

Rīgas Stradiņa universitāte

Inese Mārtiņšone

**METINĀTĀJU DARBA VIDES GAISA PIESĀRŅOJUMS
AR METĀLIEM UN TĀ IETEKME UZ NODARBINĀTO
VESELĪBU LATVIJĀ**

Specialitāte – aroda un vides medicīna

**Promocijas darba kopsavilkums
medicīnas zinātņu doktora grāda iegūšanai**

**Darba zinātniskā vadītāja:
Medicīnas zinātņu doktore *Mārīte Ārija Baķe*
Rīgas Stradiņa universitātes docente un vadošā pētniece**

Rīga – 2011

Promocijas darbs izstrādāts: Rīgas Stradiņa universitātes aģentūrā Darba drošības un veselības institūtā Higiēnas un arodslimību laboratorijā, Rīgas Stradiņa universitātes Bioķīmijas laboratorijā. Pētījumi veikti laika posmā no 2002. līdz 2009.gadam.

Darbs veikts ar ESF programmas “Atbalsts doktorantiem studiju programmas apguvei un zinātniskā grāda ieguvei Rīgas Stradiņa universitātē” atbalstu, Latvijas Republikas Izglītības un zinātnes ministrijas zinātniskā projekta “Latvijas iedzīvotāju veselību apdraudošo eksogēno un endogēno faktoru izpēte” apakšprojektā RSU – ZP08/03-2 “Metālu un noturīgo organisko piesārņotāju ietekme uz antioksidantu aktivitāti nodarbinātajiem atsevišķos Latvijas rūpniecības uzņēmumos” ietvaros, kā arī ESF līdzfinansētās nacionālās programmas “Darba tirgus pētījumi” projekta „Labklājības ministrijas pētījumi” pētījuma “Darba apstākļi un riski Latvijā” ietvaros. Darbā izmantoti Rīgas Stradiņa universitātes Darba drošības un vides veselības institūta Higiēnas un arodslimību laboratorijas veikto metālapstrādes uzņēmumu darba vides gaisa mērījumi.

Darba zinātniskā vadītāja:

Medicīnas zinātņu doktore,

Rīgas Stradiņa universitātes docente, vadošā pētniece **Mārīte Ārija Baķe**

Darba zinātniskie konsultanti:

Profesore, Dr. habil. med. **Maija Eglīte**

Asociētais profesors, Dr, biol. **Andrejs Šķesters**

Oficiālie recenzenti:

Vad. pētniece, Dr. med. **Tija Zvagule**, Rīgas Stradiņa universitāte

Asociētā profesore, Dr.chem. **Anda Priksāne**, Latvijas universitāte

Dr.med. **Remigius Jankauskas**, Higiēnas institūta direktors, Lietuva, Viļņa

Ar promocijas darbu var iepazīties RSU bibliotēkā un RSU mājas lapā.

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2011.gada 30.maijā plkst. 15:00 Rīgas Stradiņa universitātes (RSU) Medicīnas nozares Teorētiskās medicīnas promocijas padomes atklātā sēdē Rīgā, Dzirciema ielā 16, Hipokrāta auditorijā. Teorētiskās medicīnas disciplīnu Promocijas padomes priekšsēdētājs Dr. habil. med., profesors **Jānis Vētra**.

Padomes sekretāre:

Dr. habil. med., profesore **Līga Aberberga-Augškalne**

Darba aktualitāte

Metāli ir plaši izplatīti dabā. Tie ir Zemes garozas ķīmiskie elementi un piedalās dabas ģeokīmiskajos un bioķīmiskajos procesos. Šie dabiskie procesi, kā arī cilvēka rūpnieciskā darbībā, ietekmē ķīmisko elementu, arī mikroelementu, migrāciju biosfērā, to izkliedi un koncentrēšanos augsnē, ūdenī, gaisā, augu, dzīvnieku un paša cilvēka organismā.

Darbs ar metāliem ir viena no neatņemamām rūpniecības sastāvdaļām, bez kuras mūsdienās faktiski nav iedomājami tādi ražošanas procesi kā metālapstrāde, metalurģija, kā arī dažādi ražošanas palīgprocesī, piemēram, ražošanas iekārtu un darba aprīkojuma remonts.

Latvijā, kur pārsvarā ir mazie un vidējie uzņēmumi, daudzveidīgajos metālapstrādes procesos, kuros ietilpst arī metināšana un gāzes griešana, iesaistīto nodarbināto skaits ir tuvu 2% no darbaspējīgajiem iedzīvotājiem (Martinsons & Skesters, 2009; Mārtinsons *et al.*, 2010). Atsevišķās valstīs tikai metināšanas un gāzes griešanas procesos iesaistīto nodarbināto skaits sastāda vairāk kā 1 % no darbaspējīgajiem iedzīvotājiem (Hewitt, 1996; Antonini, 2003).

Veicot gāzes griešanas un metināšanas darbus, nodarbinātais ir pakļauts virknei kaitīgo faktoru. Darba vides gaisā nonāk metināšanas aerosols, kura sastāvā ir dažādu metālu sāļi un oksīdi, ir iespējama arī veselībai izteikti bīstamu metālu, piemēram, kadmija, niķeļa, hroma (VI) klātbūtne. Pēc laboratorijas pieredzes, daudzās no apsekotajām metinātāju darba vietām, nav piemērotu ventilācijas sistēmu, nodarbinātie strādā aizsargmaskās, kas nepasargā no metināšanas aerosola ieelpošanas, līdz ar to pastāv iespēja attīstīties dažādām arodslimībām. Apkopojot zinātnisko literatūru par metināšanas aerosolā esošu metālu ietekmi uz metinātāju veselību, metālu līmeņiem biovidēs un to izmaiņu cēloņiem, kā arī iespējamajiem veselības traucējumiem, jāsecina, ka Latvijā šī problēma nav pietiekami pētīta. Latvijā ir tikai fragmentāri pētījumi par smago metālu piesārņojumu vidē (sūnās, ūdenī, augsnē) un organisma biovidēs (asinīs, urīnā, matos, nagos un audos) neekspozētajai un ekspozētajai populācijai (Brūmelis, 1992; Ruža, 1994; Bake, 1998).

Metālu koncentrācijas cilvēka organismā biovidēs ir visā pasaulē atzīts vides piesārņojuma indikators, kas atspoguļo gan apkārtējās vides piesārņojuma pakāpi, kopējo uzņemto metālu daudzumu organismā, gan ļauj analizēt darba vides piesārņojuma izraisīto kaitējumu veselībai. Lielākajā daļā pasaules valstu (Zviedrija, Dānija, Vācija, Somija, Japāna, ASV, Ķīna, Polija, Igaunija u.c.) ir noteikti organisma mikroelementu un izplatītāko toksisko metālu references (vidējā metāla koncentrācija bioloģiskajā materiālā reprezentatīvai iedzīvotāju grupai) līmeņi biovidēs neekspozētai un ekspozētai populācijai.

Latvijā nepieciešami kompleksi pētījumi par dabīgo un toksisko elementu koncentrācijām populācijā, un strādājošo organismos saistībā ar darba vidi. Līdz šim Latvijā maz pētītas sakarības starp toksisko metālu un dabīgo metālu līmeņiem organismā, starp saistīto un brīvo elementu koncentrācijām un to izraisīto organisma kaitējuma pakāpi.

Pētījumā iegūtie dati ļaus atklāt kopsakarības starp darba vides piesārņojumu ar metāliem un nodarbināto veselību, kā arī ļaus izstrādāt bioloģiskos indikatorus agrīnai arodslimību diagnostikai, organizēt preventīvo pasākumu kompleksu veselības uzlabošanai. Iegūtos rezultātus ir iespējams salīdzināt ar identiskiem starptautiskiem pētījumiem, kas veikti citās valstīs un iegūt starpvalstu salīdzināmu ainu.

Pētījuma rezultāti var tikt izmantoti kā bāze metālapstrādē nodarbināto veselības uzlabošanas pasākumu pamatotai plānošanai, izglītošanai un dzīves kvalitātes paaugstināšanai.

Darba mērķis

Izpētīt darba vides gaisa piesārņojumu (metināšanas aerosols, Mn, Cr) dažādu metināšanas veidu procesos Latvijas uzņēmumos, noteikt metālu (Mn, Cr, Zn, Cu, Cd) koncentrācijas biovidēs darba vidē eksponētajiem darbiniekiem, novērtēt iespējamo ietekmi uz veselības stāvokli un dot zinātnisku pamatojumu preventīvo pasākumu izstrādei.

Darba uzdevumi:

1. Apkopot pasaulē publicētos literatūras datus par darba vides riska faktoriem metināšanas darbos un to iedarbību uz nodarbināto veselību, tai skaitā uz arodslimību attīstību.
2. Veikt darba vides kvalitātes novērtējumu pēc Rīgas Stradiņa universitātes Higiēnas un arodslimību laboratorijas darba vides gaisa mērījumu datu bāzes.
3. Veikt metālapstrādes procesos nodarbināto aptauju, metālu un oksidatīvā stresa rādītāju izmeklēšanu asinīs.
4. Izvērtēt dažādu faktoru (vecuma, darba stāža, paradumu) iespējamo ietekmi uz metālu koncentrācijām nodarbināto asinīs.
5. Noteikt sakarības starp metālu koncentrācijām biovidēs, antioksidantu aktivitātes izmaiņām aroda eksponētām personām un neeksponētām personām.
6. Izstrādāt zinātniski pamatotus ieteikumus preventīviem pasākumiem metinātāju darba vides un veselības uzlabošanai un priekšlikumus normatīvo aktu papildināšanai darba vides veselības jomā.

Darba hipotēze

Metālu un bioloģisko ekspozīcijas rādītāju monitorēšana dod iespēju agrīni novērtēt iespējamo darba vides ietekmi.

Darba zinātniskā novitāte

Pirmo reizi Latvijā veikta metālapstrādes darbos nodarbināto metinātāju bioloģisko rādītāju noteikšana asinīs un to ietekmējošo darba vides ķīmisko faktoru izpēte:

- higiēniskie mērījumi un bioloģisko paraugu analīze ļāvuši novērtēt darba apstākļu un paradumu ietekmi uz metālu līmeņiem organismā, izmaiņām homeostāzē, oksidatīvā stresa rādītājiem un definēt bioloģisko ekspozīcijas rādītāju (BER) mangānam;
- metināšanā nodarbināto subjektīvo veselības rādītāju un kumulatīvā darba laika korelāciju atklāšana radījusi iespēju pamatot nepieciešamos preventīvos pasākumus darba vides ietekmes uz nodarbināto metinātāju veselību mazināšanai.

Darba praktiskā nozīmība

- Darba rezultāti ļauj darba aizsardzības un arodveselības speciālistiem iepazīties ar detalizētu ķīmisko riska faktoru analīzi metināšanas darbos, lai precīzāk veiktu darba vietu risku novērtējumus un veiktu papildus nepieciešamos darba vides izmeklējumus.
- Darbā ir uzskatāmi pamatota subjektīvās neiroloģisko simptomu aptaujas anketas Q16 izmantojamība nodarbināto metinātāju aptaujai pirms obligāto veselības pārbaūžu veikšanas, lai agrīni diagnosticētu iespējamās veselības problēmas.
- Zinātniski pamatota preventīvo pasākumu kompleksa izstrāde metināšanas darbos nodarbināto veselības un darba spēju uzlabošanai, kas ļauj veikt preventīvo pasākumu efektivitātes novērtējumu.

Promocijas darba apjoms un struktūra

Promocijas darbs uzrakstīts latviešu valodā. Tam ir 8 daļas: ievads, literatūras apskats, materiāli un metodes, rezultāti, diskusija, secinājumi un praktiskās rekomendācijas, literatūras saraksts. Promocijas darba apjoms ir 148 lappuses, ieskaitot 21 tabulu un 27 attēlus. Literatūras sarakstu veido 206 atsauces. Promocijas darbam ir 4 pielikumi. Saistībā ar promocijas darba tēmu ir 20 publikācijas.

Materiāli un metodes

Darba vides gais. Darbā izmantoti Rīgas Stradiņa universitātes (RSU) aģentūras Darba drošības un vides veselības institūta (agrāk RSU Darba un vides veselības institūts) Higiēnas un arodslimību laboratorijas dati par darba vides gaisa kvalitāti 180 dažāda lieluma Latvijas uzņēmumos, kuros tiek veikti metināšanas un metālgriešanas darbi, laika posmā no 2002. līdz 2009.gadam.

Kopsummā šajos uzņēmumos apsekotas 360 darba vietas kā rezultātā veikti sekojoši mērījumi:

1. Metināšanas aerosola paņemšana un koncentrācijas noteikšana (1073 paraugi);
2. Mangāna koncentrāciju noteikšana nodarbināto darba vietās (884 paraugi);
3. Hroma koncentrāciju noteikšana nodarbināto darba vietās (650 paraugi).

Gaisa paraugu analīzei izmantotas ISO un LVS standarta metodes un modernas mēriekārtas (firmu *Gillian un Buck*, ASV individuālie gaisa paraugu sūkņi metināšanas aerosola paraugu iegūšanai nodarbināto elpošanas zonā, augsta jutīguma analītiskie sviri „*Kern*”). Mangāna un hroma koncentrācijas tika analizētas ar atomabsorbcijas spektrofotometrijas (AAS) metodi, izmantojot Varian AAS aparātu ar elektrotermālu parauga sadalīšanu grafitā kivetē un Zēmana fona korekciju.

Ķīmiskā faktora aroda ekspozīcijas izraisītā veselības riska varbūtības novērtēšanai darba vidē tika izmantots ekspozīcijas indekss (EI), kurš atspoguļo ķīmiskās vielas aroda ekspozīcijas pakāpi un vienlaicīgi sniedz informāciju par ķīmiskās vielas iedarbības varbūtību. Ekspozīcijas indeksu konkrētai vielai nosaka, attiecinot reālo ķīmiskās vielas koncentrāciju darba vidē pret likumdošanā noteikto vielas aroda ekspozīcijas robežvērtību (AER). Aroda ekspozīcijas robežvērtība metināšanas aerosolam ir 4 mg/m^3 , mangānam metināšanas aerosolos (kondensācijas aerosols) $0,1 \text{ mg/m}^3$ un hroma (III) oksīdam pēc hroma 1 mg/m^3 , tās ir iestrādātas Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumos nr. 325/2007 „Darba aizsardzības prasības saskaņā ar ķīmiskām vielām” (pieņemti 15.05.2007., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 18.05.2007). Izvērtējot un aprakstot ķīmisko vielu koncentrācijas darba vides gaisā, ķīmisko vielu ekspozīcijas indeksi iedalīti četrās grupās/klasēs atbilstoši zemai, vidējai, augstai un ļoti augstai ekspozīcijas pakāpei. Pirmā grupa, kurā ekspozīcijas indekss ir mazāks vai vienāds ar 0,1, norāda zemu ķīmiskās vielas iedarbības varbūtību. Otrā grupa ($0,1 \leq EI < 0,75$) norāda vidēju iedarbības varbūtību. Trešā grupa ($0,75 \leq EI < 1$) izsaka augstu iedarbības varbūtību. Ķīmisko faktoru aroda ekspozīcijas mērījumos ir pieļaujama 25 % kļūda, tādēļ trešās klases EI jau var norādīt, ka darba vidē atsevišķos mērījumos ir

pārsniegta attiecīgās ķīmiskās vielas aroda ekspozīcijas robežvērtība. Ceturtā grupa ($EI \geq 1$) izsaka ļoti augstu iedarbības varbūtību, ekspozīcija darba vides gaisā ir lielāka par aroda ekspozīcijas robežvērtību (AER). Tas rada risku nodarbinātā drošībai un veselībai, un darba devējam nekavējoties jāveic pasākumi riska novēršanai.

Nodarbināto apauja. Pētījuma dalībnieki tika atlasīti pēc brīvprātības principa kopumā 20 Latvijas uzņēmumos, ar kuriem RSU aģentūras Darba drošības un vides veselības institūta Higiēnas un arodslimību laboratorijai ir sadarbība darba vides gaisa novērtēšanas jomā. Aptauja tika veikta, ar speciālu nodarbināto aptaujas anketu, kas tika izveidota, izmantojot Pasaules Veselības Organizācijas rekomendētās vadlīnijas un tajā tika iekļauta subjektīvā neiroloģisko simptomu novērtēšanas anketa Q16. Anketēšana tika veikta intervijas veidā, kopsummā noanketētas 254 personas. Datu apkopošanas un analīzes gaitā respondenti tika sadalīti divās grupās:

- 1.grupa – nodarbinātie, kas darba vidē saskaras ar metāliem un to savienojumiem (97 personas - metinātāji);
2. grupa – nodarbinātie, kas darba vidē nav pakļauti saskarei ar metāliem un to savienojumiem (54 personas elektriķi un 103 personas biroja darbinieki).

Eksponētās jeb metinātāju grupas vecums bija robežās no 19 līdz 71 gadam, vidējais vecums $41,3 \pm 14,1$ gadi. Kontroles grupā tika iekļauti dažādos Latvijas uzņēmumos nodarbinātie, kuri darba procesā nekontaktē ar metāliem un to savienojumiem: elektriķu grupas vecums bija robežās no 23 līdz 76 gadiem, vidējais vecums $47,6 \pm 11,0$ gadi, biroja darbinieku grupas vecums bija no 20 līdz 69 gadiem, vidējais vecums – $39,2 \pm 12,6$ gadi.

Visas pētījumā iesaistītās personas bija vīrieši un nodarbināti vienā maiņā.

Aptaujas anketa sastāv no šādām sadaļām:

- Vispārējā daļa (vecums, dzimums, profesija, stāžs, ieradumi);
- Jautājumi par saskari ar ķīmiskām vielām darba vidē;
- Jautājumi, kas raksturo nodarbinātā veselības stāvokli (ziņas par pārciestām vai esošām slimībām);
- Subjektīvā neiroloģisko simptomu novērtēšanas anketa (Q16);
- Ēšanas paradumi.

Rezultātu ieguves procesā, tika konstatēts, ka elektriķi darba laikā ir pakļauti dažādu organisko savienojumu (šķīdinātāju, minerāleļļu) ietekmei, kuru toksiskā iedarbība ir vērsta uz centrālo nervu sistēmu. Šī jaucefaktora dēļ, aptaujas anketas sadaļu par „nodarbināto veselības stāvokli” un „Q16” rezultāti elektriķu grupai, kopējā datu apstrādē netika izmantoti, eksponētā grupa (metinātāji) tika salīdzināti ar atbilstoša vecuma biroja darbiniekiem, kuriem darba process nav saistīts ar dažādu ķīmisko vielu izmantošanu.

Metālu un bioķīmisko rādītāju noteikšana asinīs. Metālu un oksidatīvā stresa marķieru līmeņu asinīs tika noteikti metinātājiem un elektrīkiem. Elektrīki ir nodarbināti tajos pašos uzņēmumos, kur metinātāji, līdz ar to nodarbinātie nāk no līdzīgas sociālās vides. Elektrīki darba procesā nesaskaras ar metināšanas aerosolu un viņu darbs nav saistīts ar dažādiem metālapstrādes darbiem augstās temperatūrās. No nodarbinātajiem pēc to labprātīgas piekrišanas tika iegūti 148 asins paraugi (94 metinātāji un 54 elektrīki). Asins paraugi tika iegūti darba nedēļas vidū (trešdienā vai ceturtdienā), darba maiņas beigās.

Asins paraugu mineralizācija metālu koncentrāciju noteikšanai veikta slēgtas sistēmas mikroviļņu krāsnī (*MARS 5, CEM*). Metālu koncentrācijas tika analizētas ar atomabsorbcijas spektrofotometrijas (AAS) metodi, izmantojot Varian AAS aparātu ar elektrotermālu parauga sadalīšanu grafīta kivetē un Zēmana fona korekciju, pie noteiktiem metālu specifiskiem viļņu garumiem: Mn – 279,5 nm, Cr – 357,9 nm, Cu – 327,4 nm, Zn – 213,9 nm un Cd 228,8 nm.

Oksidatīvā stresa marķieru analīzes veiktas Rīgas Stradiņa universitātes Bioķīmijas laboratorijā. Bioķīmisko izmeklējumu programmā tika iekļauta sekojošu rādītāju noteikšana – asinīs: hemoglobīns, Cu,Zn-superoksīddismutāze (*Cu,Zn-SOD*), glutationperoksidāze (*GPx*), reducētais glutations (*GSH*); eritrocītos – katalāze (*CAT*); plazmā - kopējie antioksidanti (*TAS*).

Hemoglobīna daudzums asinīs tika noteikts ar fotometrijas standarta metodi, izmantojot SIA „DIVIDENT” (Latvija) testsistēmu (kitus) un spektrofotometru „Cary 50” („Varian”, Inc., Nīderlande).

Cu,Zn-superoksīddismutāzes, glutationperoksidāzes daudzums asinīs un kopējais antioksidantu daudzums plazmā tika noteikts ar klīniskās ķīmijas analizatoru „RX Daytona” („Randox Lab.” Ltd., Lielbritānija), izmantojot *Randox Laboratories Ltd. (Lielbritānija)* standarta testsistēmas.

Katalāzes daudzums eritrocītos un reducētā glutations daudzums asinīs tika noteikts ar fotometrisko noteikšanas metodi, izmantojot spektrofotometru „Cary 50” („Varian”, Inc., Nīderlande).

Rezultātu statistiskā apstrāde tika veikta izmantojot SPSS 16.0 datorprogrammu (firma *SPSS Ltd., ASV*) un atsevišķos gadījumos tika izmantotas Microsoft Excel un MedCalc 11.2.1. programmas. Datu statistiskajā analīzē izmantotas vispārārtzītas statistikas metodes (Teibe & Berkis, 2001; Paura & Arhipova, 2002; Teibe, 2007). Tika pārbaudīta iegūto pētījuma rezultātu atbilstība normālajam (Gausa) sadalījumam, izmantojot Kolmogorova – Smirnova testu (*K-S tests*), tika novērtēta arī rezultātu asimetrija un ekscess. Tā kā darba vides gaisa mērījumi, metālu un bioķīmisko analīžu rezultāti nepakļāvās normālsadalījumam, tad rezultātu statistiskai apstrādei izmantotas neparametriskās datu apstrādes metodes. Katram mainīgajam lielumam veikta atbilstošās statistikas analīze – atrasti centrālās tendences (aritmētiskais

vidējais, mediāna) un izkliedes (standartnovirze, 95% ticamības intervāls) rādītāji, kā arī aprēķinātas kvartiles.

Rezultātu salīdzināšanai izmantotas izredžu (OR), Hī kvadrāta, ticamības intervāla (95%) analīzes metodes, kā arī Manna – Vitneja (*Mann-Whitney U test*) tests, lineārā regresija, aprēķināts Spīrmana (*Spearman's rank correlation*) rangu korelācijas koeficients.

Rezultāti

Darba vides gais. Darba vides gaisa kvalitātes izvērtēšanai izmantota Rīgas Stradiņa universitātes Darba drošības un vides veselības institūta (DDVVI) Higiēnas un arodslimību laboratorijas darba vides riska faktoru, tai skaitā ķīmisko vielu mērījumu datu bāze. No 1073 metināšanas aerosola analīzēm, kuras RSU Higiēnas un arodslimību laboratorija veikusi laika posmā no 2002.gada līdz 2009.gadam 602 jeb 56,1% gadījumos koncentrācija ir vienāda vai pārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību (AER) – 4 mg/m³ (skatīt 1. tabulu)

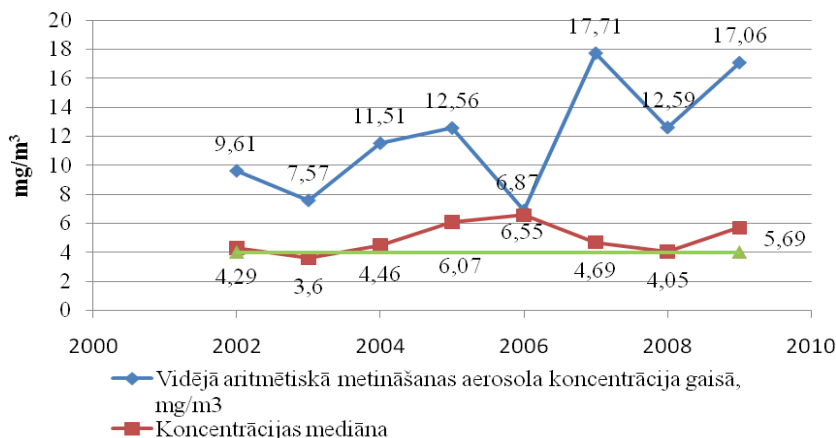
1. tabula. Metināšanas aerosola mērījumu skaita darba vides gaisā sadalījums pa gadiem un pēc ekspozīcijas indeksiem

Ekspozīcijas indekss (EI)	Analīžu skaits mērījumu veikšanas gadā								Kopā
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
zems EI	0	0	0	3	3	0	8	3	17 (1,6%)
vidējs EI	42	69	39	48	12	37	61	43	351 (32,7%)
augsts EI	12	27	24	15	3	5	12	5	103 (9,6%)
ļoti augsts EI	60	75	78	144	42	51	83	69	602 (56,1%)
Kopā	114	171	141	210	60	93	164	120	1073
Kopā, %	10,6 %	15,9 %	13,1 %	19,6%	5,6 %	8,7 %	15,3 %	11,2 %	100%

Metināšanas aerosola koncentrācijas ar ļoti augstu iedarbības risku procentuāli visvairāk novērojamas 2005. un 2006.gados, proti, 68,6% un 70,0% laboratoriski veiktajos mērījumos. Kopš 2002.gada līdz 2005.gadam vērojams laboratoriski veikto mērījumu skaita pieaugums 2002.gadā – 114, 2003.gadā – 171, 2004.gadā – 141, 2005.gadā – 210, pēc tam vērojams straujš mērījumu skaita samazinājums un 2009.gadā ir veikti 120 mērījumi, kas ir tuvu 2002.gada līmenim.

Laika periodā no 2002. līdz 2009.gadam vidējā aritmētiskā ($x \pm SD$) metināšanas aerosola koncentrācija ir $13,32 \pm 33,73$ mg/m³ (95% TI 10,64 – 16,01), tas nozīmē, ka Latvijas Republikas likumdošanā noteiktā aroda ekspozīcijas robežvērtība 4 mg/m³ ir pārsniegta vairāk kā 3 reizes. Tā kā metināšanas aerosola koncentrācijas darba vides gaisā svārstās ļoti plašā

diapazonā, 2007.gadā maksimālā koncentrācija sasniedza pat 365,10 mg/m³, kā papildus raksturojošu lielumu izmantoju mediānu. Kā redzams 1. attēlā, tad visu gadu, izņemot 2003.gadu, koncentrāciju mediānu lielumi pārsniedz AER metināšanas aerosolam, tā kā mediāna ir vidējais rezultāts skaitļu rindā, kurā visi kopas rezultāti ir sakārtoti augošā secībā, tad ir pamats apgalvojumam, ka vairāk kā puse no ik gadus veiktajiem laboratoriskajiem mērījumiem pārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību.



1. attēls. Vidējā metināšanas aerosola koncentrācija un koncentrāciju mediāna darba vides gaisā pa gadiem

No 884 mangāna analīzēm, kuras RSU Higiēnas un arodslimību laboratorija veikusi laika posmā no 2002.gada līdz 2009.gadam, 350 jeb 39,6% gadījumos mangāna koncentrācija ir vienāda vai pārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību – 0,1 mg/m³ (skatīt 2. tabulu).

Lielākais mangāna analīžu apjoms vērojams 2003.gadā, tas sastāda 162 analīzes jeb 18,3% no visām laboratoriski veiktajām mangāna analīzēm laika posmā no 2002. līdz 2009.gadam. Procentuāli lielākais analīžu skaits, kurās mangāna koncentrācija neatbilst AER, konstatēts 2009.gadā, no šajā gadā veiktajām analīzēm AER pārsniedz 54%, arī 2008.gadā un 2005.gadā bija salīdzinoši liels AER pārsniedošo analīžu skaits, attiecīgi, 48,6% un 47,1%.

Analizējot laboratorijas paraugu ņemšanas protokolus un testēšanas pārskatus, augstie EI rādītāji novērojami darba vietās, kurās nav pieejami kolektīvās aizsardzības līdzekļi vai darba vietas nav pareizi aprīkotas ar atbilstošu pieplūdes – atsūces ventilāciju.

2. tabula. Mangāna analīžu darba vides gaisā skaita sadalījums pa gadiem un pēc ekspozīcijas indeksiem

Ekspozīcijas indekss (EI)	Analīžu skaits mērījumu veikšanas gadā								Kopā
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
zems EI	12	18	45	42	9	25	18	27	196 (22,2%)
vidējs EI	45	84	33	33	27	27	36	11	296 (33,5%)
augsts EI	6	21	6	6	0	0	1	2	42 (4,7%)
ļoti augsts EI	51	39	54	72	18	17	52	47	350 (39,6%)
Kopā	114	162	138	153	54	69	107	87	884
Kopā, %	12,9%	18,3%	15,6%	17,3%	6,1%	7,8%	12,1%	9,8%	100%

Laika posmā no 2002.gada līdz 2009.gadam RSU Higiēnas un arodslimību laboratorija 217 darba vietās veikusi hroma koncentrāciju noteikšanu darba vides gaisā, kopsummā veiktas 650 hroma analīzes, no kurām neviena nepārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību – 1 mg/m³ (skatīt 3. tabulu).

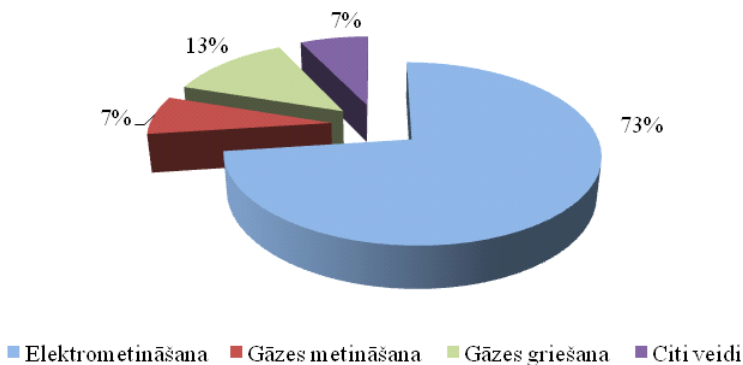
3. tabula. Hroma analīžu darba vides gaisā skaita sadalījums pa gadiem un pēc ekspozīcijas indeksiem

Ekspozīcijas indekss (EI)	Analīžu skaits mērījumu veikšanas gadā								Kopā
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
zems EI	81 96,4%	123 78,8%	111 92,5%	96 91,4%	30 83,3%	54 100 %	65 95,6%	27 100 %	587 90,3%
vidējs EI	3 3,6%	33 21,2%	9 7,5%	9 8,6%	6 16,7%	0	3 4,4%	0	63 9,7%
augsts EI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ļoti augsts EI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kopā (%)	84 100%	156 100%	120 100%	105 100%	36 100%	54 100 %	68 100%	27 100 %	650 100%
Vidējā hroma koncentr. mg/m ³	0,03	0,09	0,06	0,02	0,07	0,01	0,02	0,01	

Apskatot hroma ekspozīcijas indeksus pa gadiem, redzams, ka lielākajā daļā analīžu ekspozīcijas indekss darba vietās/procesos ir zems (EI < 0,1), tikai 9,7% jeb 63 analīžu ekspozīcijas indekss ir vidējs (0,1 ≤ EI < 0,75), tas nozīmē, ka hroma koncentrācija darba vides gaisā nerada nopietnus draudus

nodarbināto veselībai. Vidējās hroma koncentrācijas nevienā no gadiem nepārsniedz 1/10 no aroda ekspozīcijas robežvērtības – 1 mg/m³.

Kopš 2007.gada RSU Higiēnas un arodslimību laboratorijai ir jauna datu bāzes versija, kas ļauj iegūt detalizētāku informāciju par pielietotajiem metināšanas veidiem. Laika posmā no 2007.gada līdz 2009.gadam ir apsekotas 127 dažādas metināšanas darba vietas un kopskaitā iegūti 377 darba vides gaisa paraugi, veiktas 263 mangāna un 149 hroma analīzes. Šajās darba vietās izmantoto metināšanas veidu procentuālais sadalījums redzams 2. attēlā.



2. attēls. Laboratoriski apsekoto metināšanas veidu procentuālais sadalījums laika posmā no 2007. līdz 2009.gadam

Pēc RSU Higiēnas un arodslimību laboratorijas datiem darba vides gaisa mērījumi visbiežāk veikti elektrometināšanas laikā, t.i., 73% no visiem metināšanas aerosola laboratoriskajiem mērījumiem laika posmā no 2007. līdz 2009.gadam. Elektrometināšana ietver elektriskā loka metināšanu, izmantojot elektrodu, metināšanu ar pusautomātu, metināšanu ar stiepli un līdzīgus metināšanas veidus. Gāzes metināšana ietver metināšanu ar pusautomātu gāzu aizsargatmosfērā. Gāzes griešana ir metāla detaļu mehāniska sadalīšana, izmantojot gāzes degli. Kā citus metināšanas veidus apzīmē plazmas metināšanu, lāzermetināšanu.

Metināšanas aerosola, mangāna un hroma koncentrācijas darba vides gaisā pēc pielietotā metināšanas veida apkopotas 4. tabulā.

4. tabula. Metināšanas aerosola, mangāna un hroma koncentrācijas darba vides gaisā pēc pielietotā metināšanas veida

Metināšanas veids	Rādītājs	Analīžu skaits	Koncentrācija darba vides gaisā, mg/m ³							
			X _{vid.}	SD	95% TI	Min	Max	Mediāna	95% TI	IQR (Q ₃ – Q ₁)
Elektro-metināšana	Metināšanas aerosols	275	12,70	28,05	9,37 - 16,03	0,003	231,26	4,10	3,69 - 4,84	1,81 - 9,78
	Mangāns	194	1,01	3,66	0,49 - 1,53	< 0,001	32,60	0,08	0,04 - 0,13	0,012 - 0,42
	Hroms	119	0,005	0,007	0,004 - 0,006	< 0,001	0,033	0,003	0,002 - 0,003	0,001 - 0,005
Gāzes metināšana	Metināšanas aerosols	27	24,00	41,96	7,40 - 40,60	0,44	141,35	7,00	4,91 - 16,46	2,83 - 22,78
	Mangāns	18	0,77	1,49	0,03 - 1,52	0,001	5,49	0,24	0,002 - 0,39	0,002 - 0,40
	Hroms	6	0,006	0,002	0,004 - 0,008	0,003	0,008	0,006	0,003 - 0,008	0,005 - 0,007
Gāzes griešana	Metināšanas aerosols	48	31,83	84,55	7,28 - 56,37	0,84	365,10	8,55	4,81 - 11,25	1,92 - 14,69
	Mangāns	30	0,11	0,22	0,02 - 0,19	0,001	0,85	0,01	0,004 - 0,02	0,003 - 0,03
	Hroms	15	0,05	0,10	-0,004 - 0,109	0,002	0,250	0,004	0,002 - 0,005	0,002 - 0,005
Citi veidi	Metināšanas aerosols	27	3,42	4,44	1,66 - 5,18	0,28	16,22	1,10	0,69 - 2,11	0,54 - 5,33
	Mangāns	21	0,05	0,08	0,01 - 0,08	0,001	0,24	0,006	0,001 - 0,04	0,001 - 0,06
	Hroms	9	0,002	0,001	0,001 - 0,003	< 0,001	0,003	0,002	0,001 - 0,003	0,001 - 0,003

X_{vid.}- vidējā aritmētiskā koncentrācija, mg/m³; SD – standartnovirze; TI – ticamības intervāls, 95%; Min – minimālā vērtība; Max – maksimālā vērtība; IQR (Q₃ – Q₁) – starpkvartiļu intervāls

Metālu līmeņi un bioķīmiskie rādītāji. Metālapstrādes darbos nodarbinātās personas ir pakļautas dažādu darba vides riska faktoru ietekmei. Viens no būtiskākajiem riska faktoriem ir dažādu metālu savienojumi darba vides gaisā, kas pa elpceļiem nokļūst organismā. Nosakot nodarbināto asinīs metālu līmeņus un bioķīmiskos rādītājus, kas varētu signalizēt par agrīnām darba vides riska faktoru izraisītām pārmaiņām organismā, ir iespējams novērtēt darba vides ietekmi.

Noteikšanai tika izvēlēti pieci elementi – mangāns, hroms, cinks, varš un kadmijijs. Pirmie četri elementi ir būtiski notiekošajiem vielmaiņas procesiem organismā, bet pastāv varbūtība, ka paaugstināta šo elementu koncentrācija darba vidē var ietekmēt normālos metālu līmeņus organismā. Kadmijijs nav cilvēkam nepieciešamais elements, līdz ar to pastāv iespēja, ka paaugstināta šī elementa koncentrācija organismā varētu izjaut kāda cita elementa līdzsvaru.

Metālu uzkrāšanās vai nepietiekams to līmenis organismā rada izmaiņas tā iekšējās vides fizikāli ķīmiskajos parametros un ar laiku var rasties traucējumi organisma aizsargsistēmas galveno barjeras orgānu un sistēmu darbībā. Lai dabiskā organisma aizsardzības sistēma spētu darboties pilnvērtīgi, organismā nepieciešams pietiekams daudzums antioksidantu. Antioksidantu enzīmi, tādi kā glutaciona peroksidāze (*GPx*), superoksiddismutāze (*SOD*) un katalāze (*CAT*), aizkavē smago metālu uzkrāšanos organismā (Sharifian *et al.*, 2009).

Salīdzinot metinātāju (eksponētās) grupas rezultātus ar elektriķu (kontroles) grupas rezultātiem, redzam, ka eksponētajā grupā **mangāna (Mn)** koncentrācijas mediāna asinīs ir 22,30 µg/l (95% TI 18,70 – 24,30), bet kontroles grupā 16,50 µg/l (95% TI 14,99 – 18,14). Veicot iegūto rezultātu apstrādi ar Manna – Vitneja testu, starp grupām ir vērojama statistiski ticama atšķirība ($z=4,37$; $p < 0,001$), Mn līmenis asinīs eksponētajā grupā ir būtiski augstāks.

Eksponētajā grupā **hroma (Cr)** koncentrācijas mediāna asinīs ir 6,35 µg/l (95% TI 4,30 – 7,62), bet kontroles grupā 3,75 µg/l (95% TI 2,57 – 6,20). Lai arī eksponētajā grupā mediānas vērtība ir 1,7 reizes augstāka nekā kontroles grupā, veicot iegūto rezultātu apstrādi ar Manna – Vitneja testu starp grupām nav vērojama statistiski ticama atšķirība ($z = 1,84$; $p = 0,066$).

Eksponētajā grupā **kadmija (Cd)** koncentrācijas mediāna asinīs ir 1,06 µg/l (95% TI 0,48 – 2,53), bet kontroles grupā 0,60 µg/l (95% TI 0,28 – 1,25). Veicot iegūto rezultātu apstrādi ar Manna – Vitneja testu starp grupām ir vērojama statistiski ticama atšķirība ($z = 2,99$; $p < 0,01$), kadmija līmenis eksponētajā grupā ir būtiski augstāks. Zinot to, ka metinātāju grupā salīdzinājumā ar elektriķu grupu, ir izteikti lielāks smēķētāju skaits un smēķētājiem kadmija līmenis ir augstāks nekā nesmēķētājiem, tālāk ir veikta detalizētāka smēķēšanas un kadmija līmeņu ietekmes analīze.

Eksponētajā grupā **vara (Cu)** koncentrācijas mediāna asinīs ir 0,71 mg/l (95% TI 0,66 – 0,75), bet kontroles grupā - 0,99 mg/l (95% TI 0,86 – 1,11). Veicot iegūto rezultātu apstrādi ar Manna – Vitneja testu starp grupām ir

vērojama statistiski ticama atšķirība ($z = 4,23$; $p < 0,001$). Cu līmenis eksponētajā grupā ir būtiski zemāks.

Eksponētajā grupā **cinka (Zn)** koncentrācijas mediāna asinīs ir 6,90 mg/l (95% TI 6,51 – 7,39), bet kontroles grupā - 6,20 mg/l (95% TI 5,82 – 6,60). Veicot iegūto rezultātu apstrādi ar Manna – Vitneja testu, starp grupām ir vērojama statistiski ticama atšķirība ($z = 3,78$; $p < 0,001$). Zn līmenis eksponētajā grupā ir būtiski augstāks.

Metālu savstarpējas mijiedarbības raksturojošs rādītājs ir **cinka – vara (Zn:Cu) attiecība**. Eksponētajā grupā Zn:Cu attiecības mediāna asinīs ir 9,47 (95% TI 8,70 – 10,69), bet kontroles grupā 5,64 (95% TI 4,28 – 7,75). Veicot iegūto rezultātu apstrādi ar Manna – Vitneja testu, starp grupām ir vērojama statistiski ticama atšķirība ($z = 5,62$; $p < 0,001$). Paaugstināta Zn:Cu attiecība vērojama eksponētajā grupā.

Korelāciju analīze neapstiprina mangāna, hroma, vara un cinka izmaiņas atkarībā no vecuma izmaiņām. Gan metinātāju, un elektriķu grupās, pieaugot vecumam ir vērojama vāja tendence samazināties kadmija līmenim asinīs, attiecīgi ($r = -0,204$; $p=0,051$) un ($r = -0,254$; $p=0,072$). Šī vājā tendence norāda, ka abās grupās lielāks kadmija līmenis ir sastopams gados jaunāko pētījuma dalībnieku vidū.

Augstas metālu koncentrācijas darba vidē un ilgs ekspozīcijas laiks, var veicināt dažādu elementu līmeņu palielināšanos vai samazināšanos organisma biovidēs. Darba stāžs ir viens no ekspozīcijas laika raksturojošiem rādītājiem. Korelācijas starp darba stāžu un metālu līmeņiem asinīs netika konstatētas nevienā no pētījumā iesaistītajām grupām

Smēķēšanas ietekmes izvērtēšanai metālu līmeņi tika salīdzināti starp smēķētājiem, bijušajiem smēķētājiem un nesmēķētājiem metinātāju un elektriķu grupās. Rezultāti apkopoti 5.tabulā.

5. tabula. Manna – Vitneja (*Mann – Whitney*) analīzes raksturlielumi, salīdzinot metālu līmeņus asinīs arodeksponētām (metinātājiem) un neeksponētām (elektriķiem) personām atkarībā no smēķēšanas paraduma

Elements	Smēķēšanas paradums	Grupa	N	Mediāna (25%o - 75%o)	z	p
Mn, µg/l	Nesmēķētāji	Elektriķi	22	16,70 (12,00 - 19,30)	2,87	0,0041
		Metinātāji	20	20,95 (17,00 – 27,35)**		
Mn, µg/l	Ex-smēķētāji	Elektriķi	15	16,50 (14,55 – 20,45)	2,24	0,0253
		Metinātāji	9	24,00 (19,28 – 37,25)*		
Mn, µg/l	Smēķētāji	Elektriķi	16	16,29 (12,25 – 18,75)	2,44	0,0147
		Metinātāji	50	21,95 (16,00 – 30,50)*		
Cr, µg/l	Nesmēķētāji	Elektriķi	21	2,50 (0,10 – 7,75)	2,28	0,0225
		Metinātāji	18	7,75 (3,30 – 11,90)*		
Cr, µg/l	Ex-smēķētāji	Elektriķi	12	3,50 (2,00 – 7,95)	0,12	0,9076
		Metinātāji	16	5,25 (2,00 – 7,25)		
Cr, µg/l	Smēķētāji	Elektriķi	15	5,50 (3,28 – 12,10)	0,15	0,8802
		Metinātāji	46	6,35 (3,00 – 9,70)		
Cd, µg/l	Nesmēķētāji	Elektriķi	23	0,30 (0,20 – 0,60)	0,95	0,3413
		Metinātāji	21	0,30 (0,20 – 1,90)		
Cd, µg/l	Ex-smēķētāji	Elektriķi	13	0,63 (0,45 – 1,06)	1,15	0,2498
		Metinātāji	17	0,60 (0,30 – 0,78)		
Cd, µg/l	Smēķētāji	Elektriķi	14	1,40 (0,93 – 2,29)	1,02	0,3085
		Metinātāji	54	1,60 (0,95 – 3,00)		

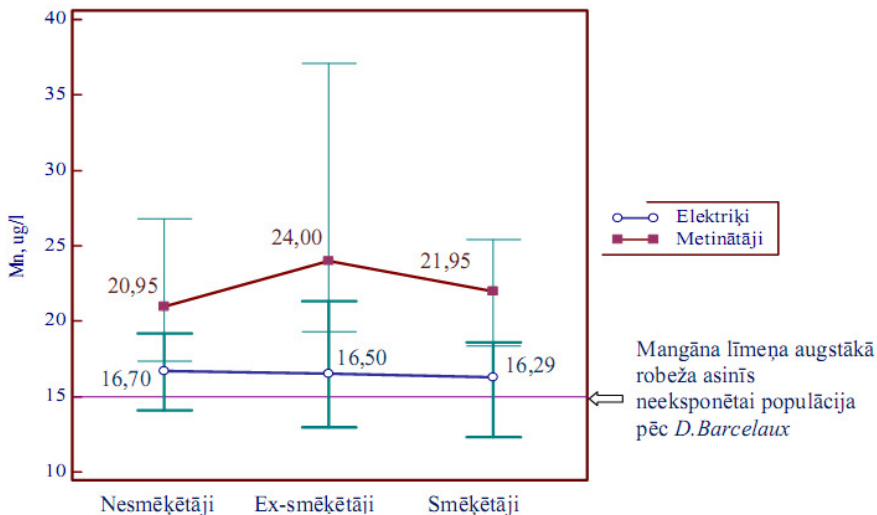
Statistiski ticama atšķirība starp metinātājiem un elektriķiem smēķēšanas paraduma ietvaros, veicot aprēķinus ar Manna – Vitneja testu: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

5. tabula (turpinājums). Mann – Vitneja (*Mann – Whitney*) analīzes raksturlielumi, salīdzinot metālu līmeņus asinīs arodeksponētām (metinātājiem) un neekspozētām (elektriķiem) personām atkarībā no smēķēšanas paraduma

Elements	Smēķēšanas paradums	Grupa	N	Mediāna (25%o - 75%o)	z	p
Cu, mg/l	Nesmēķētāji	Elektriķi	23	1,00 (0,76 – 1,44)	2,58	0,0098
		Metinātāji	20	0,72 (0,47 – 0,84)**		
Cu, mg/l	Ex-smēķētāji	Elektriķi	13	1,04 (0,81 – 1,31)	1,99	0,0468
		Metinātāji	17	0,75 (0,62 – 0,94)*		
Cu, mg/l	Smēķētāji	Elektriķi	15	0,87 (0,69 – 1,06)	1,95	0,0506
		Metinātāji	55	0,69 (0,52 – 0,82)		
Zn, mg/l	Nesmēķētāji	Elektriķi	22	6,45 (5,60 – 6,90)	0,77	0,4441
		Metinātāji	21	6,50 (5,65 – 8,80)		
Zn, mg/l	Ex-smēķētāji	Elektriķi	13	6,60 (5,60 – 7,05)	1,19	0,2330
		Metinātāji	17	6,90 (5,75 – 7,65)		
Zn, mg/l	Smēķētāji	Elektriķi	14	5,55 (4,80 – 6,30)	4,00	6,43e-05
		Metinātāji	54	7,05 (6,20 – 8,00)***		
Zn : Cu	Nesmēķētāji	Elektriķi	21	6,16 (4,21 – 7,52)	3,20	0,0014
		Metinātāji	20	8,99 (6,57 – 16,89)**		
Zn : Cu	Ex-smēķētāji	Elektriķi	12	5,23 (4,52 – 6,42)	3,16	0,0016
		Metinātāji	17	8,75 (7,15 – 11,35)**		
Zn : Cu	Smēķētāji	Elektriķi	12	6,69 (4,67 – 8,34)	3,47	0,0005
		Metinātāji	54	9,72 (7,68 – 14,88)***		

Statistiski ticama atšķirība starp metinātājiem un elektriķiem smēķēšanas paraduma ietvaros, veicot aprēķinus ar Mann – Vitneja testu: * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$

Mangāna līmenis metinātāju grupā ir statistiski ticami augstāks nekā elektriķu grupā. Salīdzinot mangāna līmeņus metinātāju un elektriķu grupās (skatīt 3. attēlu), iegūtas statistiski ticamas atšķirības starp nesmēķētājiem ($z=2,87$; $p<0,01$), starp bijušajiem smēķētājiem ($z=2,24$; $p<0,05$) un smēķētājiem ($z=2,44$; $p<0,05$).

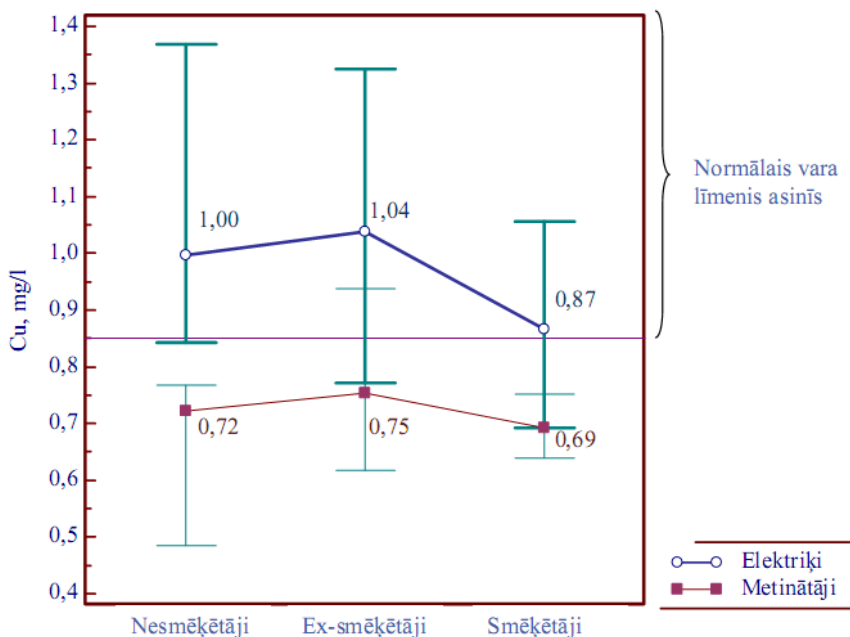


3. attēls. Mangāna līmeņi ar 95%TI elektriķu un metinātāju asinīs pēc smēķēšanas paraduma

Tik pat kā nemainīgais mangāna līmenis elektriķu grupā līdzīgi kā citu autoru darbos (Kristiansen *et al.*, 1997), apliecina faktu, ka smēķēšana neietekmē mangāna līmeni asinīs.

Salīdzinot vara mediānu līmeņus starp metinātāju un elektriķu grupām, izmantojot Manna – Vitneja testu, ir iegūta statistiski ticama rezultātu atšķirība, skatīt 4. attēlu, nesmēķētājiem ($z=2,58$; $p<0,01$) un bijušajiem smēķētājiem ($z=1,99$; $p<0,05$), bet starp smēķētājiem atšķirības nav statistiski ticamas ($z=1,95$; $p=0,051$).

Vara līmenis metinātāju asinīs, salīdzinājumā ar literatūrā (Wu, 2006) ieteikto, ir pazemināts, viszemākais līmenis vērojams smēķējošu metinātāju vidū.



4. attēls. Vara līmeņi ar 95%TI elektriķu un metinātāju asinīs pēc smēķēšanas paraduma

Metinātāju grupā novērojama vāja ($r = -0,265$) statistiski nozīmīga ($p < 0,05$) negatīva korelācija, starp cinka un vara līmeņiem asinīs. Tas nozīmē, ka, palielinoties cinka līmenim asinīs, vara līmenis samazinās. Kā aprakstīts literatūrā, cinks un varš var antagoniski ietekmēt viens otra uzsūkšanās apjomus un metabolismu (Telišman *et al.*, 2001).

Summējot iegūtos rezultātus, metinātāju grupā salīdzinot ar kontroles grupu un citu autoru uzdotajiem references lielumiem, ir paaugstināti mangāna, kadmija un cinka līmeņi, bet pazemināts vara līmenis asinīs. Būtiskākais kadmija piesārņojuma avots ir smēķēšana, bet pārējo metālu līmeņu izmaiņas ir saistāmas ar darba vides gaisā esošo piesārņojumu.

Darba vidē metinātāji ir pakļauti metināšanas aerosola ietekmei, kuram piemīt kairinoša, toksiska, fibrogēna un iespējama arī sensibilizējoša iedarbība. Metināšanas aerosolam nonākot plaušās, tas kļūst par hroniska kairinājuma avotu. Pēc makrofāgu un leukocītu aktivizācijas seko ieelpoto metālu daļiņu fagocitoze, tādējādi izraisot proteāžu, iekaisuma mediatoru un skābekļa aktīvo radikāļu izdalīšanos. Metinātāju un elektriķu asinīs tika veikta Cu,Zn – superoksīddismutāzes, katalāzes, reducētā glutationa, un kopējo antioksidantu līmeņu noteikšana, kā arī plazmas hemiluminiscences (HLC) noteikšana.

Iegūtie rezultāti apkopoti 6. tabulā. Salīdzinot iegūtos rezultātus abās grupās, nevienā no noteiktajiem rādītājiem nav konstatēta statistiski ticama atšķirība.

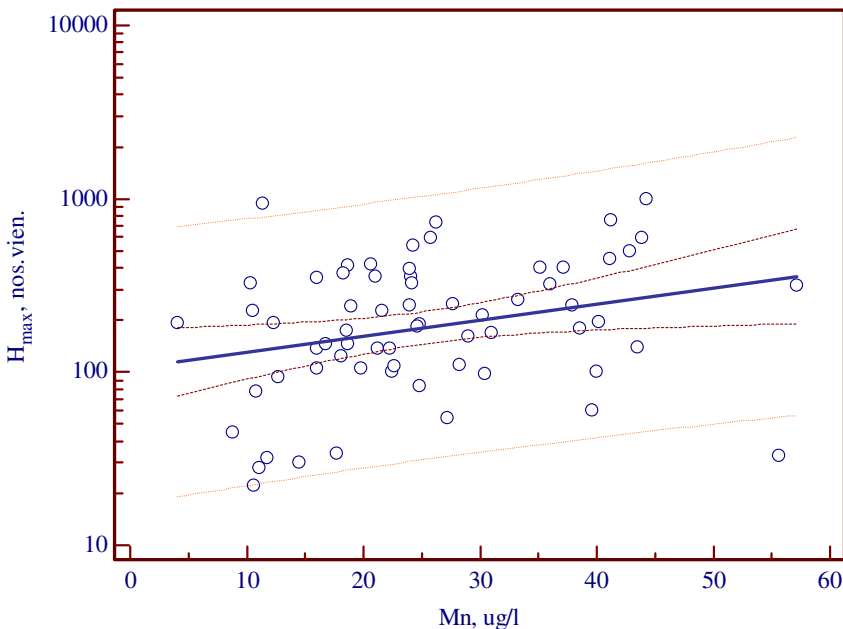
6. tabula. Bioķīmiskie rādītāji metinātāju un elektriķu asinīs

Izmeklētā grupa	N	Rādītājs	Mediāna	IQR ($Q_3 - Q_1$)	95% TI
Metinātāji	96	Cu, Zn - SOD, U/g Hb	1341,5	1161,0 - 1558,5	1276,3 - 1391,5
	96	CAT, k/g Hb	187,5	147,5 - 218,5	172,0 - 199,3
	97	GPx, U/L	6466,0	5510,3 - 7475,5	6036,0 - 6725,0
	97	Reducētais glutations, mg% (mg/dl)	40,4	36,8 - 46,0	38,7 - 41,0
	95	TAS, mmol/L	1,56	1,50 - 1,74	1,53 - 1,59
	70	H _{max} – lipīdu peroksīdu daudzums, nos.vien.	190,0	100,0 – 357,0	141,3 – 240,3
	38	S _{ox} – plazmas oksidējamība, nos.vien.	517,2	255,0 – 722,0	415,9 – 655,5
38	tg _α – oksidējamības ātrums, nos.vien.	8,19	3,30 – 12,20	5,20 – 10,65	
Elektriķi	54	Cu, Zn - SOD, U/g Hb	1279,0	1163,0 - 1404,0	1238,9 - 1354,78
	54	CAT, k/g Hb	179,0	155,0 - 209,0	165,0 - 191,7
	54	GPx, U/L	6215,0	5346,0 - 7348,0	5747,8 - 6777,4
	54	Reducētais glutations, mg% (mg/dl)	42,4	38,8 - 46,0	40,5 - 43,9
	53	Kopējie antioksidanti, mmol/L	1,58	1,47 - 1,72	1,53 - 1,65
	45	H _{max} – lipīdu peroksīdu daudzums, nos.vien.	228,0	92,3 – 323,8	125,7 – 275,8
	23	S _{ox} – plazmas oksidējamība, nos.vien.	423,0	326,3 – 635,5	345,2 – 574,5
	21	tg _α – oksidējamības ātrums, nos.vien.	5,90	4,46 – 9,63	4,72 – 8,83

Veicot Spīrmena rangu korelācijas testu, starp lipīdu peroksīdu daudzumu un mangāna līmeni asinīs metinātāju grupā, iegūta pozitīva vāja ($r=0,318$), statistiski ticama ($p<0,001$) korelācija, tas nozīmē, ka, palielinoties mangāna koncentrācijai organismā vērojams „oksidatīvā stresa” pieaugums. Starp lipīdu peroksīdu daudzumu un cinka līmeni asinīs metinātāju grupā, iegūta negatīva vāja ($r=-0,310$), statistiski ticama ($p<0,01$) korelācija. Starp lipīdu peroksīdu daudzumu un cinka – vara attiecību asinīs metinātāju grupā, iegūta negatīva

vāja ($r=-0,321$), statistiski ticama ($p<0,001$) korelācija. Elektriķu grupā šādas korelācijas nav novērotas.

Aprēķinot lineārās regresijas sakarību starp lipīdu peroksīdu daudzumu un mangāna līmeni asinīs metinātāju grupā (skatīt 5. attēlu), iegūta statistiski ticama ($p < 0,05$), pozitīva regresija, determinācijas koeficients $R^2=0,0766$, regresijas vienādojums $\text{Log}(y) = 2,0229+0,009252x$.



5. attēls. Lipīdu peroksīdu daudzuma izmaiņas (H_{\max}) atkarībā no mangāna līmeņa izmaiņām asinīs metinātāju grupā

Apkopojot bioķīmisko rādītāju rezultātus, starp eksponēto un kontroles grupu nav iegūtas statistiski ticamas rezultātu atšķirības, tomēr metinātāju grupā ir vērojamas augstākas *SOD*, *CAT* un *GPx* mediānu vērtības salīdzinājumā ar elektriķu grupu.

Metinātāju grupā oksidatīvā stresa rādītājam, proti, lipīdu peroksīdu daudzumam, ir pozitīva korelācija ar mangāna un kadmija līmeņiem asinīs. Līdz ar to varam secināt, ka darba vidē esošajiem metālu savienojumiem ir būtiska ietekme „oksidatīvā stresa” radīšanā metināšanas procesos nodarbinātām personām.

Metinātāju un biroja darbinieku veselības stāvokļa pašnovērtējums. Laboratoriski apsektotajās metinātāju darba vietās dažādos Latvijas

uzņēmumos, galvenokārt darba vides gaisā ir paaugstinātas metināšanas aerosola un mangāna koncentrācijas. Kā zināms, ilgstošas paaugstinātas metināšanas aerosola un tā sastāvā esošo metālu koncentrācijas, metinātājiem var izraisīt dažādas slimības. Literatūras avotos bieži pētīta un plaši aprakstīta ietekme uz respiratoro sistēmu, metināšanas aerosola sastāvā esošie mangāna savienojumi metinātājiem var izraisīt dažādu smaguma pakāpju nervu sistēmas darbības traucējumus.

No aptaujas anketām iegūtās ziņas par metinātāju veselības stāvokli rāda, ka galvenās veselības problēmas ir skeleta, muskuļu, saistaudu sistēmas slimības, galvenokārt sāpes mugurā 43,3%. 26,8% nodarbināto norādījuši, ka cieš no gremošanas trakta slimībām (gastrīts, kuņģa čūla), 26,8% - slimo ar maņu orgānu slimībām (pavājināta dzirde un redzes problēmas), 25,8% ir paaugstināts asinsspiediens, 27,8% slimo ar hroniskām augšējo elpošanas ceļu un bronhu iekaisuma slimībām, 5,2% bijušas diagnosticētas neiroloģiskas slimības. 48,5% bijuši iesaistīti dažādos nelaimes gadījumos, galvenokārt tie ir dažādi kaulu lūzumi – 61,4%, smadzeņu satricinājumi – 13,6% un acu traumas – 9,1%.

Biroja darbinieku vidū 33,0% norādījuši uz skeleta, muskuļu, saistaudu sistēmas slimībām, pārsvarā muguras sāpēm, 26,2% ir paaugstināts asinsspiediens, 18,4% ir maņu orgānu slimības (redzes izmaiņas), 13,6% slimo ar hroniskām iesnām un atkārtotiem augšējo elpceļu iekaisumiem.

Kā redzams 7. tabulā, metināšanas darbos nodarbinātie salīdzinājumā ar kontroles grupas personām biežāk slimo ar hroniskām augšējo elpošanas ceļu un bronhu slimībām, gremošanas trakta slimībām un reimatiskām slimībām, atšķirības ir statistiski ticamas.

Perifēriskās nervu sistēmas slimības metinātāju grupā ir 5,2% aptaujāto, biroja darbinieku grupā – 1,9%, starp grupām nav statistiski ticamas atšķirības.

Metinātāji darba vidē saskaras ar mangānu un laboratoriski veiktās darba vides gaisa kvalitātes analīzes parāda, ka apmēram 40% no veiktajiem mērījumiem ekspozīcijas indekss ir lielāks par 1 un tas nozīmē, ka ir pārsniegta aroda ekspozīcijas robežvērtība. Mangānam piemīt toksiska ietekme uz nervu sistēmu, līdz ar to, ilgstoši saņemot paaugstinātas mangāna devas, var attīstīties nopietnas neiroloģiskas saslimšanas.

7. tabula. Galvenās slimību grupas metinātājiem salīdzinājumā ar biroja darbiniekiem pēc veiktās aptaujas rezultātiem

Sūdzības	Grupas			
	Metinātāji (n=97)		Biroja darbinieki (n=103)	
	Abs. sk.	%	Abs.sk.	%
Skeleta, muskuļu, saistaudu sistēmas slimības	42	43,3	34	33,0
Hroniskas augšējo elpošanas ceļu un bronhu iekaisuma slimības	27	27,8*	14	13,6
Maņu orgānu slimības (acis, dzirde)	26	26,8	19	18,4
Gremošanas trakta slimības	26	26,8**	8	7,8
Arteriālā hipertensija	25	25,8	27	26,2
Reimātiskās slimības	14	14,4*	4	3,9
Alerģiskas slimības	7	7,2	5	4,9
Perifēriskās nervu sistēmas slimības	5	5,2	2	1,9

Statistiski ticama atšķirība starp eksponēto un kontroles grupu, * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$

Sāsinājums: Abs.sk. – absolūtais skaits

Metināšanas aerosola un tajā esošā mangāna iespējamās neiroloģiskās ietekmes novērtēšanai, tika veikts intervijas tests, izmantojot arodveselībā pielietoto (starptautiski validēto) 16 jautājumu anketu (neiroloģiskā novērtējuma anketa). Anketas izvērtējumam nav noteikta apstiprinošo atbilžu skaita robežvērtība, pie kuras respondentus varētu sākt iedalīt „slimajos” un „veselajos”, tāpēc par atskaites punktu, līdzīgi kā zviedru pētnieku darbā (Sjögren *et al.*, 1990), ir izvēlēta apstiprinošo atbilžu mediānas vērtība, līdz ar to „veselo” grupā tiek iekļauti tie, kuriem ir mazāk par trīs apstiprinošām atbildēm, bet „veselības stāvokļa apdraudēto grupā” personas, kurām ir trīs vai vairāk apstiprinošas atbildes. Apstiprinošo atbilžu sadalījums vienā anketā starp metinātāju un biroju darbinieku grupām redzams 8. tabulā.

Apkopojot iegūtos rezultātus, ir novērots, ka metinātāju grupā trīs un vairāk apstiprinošas atbildes ir 34,9% respondentu, bet biroja darbinieku grupā – 21,4%, starp grupām ir statistiski ticama atšķirība ($\chi^2 = 9,92$; $p < 0,01$). Jāatzīmē fakts, ka biroju darbinieku grupā maksimālais apstiprinošo atbilžu skaits vienā anketā ir 5 pozitīvas atbildes, turpretī metinātāju grupā līdzīgās proporcijās (no 3,1 līdz 4,1%) ir piecas, sešas, septiņas un astoņas apstiprinošas atbildes vienā anketā. Maksimālais apstiprinošo atbilžu skaits – 12 pozitīvas atbildes no 16 iespējamajām, konstatēts viena metinātāja anketā.

8. tabula. Pozitīvo (apstiprinošo) atbilžu skaita sadalījums anketā Q16 starp metinātāju un biroja darbinieku grupām

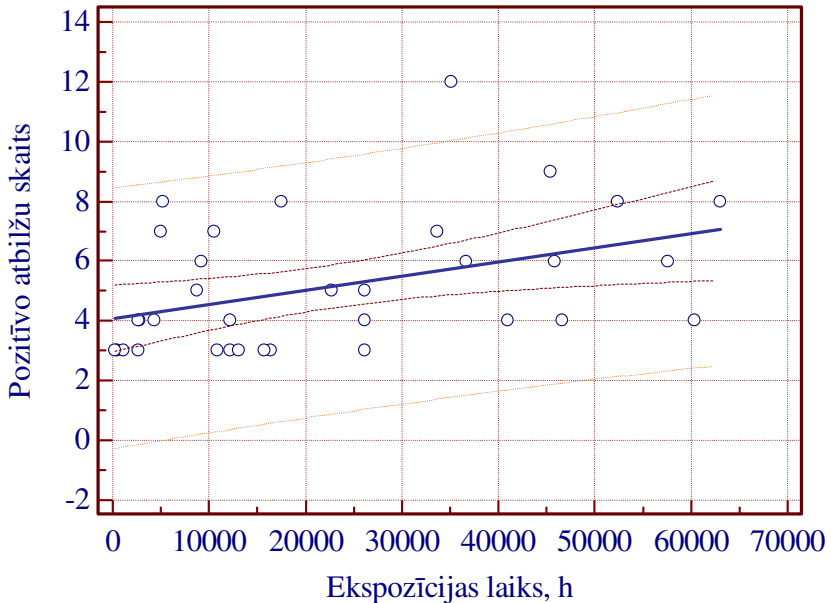
Pozitīvo atbilžu skaits	Metinātāji (n=97)		Biroja darbinieki (n=103)	
	Anketu skaits	%	Anketu skaits	%
0 (Nav)	31	32,0	38	36,9
1	16	16,5	24	23,3
2	16	16,5	19	18,4
3	10	10,3	16	15,5
4	8	8,2	5	4,9
5	3	3,1	1	1,0
6	4	4,1	-	-
7	3	3,1	-	-
8	4	4,1	-	-
9	1	1,0	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	1	1,0	-	-

Katram metinātājam, izmantojot vidējo darba stundu ilgumu dienā nostrādātos gadus, tika aprēķinātas kopējās ekspozīcijas stundas. Lineārās regresijas aprēķināšanai starp ekspozīcijas laiku un simptomus apstiprinošo atbilžu skaitu tika atlasīti metinātāji, kuri aptaujas anketās, veicot Q16 testu, atbildējuši pozitīvi (apstiprinoši) uz trīs un vairāk jautājumiem, kopumā 34 personas. Aprēķinot lineārās regresijas sakarību starp respondentu aptaujā norādīto neiroloģisko simptomu biežumu un ekspozīcijas laiku, iegūta statistiski ticama ($p < 0,05$), pozitīva tendence, determinācijas koeficients $R^2=0,1673$, regresijas vienādojums $y=4,0792+0,00004721x$ (skatīt 6. attēlu).

Veicot atlasīto datu analīzi izmantojot Spīrmana rangu korelācijas testu, starp apstiprinošo atbilžu biežumu un ekspozīcijas laiku, iegūta vidēja ($r=0,446$), statistiski ticama ($p<0,01$) korelācija.

Tas nozīmē, ka nodarbināto grupā, kuriem ir trīs un vairāk pozitīvas atbildes uz Q16 testu, turpinot darbu un neveicot izmaiņas darba apstākļu uzlabošanā, var parādīties jauni neiroloģiski simptomi, kas var rezultēties ar nopietnām neiroloģiskām slimībām un darba nespēju.

Aptaujas anketas Q16 atsevišķu jautājumu rezultātu analīzes dati apkopti 9. tabulā.



6. attēls. Apstiprinošo (pozitīvo) atbilžu skaita pieaugums uz Q16 testa jautājumiem atkarībā no metinātāju nostrādāto stundu skaita

Salīdzinot apstiprinošo atbilžu biežumu metinātāju un kontroles grupās, statistiski ticama atšķirības vērojamas piecos jautājumos: „Vai Jums bieži ir kādas ķermeņa daļas sāpīga trīcēšana?” (OR = 8,38; 95% TI = 1,86 – 37,76; $p < 0,05$), „Vai Jūs bieži jūtaties satraukts bez kāda īpaša iemesla?” (OR = 4,26; 95% TI = 1,06 – 19,95; $p < 0,05$), „Vai Jums ir slikta atmiņa?” (OR = 8,14; 95% TI = 2,53 – 29,01; $p < 0,001$), „Vai jums ir problēmas saprast izlasītā jēgu (laikrakstos, žurnālos, grāmatās)?” (OR = 9,17; 95% TI = 1,13 – 202,1; $p < 0,05$), „Vai Jums bieži ir jāatgriežas pēc izešanas no mājas, lai pārbaudītu vai aizslēgtas durvis, izslēgtas gludeklis, gāzes plīts u.c. ierīces?” (OR = 3,69; 95% TI = 1,47 – 9,57; $p < 0,01$).

Kopējais neiroloģisko simptomu biežums metinātāju grupai ir statistiski ticami augstāks nekā kontroles grupai (OR = 1,91; 95% TI = 1,51 – 2,41; $p < 0,001$). Metinātāji salīdzinājumā ar kontroles grupu biežāk sūdzas par sliktu atmiņu, problēmām saprast izlasītā jēgu žurnālos un avīzēs, satraukumu bez redzama iemesla, problēmām sapagāt un atpogāt pogas.

Izvērtējot iegūtos rezultātus, secinām, ka šo anketu var izmantot kā rīku neiroloģisko simptomu skrīningam pirms obligāto veselības pārbaūžu veikšanas, un padziļināti neiroloģiski izmeklējumi ir nepieciešami personām, kurām ir vairāk kā trīs pozitīvas atbildes.

9. tabula. Neuroloģisko simptomu biežums metinātāju un biroja darbinieku grupās

Nr.	Jautājums	Metinātāji (n=97)		Kontrole (n=103)		OR	95% TI	χ^2	p
		Jā	Nē	Jā	Nē				
1.	Vai Jūs jūtaties pārmērīgi noguris?	19	78	15	88	1,43	0,64 – 3,20	0,57	0,449
2.	Vai Jums sirdsklauves ir arī tad, ja nav slodzes?	17	80	8	95	2,52	0,96 – 6,77	3,50	0,061
3.	Vai Jums bieži ir kādas ķermeņa daļas sāpīga trīcēšana?	7	90	0	103	8,38	1,86 – 37,76	5,71	0,016
4.	Vai Jūs bieži jūtaties satraukts bez kāda īpaša iemesla?	11	86	3	100	4,26	1,06 – 19,95	4,23	0,039
5.	Vai Jūs bieži jūtaties nomākts bez kāda īpaša iemesla?	11	86	4	99	3,17	0,89 – 12,29	3,00	0,083
6.	Vai Jums bieži ir problēmas sakoncentrēties?	8	89	8	95	1,07	0,35 – 3,29	0,02	0,892
7.	Vai Jums ir slikta atmiņa?	24	73	4	99	8,14	2,53 – 29,01	16,36	<0,001
8.	Vai Jūs bieži svīstat bez jebkāda īpaša iemesla?	10	87	11	92	0,96	0,36 – 2,58	0,02	0,884
9.	Vai Jums ir problēmas sapogāt un atpogāt pogas?	4	93	0	103	8,11	1,13 – 58,51	2,50	0,115
10.	Vai jums ir problēmas saprast izlasītā jēgu (laikrakstos, žurnālos, grāmatās)?	8	89	1	102	9,17	1,13 – 202,1	4,58	0,032
11.	Vai kāds Jums ir norādījis, ka Jums ir slikta atmiņa?	12	85	17	86	0,71	0,30 – 1,69	0,40	0,529
12.	Vai Jums dažreiz mēdz būt spiediena sajūta krūtīs?	18	79	9	94	2,38	0,95 – 6,10	3,33	0,068
13.	Vai Jūs bieži pierakstāt, lai varētu atcerēties?	17	80	11	92	1,78	0,74 – 4,34	1,42	0,234
14.	Vai Jums bieži ir jāatgriežas pēc iziešanas no mājas, lai pārbaudītu vai aizslēgtas durvis, izslēgts gludeklis, gāzes plīts u.c. ierīces?	23	74	8	95	3,69	1,47 – 9,57	8,52	0,004
15.	Vai Jums vismaz reizi nedēļā ir galvassāpes?	24	73	28	75	0,88	0,45 – 1,74	0,05	0,816
16.	Vai Jums liekas, ka interesējieties mazāk par seksu nekā tas būtu normāli?	10	87	5	98	1,43	0,67 – 7,92	1,43	0,232

Saīsinājumu: OR – (*odds ratio*) izredžu attiecība; TI – ticamības intervāls; χ^2 – hī kvadrāts

Diskusija

Metināšanas laikā darba vides gaisā nokļūst metināšanas aerosols, mangāna, hroma un citu metālu savienojumi, to koncentrācijas darba vides gaisā nosaka ne tikai kolektīvo aizsardzības līdzekļu esamība un pielietojums vai dīkstāve darba laikā, bet metālu sakausējuma veids un tā apstrādei izvēlēta metināšanas metode (Robinson, 1986; Guidotti *et al.*, 1992; Antonini, 2003; Antonini *et al.*, 2003b). Par vispopulārākajām metināšanas metodēm var uzskatīt elektriskā loka metināšanu ar elektrodu un gāzes elektriskā loka metināšanu (Kaļķis *et al.*, 2001), šo faktu apstiprina arī darbā veiktā RSU DDVVI Higiēnas un arodslimību laboratorijas datu bāzē esošās informācijas analīze, jo darba vides gaisa mērījumi pārsvarā veikti manuālās elektriskā loka metināšanas laikā (73% mērījumu). Hewitt veiktajā pētījumā norādīts, ka, veicot nerūsējošā tērauda metināšanu, metināšanas aerosola analīzes satur 18,9% kālija, 10,8% dzelzi, 10,4% nātrija, 6,2% mangāna, 5,6% hroma, 4,9% silīcija, 0,75% niķeļa un citus elementus (Hewitt, 1996). Savukārt, pēc Antonini *et al.* pētījuma rezultātiem tērauda ar zemu oglekļa saturu metināšanas aerosola sastāvs ir ūdenī grūti šķīstošs un satur 80,6% dzelzs, 14,7% mangāna, 2,75% silīcija un 1,79% vara (Antonini *et al.*, 2009). Lai arī metināšanas aerosola kompozīcijā ietilpst daudz metālu, Latvijas uzņēmumos metināšanas procesa laikā darba vides gaisā pārsvarā tiek mērīts metināšanas aerosols, mangāns un hroms, kā raksturīgākās toksiskās komponentes. Akreditētās laboratorijās ir iespējams veikt daudz plašāku metālu spektra analīzi, tomēr no uzņēmumu puses citu metālu noteikšana darba vides gaisā nav pieprasīta. Iespējams, ka cēlonis ir nepietiekamas darba vides risku vērtētāju zināšanas par metināšanas procesā darba vides gaisā esošajām ķīmiskajām vielām un to iespējamo risku nodarbināto veselībai, kā arī uzņēmumu finansiālie ierobežojumi.

Laika posmā no 2002.gada līdz 2009.gadam RSU Higiēnas un arodslimību laboratorija darba vides gaisā veikusi metināšanas aerosola koncentrāciju noteikšanu, mangāna noteikšanu un hroma noteikšanu 360 darba vietās. Vidēji viena gada laikā tās ir 45 darba vietas jeb metināšanas posteņi. Šis skaits varētu būt krietni lielāks, ja uzņēmumos, kur veikti darba vides gaisa mērījumi, tiktu novērtētas visas metināšanas darba vietas.

No laboratoriski veiktajām analizēm 56,1% gadījumos metināšanas aerosola koncentrācija ir vienāda vai pārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību – 4 mg/m³, mangāna ganījumā 39,6% gadījumos koncentrācija ir vienāda vai pārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību – 0,1 mg/m³, tas ir samērā augsts darba vides gaisa piesārņotības rādītājs.

Veicot darba vides piesārņotājvielu iespējamās ietekmes uz nodarbināto veselību analīzi, kā raksturojošo rādītāju izmanto ekspozīcijas indeksu (EI) (Eglīte *et al.*, 2007; Martinsone & Skesters, 2009). Darba vides gaisa kvalitāte metinātāju darba vietās pēc iedarbības varbūtības ir vērtējama kā kritiska, jo metināšanas aerosola ekspozīcijas indekss 56,1% gadījumu un mangāna ekspozīcijas indekss 39,6%, ir lielāks par 1, kas nozīmē, ka šajās

darba vietās pastāv ļoti augsta noteikto ķīmisko vielu iedarbības varbūtība uz nodarbināto veselību.

Dotajā situācijā laboratorijām, sniedzot uzņēmumiem testēšanas pārskatus par darba vides gaisa piesārņojuma pakāpi, ir būtiski norādīt ne tikai piesārņotāja vidējo koncentrāciju darba vides gaisā, bet arī ekspozīcijas indeksu, kas uzņēmuma pārstāvjiem, darba aizsardzības speciālistiem un kompetentajām institūcijām, sniedz informāciju par piesārņojuma līmeni, iespējamo iedarbības pakāpi uz strādājošo veselību un obligāto veselības pārbaūžu veikšanas biežumu.

Ekspozīcijas indekss, kā termins, tā aprēķināšana un pielietošana mērījumu biežuma noteikšanai, ir definēts Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumos Nr. 325/2007 „Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskām vielām” (pieņemti 15.05.2007., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 18.05.2007), savukārt Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr. 219/2009 „Kārtība kādā veicama obligātā veselības pārbaude” (pieņemti 10.03.2009., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 13.03.2009) nosaka obligāto veselības pārbaūžu biežumu atkarībā no ekspozīcijas indeksa, tomēr no laboratorijas pieredzes jāsaka, ka virkne kompetento speciālistu šo lielumu līdz galam neizprot. Līdz ar to būtu nepieciešams veikt kampaņveidīgus pasākumus valsts līmenī, kas izglītotu kompetentos speciālistu, darba devējus un arī nodarbinātos darba vides sakārtošanas jautājumos un palīdzētu rast jaunākos risinājumus ķīmisko vielu ekspozīcijas pakāpes samazināšanai.

Darba vides gaisā noteikto metināšanas aerosola koncentrāciju intervāla svārstības ir ļoti lielas, no 0,30 līdz 365,10 mg/m³, vidējā koncentrācija ($x \pm SD$) 13,32 ± 33,73 mg/m³ (95% TI 10,64 – 16,01), tas nozīmē, ka noteiktā aroda ekspozīcijas robežvērtība 4 mg/m³ ir pārsniegta vairāk kā 3 reizes. Mangāna koncentrācijas darba vidē arī variē ļoti plašā diapazonā no 0,001 līdz 18,06 mg/m³, vidējā aritmētiskā koncentrācija ($x \pm SD$) 0,42 ± 1,60 mg/m³ (95% TI 0,27 – 0,56), un tā pārsniedz noteikto aroda ekspozīcijas robežvērtību 0,1 mg/m³ vairāk kā 4 reizes.

No veiktajiem hroma (kopējā) koncentrācijas mērījumiem darba vides gaisā 90,3% analīžu rezultāti ir mazāki kā 1/10 no likumdošanā noteiktās arodekspozīcijas robežvērtības 1 mg/m³, un nav konstatēts neviens gadījums, kad koncentrācija darba vidē pārsniegtu aroda ekspozīcijas robežvērtību vai sasniegtu kritisko robežu – ¼ no AER. Tomēr šajā situācijā nav pamats optimismam, jo kā zināms metināšanas procesā darba vides gaisā nonāk arī Cr⁶⁺ savienojumi, kas ir daudz toksiskāki par Cr³⁺ savienojumiem. AER Cr⁶⁺ savienojumiem ir 0,1 mg/m³ un, nezinot šo hroma savienojumu koncentrāciju darba vides gaisā, mēs nevaram apgalvot, ka iedarbības bīstamība nepastāv. Cr⁶⁺ noteikšanas metodei darba vides gaisā ir atšķirīgs paņemtā paraugu sagatavošanas process atomabsorbcijas spektrofotometriskajai analīzei, tas liedz iegūtā parauga šķīdumā noteikt tādus metālus kā Mn, Ni, Zn, Cu u.c. līdz ar to

ir nepieciešami papildus gaisa paraugi šo metālu noteikšanai, un uzņēmumiem ievērojumi sadārdzinās laboratoriskie pakalpojumi.

Ir būtiski atzīmēt, ka ļoti augstās metināšanas aerosola un mangāna koncentrācijas darba vides gaisā nav uzskatāmas par izlecošām vērtībām, bet reālām darba vides situāciju raksturojošām koncentrācijām, jo visi darba vides gaisa mērījumi ir veikti reālās darba vietās un to veikšanai izmantotas atbilstošas standartmetodes. Kā norāda *Robinsons* (1986), veicot elektriskā loka metināšanu, izmantojot elektrodus (*MMAW*), identiskos darba apstākļos, nedaudz izmainot stāju vai metināšanas pozīciju, ir novērojamas lielas svārstības individuālajos ekspozīcijas rādītājos (*Robinson*, 1986).

Kā norāda *Antonini* (2003) un *Hewitt* (1996), pasaulē plašāk izmantotais metināšanas veids ir elektrometināšana (*Hewitt*, 1996; *Antonini*, 2003). Arī šajā pētījumā iegūtie rezultāti liecina, ka no visām apsekotajām darba vietām 73% tika veikta elektrometināšana. Būtiski ir atzīmēt, ka metināšanas veidi atšķiras ne tikai pēc to tehnoloģiskā risinājuma, katram metināšanas veidam ir arī sava darba vides gaisa piesārņojuma pakāpes līmenis un nedaudz atšķirīgs metināšanas aerosola sastāvā esošo metālu proporcionālais sastāvs. *Guidotti et al.* (1992) raksta, ka katru metināšanas veidu var raksturot ar metināšanas aerosola daudzumu, kas rodas vienā minūtē metināšanas darbu laikā. Veicot elektriskā loka metināšanu ar elektrodiem, šis rādītājs svārstās no 300 līdz 800 mg/minūtē, bet gāzes elektriskā loka metināšanu – no 200 līdz 500 mg/minūtē (*Guidotti et al.*, 1992). Lai arī literatūrā norādīts, ka metināšanas aerosola apjoms, kas rodas vienā minūtē, veicot elektriskā loka metināšanu ar elektrodiem ir lielāks nekā gāzes elektriskā loka metināšanā, mūsu iegūtie rezultāti parāda, ka metināšanas aerosola koncentrācijas mediāna metinātāja elpošanas zonā, veicot elektrometināšanu ar elektrodu ir 4,10 (95%TI 3,69 – 4,84) mg/m³, bet, veicot gāzes metināšanu, ir 7,00 (95% TI 4,91 – 16,46) mg/m³. Šis fakts apliecina nepieciešamību darba vietās veikt reālus darba vides gaisa kvalitātes mērījumus un, veicot risku vērtējumu un analīzi, nebalstīties tikai uz tehnoloģisko procesu aprakstiem. Risku vērtēšanas praksē, vērtējot vairākas it kā identiskas darba vietas, darba vides mērījumi tiek veikti tikai vienā no darba vietām. Tomēr, kā liecina literatūras avotos esošā informācija (*Robinson*, 1986), iegūtie rezultāti un personīgie novērojumi, pat identiskās darba vietās, mainoties darbiniekam vai tā darba pozai, var būt atšķirīgi ekspozīcijas rādītāji. Rekomendācija darba aizsardzības speciālistiem un darba vides risku vērtētājiem, plānot laboratoriskos mērījumus tā, lai pakāpeniski tiktu iegūti darba vides gaisa kvalitātes mērījumu rezultāti par visām darba vietām un posteņiem, nevis ikgadēji veikt mērījumus vienās un tajās pašās darba vietās. Turklāt, veicot risku vērtēšanu, vadīties ne tikai pēc darba vietas nosaukuma, bet ņemt vērā arī metināšanas posteņi biežāk pielietoto metināšanas metodi un metināšanas materiālus. Vērtējot darba vides riskus, ir jāparedz laboratorisko mērījumu veikšana arī metinātāju darba vietās, kas atrodas ārpus ražošanas ceļiem, piemēram, cauruļvadu remontdarbu laikā ēku

pagrabos vai tranšējās. Vairumā gadījumu, šajās darba vietās nav nodrošināta pieplūdes – atsūces ventilācija, dabīgā gaisa apmaiņa notiek ar grūtībām un nodarbinātajiem nav pieejami individuālie aizsardzības līdzekļi, kas nodrošina tīra gaisa padevi.

Tā kā metināšanas aerosola un mangāna koncentrācijas darba vides gaisā svārstās ļoti plašā diapazonā un rezultātu kopu standartnovirzes ir lielākas par vidējām vērtībām, tad, veidojot grupu aprakstošo statistiku, korektāk ir izmantot mērījuma kopas mediānu vērtības kopā ar kvartiļu intervālu ($Q_3 - Q_1$). Šajā pētījumā esošajām mērījumu kopām, metināšanas aerosola koncentrācijas mediāna darba vides gaisā ir $4,46 \text{ mg/m}^3$ ($1,95 - 9,87$), minimālā vērtība $0,29 \text{ mg/m}^3$ un maksimālā vērtība $365,10 \text{ mg/m}^3$ un mangāna koncentrācijas mediāna darba vides gaisā ir $0,04 \text{ mg/m}^3$ ($0,01 - 0,23$), minimālā vērtība $0,001 \text{ mg/m}^3$ un maksimālā vērtība $18,06 \text{ mg/m}^3$. Kā redzams, mediānu vērtības ir daudz zemākas par vidējām aritmētiskajām vērtībām, bet, neskatoties uz to, metināšanas aerosolam tā pārsniedz aroda ekspozīcijas robežvērtību 1,1 reizes.

Līdz šim Latvijā veiktajos pētījumos (Lūse, 1999; Mārtiņšone, 2006; Antoneviča, 2007; Eglīte *et al.*, 2007), analizējot esošo darba vides gaisa piesārņojumu tiek izmantotas vidējās aritmētiskās vērtības, tomēr no statistikas teorijas viedokļa, korektāk ir izmantot mediānu vērtības un koncentrāciju intervālus, pretējā gadījumā atsevišķu nesakārtotu darba vietu dēļ tiek dramatizēta situācija nozarē kopumā.

Salīdzinot situāciju mūsu apsekotajās darba vietās ar citu valstu autoru publikācijās esošo informāciju, redzam, ka arī tur vērojamas plašas koncentrāciju svārstības. Norvēģu un krievu zinātnieku veiktajā pētījumā Sanktpēterburgā, ģeometriski vidējā mangāna koncentrācija metinātāju elpošanas zonā bija $0,097 \text{ mg/m}^3$ un koncentrāciju intervāls svārstījās no $0,003$ līdz $4,620 \text{ mg/m}^3$ (Ellingsen *et al.*, 2006). Līdzīga situācija ir Park *et al.* veiktajā pētījumā Sanfrancisko tilta (*The Bay Bridge*) remontdarbos iesaistītiem metinātājiem, tur ģeometriski vidējā mangāna koncentrācija metinātāju elpošanas zonā bija $0,14 \pm 2,33 \text{ mg/m}^3$ un koncentrāciju intervāls svārstījās no $0,03$ līdz $0,67 \text{ mg/m}^3$ (Park *et al.*, 2006).

Augstas metināšanas darba vides gaisu piesārņojošo vielu koncentrācijas ir novērojamas ne tikai mūsu valsts uzņēmumos, bet arī cituviet pasaulē, un ne vienmēr metinātāja darba vietai ir iespējams pielāgot atbilstošu ventilācijas sistēmu, kas mazinātu kaitīgo vielu iespējamo ietekmi. Tāpēc, piemēram, Zviedrijā, Vācijā, Dānijā lielākā daļa metinātāji savu darbu veic piemērotos darba apģērbos un jaunākās paaudzes metinātāju maskās, kuras ir aprīkotas ar tīra gaisa padevi un „hameleona” stiklu, kas, uzsākot metināšanu, automātiski aptumšojas.

Kopš 2002.gada līdz 2005.gadam ir vērojams straujš laboratorisko mērījumu skaita pieaugums, bet ir vērojama tendence, ka vairumā novērtēto darba vietu/darba procesu metināšanas aerosola ekspozīcijas indekss ir bijis ļoti augsts: 2002.gadā – 52,6% un 2006.gadā – 70,0%. Laboratorisko pakalpojumu

izmantošanu un līdz ar to arī mērījumu skaita pieaugumu ir sekmējuši virkne kopš 2002.gada pieņemto likumdošanas aktu, kas regulē darba vides sakārtošanu un risku novērtēšanu. Savukārt augstās metināšanas aerosola koncentrācijas darba vietās liecina par darba vides nesakārtotību, kā arī par augsto metināšanas aerosola un tā komponentu iedarbības varbūtību uz nodarbināto veselību un tai pat laikā par kompetento institūciju un uzņēmumu darba aizsardzības speciālistu spēju ieraudzīt problemātiskākās darba vietas uzņēmumos, veicot darba vides risku novērtēšanu.

Lai novērtētu ķīmisko vielu ekspozīcijas ietekmi un iespējamo risku veselībai, izmanto bioloģisko paraugu analīzi, nosakot organismā uzņemtās vielas koncentrāciju biovidēs (asinīs, siekalās, matos, urīnā u.c.) vai atklājot vielu izraisītās funkcionālās pārmaiņas. Nosakot metālu līmeņus asinīs aroda eksponētām grupām un salīdzinot ar references lielumiem, iespējams novērtēt potenciālo risku veselībai (Lauwerys, 1991; Knudsen & Hansen, 2007; Baķe, 2008; Jēkabsons *et al.*, 2008; Klaassen, 2008).

Pētījuma ietvaros veikti mangāna, hroma, vara, cinka un kadmija līmeņu mērījumi asinīs aroksponētām personām (metinātājiem) un arodneeksponētām personām (elektriķiem). Elektriķi nodarbināti tajos pašos uzņēmumos, kuros strādā metinātāji, tikai nav pakļauti metināšanas aerosola un tā sastāvā esošo metālu ietekmei, viņiem ir analoga sociālā vide un nav novērotas atšķirības uzturā. Metinātāju grupā salīdzinājumā ar elektriķu grupu konstatēts augstāks mangāna ($p < 0,001$), kadmija ($p < 0,01$) un cinka ($p < 0,001$) līmenis asinīs, bet būtiski zemāks ir vara ($p < 0,001$) līmenis asinīs.

Analizējot pētījuma datus, netika konstatēta būtiska darba stāža un vecuma ietekme uz metālu līmeņiem asinīs abās grupās.

Atbilstoši ķīmiskā riska novērtēšanas principiem, pieļaujamā kadmija koncentrācija asinīs (bioloģiskās ekspozīcijas rādītājs – BER) aroda eksponētām personām ir $5 \mu\text{g/l}$, pētījuma dalībniekiem kadmija vidējā koncentrācija nepārsniedz references lielumu asinīs. Iegūtie rezultāti liecina, ka kadmija koncentrācija metinātāju grupā ir $1,06 \mu\text{g/l}$ (95% TI 0,72 – $1,54 \mu\text{g/l}$), bet elektriķu grupā $0,60 \mu\text{g/l}$ (95% TI 0,40 – $1,01 \mu\text{g/l}$), starp grupām ir vērojama statistiski ticama atšķirība ($p < 0,01$). Tā kā metinātāju grupā ir lielāks smēķētāju skaits, tad likumsakarīgi grupā vērojams augstāks kadmija līmenis asinīs. Savstarpēji salīdzinot abas grupas pēc smēķēšanas paraduma, starp nesmēķētājiem un bijušajiem smēķētājiem kadmija līmenis asinīs neatšķiras, bet smēķējošiem metinātājiem kadmija līmenis ir augstāks nekā smēķējošiem elektriķiem.

Atrastais mangāna līmenis darba vidē eksponēto personu asinīs – $21,20 \mu\text{g/l}$ (95% TI 18,40 – 24,10), ir statistiski ticami augstāks ($z=2,88$; $p < 0,01$) nekā kontroles grupai – $17,00 \mu\text{g/l}$ (95% TI 15,63 – 19,00). Mangāna līmeņu intervāls eksponētajā grupā svārstās no $2,70 \mu\text{g/l}$ līdz $57,20 \mu\text{g/l}$, bet neeksponētajā grupā no $1,80 \mu\text{g/l}$ – $31,60 \mu\text{g/l}$. Salīdzinot iegūtos rezultātus ar citu autoru darbiem (Lauwerys, 1991; Barceloux, 1999), jāsecina, ka

rekomentētie mangāna līmeņi asinīs neeksponeitai populācijai ir zemāki, nekā mūsu pētījumā atrastie līmeņi elektriķu (neeksponeito) grupai. *D. Barceloux* darbā minētais normālais mangāna līmenis asinīs neeksponeitām personām svārstās no 4 – 15 µg/l (*Barceloux*, 1999). *R. Lauwerys* savukārt iesaka, vērtējot mangāna savienojumu aroda ekspozīcijas risku, izmantot kā normālo mangāna līmeni asinīs mazāku nekā 10 µg/l, bet koncentrāciju 10 µg/l uzskatīt par bioloģiskās ekspozīcijas robežvērtību (maksimāli pieļaujamo līmeni) (*Lauwerys*, 1991). Jāatzīmē, ka *M.Ā Baķes* un kolektīva veiktajā pētījumā (*Bake*, 1998) par metālu līmeņiem biovidēs Latvijā, mangāna koncentrācija neeksponeitajai grupai (n = 295) bija $15,60 \pm 5,00$ µg/l, kas arī ir augstāka nekā ārzemju autoru darbos, bet zemāks nekā Vācijā rekomendētais bioloģisko ekspozīcijas rādītājs mangānam asinīs – 20 µg/l (*DFG*, 2003).

Viens no hipotētiski iespējamajiem paaugstinātā mangāna līmeņa cēloņiem kontroles (elektriķu) grupā salīdzinājumā ar citu valstu (*ASV*, *Dānijas*, *Brazīlijas*, *Itālijas*) neeksponeitajām personām, varētu būt augstāka dzelzs un līdz ar to mangāna koncentrācija Latvijas dabas ūdeņos. Lai šo apgalvojumu noliegtu vai apstiprinātu, ir nepieciešama padziļināta vides ietekmes izpēte Latvijas populācijā.

Elektriķu grupā nav vērojamas atšķirības mangāna līmeņos pēc smēķēšanas paraduma, tas nozīmē, ka smēķēšana neietekmē mangāna līmeni asinīs, līdzīgi rezultāti ir arī *Kristiansen et al.* darbā (*Kristiansen et al.*, 1997). Savukārt bijušajiem smēķētājiem un smēķētājiem metinātāju grupā ir vērojams augstāks mangāna līmenis nekā metinātājiem nesmēķētājiem. Viens no iespējamajiem skaidrojumiem, novērotajiem nedaudz augstākajiem mangāna līmeņiem asinīs smēķējošo metinātāju vidū, varētu būt darba higiēnas neievērošana, tādējādi, iespējams, ar netīrām rokām smēķēšanas laikā mutē nokļūst metināšanas aerosola daļiņas, kas, nokļūstot kuņģa zarnu traktā, var tik uzņemtas organismā. Otra iespēja, cigarešu dūmos esošās vielas sekmē pastiprinātu mangāna savienojumu absorbciju caur elpceļiem, radot sinerģisku efektu. Šīs abas versijas ir tikai minējumi, kas prasa tālāku pētniecisku pārbaudi.

Metinātāju grupā mediāna vara (*Cu*) koncentrācijai asinīs ir 0,71 mg/l (95% *TI* 0,66 – 0,75), bet elektriķu grupā - 0,99 mg/l (95% *TI* 0,86 – 1,11). Veicot iegūto rezultātu apstrādi ar *Manna – Vitneja* testu, starp grupām ir vērojama statistiski ticama atšķirība ($z = 4,23$; $p < 0,001$). *Minoia et al.* pētījumā atrastais vara līmenis pilnās asinīs neeksponeitai populācijai ir 0,807 – 1,643 mg/l (*Minoia et al.*, 1990), tas ir tuvs mūsu pētījumā atrastajam līmenim elektriķu asinīs. Savukārt vara līmenis metinātāju grupā ir būtiski zemāks salīdzinājumā ar elektriķu grupu un literatūras avotā minēto, kas liecina par iespējamu vara deficītu.

Suliburska et al. pētījuma rezultāti pierādīja statistiski zemāku vara koncentrāciju asins serumā smēķētājiem (*Suliburska et al.*, 2007). Arī mūsu veiktajā pētījumā, nosakot vara koncentrāciju pilnās asinīs, abu grupu

smēķētājiem ir vērojamas zemākas vara koncentrācijas asinīs, attiecīgi, smēķējošiem metinātājiem (0,69 mg/l (95% TI 0,64 – 0,75 mg/l)) un smēķējošiem elektriķiem (0,87 mg/l (95%TI 0,69 – 1,06 mg/l)). Lai arī, attiecinot iegūtos rezultātus pret atbilstošās grupas nesmēķētājiem vai bijušajiem smēķētājiem, koncentrācijās nav vērojama statistiski ticama atšķirība, tomēr iegūtie rezultāti apliecina iespējamu smēķēšanas ietekmi uz vara koncentrāciju asinīs. Būtisks ir fakts, lai arī kontroles (elektriķu) grupā smēķējošām personām vara koncentrācija asinīs ir zemāka par nesmēķētājiem, tā tomēr nav zemāka, par references līmeni, turpretī metinātājiem, gan nesmēķētājiem, gan bijušajiem smēķētājiem, gan smēķētājiem vara koncentrācija asinīs ir zemāka par references līmeni, kas norāda uz iespējamu vara deficītu, kura cēlonis ir darba vides gaisa piesārņojums. Tā kā vara deficīts cilvēkiem ir reti novērojams, ir jāveic papildus pētījumi, kā norādīts citu autoru darbos (Hinks *et al.*, 1983; WHO, 1998a; Liu *et al.*, 2008), nosakot vara daudzumu serumā un urīnā, kā arī ceruloplazmīna koncentrāciju asinīs un vara atkarīgo fermentu aktivitāti.

Eksponētajā grupā mediāna no cinka (Zn) koncentrācijas asinīs ir 6,90 mg/l (95% TI 6,51 – 7,39), bet kontroles grupā - 6,20 mg/l (95% TI 5,82 – 6,60). Veicot iegūto rezultātu apstrādi ar Manna – Vitneja testu, starp grupām ir vērojama statistiski ticama atšķirība ($z = 3,78$; $p < 0,001$). Zn līmenis eksponētajā grupā ir būtiski augstāks. *Minoia et al.* pētījumā atrastais cinka līmenis pilnās asinīs neeksponētai populācijai ir $6,340 \pm 0,210$ mg/l (intervāls 4,076 – 7,594 mg/l) (*Minoia et al.*, 1990), kas ir tuvs mūsu pētījumā atrastajam līmenim elektriķu asinīs, un arī cinka līmenis metinātāju asinīs iekļaujas references koncentrāciju intervālā.

Organismā jūtīgs piesārņojuma indikators ir Zn/Cu attiecība, normāli matos un pilnās asinīs tai jābūt 6:1. Elektriķu asinīs Zn/Cu attiecība ir tuvu rekomendētajai, proti 5,6 : 1, bet metinātāju asinīs - 9,5 : 1. No iepriekš aprakstītajiem rezultātiem redzam, ka cinka līmenis organismā ir normas robežās, līdz ar to varam secināt, ka metinātājiem organismā samazināts vara daudzums. Zn un Cu ir organismam vitāli nepieciešami elementi un to pareiza attiecība organismā ir būtiska dažādu biokīmisku procesu nodrošināšanai. Izmainoties normālajiem metālu līmeņiem organismā, paaugstinās saslimšanas risks (*Telišman et al.*, 2001; *Pizent et al.*, 2008).

Literatūrā ir norādīts, ka ilgstoša cinka ekspozīcija ar zemākām devām izraisa simptomus, kas saistīti ar samazinātu vara uzņemšanu no pārtikas, samazinātu eritrocītu skaitu (*Liu et al.*, 2008). Diemžēl mūsu pētījuma rezultāti nevar šo faktu ne noliegt, ne apstiprināt, jo laboratorija pēc darba devēju pieprasījuma darba vides gaisā cinka koncentrāciju noteikšanu veic ne vairāk kā pāris reizes gadā. Šīs problēmas tālākai risināšanai būtu nepieciešami jauni pētījumi, jo metinātāji strādā ar dažādām metināšanas metodēm un metina dažādu metālu sakausējumus, kuru sastāvā var būt arī cinks, līdz ar to

hipotētiski pastāv iespēja, ka darba vides gaisā viņi ir pakļauti ilgstošām, zemām cinka devām.

Variācijas par metālu savstarpējo mijiedarbību un ietekmi vienam uz otru, izmantojot tikai metālu noteikšanu pilnās asinīs var būt daudz. Jonu formā, metāli var būt ļoti reaģētspējīgi un var ietekmēt bioloģiskās sistēmas ļoti dažādos veidos. Tomēr organisma šūnas satur daudz ligandus, kas saista metālus. Lai novērtētu, vai metāla jonam ir iespēja radīt kādas toksiskas ietekmes, ir nepieciešams noteikt ne tikai paša metāla koncentrācijas biovidēs, bet arī attiecīgā liganda daudzumu šūnā. Toksiskie metāli, izmantojot savstarpējo līdzību (valenci, kodola izmēru, reaģētspēju) ar dzīvības funkciju uzturēšanai nepieciešamajiem metāliem, var nonākt daudzās ļoti svarīgās ar metālu palīdzību uzturētās šūnu funkcijās un traucēt tās. Ir acīm redzams fakts, ka metinātājiem darba vides gaisā esošā metināšanas aerosola sastāvdaļas (dažādu metālu savienojumi) ir veicinājušas izmaiņas asinīs esošo metālu līmeņos.

Darba vidē metinātāji ir pakļauti metināšanas aerosola sastāvā esošo metālu un kaitīgo gāzu ietekmei, ir zināms, ka primārā ietekme uz organismu ir dažādas elpceļu slimības, bet diskutabls ir jautājums vai metināšanas aerosola ietekme caur elpceļiem izraisa kādus oksidatīvo mehānismu bojājumus organismā. Veicot Cu,Zn – superoksīddismutāzes (Cu,Zn – SOD), katalāzes (CAT), glutationperoksīdāzes (GPx), reducētā glutationa, un kopējo antioksidantu līmeņu noteikšanu, kā arī plazmas hemiluminiscences (HLC) noteikšanu metinātāju un elektriķu asinīs, metinātāju grupā tika konstatēti augstāki Cu,Zn – SOD un CAT un GPx līmeņi asinīs, tomēr nevienā no noteiktajiem rādītājiem starp grupām netika konstatēta statistiski ticama atšķirība. Veicot Spīrmena rangu korelācijas testu, starp lipīdu peroksīdu daudzumu un mangāna līmeni asinīs metinātāju grupā, iegūta pozitīva vāja ($r=0,318$), statistiski ticama ($p<0,001$) korelācija, tas nozīmē, ka palielinoties mangāna koncentrācijai organismā, vērojams lipīdu peroksīdu daudzuma jeb „oksidatīvā stresa” pieaugums. Elektriķu grupā šādas korelācijas nav novērotas.

Veicot datu analīzi izmantojot Spīrmena rangu korelācijas testu, starp lipīdu peroksīdu daudzumu un kadmija līmeni asinīs metinātāju grupā, iegūta pozitīva vidēji cieša ($r=0,460$), statistiski ticama ($p<0,001$) korelācija, savukārt elektriķu grupā, starp lipīdu peroksīdu daudzumu un kadmija līmeni asinīs elektriķu grupā, iegūta negatīva vidēji cieša ($r=-0,404$), statistiski ticama ($p<0,01$) korelācija. Tātad, zināms, ka kadmija galvenais avots organismā ir smēķēšana un uzņemšana ar pārtiku, elektriķu grupā, kuri nav pakļauti metināšanas aerosola ietekmei, pieaugot kadmija koncentrācijai asinīs, lipīdu peroksīdu daudzums samazinās, iespējams oksidatīvā stresa mazināšanu aktīvi spēj nodrošināt organismā esošie primārie antioksidanti. Metinātāju grupā lipīdu peroksīdu daudzumam organismā, novērota vidēji cieša korelācija ar kadmiju un vāja ($r=0,318$) statistiski ticama ($p<0,01$) korelācija ar mangānu. Abu metālu starpā, metinātāju organismā arī ir novērojama vāja ($r=0,245$)

statistiski ticama korelācija ($p < 0,05$). Tas nozīmē, ka oksidatīvais stress metinātājiem pieaug palielinoties mangāna un kadmija daudzumam organismā. Paplašinot šo domu, varu izvirzīt hipotēzi, ka metināšanas aerosolam un smēķēšanai iespējams ir sinerģiska ietekme.

Šie izmainītie metālu līmeņi metinātāju asinīs un korelācija starp mangāna līmeni asinīs un lipīdu peroksīdu daudzumu ir pierādījums darba vides gaisa piesārņojuma ietekmei uz nodarbināto veselību. Svarīgi atcerēties, ka ievērojamu metināšanas aerosola daļu veido sīki dispersas daļiņas, kuru izmērs ir mazāks par 100 nm, līdz ar to tās viegli iekļūst zemākajos elpošanas orgānos un fagocitozes rezultātā tiek uzņemtas organismā. Tā kā metināšanai izmantotajos materiālos ir arī sārmu metāli (K, Na) un halogēni (F, Cl), tad daļa no savienojumiem, kas izveidojas metināšanas procesā, ir labi šķīstoši un tas padara šīs mazās daļiņas vēl vieglāk absorbējamas.

Metālu līmeņu monitorings metinātāju organismā mūsu valstī netiek plaši pielietots, lai gan LR Ministru kabineta noteikumi nr. 325/2007 „Darba aizsardzības prasības saskarē ar ķīmiskām vielām” (pieņemti 15.05.2007., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 18.05.2007) nosaka bioloģiskos ekspozīcijas rādītājus, tādiem metāliem kā svinam, hromam, kadmijam. Pēc manām domām, šeit ir vairākas problēmas, proti, nav vienotas izpratnes par biominitoringa nepieciešamību; darba devēji un nodarbinātie ir maz informēti par iespējām veikt metālu noteikšanu biovidēs; bailes no nezināmā; biomonitoringā iegūto rezultātu pareiza interpretācija, jo pastāv vēl ļoti daudz neizskaidrotu jautājumu par metālu savstarpējām attiecībām organismā kopumā un katrā no biovidēm atsevišķi.

Metināšanas aerosols un tā sastāvā esošie metāli var izraisīt būtiskus veselības traucējumus: plaušu funkciju pasliktināšanos, klepu, aizdusu, rinītu, hronisku bronhītu, astmu, pneimoniju, siderozi, fibrozi, pneimokoniozi, plaušu karcinomu, centrālās nervu sistēmas traucējumus, mangānismu, parkinsona slimību, kataraktu, eritrēmu, ādas audzējus, ļaundabīgo melanomu. Bez iepriekš nosauktajām slimībām, metinātāji ir pakļauti arī acu kairinājumam, ādas niezei, kustību traucējumiem un neauglībai, vīriešiem ir samazināts spermatozoīdu skaits (Eglīte, 2000; Antonini, 2003).

Pētījumā veicām metinātāju un biroja darbinieku (kontroles grupas) aptauju par esošām vai pārciestām slimībām un iegūtie rezultāti parāda, ka metināšanas darbos iesaistītās personas salīdzinājumā ar kontroles grupu biežāk slimo ar hroniskām augšējo elpošanas ceļu un bronhu slimībām, gremošanas trakta slimībām un reimatiskām slimībām, atšķirības ir statistiski ticamas.

Saskaņā ar Latvijas Valsts Arodslimnieku un Černobiļas AES avārijas seku rezultātā radiācijas ietekmei pakļauto personu reģistra datiem, Latvijā galvenokārt tiek konstatētas hroniskas arodslimību formas, kuras ir attīstījušās daudzu gadu gaitā. Nozīmīgāku vietu aroda patoloģijā metinātājiem ieņem hroniskas elpošanas orgānu slimības. Pēc vēl nepublicētiem reģistra datiem 2009.gadā diagnosticēto hronisko obstruktīvo plaušu slimību gadījumu un

augšējo elpošanas orgānu hronisku iekaisīgu slimību gadījumu skaits salīdzinājumā ar 2005.gadu ir dubultojies. Iespējams, ka slimību atklāšanu ir sekmējuši 2009.gadā pieņemtie LR Ministru Kabineta noteikumi nr. 219/2009 „Kārtība kādā veicama obligātā veselības pārbaude” (pieņemti 10.03.2009., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 13.03.2009), kas nosaka obligāto veselības pārbaūžu laikā veikt ārējās elpošanas funkcijas novērtēšanu, ja darba vidē notiek saskare ar metināšanas aerosolu. Bez tam ekonomiskās krīzes rezultātā daudzi cilvēki paliek bez darba, līdz ar to metinātāji, kas ir palikuši bez darba un kuriem ir izteiktas veselības problēmas, griežas pie speciālistiem, lai noformētu arodslimības diagnozi un saņemtu kompensāciju par zaudētajām darba spējām, tā nedaudz atvieglojot savu sociālo stāvokli.

Atsevišķu arodslimību grupu sastāda metināšanas aerosola izraisītās nervu sistēmas slimības. Laika posmā no 1993.gada līdz 2005.gadam kopumā metinātājiem tika diagnosticēti 26 toksiskās polineirropātijas gadījumi un 11 encefalopātijas gadījumi. Iegūtos rezultātu ir grūti salīdzināt ar citām nozarēm un citu valstu datiem, jo tie doti absolūtajos skaitļos. 2009.gadā diagnosticēti 5 polineirropātijas un 3 encefalopātijas gadījumi, salīdzinot ar laika periodu no 1993.gada līdz 2005.gadam, kad vidēji gadā tika konstatētas 2 polineirropātijas un 0,8 encefalopātijas. Diagnosticēto arodslimību pieaugums ir acīm redzams.

Viens aspekts arodslimību esamībai un pieaugumam ir augstās metināšanas aerosola un tā sastāvdaļu koncentrācijas darba vides gaisā, tomēr jāatzīst, ka nodarbinātie kļūst arvien informētāki par darba vides riska faktoriem un arodslimību pazīmēm; arvien vairāk darbinieku saņem informāciju par iespējām saņemt finansiālu palīdzību arodslimību gadījumā. Valstī ir pieaudzis arodslimību ārstu skaits, iespējams uzlabojušās ārstu zināšanas (piemēram, arodslimību ārstu apmācības ilgums ir pieaudzis no 50 stundām 1998.gadā līdz 550 stundām 2009.gadā). Kopš 2009.gada spēkā stājušies Ministru kabineta noteikumi nr. 219/2009 „Kārtība kādā veicama obligātā veselības pārbaude” (pieņemti 10.03.2009., publicēti *Latvijas Vēstnesī* 13.03.2009), kas nosaka obligāto veselības apskāšu biežumu, vadoties pēc riska faktora un tā ekspozīcijas līmeņa darba vietā.

Metinātāji darba vidē saskaras ar mangānu un laboratoriski veiktās darba vides gaisa kvalitātes analīzes parāda, ka apmēram 40% no veiktajiem mērījumiem ekspozīcijas indekss ir lielāks par 1 un tas nozīmē, ka ir pārsniegta arodekspozīcijas robežvērtība. Mangānam piemīt toksiska ietekme uz nervu sistēmu, līdz ar to, ilgstoši saņemot paaugstinātas mangāna devas, var attīstīties nopietnas neiroloģiskas slimības. Ne vienmēr nodarbinātais, apmeklējot speciālistu obligāto veselības pārbaūžu laikā, ir atklāts un iespējams noklusē slimības simptomus agrīnā stadijā, par to varētu liecināt lielais hronisko slimību skaits arodslimību reģistrā. Vācijā, Zviedrijā, Dānijā un citās valstīs iespējamo neiroloģisko simptomu noskaidrošanai pirms medicīniskās apskates izmanto subjektīvās aptaujas anketas, viena no tādām ir neiroloģisko simptomu noteikšanas anketa Q16 (Sjögren *et al.*, 1990; Edling *et al.*, 1993; Chouanière *et*

al., 1997; Kiesswetter *et al.*, 1997; Lundberg *et al.*, 1997; Eglīte, 2000; Ihrig *et al.*, 2001). Anketas izvērtējumam nav noteikta apstiprinošo atbilžu skaita robežvērtība, pie kuras respondentus varētu sākt iedalīt „slimajos” un „veselajos”, mēs savā pētījumā līdzīgi kā *Sjögren et al.* par „veselības stāvokļa apdraudēto grupu” uzskatījām personas, kurām ir trīs vai vairāk apstiprinošas atbildes (*Sjögren et al.*, 1990). Šī anketa varētu tikt izmantota nodarbināto aptaujai pirms došanās uz obligāto veselības pārbaudi. Par aptaujas piemērotību liecina fakts, ka metinātāju grupā trīs un vairāk pozitīvas (apstiprinošas) atbildes ir 34,9% respondentu, bet kontroles grupā – 21,4%, starp grupām ir statistiski ticama atšķirība ($\chi^2 = 9,92$; $p < 0,01$), statistiski ticama ($p < 0,01$) vidēja ($r = 0,446$) korelācija iegūta arī starp neiroloģisko simptomu biežumu un ekspozīcijas laiku.

Kopējais neiroloģisko simptomu biežums metinātāju grupai ir statistiski ticami augstāks nekā kontroles grupai (OR = 1,91; 95% TI = 1,51 – 2,41; $p < 0,001$). Metinātāji salīdzinājumā ar kontroles grupu biežāk sūdzas par sliktu atmiņu, problēmām saprast izlasītā jēgu žurnālos un avīzēs, satraukumu bez redzama iemesla, problēmām sapogāt un atpogāt pogas un starp šiem simptomiem ir statistiski ticamas atšķirības salīdzinājumā ar kontroles grupu. Diskusiju varētu raisīt nodarbināto sniegto atbilžu ticamība, bet kā norāda Amerikas pētnieku grupa (*Bowler et al.*, 2007a; *Bowler et al.*, 2007b), starp subjektīvo aptauju rezultātiem un neirologa apskatē konstatētām izmaiņām veselības stāvoklī, ir samērā augsta prevalence. Tā *Bowler et al.* pētījumā, no 62 metinātājiem 90,9% norādīja uz tremora esamību, veicot neiroloģisko apskati, 72,7 % tika konstatētas vieglas formas, bet 27,3 % - vidējas vai smagas formas tremors; bradikinēziju minēja 72,7%, no tiem neiroloģisko diagnozi apstiprināja 81,8 %; 90,9% metinātāju norādīja depresiju – medicīniski 18,2 % tika noteikta vieglas formas un 63,6% vidējas vai smagas formas depresija (kopā 81,8%).

Pašlaik esošā likumdošana obligāto veselības pārbažu biežumu nosaka, vadoties pēc ķīmiskās vielas ekspozīcijas indeksa darba vietā, tomēr, kā norāda daudzi pētnieki (*Racette et al.*, 2001; *Park et al.*, 2006; *Bowler et al.*, 2007a; *Bowler et al.*, 2007b; *Ellingsen et al.*, 2008; *Flynn & Susi*, 2009), mangāna toksiskā efekta izpausmju saistība ar darba vidē esošo mangāna koncentrāciju nav līdz galam izziņāta, nepastāv noteikta kopsakarība starp saņemto devu un konstatētajām neiroloģiskajām izmaiņām.

Pēc šī pētījuma rezultātiem rekomendējam, veicot metinātājiem obligātās veselības pārbaudes, ja metināšanas aerosola un mangāna ekspozīcijas indekss (EI) darba vides gaisā ir lielāks vai vienāds par 0,75, noteikt mangāna līmeni asinīs. Rekomendējamais bioloģiskais ekspozīcijas rādītājs (BER) ir 15 $\mu\text{g/l}$.

Secinājumi

1. Apkopojot zinātnisko literatūru par metināšanas aerosolā esošu metālu ietekmi uz metinātāju veselību, ārzemju autoru pētījumos vairāk uzmanība tiek vērsta uz atsevišķu metālu iespējamo ietekmi, bet maz analizētas metālu savstarpējās izmaiņas un to cēloņi.
2. Pētījumā apkopota plaša informācija par darba vides gaisa mērījumiem Latvijas uzņēmumos metināšanas darbu izpildes laikā, kas ļauj objektīvi novērtēt situāciju darba vidē. Darba apstākļi metināšanas procesu izpildes vietās pētāmajā laika posmā vērtējami kā kritiski.
3. Analizējot un apkopojot informāciju vairāku uzņēmumu vai darba vietu ietvaros, iegūto rezultātu raksturošanai korektāk ir izmantot mediānu vērtības un koncentrāciju intervālus, nevis aritmētiski vidējās vērtības un to standartnovirzes. Izmantojot rezultātu prezentācijās vidējās aritmētiskās vērtības, atsevišķu nesakārtotu darba vietu dēļ tiek dramatizēta situācija nozarē kopumā.
4. Mangāna, kadmija, cinka koncentrācijas metinātāju asinīs ir statistiski ticami augstākas nekā elektriķu (kontroles) grupai, savukārt vara līmenis asinīs ir statistiski zemāks. Jāatzīmē, ka vara koncentrācija ir zemāka ne tikai salīdzinājumā ar kontroles grupu, bet arī ar citu valstu references līmeņiem un norāda uz iespējamām klīniskām izmaiņām organismā. Pētījuma rezultāti liecina par darba vides gaisa piesārņojuma būtisku ietekmi uz organismā esošo metālu savstarpējo balansu.
5. Pētījumā nav konstatēta būtiska vecuma ietekme uz mangāna, hroma, vara un cinka līmeņiem asinīs metinātāju un elektriķu grupās, bet ir vērojama tendence augstākiem kadmija līmeņiem asinīs gados jaunāko pētījuma dalībnieku vidū, kuru starpā novērots lielāks smēķētāju skaits.
6. Smēķējošiem metinātājiem un elektriķiem konstatēta statistiski ticami augstāka kadmija koncentrācija asinīs salīdzinājumā ar šo grupu nesmēķētājiem. Elektriķu grupas smēķētājiem vērojama tendence samazināties vara koncentrācijai asinīs, bet metinātāju grupā smēķēšanas ietekme uz vara līmeni nav novērota.
7. Vara koncentrācija metinātāju asinīs ir klīniski zema, tā koncentrācijas samazināšanās iemesla noskaidrošanai metinātāju grupā, ir nepieciešami papildus pētījumi, nosakot vara koncentrāciju šūnās un ceruloplazmīnu sērūmā.
8. Iespējams, ka metināšanas aerosola ekspozīcija, var izraisīt sinerģisku mangāna un kadmija iedarbību metinātāju organismos, par ko liecina

- vāja ($r=0,245$) statistiski ticama ($p<0,05$) korelācija starp mangāna un kadmija līmeni metinātāju asinīs.
9. Metinātājiem ir augstāks oksidatīvā stresa marķieru līmenis asinīs nekā elektrīkiem un tie biežāk slimo ar hroniskām augšējo elpošanas ceļu un bronhu slimībām ($p<0,05$), gremošanas trakta slimībām ($p<0,01$) un reimatiskām slimībām ($p<0,05$) nekā biroja darbinieki.
 10. Ilgāks metināšanas aerosola ekspozīcijas laiks (nostrādātās stundas) metinātājiem palielina neiroloģisko simptomu (sūdzību) skaitu, ko apliecina vidēja ($r=0,446$), statistiski ticama ($p<0,01$) korelācija.
 11. Darba vidē esošā metināšanas aerosola un tā sastāvā ietilpstošo metālu ietekmi uz metinātāju veselību uzskatāmi apliecina statistiski ticami ($p<0,001$) augtākais kopējais neiroloģisko simptomu biežums (OR = 1,91; 95%TI 1,51 – 2,41), attiecībā pret biroja darbiniekiem.
 12. Subjektīvā neiroloģiskā simptomu anketa Q16 ir piemērots rīks, darba vides gaisā esošo kaitīgo ķīmisko vielu iespējamās ietekmes novērtēšanai, tā ir izmantojama kā palīg līdzeklis darba vides risku vērtētājiem vai ārstu praksēs, sagatavojot dokumentāciju obligātajām veselības pārbaudēm.
 13. Izmantojot metālu un bioloģisko rādītāju kompleksu monitoringu, ir iespējams agrīni novērtēt darba vides ietekmi uz nodarbināto organismu.

Praktiskās rekomendācijas

Lai uzlabotu nodarbināto darba apstākļus un samazinātu arodslimību attīstības risku, kā arī lai sekmētu arodslimību agrīno pazīmju izpausmju diagnostiku metināšanas darbos iesaistītām personām, ieteicams:

1. Ieviest visaptverošu darba apstākļu kontroles un monitoringa sistēmu (iekārtu pārbaudes un apkopes, ventilācijas sistēmu tīrīšanu un efektivitātes pārbaudes u.c.).
2. Veikt regulāru darba vides riska faktoru novērtēšanu, īpaši uzsverot katrā metināšanas darba vietā vai postenī biežāk izmantoto metināšanas veidu, metināmā metāla tipu. Manuālai elektriskā loka metināšanai būtu vēlams norādīt izmantoto elektrodu marku.
3. Noteikt darba vides gaisā esošā metināšanas aerosola un tā sastāvā esošo metālu koncentrācijas. Piemēram, metinot nerūsējošo tēraudu, darba vides gaisā vēlams noteikt mangānu, hromu un niķeli, bet, metinot tēraudu ar zemu oglekļa saturu – mangānu un niķeli, kā arī, ja tiek izmantoti elektrodi, tad būtiskākās to sastāvdaļas.
4. Nodrošināt darba aizsardzības prasībām atbilstošu vidi, īpašu uzmanību pievēršot metināšanas aerosola un mangāna koncentrāciju samazināšanai (nodrošinot pietiekamu un efektīvu ventilāciju). Ja nepieciešams, veikt metinātāju darba vietu norobežošanu, lai metināšanas aerosola un tā sastāvā esošo metālu ietekmei netiktu pakļauti citu profesiju pārstāvji, piemēram, atslēdznieki vai virpotāji, kuru darba vietas bieži atrodas blakus metinātāju darba vietām.
5. Praksē ieviest jaunākās paaudzes individuālos aizsardzības līdzekļus – metināšanas maskas ar „hameleona” aizsargstikliem un svaiga gaisa padeves iespējām.
6. Nodarbināto veselības uzraudzībai, pirms obligātajām veselības pārbaudēm veikt metinātāju skrīningu izmantojot Q16 aptaujas anketu, lai arodslimību ārsti saņemtu pilnīgāku informāciju par nodarbinātā veselības stāvokli.
7. Veicot metinātājiem obligātās veselības pārbaudes, ja metināšanas aerosola un mangāna ekspozīcijas indekss (EI) darba vides gaisā ir lielāks vai vienāds par 0,75, noteikt mangāna līmeni asinīs. Rekomendējamais bioloģiskais ekspozīcijas rādītājs (BER) ir 15 µg/l.
8. Izveidot lekciju, semināru ciklu nodarbināto un darba aizsardzības speciālistu izglītošanai par metināšanas procesos esošā darba vides ķīmiskā riska faktora ietekmi uz veselību un tās samazināšanas iespējām.

Darba aprobācija

Promocijas darba aprobācija veikta RSU aģentūras Darba drošības un vides veselības institūta, Aroda un vides medicīnas katedras, Higiēnas un arodslimību laboratorijas un Biokīmijas laboratorijas apvienotajā sēdē 2010. gada 17. jūnijā.

Publicētie darbi par promocijas darba tēmu

Grāmatas

1. Eglīte M., Matisāne L., Vanadžiņš I., Antoneviča R., Baķe M.Ā., Boriskins A., Druķis P., Dumbrovska S., Grīnberga S., Jakimova D., Leimane S., Mangule R., Martinsone Ž., Mārtiņšone I., Piķe A., Pommers A., Reste J., Sprancis Ģ., Sprūdža D., Sudmalis P. Darba apstākļi un riski Latvijā. - Rīga, 2007.: Labklājības Ministrija, 146 lpp.

Zinātniskie raksti

1. Luse I., Baķe M.Ā., Bergmanis G., Podniece Z. Risk assessment of manganese. Cent Eur J Public Health, 2000; 8, Suppl p.51.
2. Luse I., Baķe M. Risk assessment of workers involved in wood preservation process, Industrial toxicology, ISSN 1335-3160, Bratislava, 2003, p.234-237.
3. Mārtiņšone I., Baķe M. – Ā., Rusakova Ņ. Metālu koncentrācijas koku impregnēšanas procesa darba vidē. // Zinātniskie raksti: 2005.g medicīnas nozares pētnieciskā darba publikācijas.- Rīga: RSU, 2006.- lpp.99 - 102.
4. Stephens A., Logina I., Liguts V., Aldiņš P., Ekšteina I., Platkājis A., Mārtiņšone I., Tērauds E., Rozentāle B., Donaghy M. A Parkinsonian syndrome in methcathinone users and the role of manganese, N Engl J Med., 2008, 358(10), p. 1009-1017.
5. Martinsone I., Skesters A. Metals of welding origin in the workplace atmosphere and the exposed workers` blood. Szilagyı M. – Szentmiholyik (Eds.): Trace Elements in the Food Chain Vol. 3. Deficiency or Excess in the Environment as a Risk to Health. Working Committee on Trace Elements of the Hungarian Academy of Sciences (HAS), Budapest, Hungary. 2009, p. 182 – 186.
6. Martinsone I. Concentration of metals in welder`s blood. In proceedings of Symposium: *Trace elements in human: new perspectives*, {S Ermidou-Pollet and S Pollet, editors}. Athens, 2009, p. 321 – 326.
7. Mārtiņšone I., Baķe M.Ā., Martinsone Ž., Eglīte M. Possible hazards of work environment in metal processing industry in Latvia. *Proceedings of Latvian Academy of Sciences. Section B*, 2010, **64**, p. 61-65.

Tēzes kongresiem un konferencēm

1. Baķe M.A., Lūse I., Eglīte M., Sprūdža D., Matisāne L. Aroda veselības problēmas izraisošie riska faktori Latvijas uzņēmumos. Pasaules latviešu ārstu 4.kongresa tēzes, 2001, Rīga, p.40-41.
2. Luse I., Baķe M.-A., Sprudz D. Risk assessment of occupational exposure in wood preservation. In: Proceedings of the 2nd International Symposium of Occupational Health, Occupational Health 21: Qua vadis, Estonia? Tartu, 2002, p.18.
3. Stepens A., Logina I., Liguts V., Platkājis A., Aldiņš P., Ekšteina I., Mārtiņšone I. Ekstrapiramidāls sindroms narkomāniem. Medicīnas nozares zinātniskās konferences tēzes, RSU, Rīga, 2006, lpp.67.
4. Mārtiņšone I., Linņika Ž., Baķe M.Ā., Sprūdža D., Rusakova Ņ., Sudmalis P., Piķe A., Reste J., Antoneviča R., Vanadziņš I., Eglīte M., Matisāne L. Riska faktori un arodslimību dinamika metālapstrādes nozarē Latvijā. RSU zinātniskās konferences tēzes, 2007, Rīga, lpp.96.
5. Mārtiņšone I., Baķe M.Ā., Linņika Ž., Bahs G., Rusakova Ņ., Silova A., Burdukova I., Dumbrovska S. Metināšanas aerosola un metālu koncentrācija darba vides gaisā metālapstrādes procesos un tās saistība ar biokīmiskiem rādītājiem metālapstrādes nozarē nodarbināto asinīs. RSU zinātniskās konferences tēzes, 2007, Rīga, lpp.95.
6. Baķe M.Ā., Mārtiņšone I., Rusakova Ņ., Antoneviča R., Sudmalis P., Silova A., Lārmane L., Švedovs J., Sprūdža D., Šķesters A. Ķīmisko vielu iedarbības stress metālapstrādē un enerģētikas sektorā nodarbinātajiem. RSU Zinātniskās konferences tēzes, 2008, lpp. 92.
7. Eglīte M., Vanadziņš I., Matisāne L., Baķe M.Ā., Sprūdža D., Antonēviča R., Kaņējeva S., Boriskins A., Druķis P., Dumbrovska S., Grīnberga S., Jakimova D., Leimane S., Mangule R, Martinsone Ž., Mārtiņšone I., Piķe A., Pommers A., Reste J., Sprancis Ģ., Sudmalis P. Darba apstākļi un riski Latvijā 10 gadu periodā. RSU Zinātniskās konferences tēzes, 2008, lpp. 90.
8. A. Stepens, A. Platkājis, I. Logina, V. Liguts, P. Aldiņš, I. Ekšteina, I. Mārtiņšone, E. Tērauds. Neuroanatomijas funkcionālās īpatnības slimniekam ar efedrona izraisītu parkinsonismu. RSU Zinātniskās konferences tēzes, 2008, lpp. 112.
9. Zellāne M., Baķe M.Ā., Mārtiņšone I., Rusakova Ņ., Švedovs J., Martinsone Ž. Kadmijs iedarbības risks metālapstrādē un enerģētikas sektorā nodarbinātajiem. RSU Zinātniskās konferences tēzes, 2009, lpp. 108.
10. Mārtiņšone I. Metālu koncentrācija darba vides gaisā metālapstrādes procesos un tajos nodarbināto personu asinīs. 6. Latvijas ārstu kongresa tēzes, 2009, lpp. 57-58.

11. Vanadziņš I., Eglīte M., Martinsone Ž., Mārtinsone I. Darba apstākļu analīze kā pamats attīstības stratēģijas izstrādei. 6. Latvijas ārstu kongresa tēzes, 2009, lpp. 98-99.
12. Martinsone I. „Concentrations of metals in welder`s blood” In: Proceedings International Symposium „Trace elements in human: new perspectives” Athens, 2009, p.74
13. Mārtinsone I. Darba vides piesārņojuma ietekmes izvērtējums metinātājiem izmantojot neiroloģisko simptomu anketu Q16. RSU Zinātniskās konferences tēzes, 2010, lpp. 73.
14. Martinsone I., Bake M.A., Rusakova N. Workplace air quality and manganese blood levels for welders in Latvia. In: Abstracts of 8th International Symposium on Biological Monitoring in Occupational and Environmental Health, Hanasaari, Espoo, Finland, 2010, p.61.
15. Mārtinsone I., Baķe M.Ā., Rusakova N., Seile A. Metināšanas elektrodu izvēles ietekme uz darba vides gaisa kvalitāti. RSU Zinātniskās konferences tēzes, 2011, lpp. 142.
16. И.Ю. Мартиньсоне, М.Я. Баке, М.ДЗ. Зеллане. Применение анкеты Q16 в оценке воздействия сварочного аэрозоля на здоровье сварщиков. Pienemts dalībai konferencē „Occupational diseases recognition: the standpoint of evidence-based medicine”, kas notiek 2011.gadā no 18. līdz 21. maijam, Kazaņā, Krievijā.
17. Martinsone I., Bake M.A., Rusakova N., Larmane L., Silova A. Metals and oxidative stress parameters levels in the blood of welders in Latvia. Pienemts dalībai 47. Eiropas Toksikologu biedrību kongresā EUROTOX2011, kas notiks 2011.gadā no 28. – 31.augustam, Parīzē, Francijā.

PATEICĪBAS

Pētījuma autore izsaka pateicību visiem pētījuma tapšanā iesaistītajiem, bet it īpaši:

1. Savai darba vadītājai docentei, Dr. med. Mārītei Ārijai Baķei par vērtīgajiem padomiem rezultātu apkopošanā un promocijas darba sagatavošanā;
2. Pateicos darba zinātniskajai konsultantei Rīgas Stradiņa universitātes Aroda un vides medicīnas katedras vadītājai, profesorei Dr. habil. med. Maijai Eglītei par konsultācijām un atbalstu promocijas darba sagatavošanā;
3. Pateicos darba zinātniskajam konsultantam Rīgas Stradiņa universitātes Bioķīmijas laboratorijas vadītājam, asociētajam profesoram Dr. biol. Andrejam Šķesteram par konsultācijām un vērtīgajiem padomiem bioķīmisko rezultātu apstrādē;
4. Pateicos Rīgas Stradiņa universitātes Aroda un vides medicīnas katedras asociētajam profesoram Dr. chem. Jānim Dunduram par vērtīgajiem padomiem un kritiskajām piezīmēm promocijas darba sagatavošanas laikā;
5. Pateicos Rīgas Stradiņa universitātes vadībai, Doktorantūras nodaļai par palīdzību doktorantūras laikā, atbalstu un konsultācijām, kā arī par iespēju saņemt ESF un RSU zinātniskā grāda pretendenta stipendiju;
6. Pateicos visu pētījumā iesaistīto uzņēmumu vadītājiem, darba aizsardzības speciālistiem un nodarbinātajiem par interesi, atsaucību un piekrišanu daļībai projektā. Īpaši paldies Mārim Grūtupam un Jurim Kaņepem;
7. Pateicos Rīgas Stradiņa universitātes Darba drošības un vides veselības institūta Higiēnas un arodslimību laboratorijas kolektīvam un Rīgas Stradiņa universitātes Bioķīmijas laboratorijas kolektīvam par sapratni, sadarbību un atsaucību. Īpaši paldies Mairitai Zellānei.
8. Paldies maniem tuviniekiem un ģimenei, īpaši vīram un bērniem, par iecietību, sapratni un dāvāto mīlestību.