiem audzējiem, kas bija pieejami no Latvijas vēža slimnieku reģistra (Baltiņš, 2003; LOC, 1994; LOC, 1996; LOC, 1998; LOC, 2002). Gadījumā, ja novērotais ļaundabīgo audzēju skaits ir tuvs sagaidāmajam, tad SIR aptuveni viens. Ja $SIR < 1$, tad sagaidāmais ļaundabīgo audzēju skaits ir lielāks par novēro ļaundabīgo audzēju skaitu, bet, ja $SIR > 1$, tad sagaidāmais skaits ir mazāks par novēroto skaitu (Breslow, 1987).

Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem tika analizēta gan visai pētījuma populācijai kopā, gan izmantojot kumulatīvās dozas, gan izmantojot dažādus rādītājus, kas netieši raksturo ekspozīciju, jo dati par pilnīgu ekspozīciju bija pieejami tikai par tiem nodarbinātajiem, kas sākuši strādāt pēc 1972.gada.

4. Rezultāti

4.1. Jonizējošā starojuma darba vidē izplatības – veikto aptauju dati

Darba devēju aptauja

Atbilstoši pētījuma „Darba apstākļi un riski Latvijā” veiktās darba devēju aptaujas datiem, jonizējošais starojums darba vidē Latvijā uzskatāms par vienu no visretāk izplatītajiem riska faktoriem. Kopumā tikai 32 darba devēji (1,4%) no aptaujātajiem darba devējiem minējuši, ka viņu uzņēmumos nodarbinātie ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai. Visbiežāk šādi respondenti pārstāvēja veselības un sociālās aprūpes nozari (16 respondenti jeb 29,4%).

Nodarbināto aptauja

Lai noskaidrotu nodarbināto viedokli par jonizējošā starojuma izplatību darba vidē Latvijā, nodarbinātajiem aptaujas laikā tika uzdots jautājums: “Sakiet, lūdzu, cik lielā mērā Jūs esat pakļauts jonizējošajam starojumam?” Atbilstoši nodarbināto aptaujas rezultātiem 179 respondenti (7,5%) minējuši, ka kaut kādā mērā darba vidē ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai. 14 respondenti (0,6%) minējuši, ka šim riska faktoram ir pakļauti visu darba laiku, 15 (0,6%) – gandrīz visu darba laiku, 7 (0,3%) - apmēram $\frac{3}{4}$ (75%) no visa darba laika, 11 (0,5%) - apmēram pusi no visa darba laika, 27 (1,1%) - apmēram $\frac{1}{4}$ (25%) no visa darba laika, 105 (4,4%) - gandrīz nekad. Analizējot nodarbināto atbildes pa nozarēm, kurās nodarbinātie strādā, visbiežāk jonizējošais starojums kā riska faktors minēts veselības un sociālās aprūpes nozarē, kur jonizējošā starojuma iedarbību minējis 31 respondents (23,6%). 2 respondenti (1,5%) minējuši, ka šim riska faktoram ir pakļauti visu darba laiku, 2 (1,6%) - apmēram $\frac{3}{4}$ (75%) no visa darba laika, 1 (0,7%) - apmēram pusi no visa darba laika, 10 (7,4%) - apmēram $\frac{1}{4}$ (25%) no visa darba laika, 16 (12,4%) - gandrīz nekad.

4.2. Eksponēto cilvēku saņemtās jonizējošā starojuma dozas

Eksponēto cilvēku skaits

Nodarbinātie veselības un sociālajā aprūpē pieder pie lielākās nodarbināto grupas, kas Latvijā darba vidē ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai. Mainoties ekonomikai Latvijā, dažādos gados šis procentuālais lielums ir mainījies robežās no 74% līdz 87%, un tas sastāda vienu no augstākajiem rādītājiem Eiropas valstīs. Līdzīgs rādītājs ir novērots arī Igaunijā (88% 1997.gadā), bet visaugstākais rādītājs no Eiropas valstīm ir novērots Islandē (96% - 1995.gadā) (Frasch, 1998; Ruga, 1998; LEA, 2002).

Darba vidē eksponēto cilvēku skaits būtiski ir atkarīgs no tehnikas attīstības un jauno tehnoloģiju ienākšanu Latvijā, tomēr precīzi dati par laika posmu pirms 1972.gada nav

pieejami. Nodarbināto skaitu, kuram veikts saņemtās jonizējošā starojuma dozas monitorings laika posmā no 1972.gada līdz 2001.gadam, skatīt 4.2.1.tabulā.

4.2.1.tabula. Monitorēto cilvēku skaits un vidējās efektīvās dozas (reģistrētās un pārrēķinātās) Latvijā, 1972.-2001.

Gads	Monitorēto cilvēku skaits	Reģistrētās vidējās efektīvās dozas* (mSv)	Pārrēķinātās vidējās efektīvās dozas* (mSv)
1972	106	2,85	1,67
1973	92	2,77	1,62
1974	74	4,94	2,89
1975	144	3,60	2,21
1976	202	4,11	2,40
1977	230	3,23	1,89
1978	251	3,04	1,78
1979	275	3,34	1,95
1980	392	4,33	2,53
1981	483	5,48	3,10
1982	711	4,85	2,84
1983	792	4,54	2,65
1984	802	3,82	2,23
1985	800	4,14	2,42
1986	892	3,95	2,31
1987	856	4,32	2,53
1988	858	4,10	2,40
1989	828	2,32	2,32
1990	891	2,41	2,41
1991	887	2,58	2,58
1992	805	2,25	2,25
1993	760	2,25	2,25
1994	694	2,05	2,05
1995	661	2,29	2,29
1996	669	2,11	2,11
1997	660	1,88	1,88
1998	657	1,29	1,29
1999	692	1,31	1,31
2000	713	1,23	1,23
2001	717	1,23	1,23

Saņemtās jonizējošā starojuma dozas

Līdz 1981.gadam kopīga sakarība nav novērojama (skatīt 4.2.1.tabulu), un šim faktam iespējami vairāki skaidrojumi – 1972.gadā tika uzsākta jauna saņemtā jonizējošā starojuma noteikšanas un uzskaites metodika, izmantojot individuālos dozimetrus. Kā pie jebkuras jaunas sistēmas ieviešanas, pirmajos dažos gados nodarbinātie īsti neizprata pareizas individuālo dozimetru lietošanas nosacījumus, kā arī aizsardzības pasākumus, kas izmantojami, lai nodrošinātu pietiekamu aizsardzību pret jonizējošo starojumu darba vidē. Tā kā monitorēto

cilvēku skaits sākotnējos gados bija neliels, tad gadījumā, ja viena vai vairākas noteiktās dozas bija augstas, tad vidējās aprēķinātās efektīvās dozas arī būtiski paaugstinājās.

Augstākā gada vidējā efektīvā doza tika novērota 1981.gadā, turpmākajā dekādē tā pakāpeniski ir samazinājusies un laika posmā no 1997.gada līdz 2001.gadam tā ir bijusi stabila (robežās no 1,23 mSv līdz 1,31 mSv). Atbilstoši UNSCEAR 1990.-1994.gada datiem, gada vidējā efektīvā doza veselības aprūpē pasaulē ir bijusi 0,33 mSv, bet tiem nodarbinātajiem, kuru dozimetri uzrādīja vērtību, kas lielāka par minimālo noteikšanas lielumu (t.i. izmērāmi eksponētajiem – *measurably exposed*), - 1,39mSv (UNSCEAR, 2000a).

Latvijā nav ieviests minimāli nosakāmais lielums, bet kumulatīvo gada dozu sadalījums norāda, ka lielākā daļa veselības un aprūpes nozarē nodarbināto vidēji saņem no 0,5–1 mSv, 1–2 mSv un 2–5 mSv, tādējādi ticamāks salīdzinājums situācijai Latvijā un pasaulē ir salīdzināms ar tiem pasaules datiem, kas apkopoti par dozimetriem, kas uzrādīja vērtību, kas lielāka par minimālo noteikšanas lielumu (izmērāmi eksponētajiem – *measurably exposed*). Gada vidējā doza Latvijā laika posmā no 1990.gada līdz 1994.gadam pārsniedz vidējos datus pasaulē. Kā galvenais iemesls minams salīdzinoši novecojusi tehnoloģija, kas Latvijā tikusi izmantota veselības aprūpes iestādēs, turklāt bieži šis novecojušais aprīkojums izmantots arī 21.gadsimta sākumā (LEA, 2002).

Kā otrs iespējamais skaidrojums minams fakts, ka Latvijā netiek ņemts vērā dabiskā jonizējošā starojuma fons – t.i. daudzās valstīs, lai noteiktu tikai to jonizējošā starojuma dozu, kas saņemta darba vidē, no dozimetra rādītāja tiek atņemts jonizējošā starojuma fons (UNSCEAR, 2000a). Papildus tam jāatzīmē, ka iespējams augstāku jonizējošā starojuma dozu reģistrēšanu ir veicinājuši PSRS laikā spēkā esošie normatīvie akti, kas nodrošināja nodarbinātajiem kompensāciju par darbu kaitīgos apstākļos. Jo kaitīgāki bija darba apstākļi, jo lielāka bija kompensācija (papildus atvaļinājums, īsāka darba diena, agrāks pensionēšanās vecums, piemaksas pie algas u.c.) (Morkunas, 2001).

4.3. Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem

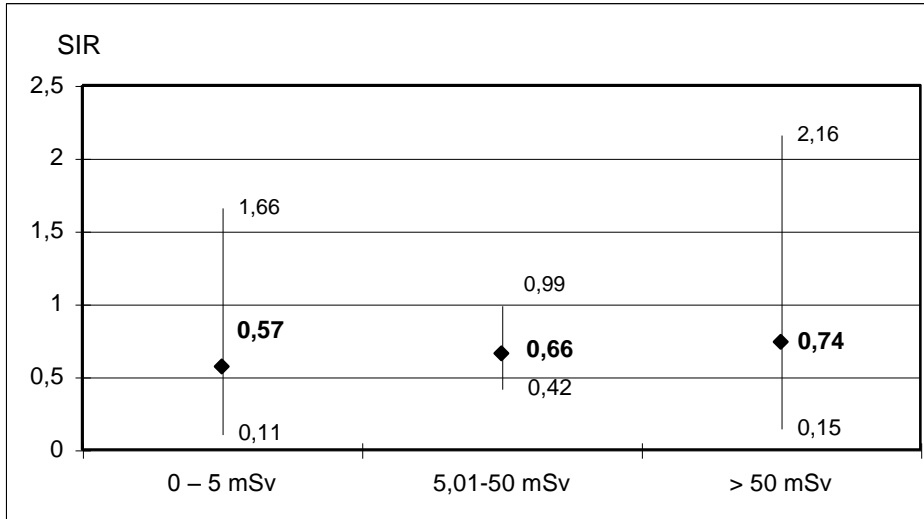
Sievietes

SIR visiem ļaundabīgajiem audzējiem kopā bija 0,76 (70 diagnosticēti ļaundabīgie audzēji, 95% TI 0,59-0,96), kas liecina, ka pārskata periodā pētījuma grupā diagnosticēts mazāks skaits ļaundabīgo audzēju nekā populācijā. Kā vienu no iespējamajiem cēloņiem iespējams var minēt faktu, ka Latvijas pētījumā analizē tika iekļautas arī personas, kas 2002.gadā vēl turpināja savas darba gaitas, kas nozīmē, ka tās ir veselas (regulārās obligātās veselības pārbaudes), kā rezultātā kopējā pētījuma grupa ir veselāka nekā vidēji populācijā. Šī iemesla pēc tika veikta papildus analīze no pētījuma grupas atlasot tās personas, kas 2002.gada 1.janvārī bija jau pabeigušas savas darba gaitas darbā ar jonizējošo starojumu (2 un vairāk kvartālus nebija veiktas individuālās saņemtās jonizējošā starojuma dozas noteikšana un reģistrēšana). Šai grupā bija 831 indivīds un aprēķinātais SIR bija vienāds ar 0,96 (70 reģistrētie ļaundabīgo audzēju gadījumi pret 72,71 sagaidāmajiem ļaundabīgo audzēju gadījumiem, 95% TI 0,75-1,22).

SIR sieviešu grupā, kas pirmo reizi ar jonizējošo starojumu tikušas nodarbinātas pirms 1972.gada bija 0,84 (433 indivīdi, 41 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,60-1,14). Savukārt, to sieviešu grupā, kas darbu ar jonizējošo starojumu uzsāka 1972.gadā vai pēc tam, SIR bija statistiski ticami zemāks - 0,67 (983 indivīdi, 29 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,45-0,97). Kopumā, ņemot vērā, ka saņemtā jonizējošā starojuma doza agrīnajā periodā bija augstāka nekā vēlīnajā, secināms, ka saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem ir augstāka periodā, kad saņemtās jonizējošā starojuma dozas bija augstākas.

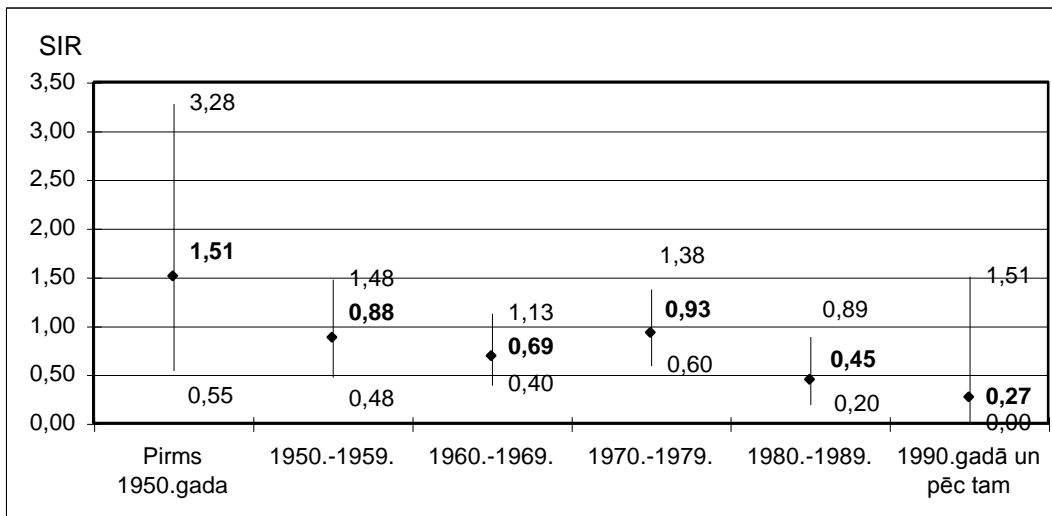
Pētījuma laikā tika analizēta sieviešu grupa, kurām ir pieejami dzīves laikā saņemto jonizējošā starojuma dozu dati. Zemākā saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem tika novērota tajā grupā, kur bija zemākās saņemtās jonizējošā starojuma dozas (skatīt 4.3.1.grafikā).

4.3.1.grafiks. Saslimstības ar ļaundabīgajiem audzējiem atkarība no saņemtās jonizējošā starojuma dozas sieviešu vidū (SIR, 95% TI).



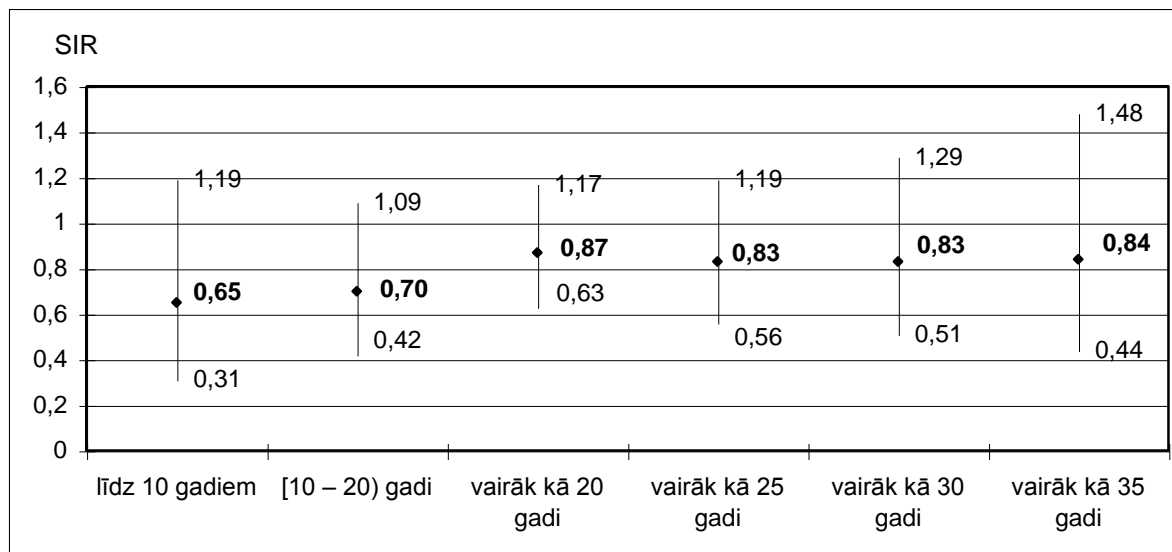
Kā papildus nespecifisks saņemtās jonizējošā starojuma dozas rādītājs saslimstības analīzē tika izmantots pētījuma grupas iedalījums apakšgrupās, ņemot vērā gadu, kad nodarbinātais uzsācis darbu ar jonizējošo starojumu. Visaugstākais SIR tika novērots to darbinieču grupā, kas darbu uzsākušas pirms 1950.gada (skatīt 4.3.2.grafikā).

4.3.2.grafiks. Sakarība starp saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem un laika periodu, kad uzsākts darbs ar jonizējošo starojumu sieviešu vidū (SIR, 95% TI).



Vēl viens izmantotais nespecifiskais saņemtās jonizējošā starojuma dozas rādītājs saslimstības analīzē bija pētījuma grupas iedalījums apakšgrupās, ņemot vērā kopējo darba stāžu darbā ar jonizējošo starojumu. Pētījuma rezultāti liecina, ka SIR pieaug, palielinoties darba stāžam ar jonizējošā starojuma ekspozīciju (skatīt 4.3.3.grafikā).

4.3.3.grafiks. Sakarība starp saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem un kopējo darba stāžu darbā ar jonizējošo starojumu sievietņu vidū (SIR, 95% TI).



Kā interesants minams fakts, ka darba stāžam palielinoties virs 20 gadiem, saslimstības risks ar ļaundabīgajiem audzējiem vairs nepieaug – SIR nav būtiski atšķirīgs grupās, kur darba stāžs ir lielāks par 25, 30 un 35 gadiem (skatīt 4.3.1.tabulu).

4.3.1.tabula. Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem grupās ar lielu darba stāžu darbā ar jonizējošo starojumu (SIR, 95% TI).

Darba stāžs	Subjektu skaits	Novēroto gadījumu skaits	Sagaidāmo gadījumu skaits	SIR	95 % TI
≥25 gadi	327	29	34,92	0,83	0,56 – 1,19
≥30 gadi	211	20	23,98	0,83	0,51 – 1,29
≥35 gadi	119	12	14,21	0,84	0,44 – 1,48

Papildus tam analīze tika veikta arī, ņemot vērā personas vecumu, kad tā ir sākusi strādāt darbā ar jonizējošo starojumu. SIR visiem ļaundabīgajiem audzējiem kopā grupā, kurā tika iekļauti nodarbinātie, kas bijuši jaunāki par 40 gadiem, kad sākuši strādāt ar jonizējošo starojumu, bija 0,71 (1154 indivīdi, 49 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,53-0,94), bet SIR personām, kas bijušas 40 gadus vecas vai vecākas - 0,92 (262 indivīdi, 21 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,57-1,41). Minētie pētījuma rezultāti liecina, ka nodarbinātā vecums, kurā viņš uzsācis darbu ar jonizējošā starojuma iedarbību, ietekmē ļaundabīgo audzēju attīstības risku – jo lielāks šis vecums, jo augstāks risks.

Analizējot kopā divus parametrus – vecumu, kurā uzsākts darbs ar jonizējošo starojumu un laiku, kurā uzsākts darbs ar jonizējošo starojumu, augstākais SIR tika novērots tajā nodarbināto grupā, kurā iekļautas sievietes, kuras bijušas 40 gadus vecas vai vecākas laikā, kad uzsākts darbs ar jonizējošā starojuma avotiem un tas noticis pirms 1972.gada (sīkāk skatīt 4.3.2.tabulu).

4.3.2.tabula. Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem grupās, ņemot vērā vecumu un laiku, kad uzsākts darbs ar jonizējošo starojumu (SIR, 95% TI).

Vecums, kurā pirmo reizi nodarbināts	Laiks	Subjektu skaits	Novēroto gadījumu skaits	Sagaidāmo gadījumu skaits	SIR	95 % TI
≥40	Pirmo reizi nodarbināts pirms 1972.gada	55	8	7,87	1,02	0,44 – 2,00
≥40	Pirmo reizi nodarbināts 1972.gadā vai vēlāk	207	13	14,86	0,87	0,47 – 1,50
<40	Pirmo reizi nodarbināts pirms 1972.gada	378	33	40,96	0,81	0,55 – 1,13
<40	Pirmo reizi nodarbināts 1972.gadā vai vēlāk	776	16	27,89	0,57	0,33 – 0,93

Pētījuma laikā tika analizēti arī visi audzēji pēc to specifiskās lokalizācijas, tomēr mazais atsevišķo audzēju gadījumu skaits neļauj iegūt statistiski ticamus rezultātus, kā arī iegūtajiem rezultātiem var piemist gadījuma raksturs. Visu lokalizāciju audzēju analīzi iespējams atrast 4.3.3.tabulā, tomēr tālāka datu analīze un izvērtēšana tika veikta tikai tiem gadījumiem, kur specifisko lokalizāciju ļaundabīgo audzēju skaits bija lielākais, kā arī par to lokalizāciju ļaundabīgajiem audzējiem, par kuriem pasaulē notiek diskusijas kā par audzējiem, kurus izraisa hroniska nodarbināto apstarošana ar mazām fracionētām jonizējošā starojuma dozām darba vidē veselības aprūpē.

4.3.3.tabula. Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem sieviešu vidū pēc audzēju lokalizācijas.

Lokalizācija	SSK-10	Novēroto gadījumu skaits	Sagaidāmo gadījumu skaits	SIR	95 % TI
Visas lokalizācijas	C00-97	70	91,84	0,76	0,59 – 0,96
Lūpas, mutes dobums un rīkle	C00-14	2	0,96	2,08	0,23 – 7,52
Nasopharynx	C11	1	0,06	16,67	0,22 – 92,73
Citas	C14	1	<0,01		
Gremošanas sistēma	C15-26	9	22,21	0,41	0,18 – 0,77
Kuņģis	C16	3	7,32	0,41	0,08 – 1,20
Resnā zarna	C18	3	5,59	0,54	0,11 – 1,57
Taisnā zarna	C20	1	3,82	0,26	0,00 – 1,46
Aknas	C22	1	1,02	0,98	0,01 – 5,45
Aizkuņģa dziedzeris	C25	1	2,94	0,34	0,00 – 1,89

Lokalizācija	SSK-10	Novēroto gadījumu skaits	Sagaidāmo gadījumu skaits	SIR	95 % TI
Elpošanas sistēma	C30-39	7	4,29	1,63	0,65 – 3,36
Plaušas	C34	6	3,78	1,59	0,58 – 3,45
Citi elpošanas orgāni*	C38-39	1			
Ādas melanoma	C43	3	1,78	1,69	0,34 – 4,92
Āda, izņemot melanomu	C44	7	7,51	0,93	0,37 – 1,92
Mīkstie audi	C49	1	0,72	1,39	0,02 – 7,73
Sieviešu krūts dziedzeris	C50	20	21,23	0,94	0,58 – 1,46
Sieviešu dzimumorgāni	C51-58	15	22,48	0,67	0,37 – 1,10
Vulva*	C51	1			
Dzemes kakls	C53	3	5,02	0,60	0,12 – 1,75
Dzemes korpuss	C54	7	9,11	0,77	0,31 – 1,58
Olnīcas	C56	4	7,23	0,55	0,15 – 1,42
Nieres	C64-65	2	3,44	0,58	0,07 – 2,10
Smadzenes un citi nervu sistēmas audzēji	C70-72	1	1,50	0,67	0,01 – 3,71
Vairogdziedzēris	C73	1	1,51	0,66	0,01 – 3,68
Citi endokrīnie dziedzeri	C74-75	1	0,11	9,02	0,12 – 50,58
Multiplā mieloma	C90	1	0,80	1,25	0,02 – 6,95

* Dati par saslimstību populācijā nav pieejami.

Analizējot saslimstību ar specifisku lokalizāciju audzējiem, augstākais SIR tika novērots ādas melanomai, elpošanas orgānu ļaundabīgajiem audzējiem un sievietes krūts vēzim. Lai gan ādas melanomas un elpošanas orgānu audzēji novēroti biežāk nekā populācijā, tajā pašā laikā jāatceras, ka šī analīze ir balstīta uz nelielu gadījumu skaitu.

SIR ādas melanomai bija 1,69 (3 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,34–4,92). Divi no trīs gadījumiem tik diagnosticēti tām sievietēm, kas darbu ar jonizējošo starojumu uzsākušas pirms 1972.gada (SIR=2,47, 95% TI 0,28 – 8,91).

SIR elpošanas sistēmas audzējiem bija 1,63 (7 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,65–3,36). Analizējot sīkāk elpceļu sistēmas ļaundabīgos audzējus, lielāko gadījumu daļu sastāda plaušu vēzis (SIR=1,59, 6 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,58-3,45). Ja analizē grupas, ņemot vērā gadu, kurā uzsākts darbs ar jonizējošo starojumu, augstākais risks tika novērots to darbinieču grupā, kuras darbu uzsākušas 1972.gadā vai pēc tā – SIR=2,21 (3 plaušu vēža gadījumi 95% TI 0,44–6,45). Savukārt, grupā, kas uzsākušas darbu līdz 1972.gadam, SIR bija 1,25 (arī 3 plaušu vēža gadījumi, 95% TI 0,25–3,65). Savukārt, krūts vēža gadījumā SIR bija 0,94 (20 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,58-1,46). Būtiski augstākais SIR krūts vēža gadījumā tika novērots sievietes grupā, kuras uzsākušas darbu ar

jonizējošo starojumu pirms 1972.gada (SIR=1,17, 11 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,58 – 2,09).

Analizējot citus ādas ļaundabīgos audzējus (izņemot melanomu), saslimstības risks arī bija tuvu vienam (SIR = 0,93, 7 novērotie audzēju gadījumi, 7,51 sagaidāmais ļaundabīgo audzēju skaits, 95% TI 0,37 – 1,92).

Analizējot specifiskas lokalizācijas audzējus, kuru iedarbība saistāma ar jonizējošā starojuma iedarbību, visbiežāk uzmanība tiek pievērsta tā saucamajām radiogēnajām leukozēm (t.i. pie leukozēm, kuru viens no etioloģiskajiem faktoriem ir jonizējošais starojums - akūtas limfātiskās, akūtas mieloīdās un hroniskas mieloīdās leukozes). Pētījumā Latvijā tika novērots tikai viens hematopoētiskās sistēmas ļaundabīgais audzējs – viens multiplās mielomas gadījums (SIR=1,25, 95% TI 0,02–6,95).

Kā otrs lokalizācijas audzējs, kurš saistāms ar jonizējošā starojuma iedarbību, minamas ļaundabīgās vairogdziedzera slimības. Lai gan pētījumā Latvijā tika diagnosticēts tikai viens ļaundabīgais audzējs, nepieciešams atzīmēt, ka SIR bija 0,66 (95% TI 0,01–3,68).

Vīrieši

Latvijas kohortā vīrieši sastādīja mazāko daļu – kopumā tikai 207 indivīdi atbilda pētījumā izvirzītajiem kritērijiem, kā rezultātā diagnosticēto ļaundabīgo audzēju skaits ir neliels un visiem iegūtajiem rezultātiem piemīt augsts nejaušības risks.

Kopējais SIR visas lokalizācijas audzējiem vīriešiem ir aptuveni tāds pats kā sievietēm – SIR=0,73, tas balstīts uz 14 ļaundabīgo audzēju gadījumiem, 95% TI 0,40–1,22 (skatīt 4.3.4.tabulu). Augstāko risku novēroja ādas melanomai (SIR=4,55, 1 ļaundabīgā audzēja gadījums, 95% TI 0,06–25,29) un ādas vēžiem, izņemot melanomu (SIR=3,42, 4 ļaundabīgā audzēja gadījumi, 95% TI 0,92 – 8,75). Ņemot vērā nelielo ļaundabīgo audzēju skaitu, tālāka analīze netika veikta, jo augstās nejaušības varbūtības dēļ, tā var atspoguļot nepatiesu ainu.

4.3.4.tabula. Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem vīriešu vidū pēc audzēju lokalizācijas.

Lokalizācija	SSK-10	Novēroto gadījumu skaits	Sagaidāmo gadījumu skaits	SIR	95 % TI
Visas lokalizācijas	C00-97	14	19,25	0,73	0,40 – 1,22
Lūpas, mutes dobums un rīkle	C00-14	0	0,96	0,00	- 3,82
Nasopharynx	C11	0	0,03	0,00	- 122,27
Citas	C14	0	<0,01		
Gremošanas sistēma	C15-26	4	5,77	0,69	0,19 – 1,77
Barības vads	C15	1	0,40	0,03	0,03 – 13,91
Kuņģis	C16	0	2,24	0,00	- 1,64
Resnā zarna	C18	2	0,92	2,17	0,24 – 7,85
Taisnā zarna	C20	1	0,80	1,25	0,02 – 6,95
Aknas	C22	0	0,27	0,00	- 13,59
Aizkuņģa dziedzeris	C25	0	0,92	0,00	- 3,99

Lokalizācija	SSK-10	Novēroto gadījumu skaits	Sagaidāmo gadījumu skaits	SIR	95 % TI
Plaušas	C34	1	5,25	0,19	0,00 – 1,06
Ādas melanoma	C43	1	0,22	4,55	0,06 – 25,29
Āda, izņemot melanomu	C44	4	1,17	3,42	0,92 – 8,75
Mīkstie audi	C49	0	0,04	0,00	- 91,70
Prostata	C61	2	1,63	1,23	0,14 – 4,43
Nieres	C64-65	0	0,84	0,00	- 4,37
Urīnpūslis	C67	1	1,23	0,81	0,01 – 4,52
Smadzenes un citi nervu sistēmas audzēji	C70-72	0	0,30	0,00	- 12,23
Vairogdziedzeris	C73	0	<0,01		
Citi endokrīnie dziedzeri	C74-75	0	<0,01		
Hodžkina limfoma	C81	1	0,04	25,00	0,33 – 139,10
Multiplā mieloma	C90	0	0,11	0,00	- 33,35

5. Diskusija

Kopumā Latvijā jonizējošais starojums uzskatāms kā rets darba vides riska faktors, kurš visbiežāk sastopams veselības un sociālās aprūpes nozarē, kur jonizējošo starojumu izmanto gan diagnostiskajiem nolūkiem, gan ārstnieciskajiem nolūkiem. Līdz ar to veselības un sociālā aprūpe uzskatāma par nozari, kurā strādā visvairāk nodarbināto, kuri ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai. Turklāt atšķirībā no citām attīstītajām pasaules valstīm, kurās veikti pētījumi par saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem un mirstību no ļaundabīgajiem audzējiem, ļoti lielu proporcionālo daļu sastāda sievietes (gan ārsti – radiologi, gan rentgenlaboranti, gan medicīnas māsas un māsu palīgi).

5.1. Kopējā saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem

Bez datiem par Latviju, dati par saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem pieejami no vēl četriem pētījumiem, taču pirms salīdzināt iegūtos rezultātus, nepieciešams minēt vairākas atšķirības šo pētījumu starpā. Pētījumi ASV (radiācijas tehniķi) (Sigurdson, 2002), Dānijā (Andersson, 1991), Somijā (Jartii, 2006) un Kanādā (Yoshinaga, 2004) sniedz rezultātus standartizēto incidences rādītāju veidā (t.i. līdzīgi kā Latvijā, attiecinot reālo ļaundabīgo audzēju gadījumu skaitu pret sagaidāmo, kas aprēķināti, izmantojot saslimstības rādītājus attiecīgo valstu populācijā), taču slimības ir klasificētas atbilstoši dažādām SSK redakcijām (Dānijā izmantota modificēta SSK-7, ASV un Kanādā – SSK-9, bet Latvijā – SSK-10) un tās grupētas atšķirīgi (vai nesniedzot informāciju par grupēšanu – piemēram, ādas vēzis). Savukārt, reālais ļaundabīgo audzēju skaits Ķīnā ir salīdzināts ar sagaidāmo audzēju skaitu, kas aprēķināts, izmantojot kontroles grupu – citus ārstus (Wang, 2002). Tādējādi visas augstāk minētās pētījumu atšķirības rada samērā lielas problēmas salīdzināt saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem minētajos pētījumos.

SIR sievietēm Latvijā visiem ļaundabīgajiem audzējiem kopā bija 0,76 (70 diagnosticēti ļaundabīgie audzēji, 95% TI 0,59-0,96), kas liecina, ka pārskata periodā pētījuma

grupā diagnosticēts mazāks skaits ļaundabīgo audzēju nekā populācijā. Lai gan šis rādītājs ir pats zemākais starp visos līdzīgajos veselības aprūpes pētījumos iegūtajiem datiem, tomēr minētā tendence ir līdzīga kā Kanādā, kur arī reģistrēto audzēju skaits bija statistiski ticami zemāks nekā sagaidāmo audzēju skaits (tika reģistrēti 869 ļaundabīgo audzēju gadījumi (SIR=0,86, 95% TI 0,80–0,92) (Yoshinaga, 2004).

Kopējais SIR visas lokalizācijas audzējiem vīriešiem Latvijā ir aptuveni tāds pats kā sievietēm – SIR=0,73, tas balstīts uz 14 ļaundabīgo audzēju gadījumiem, 95% TI 0,40–1,22. SIR Latvijā ir zemāks nekā ASV (radiācijas tehniķi) veiktajā pētījumā, kur vīriešiem SIR ir vienāds ar 0,94 (884 reāli ļaundabīgie audzēji, 95% TI 0,89-1,00) (Sigurdson, 2003), bet augstāks nekā Kanādas vīriešu vidū (SIR=0,64, 561 reāls ļaundabīgo audzēju gadījums, 95% TI 0,59 – 0,70) (Yoshinaga, 2004). Pētījums Ķīnā liecina, ka relatīvais risks ir paaugstināts vīriešiem (RR=1,24, 95% TI 1,15-1,34), taču jāatzīmē, ka šis pētījums, kur netika izmantots salīdzinājums ar populācijas datiem, bet gan ar kontroles grupu – citu specialitāšu ārstiem.

Gan sievietēm, gan vīriešiem Latvijā novērotais ļaundabīgo audzēju skaits bija mazāks nekā sagaidāmais, ko iespējams skaidrot ar vairākiem iemesliem. Viens no iemesliem ir identificēto personu procentuālais daudzums, kurš Latvijā ir nedaudz zemāks (Latvijā - 94,58%, citās valstīs veiktajos pētījumos - 97-99%) (Yoshinaga, 2004)), tajā pašā laikā atšķirība ir 2-4%, kas būtiski neietekmē pētījuma rezultātus. Kā otrs iespējams skaidrojums minams veselīga darbinieka efekts - vispārīgs efekts, kas pasaulē nav precīzi definēts, bet kuru lieto gadījumos, kad tiek veikti saslimstības un mirstības pētījumi, kuri salīdzina savā starpā grupas ar dažādu aroda etioloģijas kaitīgo faktoru iedarbību un kopējo populāciju (McMichael, 1974).

Starptautiskais slimību standartu panelis (*the Industrial Disease Standards Panel*) ir izvērtējis veselīga darbinieka efektu, iedalot to deviņās apakškomponentēs, iekļaujot tajā arī informācijas kļūdas un jaucējfaktoru kļūdas (Choi, 1992). Latvijas pētījumā tika izvērtēta veselīga darbinieka efekta visu šo apakškomponentu klātbūtne, identificētie klātesošie efekti apkopoti 5.1.1.tabulā.

5.1.1.tabula. Veselīga darbinieka efekta iespējamība veselības aprūpes kohortā Latvijā.

Nr.	Efekta tips / apakškomponente	Efekta iespējamība Latvijā*	Piezīmes
1.	Veselīgāka darbinieka efekts (<i>worker healthier effect</i>) Veselīgāka darbinieka efekts ir saistīts ar faktu, ka cilvēkam, kurš strādā, ir labāka veselība – strādājošajiem ir augstāks fizisko aktivitāšu līmenis, darba devēju nodrošinātā veselības aprūpe (piemēram, veselības apdrošināšanas polises), darba devēju organizētas veselības veicināšanas programmas, smēķēšanas aizliegumi darba vietās, (Choi, 1992; McGeoghegan, 2001).	+	– labāk pieejama veselības aprūpe, jo kohortā ir nodarbinātie veselības aprūpē; – labākas zināšanas par veselību un to ietekmējošiem faktoriem.
2.	Veselīgo darbinieku atlases efekts (<i>healthy hired effect</i>) Veselīgo darbinieku atlases efekts	+	Normatīvajos aktos noteiktās obligātās veselības pārbaudes pirms darba līguma

Nr.	Efekta tips / apakškomponente	Efekta iespējamība Latvijā*	Piezīmes
	attiecināms uz gadījumiem, kad pirms darbinieku pieņemšanas darbā tiek veikta veselības pārbaude ar mērķi noteikt, vai viņa veselības stāvoklis atbilst veicamajam darbam (Carpenter, 1990; Skelcher, 2001).		noslēgšanas
3.	Veselīgo darbinieku “izdzīvošanas” efekts (<i>healthy worker survivor effect</i>) Veselīgo darbinieku “izdzīvošanas” efekts attiecināms uz gadījumiem, kad darbu veic tikai veseli cilvēki (slimie maina darbu vai aiziet prom), piemēram, nesaņem atļauju turpināt strādāt darba devēju nodrošinātās obligātās veselības pārbaudēs (Carpenter, 1990).	+	Normatīvajos aktos noteiktās periodiskās obligātās veselības pārbaudes u.c.
4.	Izsekošanas kļūda (<i>tracking error</i>) Izsekošanas kļūda var rasties gadījumos, ja nav izdevies “izsekot” visas personas, kas iekļautas kohortā – nav bijis iespējams noteikt, vai indivīdi ir dzīvi/miruši, slimi/veseli, dzīvo valstī/ir izbraukuši utt.), tādējādi turpinās riska laika uzskaitīšana (Arrighi, 1993).	+/-	Iespējama 3-5% apmērā, jo tika “izsekoti” 94,58% identificēto personu procentuālo daudzumu (šis rādītājs ir nedaudz zemāks par citās valstīs veiktajiem pētījumiem (97-99%) (Yoshinaga, 2004).

*+ - Iespējama

+/- - Grūti pateikt

5.2. Saslimstības saistība ar saņemto jonizējošā starojuma dozu

Pētījumos par nodarbinātajiem veselības aprūpē, kas darba vidē ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai, ļoti reti ir bijusi pieejama informācija par individuālajām dozām, kas ir ļoti svarīga, lai precīzi veiktu riska novērtējumu (Yoshinaga, 2004). Šī iemesla dēļ pārsvarā visos pētījumos ir izmantoti dažādi netiešie jeb surogātrādītāji, kuri ir saistīti ar rentgenoloģijas vēsturisko attīstību (IARC, 2000).

Latvijas pētījuma rezultāti sniedz papildus datus, kas apstiprina, ka zemu frakcionētu jonizējošā starojuma dozu kancerogēnais efekts ir atkarīgs no ekspozīcijas ilguma jeb darba stāža darbā, kurš bijis saistīts ar jonizējošā starojuma iedarbību (UNSCEAR, 2000b). SIR ir augstāks tām nodarbināto grupām, kurās darba stāžs ar jonizējošā starojuma avotiem ir lielāks (stāžs līdz 10 gadiem – SIR = 0,65; 10-20 gadi – SIR = 0,70; virs 20 gadiem SIR = 0,87). Vidējā kumulatīvā jonizējošā starojuma doza Latvijas kohortā bija 20,66 mSv, kas ir augstāka nekā visos citos veselības aprūpes pētījumos (Andersson, 1991; Ashmore, 1998).

Nepieciešams atzīmēt, ka pārskata periodā dozimetriskajā laboratorijā nebija ieviesta kvalitātes vadība, kas samazina noteikto starojuma dozu precizitāti un ticamību. Papildus tam

kļūdu jonizējošā starojuma dozās var ienest arī vairākās dozu pārrēķināšanas. Tajā pašā laikā pētījumā Latvijā iegūtie dati parāda, ka pieaugot kumulatīvajai jonizējošā starojuma dozai, paaugstinās SIR. Līdz ar to pētījuma rezultāti sniedz papildus datus, kas apstiprina, ka zemu frakcionētu jonizējošā starojuma dozu kancerogēnais efekts ir atkarīgs no kumulatīvās efektīvās dozas, ko saņēmuši nodarbinātie veselības aprūpē (UNSCEAR, 2000b). Papildus augstāk minēto hipotēzi par kancerogēna efekta atkarību no kumulatīvās efektīvās dozas apstiprina arī analīze, kurā izmantoti dažādi nespecifiski dozas rādītāji. Piemēram, SIR ir visaugstākais tajā nodarbināto grupā, kas darbu ar jonizējošo starojumu ir uzsākusi agrāk (t.i. periodā, kad izmantotais aprīkojums un pielietotie aizsardzības pasākumi nespēja nodrošināt pietiekamu aizsardzību, līdz ar to arī saņemtās jonizējošā starojuma dozas bija augstākas).

Latvijas pētījuma rezultāti sniedz papildus datus, kas apstiprina, ka zemu frakcionētu jonizējošā starojuma dozu kancerogēnais efekts ir atkarīgs no vecuma, kurā šis cilvēks uzsācis darbu jonizējošā starojuma ietekmē (UNSCEAR, 2000b). Pētījuma rezultāti rāda – jo lielāks šis vecums, jo augstāks risks saslimt. SIR visiem ļaundabīgajiem audzējiem kopā grupā, kurā tika iekļauti nodarbinātie, kas bijuši jaunāki par 40 gadiem, kad sākuši strādāt ar jonizējošo starojumu, bija 0,71, bet SIR personām, kas bijušas 40 gadus vecas vai vecākas – 0,92. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citos aroda ekspozīcijas pētījumos, kuros secināts, ka nodarbināto vecums ekspozīcijas sākuma laikā ietekmē jonizējošā starojuma kancerogēnu iedarbību (Richardson, 1999; Wing, 2005). Turklāt Latvijas pētījumā risks saslimt ar ļaundabīgajiem audzējiem ir īpaši atkarīgs no divu faktoru kombinācijas – jo vecāks bijis nodarbinātais, uzsākot darbu ar jonizējošā starojuma ekspozīciju un jo lielāka bijusi saņemtā jonizējošā starojuma doza, jo augstāks novērojams risks saslimt ar ļaundabīgajiem audzējiem.

5.3. Saslimstība ar konkrētas lokalizācijas ļaundabīgajiem audzējiem

Kā viena no biežākajām lokalizācijām, runājot par specifiskas lokalizācijas audzēju saistību ar jonizējošā starojuma iedarbību, tiek minēta sievietes krūts vēzis. Pasaulē ir pierādīts, ka augstas jonizējošā starojuma dozas, ko saņēmušas sievietes sākotnējos rentgenoloģijas attīstības posmos, spēj izraisīt krūts vēzi sievietēm (Yoshinaga, 2004). Lai gan novēroto krūts vēža gadījumu skaits veselības darbinieču vidū bija nedaudz mazāks kā sagaidāmais (20 novērotie ļaundabīgo audzēju gadījumi, 21,23 sagaidāmie ļaundabīgie audzēji, SIR = 0,94, 95% TI 0,58-1,46), tomēr tas ir augstāks nekā SIR, kas aprēķināts visu lokalizāciju audzējiem (SIR = 0,76, 95% TI 0,59 – 0,96). Šie rezultāti liecina, ka jonizējošā starojuma iedarbība iespējams ir saistāma ar paaugstinātu krūts vēža attīstības risku. Papildus tam jāatzīmē, ka šo hipotēzi apstiprina arī Latvijas pētījuma apakšgrupu iekšējais salīdzinājums. Augstāks SIR krūts vēža gadījumā tika novērots sieviešu grupā, kuras uzsākušas darbu ar jonizējošo starojumu pirms 1972.gada. Šie rezultāti sakrīt ar pasaules datiem, kas liecina, ka augstas, hroniskas, frakcionētas jonizējošā starojuma dozas var izraisīt krūts vēža attīstību sievietēm (Doody, 2006).

Latvijas pētījumā SIR ādas melanomai nodarbināto sieviešu vidū bija 1,69 (3 ļaundabīgo audzēju gadījumi, 95% TI 0,34–4,92). Divi no trīs gadījumiem tik diagnosticēti tām sievietēm, kas darbu ar jonizējošo starojumu uzsākušas pirms 1972.gada (SIR=2,47, 95% TI 0,28 – 8,91). Savukārt, vīriešu vidū novēroja vēl augstāku ādas melanomas risku (SIR=4,55, 1 ļaundabīgā audzēja gadījums, 95% TI 0,06–25,29). Savukārt, ASV pētījumā tika identificēti 207 melanomas gadījumi, kas iekļāva 193 primārās melanomas gadījumu un 14 gadījumus ar sekundāro melanomu (SIR=1,59, 95% TI 1,38-1,80) (Freedman, 2003; Sigurdson, 2002). Melanomas risks bija augstāks to nodarbināto vidū, kas pirmo reizi sākuši strādāt ar jonizējošo starojumu pirms 1940.gada (RR=8,6, 95% TI 1,0-72,7). Arī darbs ar jonizējošo starojumu ilgāk kā 5 gadus laikā pirms 1950.gada bija saistīts ar lielāku melanomas risku (RR=2,4, 95%

TI 0,7-8,7). Atbilstoši pētījumam, kas balstīts uz Kanādas Nacionālā dozu reģistra datiem, SIR bija paaugstināts vīriešiem (rezultāti doti visām darbu kategorijām kopā – 117 melanomas gadījumi, SIR=1,21, 90% TI 1,03-1,41) (Sont, 2001). Tajā pašā laikā nepieciešams atzīmēt, ka statistiski ticami paaugstināts SIR novērots tādā nodarbināto grupā kā zobārsti, kuriem novērotas zemākās saņemtās jonizējošā starojuma dozas (SIR un TI publikācijā nav doti). Citi pētījumi par nodarbinātajiem veselības aprūpē, kuros analizēta mirstība un saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem, atsevišķi neanalizē melanomu un nemelanomas ādas ļaundabīgos audzējus – tie uzmanību pievērš vai nu tikai nemelanomas ļaundabīgajiem ādas audzējiem vai arī abas slimības iekļautas vienā kopīgā grupā – ādas ļaundabīgie audzēji. Vēl papildus datus par melanomu veselības aprūpē nodarbināto vidū var iegūt no cita tipa pētījumiem. Piemēram, gadījumu-kontroles pētījuma laikā, kas tika veikts Amerikas Vēža Sabiedrības Vēža prevencijas II pētījuma laikā (*the American Cancer Society's Cancer Prevention II Study*) (Pion, 1995) tika novērots paaugstināts melanomas risks zobārstiem - vīriešiem (15 gadījumi, izredžu (krusteniskā) attiecība (*odds ratio*) (OR) 2,01, 95% TI 1,04-3,88). Ja šis paaugstinātais risks tika analizēts, ņemot vērā dažādus vides faktorus, tad tikai ekspozīcija rentgenstarojumam bija saistīta ar paaugstinātu risku (OR=1,37, 95% TI 1,12-1,67). Paaugstināts melanomas risks novērots arī pētījumā Dānijā, kur dati par nodarbinātajiem veselības aprūpē bija saistīti ar reģistru (*register linkage*) (Rix, 1996). Vīriešu – zobārstu, ārstu-sieviešu, kas strādā slimnīcās, kā arī māsiņu vidū bija novērots paaugstināts ādas melanomas risks, un autori šo risku saista ar uzvedību, kas saistīta ar atrašanos saules staros. Vēl kāds cits pētījums, kas balstīts uz divu nacionālo vēža reģistru datiem (Zviedrija un Anglija / Velsa), apstiprina līdzīgus rezultātus (Vagero, 1990). Šajā pētījumā paaugstināts melanomas risks tika novērots abu dzimumu zobārstiem (incidences rādītājs 2,07, 95% TI 1,33-3,09). Tādējādi kopumā gan pētījuma dati Latvijā, gan dažādi pasaulē veikto pētījumu rezultāti sniedz pierādījumus, ka hroniska mazu un vidēju jonizējošā starojuma dozu iedarbība spēj izraisīt paaugstinātu melanomas attīstības risku.

Līdzīgi kā ar krūts vēzi sievietēm, pasaulē ir arī pierādīts, ka augstas jonizējošā starojuma dozas spēj izraisīt arī ādas vēzi - plakanšūnu ādas vēzi uz rokām vietās, kur ilgstoši bija ādas iekaisums (Yoshinaga, 2004; Doll, 1995; IARC, 2000). Vairākos pētījumos tika novērots, ka ādas vēžu skaits ir paaugstināts arī to nodarbināto grupās, kas ar jonizējošo starojumu strādājuši agrīnajā periodā (Yoshinaga, 2004). Analizējot Latvijas pētījuma datus par saslimstību ar nemelanomas ādas vēžiem, netika iegūti viennozīmīgi dati. SIR sievietēm bija tuvu 1 (SIR sievietēm bija 0,93), bet vīriešu grupā SIR bija paaugstināts (SIR=3,42). Dati par nemelanomas ādas vēzi ir pieejami no Ķīnas pētījuma, kurā novēroti 18 gadījumi pret 4,45 sagaidāmajiem (RR=4,05, 95% TI 2,40-6,39) (Wang, 2002). Savukārt, ASV (radiācijas tehniķu) pētījumā tika novēroti 1355 bazālo šūnu vēži un 270 plakanšūnu vēži. Paaugstināts relatīvais risks tika novērots bazālo šūnu vēžiem tajā grupā, kur nodarbinātie uzsākuši darbu ar jonizējošo starojumu pirms 1950.gada (RR=1,42, 95% TI 1,12-1,80), 20.gadsimta četrdesmitajos gados (RR=2,04, 95% TI 1,44-2,88) un pirms 1940.gada (RR=2,16, 95% TI 1,14-4,09). Paaugstināts risks netika novērots plakanšūnu vēžiem (Rajaraman, 2006). Lai gan vairāku pētījumu rezultāti liecina, ka mazu dozu jonizējošā starojuma iedarbība var palielināt ādas vēža attīstības risku, tomēr nav iespējams apgalvot, ka viennozīmīgi ir pierādīta sakarība starp ādas vēža attīstību un jonizējošā starojuma iedarbību.

5.4. Latvijas pētījuma trūkumi

Latvijas pētījumam piemīt arī vairāki trūkumi, piemēram, salīdzinoši maza pētījuma grupa, it īpaši vīriešu grupa, lai iegūtu statistiski ticamus datus, īss pētījuma (*follow - up*) periods u.c. Minēto iemeslu dēļ, lai gan daļa datu tika aprēķināta, tomēr tā faktiski nesniedz

papildus informāciju par jonizējošā starojuma spēju izraisīt saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem. It īpaši šī problēma attiecināma uz specifisku lokalizāciju audzējiem, kuriem atsevišķos gadījumos bija viens vai pat neviens audzēja gadījums, līdz ar to faktiski nebija iespējams veikt datu interpretāciju par specifisku ļaundabīgo audzēju izcelsmes saistību ar jonizējošo starojumu, kas pasaulē ir viena būtiskākajām tēmām, kam jāpievērš īpaša uzmanība (Yoshinaga, 2004). Pasaulē šo problēmu iesaka risināt ar vairākiem paņēmieniem – piemēram, palielināt pētījuma kohortu, pagarinot pētījuma (*follow - up*) periodu, kā arī veicot vairāku pētījumu datu sapludināšanu metaanalīzes veidā (dos Santos Silva, 1999). Pirmais ieteiktais risinājums - palielināt pētījuma kohortu Latvijā nav izpildāms, jo pētījumā tika iekļautas visas personas, kas atbilda pētījuma kritērijiem. Šo metodi iespējams izmantot tikai gadījumā, ja pēc laika tiek atkārtoti veikts līdzīgs pētījums, palielinot pētījuma grupu, taču šajā gadījumā jaunā iekļauto nodarbināto grupa būs saņēmusi mazākas jonizējošā starojuma dozas un strādājusi ar citām – modernākām metodēm, kas nesniegs papildus informāciju par šajā pētījumā iekļauto laika periodu. Otru ieteikumu – pagarināt pētījuma ilgumu, ieteicams izmantot pēc kāda laika, lai identificētu tos ļaundabīgos audzējus, kas attīstījušies pētījumā iekļautajiem indivīdiem pēc 2002.gada 31.decembra. Ieteicams, lai šis pētījums tiktu atkārtots ne ātrāk kā pēc 10 gadiem, lai sniegtu pietiekamu papildus informāciju. Faktiski pasaulē pēc šāda principa strādā vairākas pētnieku grupas, veicot periodisku pētījumu atkārtošānu un jaunu datu ieguvī. Kā īpašu piemēru iespējams minēt Lielbritānijas un Īrijas radiologu pētījumu, par kuru pēdējā publikācija jau sniedz datus par 100 pētījuma (*follow-up*) gadiem, kā rezultātā arī visiem indivīdiem grupā, kurā iekļauti visnesenāk nodarbinātie, pētījums ir iekļāvis visu dzīves laiku, kā rezultātā ir novērsta tādu apstākļu ietekme kā nepietiekami ilgs pētījuma periods, lai identificētu visus ļaundabīgo audzēju gadījumus (Berrington, 2001; Yoshinaga, 2004).

Pētījuma perioda pagarināšana un jaunu dalībnieku iekļaušana pētījumā būtu būtiska arī tādēļ, lai iegūtu papildus datus par īpaši zemu jonizējošā starojuma dozu ietekmi uz ļaundabīgo audzēju attīstību, it īpaši pievēršot uzmanību tām metodēm, kas ir samērā nesen ienākušas medicīnā (piemēram, datortomogrāfija u.c.), kas kā būtisks datu trūkums tiek minēts arī pasaules literatūrā (Yoshinaga, 2004).

Lai gan Latvijas pētījums tika veidots kā pasaules literatūrā ieteikts, lai nodrošinātu iespēju iegūt datus par saslimstības atkarību no saņemtās jonizējošā starojuma dozas (balstīt uz centralizēto nacionālo reģistru, jo šādi dati dod iespēju vienkāršāk piekļūt individuālajiem ekspozīcijas datiem pat tādos gadījumos, ja nodarbinātie maina darba vietu vai arī viņi ir pakļauti dažādu jonizējošā starojuma veidu iedarbībai (Boyle, 1997; Zielinski, 1997; Yoshinaga, 1998), tomēr faktiski pētījums Latvijā nesniedz iespēju iegūt dozimetriskos datus par visiem pētījumā iesaistītajiem indivīdiem. Tas saistāms ar faktu, ka lielai daļai cilvēku nav pieejami dati par ekspozīciju pirms 1972.gada, kad Latvijā ieviesa vienotu individuālo dozimetrisko saņemta jonizējošā starojuma dozu noteikšanu un reģistrēšanu. Lai novērstu šo problēmu, tika izmantotas vairākas metodes – devas-atbildes reakcijas analīze tika veikta tikai tiem nodarbinātajiem, kuriem bija pieejamas dozas par visu ekspozīcijas periodu (t.i. viņi bija uzsākuši darbu, kurā pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai 1972.gadā vai pēc tam), tika izmantoti vairāki netiešie rādītāji, piemēram, laiks, kurā uzsākts darbs ar jonizējošo starojumu, kopējais darba stāžs u.c. Līdz ar to nepietiekamas iespējas veikt analīzi par saslimstības atkarību no dzīves laikā saņemtās jonizējošā starojuma dozas uzskatāma par vienu no Latvijas pētījuma trūkumiem.

Secinājumi

1. Pētījums par saslimstību ar ļaundabīgajiem audzējiem to veselības aprūpē nodarbināto vidū, kas darba vidē ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai, ir pirmais aroda

epidemioloģisks pētījums Latvijā, kas balstīts uz datu apvienošanu no divām nacionālām datu bāzēm – Radiācijas drošības centra jonizējošam starojumam pakļauto nodarbināto reģistra un Latvijas vēža slimnieku reģistra, kas norāda, ka šāda veida pētījumus ir iespējams veikt Latvijā arī citos gadījumos (piemēram, analizējot cita veida aroda ekspozīcijas, izmantojot dažādu uzņēmumu datu bāzes u.c.).

2. Jonizējošais starojums kā darba vides riska faktors ir uzskatāms par retu kaitīgu faktoru Latvijā, tomēr veselības un sociālā aprūpe ir uzskatāma par nozari, kurā strādā visvairāk nodarbināto, kuri ir pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai.
3. Atšķirībā no citām attīstītajām pasaules valstīm Latvijā ļoti lielu proporcionālo daļu sastāda sievietes (gan ārsti – radiologi, gan rentgenlaboranti, gan medicīnas māsas un māsu palīgi), kas no veselības viedokļa uzskatāms par būtisku riska faktoru (galvenokārt, saistot šo risku ar jonizējošā starojuma iespējamo iedarbību uz augli grūtniecības laikā).
4. Saslimstība ar ļaundabīgajiem audzējiem to Latvijas veselības aprūpes nodarbināto vidū, kas darba vidē ir bijuši pakļauti jonizējošā starojuma iedarbībai, ir zemāka nekā populācijā. Domājams, ka tas saistāms ar pasaulē plaši aprakstīto veselīga darbinieka efektu, kas Latvijā lielākajā daļā gadījumu ir saistāms ar labāku veselības aprūpes pieejamību (pētījuma grupa ir cilvēki, kas nodarbināti veselības aprūpes iestādēs), obligātajām veselības pārbaudēm pirms darba līguma noslēgšanas, kā arī periodisko veselības monitoringu, ko nosaka normatīvo aktu prasības (regularitāte, kontrindikācijas, izmeklējumi u.c.).
5. Saslimstība abās dzimumu grupās Latvijā novērojama aptuveni vienāda, tomēr vīriešu gadījumā tika novērots salīdzinoši mazs gadījumu skaits, jo kohorta bija maza, tāpēc statistiski ticami dati netika iegūti. Ieteicams atkārtoti veikt pētījumu ar minēto kohortu pēc 10–20 gadiem, kad būtiski palielināsies riska personlaiks (IARC, 2000).
6. Latvijas pētījums liecina, ka nodarbinātā vecums, kurā viņš uzsācis darbu ar jonizējošā starojuma iedarbību, ietekmē ļaundabīgo audzēju attīstības risku – jo lielāks šis vecums, jo augstāks risks saslimt.
7. Dzīves laikā darba vidē saņemtā jonizējošā starojuma doza tieši ietekmē risku saslimt ar ļaundabīgajiem audzējiem. Par to liecina Latvijas pētījumā izmantotie gan tiešie, gan netiešie rādītāji:
 - a. SIR ir augstāks tajās nodarbināto grupās, kurās saņemtās jonizējošā starojuma dozas ir visaugstākās;
 - b. SIR ir visaugstākais tajā nodarbināto grupā, kas darbu ar jonizējošā starojuma avotiem ir uzsākusi agrāk (t.i. periodā, kad izmantotais aprīkojums un pielietotie aizsardzības pasākumi nespēja nodrošināt pietiekamu aizsardzību, līdz ar to arī saņemtās jonizējošā starojuma dozas bija augstākas);
 - c. SIR ir augstāks tām nodarbināto grupām, kuriem darba stāžs ar jonizējošā starojuma avotiem ir lielāks;
 - d. SIR ir augstāks ārstiem – radiologiem nekā rentgenlaborantiem un medicīnas māsām (gada vidējo efektīvo dozu analīze pa profesijām liecina, ka visa pārskata laikā radiologi saņēmuši augstākas jonizējošā starojuma dozas nekā rentgenlaboranti un medicīnas māsas).
8. Latvijā darba stāžam ar jonizējošā starojuma ekspozīciju palielinoties virs 20 gadiem, saslimstības risks ar ļaundabīgajiem audzējiem vairs nepieaug – SIR nav būtiski atšķirīgs grupās, kur daba stāžs ir lielāks par 25, 30 un 35 gadiem.
9. Pētījums Latvijā liecina, ka risks saslimt ar ļaundabīgajiem audzējiem ir atkarīgs ne tikai no jonizējošā starojuma dozas, bet arī no nodarbinātā vecuma, kurā jonizējošais starojums iedarbojies, turklāt īpaši šis risks ir atkarīgs no abu šo faktoru kombinācijas – jo vecāks

bijis nodarbinātais, uzsākot darbu ar jonizējošā starojuma ekspozīciju un jo lielāka bijusi saņemtā jonizējošā starojuma doza, jo augstāks novērojams risks saslimt ar ļaundabīgajiem audzējiem.

10. Latvijas pētījuma datu interpretācija par specifisku ļaundabīgo audzēju izcelsmes saistību ar jonizējošā starojuma dozu ir ierobežota nelielā ļaundabīgo audzēju skaita dēļ.
11. Analizējot sieviešu saslimstību ar specifisku lokalizāciju audzējiem, augstākais SIR tika novērots ādas melanomai, elpošanas orgānu ļaundabīgajiem audzējiem un sievietes krūts vēzim.
12. Analizējot vīriešu saslimstību ar specifisku lokalizāciju audzējiem, augstākais SIR tika novērots ādas melanomai un ādas vēžiem, kas nav melanoma.
13. Latvijas pētījuma rezultāti sniedz papildus datus tam, ka hroniskas, mazas un fracionētas jonizējošā starojuma dozas paaugstina tādu specifisku lokalizāciju ļaundabīgo audzēju risku kā krūts vēzis sievietēm un melanoma abiem dzimumiem.
14. Latvijas pētījuma rezultāti apstiprina literatūrā atrodamo hipotēzi, ka hroniska fracionētas mazu dozu jonizējošā starojuma kancerogēnais efekts ir atkarīgs no vecuma, kurā cilvēks pirmo reizi uzsācis darbu jonizējošā starojuma ietekmē, no ekspozīcijas ilguma (darba stāža), kā arī kopējās dzīves laikā saņemtās jonizējošā starojuma dozas, ko nodarbinātais saņēmis darba dzīves laikā (UNSCEAR, 2000b).
15. Ienākot jaunām tehnoloģijām veselības aprūpē, būtiski mainījusies iekārtu apkalpojošā personāla ekspozīcija, taču dati pasaulē par jauno jonizējošā starojuma ekspozīcijas tipu iedarbību uz nodarbināto veselību nav pieejami, tāpēc nepieciešams turpināt esošos pētījumus pasaulē, kā arī iekļaut pētījuma grupās jaunus eksponētos indivīdus.

Izmantotā literatūra

1. Andersson, M., G. Engholm, et al. (1991). "Cancer risk among staff at two radiotherapy departments in Denmark." *The British Journal of Radiology* **64**: 655-460.
2. Arrighi, H. M. and I. Hertz-Picciotto (1993). "Definitions, sources, magnitude, effect modifiers and strategies of reduction of the healthy worker effect." *Journal of Occupational Medicine* **35**(9): 890-892.
3. Ashmore, J. P., D. Krewski, et al. (1998). "First analysis of mortality and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada." *American Journal of Epidemiology* **148**(6): 564-574.
4. Baltiņš, M. (2003). *Lietišķā epidemioloģija*. Rīga, Zinātne:354.
5. Berrington, A., S. Darby, et al. (2001). Epidemiological evidence for the risk of cancer from diagnostic X-rays. *Institute of Health Sciences*. Oxford, Oxford University.
6. Boyle, P., D. Krewski, et al. (1997). "Radiation epidemiology and national dose registers." *European Journal of Cancer* **33**(supplements 3): S1-S2.
7. Breslow, N. E. and N. E. Day (1987). *Statistical methods in cancer reserach*. Lyon, IARC.
8. Carpenter, L. M. (1990). "Studies of cancer among medical personnel exposed to radiation." *Radiation Research* **124**: 351-352.
9. Carpenter, L. M., V. Beral, et al. (1990). "Health related selection and death rates in the United Kingdom Atomic Energy Authority workforce." *British Journal of Industrial Medicine* **47**(4): 248-258.
10. Choi, B. C. K. (1992). "Definition, sources, magnitude, effect modifiers, and strategies of reduction of healthy worker effect." *Journal of Occupational Medicine* **34**(10): 979-988.
11. Doll, R. (1995). "Hazards of ionizing radiation: 100 years of observations on man." *British Journal of Cancer* **72**: 1339-1349.
12. Doody, M. M., D. M. Freedman, et al. (2006). "Breast cancer incidence in U.S. radiologic technologists." *Cancer* **106**(12): 2707-2715.
13. dos Santos Silva, I. (1999). *Cancer epidemiology: principles and methods*. Lyon, IARC.
14. Eglīte, M., L. Matisāne, et al. (2007). Darba apstākļi un riski Latvijā. Rīga, AS "Inspecta Latvia": 165.
15. Freedman, D. M., A. S. Sigurdson, et al. (2003). "Risk of melanoma among radiologic technologists in the United States." *International Journal of Cancer* **103**: 556-562.
16. IARC (2000). *Ionizing radiation, Part I: X- and Gamma - Radiation, and Neutrons*. Lyon, IARC.
17. Jartii, P., E. Pukkala, et al. (2006). "Cancer incidence among physicians occupationally exposed to ionizing radiation in Finland." *Scandinavian Journal of Work Environment and Health* **32**(5): 368-373.

18. LEA (2002). Environmental indicators in Latvia 2002. Riga, Latvian Environment Agency: http://www.vdc.lv/soe/2001_eng/.
19. LOC (1994). Saslimstība ar vēzi Latvijā (1989-1992). Rīga, Latvijas onkoloģijas centrs, Latvijas vēža slimnieku reģistrs: 44.
20. LOC (1996). Saslimstība ar vēzi Latvijā (1993-1994). Rīga, Latvijas onkoloģijas centrs, Latvijas vēža slimnieku reģistrs: 38.
21. LOC (1998). Saslimstība ar vēzi Latvijā (1995-1996). Rīga, Latvijas onkoloģijas centrs, Latvijas vēža slimnieku reģistrs: 39.
22. LOC (2002). Saslimstība ar vēzi Latvijā (1999-2000). Rīga, Latvijas onkoloģijas centrs, Latvijas vēža slimnieku reģistrs: 39.
23. McGeoghegan, D. (2001). "Healthy worker effect." *Journal of Radiological Protection* **21**: 179.
24. McMichael, A. J., R. Spirtas, et al. (1974). "An epidemiological study of mortality within a cohort of rubber workers, 1964-1972." *Journal of Occupational Medicine* **16**: 458-464.
25. Morkunas, G. and D. Jankauskiene (1998). The system of monitoring of personal doses in Lithuania. Introductory Workshop on Occupational Radiation Exposure in Central and Eastern European Countries - ESOREX EAST, Prague, BfS-ISH.
26. Nemiro, J. and A. E. Amoliņš (1983). Medicīniskā rentgenoloģija. Rīga, Zvaigzne.
27. Pion, I. A., D. S. Rigel, et al. (1995). "Occupation and the risk of malignant melanoma." *Cancer* **75**(2): 637-644.
28. Rajaraman, P., A. J. Sigurdson, et al. (2006). "Lung cancer risk among US radiologic technologists, 1983-1998." *Int J Cancer* **119**(10): 2481-6.
29. RDC (2004). Publiskais gada pārskats 2003. Rīga, Radiācijas Drošības centrs: 46.
30. Richardson, D. and S. Wing (1999). "Greater sensitivity to ionizing radiation at older age: follow-up of workers at Oak Ridge National Laboratory through 1990." *International Journal of Epidemiology* **28**: 428-436.
31. Rix, B. A. and E. Lynge (1996). "Cancer incidence in Danish health care workers." *Scandinavian Journal of Social Medicine* **24**(2): 114-120.
32. Sigurdson, A. S., M. M. Doddy, et al. (2003). "Cancer incidence in the U.S. radiologic technologists health study, 1983-1998." *Cancer* **97**: 3080-3089.
33. Sigurdson, A. S., M. M. Doody, et al. (2002). "Cancer incidence in the U.S. radiologic technologists health study, 1983-1998." *Annals of Epidemiology* **12**(7): 513.
34. Skelcher, B. (2001). "Healthy worker effect." *Journal of Radiation Protection* **21**(3): 305-306.
35. Sont, W. N., J. M. Zielinski, et al. (2001). "First analysis of cancer incidence and occupational radiation exposure based on the National Dose Registry of Canada." *American Journal of Epidemiology* **153**(4): 309-318.
36. Stata (2003). Survival analysis and epidemiological tables. College station, Texas, A Stata Press Publication.
37. UNSCEAR (2000a). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: 2000 Report to the General Assembly. New York, United Nations.
38. UNSCEAR (2000b). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: 2000 Report to the General Assembly. New York, United Nations.
39. Vagero, D., A. J. Swerdlow, et al. (1990). "Occupation and malignant melanoma: a study based on cancer registration data in England and Wales and in Sweden." *British Journal of Industrial Medicine* **47**(5): 317-324.
40. Wang, J.-X., B.-X. Li, et al. (1998). "Epidemiological findings and requirements for dose reconstruction among medical diagnostic x-ray workers in China." *Radiation Protection Dosimetry* **77**: 119-122.
41. Wang, J.-X., L. A. Zhang, et al. (2002). "Cancer incidence and risk estimation among medical x-ray workers in China, 1950-1995." *Health Physics* **82**(4): 455-466.
42. Yoshinaga, S., K. Mabuchi, et al. (2004). "Cancer Risks among Radiologists and Radiologic Technologists: Review of Epidemiologic Studies." *Radiology* **233**: 313-321.
43. Yoshinaga, S., Y. Yamamoto, et al. (1998). "Results and problems of occupational dose reconstruction for Japanese radiological technologists." *Radiation Protection Dosimetry* **77**(1/2): 73-78.
44. Zielinski, J. M., D. Krewski, et al. (1997). "The use of national registries of radiation exposure in occupational radiation risk assessment." *European Journal of Cancer* **33**(Suppl.3): S3-S6.

Pateicība

- Pētījuma autore izsaka pateicību visiem pētījuma tapšanā iesaistītajiem, bet it īpaši:
1. Radiācijas drošības centram par atļauju izmantot jonizējošajam starojuma pakļauto nodarbināto datu bāzi un palīdzību rezultātu interpretācijā;
 2. LR Pilsonības un migrācijas lietu pārvaldes un Latvijas Vēža slimnieku reģistra darbiniekiem par tehnisko palīdzību datu ieguvē un analīzē;
 3. OSI/Chevening stipendiju shēmai, kas ļāva daļu darba izstrādāt Oksfordas Universitātes Veselības zinātņu institūtā (*the Institute of Health Sciences*);
 4. *Dr. Kate Venables* (Oksfordas Universitāte), *Lucy Carpenter* (Oksfordas Universitāte) un *Maijai Eglītei* (Rīgas Stradiņa universitātes Darba drošības un vides veselības institūts) par nebeidzamajiem profesionālajiem jautājumiem un mudinājumu meklēt atbildes uz tiem;
 5. Visiem esošajiem un bijušajiem kolēģiem, bet it īpaši *Žannai Martinsonei* par padomiem;
 6. Esošajiem un bijušajiem darba devējiem par sapratni un atbalstu.