

Tšernobõli veteranide Eesti kohortuuring: vähihaigestumus 1986–2012 ja suremus 1986–2014

Kaja Rahu¹, Mati Rahu¹

Taust ja eesmärk. Pärast Tšernobõli tuumajaamas aset leidnud avariid 1986. aastal saadeti radioaktiivselt saastatud keskkonda puhastustöödele sadu tuhandeid inimesi kogu Nõukogude Liidust, sh 4831 meest Eestist. Eestist pärit Tšernobõli-veteranide tervise seisundit on jälgitud pikka aega ja on leitud, et puhastustöödel saadud kiirgusannused olid väikesed ning veteranide vähi- ega surmarisk, v.a enesetapurisk, ei ole kõrgenenud. Uuringu eesmärk oli jätkata varasemaid epidemioloogilisi töid ja mõõta veteranide vähihaigestumust 1986–2012 ja suremust 1986–2014 võrreldes Eesti meesrahvastikuga.

Metoodika. Andmed kohordi 4811 jälgimisele kuulunud mehe kohta, kes osalesid Tšernobõli piirkonnas avariijärgsetel puhastustöödel 1986–1991, lingiti Eesti rahvastikuregistri, Eesti vähiregistri ja Eesti surmapõhjuste registriga. Ekspositsiooni, s.o Tšernobõlis viibimise efekti hinnati standarditud haigestumusemääraga (SIR) vähipaikmeti ja standarditud suremusmääraga (SMR) surmapõhjusteti. Nendele näitajatele lisati 95% usaldusvahemik (uv).

Tulemused. Aastatel 1986–2012 diagnoositi kohordis 369 vähijuhtu (SIR = 1,12; 95% uv 1,00–1,23). Leukeemia liigrisk oli statistiliselt mitteoluline (SIR = 1,25; 95% uv 0,60–2,29). Kõrge risk esines alkoholisõltuvate vähkide korral (SIR = 1,58; 95% uv 1,28–1,88). Aastatel 1986–2014 suri 1176 veterani (SMR = 1,04; 95% uv 0,98–1,10). Ilmnes enesetappude liigrisk (SMR = 1,30; 95% uv 1,05–1,59).

Järeldus. Tšernobõli veteranide kohordi üldine vähihaigestumus ega suremus ei erinenud Eesti meesrahvastiku vastavatest näitajatest. Kõrgem enesetapusuremus osutab vajadusele tegeleda riigi tasandil veteranide vaimse tervisega.

Käesoleva aasta aprillis tähistati maailmas 30 aasta möödumist Tšernobõli tuumajaama avariist. Tšernobõlis toimunu, mille tagajärjel paiskus keskkonda, seejuures kogu põhjapoolkerale, hulgaliselt radionukliide, kuulub kõigi aegade suurimate tööstusvariide hulka (1). Tšernobõli piirkonda puhastustöödele saadeti tavatult suur hulk, viimase hinnangu järgi (2) ligikaudu 530 000 inimest – Tšernobõli veterani, kellest osa pärines Eestist.

Rahvusvahelises koostöös seni tehtud uuringud meie veteranide tegevusest puhastustöödel, ekspositsioonist radioaktiivsele kiirgusele ja diagnoositud haigustest on võimaldanud nentida, et a) saadud kiirgusannused olid väikesed (keskmiselt 10 cGy) ja b) Eesti meesrahvastikuga võrreldes ei olnud veteranide vähihaigestumus ega üldsuresus kõrgenenud, kuid veteranidel ilmnes kõrgem enesetapurisk (3–10).

Et maailma teadusüldsus tunneb püsivat huvi ioniseeriva kiirguse väikeste annuste võimaliku tervist kahjustava efekti vastu, peetakse Tšernobõli veteranide tervise seisundi jälgimist väga oluliseks (11–13). Ühes hiljutises kirjutises (7) oleme käsitlenud Eesti veteranide kohordi vähihaigestumust 2008. ja suremust 2011. aastani. Käesoleva uuringu eesmärk oli esitada Tšernobõli veteranide võrdlevad vähihaigestumusandmed paikmeti aastate 1986–2012 ja suremusandmed surmapõhjusteti 1986–2014 kohta.

METOODIKA

Veteranide kohordi moodustamise, andmekogudega linkimise ja ekspositsiooni efekti näitajate arvutamise üksikasjad on avaldatud varem (nt 3, 4, 6). Lühidalt, tegu on kohortuuringuga, millesse võeti 4831 meest, kes ajavahemikul 1986–1991 viibisid

Eesti Arst 2016; 95(9):575–580

Saabunud toimetusse: 24.11.2015
Avaldamiseks vastu võetud: 26.04.2016
Avaldatud internetis: 27.10.2016

¹ Tervise Arengu Instituudi epidemioloogia ja biostatistika osakond

Kirjavahetajaautor:
Kaja Rahu
kaja.rahu@tai.ee

Võtmesõnad:
Tšernobõl, veteranid, vähihaigestumus, suremus, vaimne tervis

Tšernobõli piirkonnas seoses puhastus- või muud liiki töödega, mida tehti tuumajaama avarii tõttu. Iga kohordiliikme eluseisundit – elab Eestis, surnud või emigreerunud – jälgiti rahvastikuregistri vahendusel. Jälgida ei õnnestunud 20 veterani, mistõttu nad eemaldati analüüsist. Seega hõlmas vähihai- gestumuse ja suremuse analüüs 4811 meest. Vähi diagnoosimise kuupäev ja diagnoos aastatel 1986–2012 saadi kohordi andmete linkimisel vähiregistriga. Surma kuupäev ja surmapõhjus ajavahemikul 1986–2014 selgusid linkimisel nn teadusliku surma- andmekoguga, mis põhineb surmapõhjuste registri üksikkirjetel, kuid milles erinevalt registrist on eri ajaperioodide failid ühen- datud ja tunnuste koodid aastate kaupa võrreldavaks muudetud (14).

Iga kohordiliikme jälgimise inimaas- tate arvestus algas Tšernobõli piirkonnast Eestisse tagasijõudmise kuupäevast ja kestis kas surmani, emigreerumiseni või konkreetse analüüsiperioodi lõppemiseni olenevalt sellest, mis neist sündmustest varem aset leidis. Kohordi inimaastate kogu- arvestuses liideti kõigi liikmete inimaastad viie aasta vanuserühmade ja (üldjuhul) viie aasta kalendriperioodide kaupa. Seejuures arvestati, et jälgimisaja jooksul, s.t vastavalt kohordi vananemisele liigub kohordiliige ühest vanuserühmast ja/või ühest kalendri- perioodist teise.

Kohordi haigestumuse ja suremuse võrdlemiseks Eesti meesrahvastiku haiges- tumuse ja suremusega arvatati vastavalt standarditud haigestumusmäär (SIR, *stan- dardized incidence ratio*) ja standarditud suremusmäär (SMR, *standardized mortality ratio*) (15–16). Esmalt leiti, kui palju haigus- juhte (surmajuhte) esineks kohordis, kui selle haigestumus (suremus) oleks sama mis meesrahvastikus. Nende nn eeldatavate haigusjuhtude (surmajuhtude) arvu saami- seks korrutati vanuserühmiti ja kalendripe- riooditi kohordi inimaastad meesrahvastiku haigestumuse (suremuse) vanuskordajatega ning saadud korrutised liideti. Meesrah- vastiku aastakeskmise vanuskoostis viie aasta vanuserühmades kalendriaastati saadi Eesti Statistikaametist ([http://pub.stat.ee/ px-web.2001/Database/Rahvastik/databa- setree.asp](http://pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Rahvastik/databa- setree.asp)). Kõik vahetehted eeldatavate juhtude arvu leidmiseks tehti programmi- liselt, kasutades vähiregistri ja surmaand- mekogu üksikkirjeid. Tegelike ja eeldatavate haigusjuhtude (surmajuhtude) jagatis andis

SIRi (SMRi). Iga SIRile ja SMRile lisati 95% usaldusvahemik (uv).

SIR arvatati kõigi paikmete kohta kokku (rahvusvahelise haiguste klassifikatsiooni 10. versiooni (RHK-10) koodid C00–C97) ja paikmete (rühmade) puhul eraldi: neel (C09–C14), söögitoru (C15), magu (C16), käärsool (C18), kops (C33–C34), nahk (mela- noom) (C43), nahk (muu) (C44), peaaju (C71), kilpnääre (C73) ja leukeemia (C91–C95).

Rahvusvahelise Vähiuuringute Keskuse klassifikatsiooni (17) alusel eristati lisaks kolm vähipaikmete rühma: radiatsioonisõl- tuvad paikmed, mille hulka kuuluvad suured süljenäärmed (C07–C08), söögitoru (C15), magu (C16), käärsool (C18), kops (C33–C34), luu (C40–C41), nahk (C44), kuseelundid (C64–C68), kesknärvisüsteem (C70–C72), kilpnääre (C73) ja leukeemia, v.a krooniline lümfotsüüt leukeemia (C91–C95, v.a C91.1); alkoholisõltuvad paikmed – suuõõs (C01–C08), neel (C09–C14), söögitoru (C15), käärsool (C18), pärasool (C19–C21), maks (C22) ja kõri (C32); suitsetamissõltuvad paikmed – suuõõs (C01–C08), neel (C09–C14), söögitoru (C15), magu (C16), käärsool (C18), pärasool (C19–C21), maks (C22), kõhunääre (C25), hingamiseldid (C30–C34), kuseelundid (C64–C68) ja müeloidleukeemia (C92).

SMR leiti üldsuremuse (A00–Y98) ja surmapõhjuste (rühmade) jaoks eraldi. Vaat- luse all olid kopsutuberkuloos (A15–A16), vähk (C00–C97), vereringeelundite haigused (I00–I99) (sh eraldi südame isheemiatõbi (I20–I25) ja peajuveresoonte haigused (I60–I69)), hingamiseldidite haigused (J00–J99), välispõhjused (V01–Y98) (sh eraldi uppumine (W65–W74), ülemäärane külm (X31), alkoholi- mürgistus (X45) ja enesetapp (X60–X84)) ning teadmata põhjused (R99). Suremust ülemäärase külma tõttu sai jälgida alates 1994. aastast, sest ajavahemikul 1986–1993 kuulus see surmapõhjus muu välispõhjuse kategooriasse (18). Otseselt alkoholist tingitud surmapõhjuste kategooriasse valiti alkoholimürgistus (X45), alkoholist tingitud psüühika- ja käitumishäired (F10), närvisüs- teemi alkoholdegeneratsioon (G31.2) ning maksa alkoholtõbi (K70).

Andmeohje, linkimine ja andmeanalüüs tehti programmidega Visual FoxPro 9 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA) ja Stata 12 (StataCorp LP, College Station, X, USA).

Tšernobõli veteranide kohortuuringu tegemiseks saadi Tallinna meditsiiniuuri-

gute eetikakomitee kooskõlastus (nr 28, 18.03.1998, nr 1939, 11.02.2010 ja nr 2429, 16.06.2011) ja Andmekaitse Inspektsiooni luba (nr 2.2-3/10/120r, 09.04.2010).

TULEMUSED

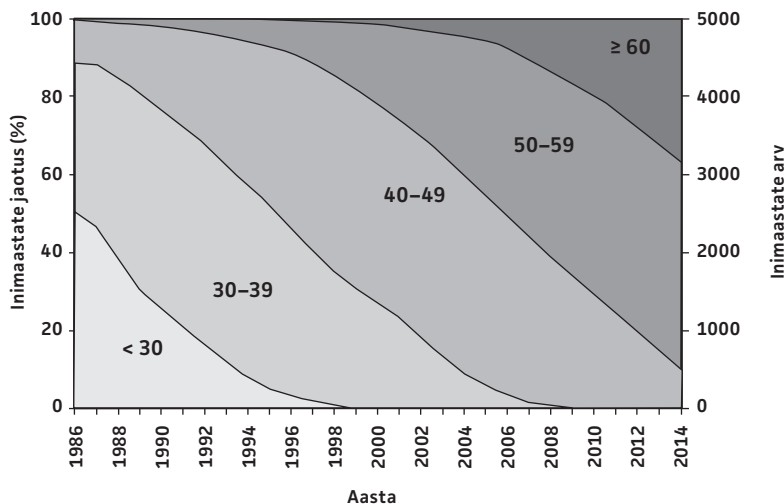
Praegusesse analüüsi võetud maksimaalse kalendriaastate vahemiku 1986–2014 vältel jälgiti kohorti 108 331 inimaastat. Aja jooksul on inimaastate jaotus vanuserühmiti oluliselt muutunud (vt joonis 1). Perioodil 1986–1990 kuulus vanuserühma < 40 aastat 82,4% ja vanuserühma ≥ 60 aastat 0,1% selle perioodi inimaastatest ning 2010–2014 vastavalt 0,01% ja 27,8%.

1986.–2012. aastal diagnoositi kohordis 369 esmast vähijuhtu, eeldatav vähijuhtude arv oli 330,35 (SIR = 1,12; 95% uv 1,00–1,23) (vt joonis 2). Üksikpaikmeti oli risk haigestuda kõrgem ja seejuures statistiliselt oluline neelu- (SIR = 2,56; 95% uv 1,62–3,84; 23 juhtu), söögitoru- (SIR = 1,91; 95% uv 1,05–3,21; 14 juhtu) ja pärasoolevähi (SIR = 1,81; 95% uv 1,13–2,74; 22 juhtu) korral. Leukeemiarisk oli statistiliselt mitteoluline (SIR = 1,25; 95% uv 0,60–2,29; 10 juhtu). Radiatsiooni-, alkoholi- ja suitsetamissõltuvate vähipaikmete SIRid olid vastavalt 1,08 (95% uv 0,93–1,23; 194 juhtu), 1,58 (95% uv 1,28–1,88; 106 juhtu) ja 1,20 (95% uv 1,05–1,35; 240 juhtu).

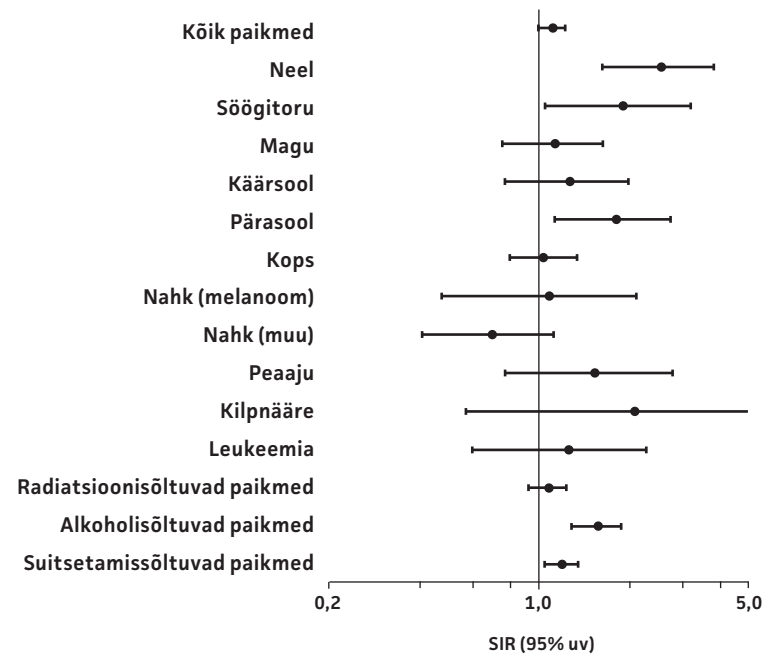
Aastatel 1986–2014 registreeriti kohordis 1176 surmajuhtu. Et eeldatav surmade arv oli 1130,83, kujunes SMRi väärtuseks 1,04 (95% uv 0,98–1,10) (vt joonis 3). Ilmnes eeldatavast 30% kõrgem enesetapusuremus (SMR = 1,30; 95% uv 1,05–1,59; 94 surma). Kõige kõrgem SMRi väärtus (1,48; 95% uv 1,00–2,11; 30 surma) avaldus suremusel ülemäärase külma tõttu. Otseselt alkoholist tingitud surmapõhjused ei esinenud veteranide hulgas oluliselt sagedamini kui meesrahvastikus (SMR = 1,15; 95% uv 0,94–1,36; 112 surma).

ARUTELU

Uuring kinnitab meie varasemates publikatsioonides (6, 7, 10) nenditut: Tšernobõli veteranide vähihaigestumuse ja üldsuresumuse tase ei erine oluliselt meesrahvastiku omast, suhteliselt kõrge on enesetapusuremus ning suhteliselt palju esineb alkoholi ja suitsetamisega seotud vähijuhte. Üldist vähihaigestumust suurendab alkoholi- ja suitsetamissõltuvate paikmete liigrisk. Suremus ülemäärase külma tõttu viitab



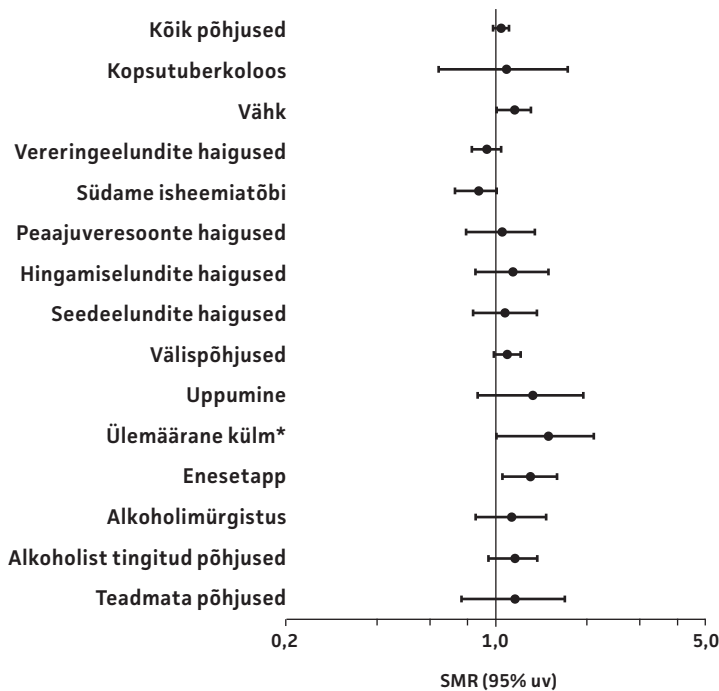
Joonis 1. Eestist pärit Tšernobõli-veteranide kohordi iga kalendriaasta inimaastate arv (jämee joon) ja nende osatähtsus protsentides viies vanuserühmas 1986–2014.



Joonis 2. Standarditud haigestumusmäär (SIR) ja selle 95% usaldusvahemik (uv) vähipaikmeti Eestist pärit Tšernobõli-veteranide kohordis 1986–2012.

kodutusele ja alkoholi liigtarvitamisele. Otseselt radiatsioonist sõltuvat vähi- või surmariski Tšernobõli veteranide kohordis ei ilmnenud.

Kuna uuringus kasutati riskinäitajate (SIR, SMR) leidmisel võrdlust kogu meesrahvastikuga, tuleb tulemuste tõlgendamisel arvesse võtta „terve töötaja efekti“. Et Tšernobõli piirkonda saadeti põhiliselt reservväelased (4), kes tõenäoliselt olid parema



* jälgimine 1994–2014.

Joonis 3. Standarditud suremusmäär (SMR) ja selle 95% usaldusvahemik (uv) surmapõhjusteti Eestist pärit Tšernobõli-veteranide kohordis 1986–2014.

tervisega kui samas vanuses meesrahvastik, siis selline võrdlus võib riski alahinnata. Teades aga, et Tšernobõli veteranid on keskmiselt madalama haridustasemega kui meesrahvastik ja riskikäitumine on sagedam vähem haritute hulgas (19, 20), tõstab haridustaseme (kui riskikäitumise markeri) erinevus omakorda haigestumust ja suremust veteranide kohordis ja tasandab „terve töötaja efekti“. Varasemast on teada, et Tšernobõlis viibimise tagajärgedega toimetulemisel osutus haridus tugevaks kaitseteguriks (7, 21).

Nagu on juba varem mainitud (8), jagunevad pärast Tšernobõli avariid tekkinud tervisehädade tõlgendajad kahte vastasleeri. Ühed saavad innustust kehvadest uurimustest, emotsioonidest ja vastutustundetust meediast – „tubli hirmuloo“ üllitamisele ei suuda kirjutaja vastu seista (22–24) – ning nii nad panevadki (peaaegu) kõik diagnoositud haigused Tšernobõli lähedaste ja kaugete piirkondade radioaktiivse saastatuse arvele. Teised aga tuginevad oma hinnangute andmisel ja järelduste tegemisel korralike teadusuuringute tulemustele, mis ei näita massilist haigestumist radiatsiooni tõttu (25–27).

Eesti kohortuuring liigitub korrektselt tehtud tööde hulka: rahvusvahelises meeskonnas osalesid mitmed oma ala tipud; kohorti kuuluvad peaaegu kõik Tšernobõli meesveteranid; kohordi liikmete eluseisundit, vähihaigestumust ja suremust mõõdeti kogu riiki hõlmavate rahvastikupõhiste registrite abil, kasutades klassikalisi biostatistilisi analüüsimeetodeid; uurimistulemused on avaldatud tunnustatud eelretsenseeritud ajakirjades – seega läbinud kvaliteedikontrolli (9, 28). Siiski, kohordi väiksuse tõttu võivad mitmedki haiguseriskid jääda avastamata. Sellest tulenevalt ja pidades silmas ebamäärasust individuaalsete kiirgusannuste suuruses – sõjaväepiletile kantud nn ametliku annuse võimalik võltsimine, biodosimeetria meetodite tundlikkuse piiril asuvad annused –, on uuringus käsitletud Tšernobõli veteranide kohorti tervikuna, ilma selle rühmitamiseta alakohortideks (5, 8). Seega on ekspositsioonina käsitletud viibimist Tšernobõli piirkonnas, mitte suuremat või väiksemat kiirgusannust.

Et Tšernobõli piirkonnas saadud kiirgusannused olid väikesed, seda tunnistab eelkõige madal risk leukeemia ja kõigi radiatsioonisohtuvate vähkide korral. Kõige üldistatumalt öeldes haigestuvad veteranid vähki ja surevad samas tempos kui nende vanused mehed Eestis. Paraku ilmneb meedias esitatud arvamustest, et just selle seisukohaga ei taheta nõustuda (24, 29).

2014. aasta 31. detsembri seisuga oli meie veteranidest surnud 1176, seega 24%. Kas tõik, et ligi veerand Tšernobõli veteranidest on surnud, võimaldab rääkida, et nende suremus on kõrge? Ei, sest SMRi arvvärtus 1,04 näitab ühemõtteliselt, et veteranide suremus ei erine meesrahvastiku suremusest. Kui meenutada, et Eesti meeste suremus ajavahemikul 2010–2013 vanuses 40–69 aastat oli 1,7–1,9 korda kõrgem kui näiteks nende eakaaslastel Soomes (30), võib selle võrdluse taustal nentida – veteranide ja kogu Eesti meesrahvastiku suremus on ühtviisi kõrge.

Kahjuks on seni suudetud mõõta vaid Eesti ja Läti (31) kokku ligi 11 000 Tšernobõli veterani suremust: ülejäänud poole miljoni (põhiliselt Venemaa, Ukraina ja Valgevene) veterani suremuse tasemest võrrelduna meesrahvastikuga ei teata midagi epidemioloogide põua ja/või rahvastikupõhiste registrite puudumise tõttu.

Asjaolule, et veteranide vaimne tervis vajab tähelepanu, osutasime oma uuringute algaegadel. Tsiteerigem meie uuringute seeria artiklit aastast 1997 (ilmunud eestikeelsena 1999 (6)): „Uuringu kõige silmatorkavam leid oli suur enesetappude arv. Enesetapu liigrisk vastab arusaamale [---], et psühholoogiline ja emotsionaalne düstress on üks olulisemaid Tšernobõli avariist tulenevaid tervisekahjustusi. Võimalikud stressorsed olukorrad, millega veteranid silmitsi seisisid, on järgmised: ootamatu sunniviisiline värbamine, lohakalt korraldatud töö ja olme saastunud keskkonnas, mitteküllaldane tähelepanu osutamine ohutusele, teadmatus saadud kiirgusannuse suuruse suhtes ja ametnike suutmatus anda infot kiirgusest tingitud võimalike tulevaste tervisekahjustuste kohta“.

Püsivalt sage enesetappude arv meie veteranide kohordis (7, 10) annab tunnistust vaimsete häirete kõrgemast levimusest nende meeste seas. Veteranide psühholoogilise profiili uuringust (32) selgus, et võrreldes kontrollrühmaga esines neil oluliselt sagedamini depressiooni, ärevuse ja posttraumaatilise stressi sümptomeid. Neil oli rohkem unehäireid, väsimust, somaatilisi kaebusi ja alkoholiprobleeme. Sarnase tulemuseni oli varem jõutud Ukraina uuringus (33), mille järgi ilmnisid veteranidel tihti pikaajalised vaimse tervise häired (depressioon, traumajärgne stresshäire, peavalud, enesetapumõtted).

Tšernobõli foorumi (Rahvusvahelise Aatomienergia Agentuuri algatatud nõukoda) ekspertide hinnangul on vaimse tervise häired kõige raskem Tšernobõlist tingitud rahvatervishoiuprobleem (34). Meie epidemioloogilises uuringus näitab seda enesetapu ja alkoholisõltuvate vähkide liigrisk veteranide kohordis.

Seda, et Tšernobõli veteranide vaimne tervis on ohus, teadsid ja teatasid epidemioloogid umbes 20 aastat tagasi. Seega, *tõendus* oli olemas, ei järgnenud aga riskirühmale suunatud *tõenduspõhist tervisepoliitikat*. Tegu on igipõlise probleemiga (35) – tõenduspõhine tegevus ei rakendu lõhe tõttu, mis lahutab teadlaskonda ja poliitikakujundajaid.

JÄRELDUSED

Tšernobõli veteranide kohordi vähihai gestumus ega suremus ei erinenud Eesti meesrahvastiku vastavatest näitajatest. Ainsaks erinevuseks oli püsivalt kõrgem

enesetapusuremus ja alkoholisõltuv vähihai gestumus, mis osutab tungivale vajadusele tegeleda riigi tasandil veteranide vaimse tervisega.

TÄNUAVALDUS

Uuring tehti Eesti Teadusagentuuri uurimistoetuse IUT5-1 raames. Eesti teadus- ja arendustegevuse korralduse seadus, rahvatervise seadus, isikuandmete kaitse seadus, surma põhjuste registri põhimäärus, vähiregistri põhimäärus ja Tervise Arengu Instituudi põhimäärus moodustavad selle õigusliku raamistiku, mis võimaldas töödelda delikaatseid isikuandmeid epidemioloogilise uuringu eesmärkide täitmiseks. Täname kõiki, kes uuringute tsükli eri etappidel on andnud töösse oma panuse.

VÕIMALIKU HUVIKONFLIKTI DEKLARATSIOON

Autorid kinnitavad huvikonflikti puudumist.

SUMMARY

The Estonian Study of Chernobyl Cleanup Workers: cancer incidence (1986–2012) and mortality (1986–2014)

Kaja Rahu¹, Mati Rahu¹

Background. After the Chernobyl accident in 1986 hundreds of thousands of people were sent to radioactive contaminated environment for cleanup activities. Among them there were 4831 men from Estonia. The health status of Estonian Chernobyl cleanup workers has been followed-up for a long time period; it has been found that they were exposed to low radiation doses and that their cancer and death risk, with the exception of suicide, was not elevated.

Objective. To examine site-specific cancer incidence (1986–2012) and cause-specific mortality (1986–2014) in the Estonian Chernobyl cleanup workers cohort in comparison with the male population of Estonia.

Methods. The data of 4811 traced males in the cohort, who took part at the environmental cleanups in the Chernobyl area in 1986–1991 were linked to the Estonian Population Registry, Estonian Cancer Registry and Estonian Causes of Death Registry. To estimate the health effects of exposure in the cohort, standardized incidence ratios (SIRs) for cancer sites, and standardized mortality ratios (SMRs) for the causes of death were calculated. Risk measures were accompanied by the 95% confidence interval (CI).

¹ Department of Epidemiology and Biostatistics, National Institute for Health Development, Tallinn, Estonia

Correspondence to: Kaja Rahu
kaja.rahu@tai.ee

Keywords: Chernobyl, cleanup workers, cancer incidence, mortality, mental health

Results. In 1986–2012, a total of 369 incident cases of cancer were diagnosed in the cohort (SIR = 1.12; 95% CI 1.00–1.23). The risk of leukemia was not statistically significantly increased (SIR = 1.25; 95% CI 0.60–2.29). An elevated risk of alcohol-related cancers (SIR = 1.58; 95% CI 1.28–1.88) occurred. During the period 1986–2014, 1176 cleanup workers died. (SMR = 1.04; 95% CI 0.98–1.10). An excess risk of suicides (SMR = 1.30; 95% CI 1.05–1.59) was noted.

Conclusion. Cancer incidence and mortality of Chernobyl cleanup workers did not differ from that of the male population of Estonia. The only exception was relatively high suicide mortality that points to the urgent necessity for dealing with cleanup workers' mental health issues at the state level.

KIRJANDUS/REFERENCES

1. Mihailidou EK, Antoniadis KD, Assael MJ. The 319 major industrial accidents since 1917. *Int Rev Chem Eng* 2012;4:529–40.
2. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly. Scientific Annex D. Health effects due to radiation from the Chernobyl accident, Vol 2. New York: United Nations; 2011.
3. Auvinen A, Rahu M, Veidebaum T, et al, eds. Cancer incidence and thyroid disease among Estonian Chernobyl clean-up workers. Publication No. STUK-A158. Helsinki: STUK – Radiation and Nuclear Safety Authority; 1998.
4. Tekkel M, Rahu M, Veidebaum T (uurimisrühma nimel). Tšernobõli veteranide Eesti kohortuuring. II. Kohordi moodustamine ja ankeetküsitlus. *Eesti Arst* 1999;78:488–92.
5. Veidebaum T, Tekkel M, Rahu M (uurimisrühma nimel). Tšernobõli veteranide Eesti kohortuuring. III. Biodosimeetria. *Eesti Arst* 1999;78:492–6.
6. Rahu M, Tekkel M, Veidebaum T (uurimisrühma nimel). Tšernobõli veteranide Eesti kohortuuring. V. Vähihaigestumus ja suremus. *Eesti Arst* 1999;78:506–10.
7. Rahu K, Auvinen A, Hakulinen T, et al. Chernobyl cleanup workers from Estonia: follow-up for cancer incidence and mortality. *J Radiol Prot* 2013;33:395–411.
8. Rahu K. Morbidity and mortality among Baltic Chernobyl clean-up workers: a register-based cohort study. *Dissertationes medicinae Universitatis Tartuensis*, 226. Tartu: University of Tartu Press; 2014.
9. Rahu K, Rahu M, Tekkel M, et al. Chernobyl cleanup workers from Estonia: cohort description and related epidemiological research. *J Radiol Prot* 2015;35:R35–R45.
10. Rahu K, Rahu M, Tekkel M, Bromet E. Suicide risk among Chernobyl cleanup workers in Estonia still increased: an updated cohort study. *Ann Epidemiol* 2006;16:917–9.

11. Cardis E, Hatch M. The Chernobyl accident – an epidemiological perspective. *Clin Oncol* 2011;23:251–60.
12. Kamiya K, Ozasa K, Akiba S, et al. Long-term effects of radiation exposure on health. *Lancet* 2015;386:469–78.
13. Preston RJ. Integrating basic radiobiological science and epidemiological studies: why and how. *Health Phys* 2015;108:125–30.
14. Rahu M, Rahu K, Baburin A. Eesti surmaregister: tekkelugu ja andmekasutus teadustöös. *Eesti Arst* 2006;85:463–9.
15. Ahlbom A, Norell S. Sissejuhatus moodsasse epidemioloogiasse. Tallinn: Huma; 1993.
16. Porta M, ed. A dictionary of epidemiology. 6th ed. Oxford: Oxford University Press; 2014.
17. Coglian VJ, Baan R, Straif K, et al. Preventable exposures associated with human cancers. *J Natl Cancer Inst* 2011;103:1827–39.
18. Rahu M, Rahu K, Baburin A. Eesti surmaandmetiku kvaliteedialüüs: Statistikaameti surmaregister. Tallinn: Demograafia Instituut; 2005.
19. Pärna K, Rahu K, Helakorpi S, Tekkel M. Alcohol consumption in Estonia and Finland: Finbalt survey 1994–2006. *BMC Public Health* 2010;10:261.
20. Pärna K, Pürjer ML, Ringmets I, Tekkel M. Educational differences in cigarette smoking among adult population in Estonia, 1990–2010: does the trend fit the model of tobacco epidemic? *BMC Public Health* 2014;14:709.
21. Rahu K, Bromet EJ, Hakulinen T, Auvinen A, Uusküla A, Rahu M. Non-cancer morbidity among Estonian Chernobyl cleanup workers: a register-based cohort study. *BMJ Open* 2014;4:e004516.
22. Rahu M. Health effects of the Chernobyl accident: fears, rumours and the truth. *Eur J Cancer* 2003;39:295–9.
23. Wakeford R. What to believe and what not to believe. *J Radiol Prot* 2008;28:5–7.
24. Tigasson K-R. Tšernobõli haavad: depressioonist vähini. *Eesti Ekspress* 22.04.2015.
25. Reville WJ. Perceptions of the health impact of Chernobyl. *J Radiol Prot* 2006;26:111–7.
26. Gluzman SF. The Chernobyl accident – a personal perspective. *Clin Oncol* 2011;23:306–7.
27. Balonov MI. On protecting the inexperienced reader from Chernobyl myths. *J Radiol Prot* 2012;32:181–9.
28. Rahu M. Tšernobõli veteranide Eesti kohortuuring. I. Sissejuhatus. *Eesti Arst* 1999;78:484–6.
29. Rahu M, Rahu K, Sisask M. Tšernobõli veteranide mured ja kõhkused: Vastus internetikommentaari dele. *Akadeemia* 2016;28:635–69.
30. The Human Mortality Database, <http://www.mortality.org>.
31. Reste J, Kurjane N, Zvagule T, Eglite M, Cirule J, Gabrusheva N. Mortality analysis in Chernobyl clean-up workers from Latvia. 14th International Congress of Radiation Research, Warszawa, Poland, 28 August – 1 September 2011). Warszawa: 120–1. http://www.researchgate.net/publication/264205649_Mortality_Analysis_in_Chernobyl_Clean-up_Workers_from_Latvia.
32. Laidra K, Rahu K, Tekkel M, Aluoja A, Leinsalu M. Mental health and alcohol problems among Estonian cleanup workers 24 years after the Chernobyl accident. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 2015;50:1753–60.
33. Loganovsky K, Havenaar JM, Tintle NL, Guey LT, Kotov R, Bromet EJ. The mental health of clean-up workers 18 years after the Chernobyl accident. *Psychol Med* 2008;38:481–8.
34. Kinsley III D, ed. Chernobyl's legacy: health, environmental and socio-economic impacts and recommendations to the governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine. The Chernobyl Forum: 2003–2005. 2nd revised version. Vienna: IAEA; 2006.
35. Choi BCK, Pang T, Lin V, et al. Can scientists and policy makers work together? *J Epidemiol Community Health* 2005;59:632–7.