Интеракције професионалних штетности и заштита здравља радника

И. Миков,¹ В. Васовић,² Н. Торбица³

Interaction of Occupational Hazards and Workers' Health Protection

I. Mikov, MD, PhD; V. Vasovic, MD, PhD; N. Torbica, MD, MSc

Сажетак. Радници су често на свом радном месту изложени истовремено већем броју различитих неповољних фактора радне средине, што некада веома отежава процену ризика по здравље радника. Одређивање и процена професионалних штетности један је од кључних момената у процени ризика по здравље запосленог на његовом радном месту. Када је у питању здравствена заштита радника, најважније интеракције фактора радне средине јесу оне између хемијских, физичких и биолошких фактора. Код процене ризика по здравље на радном месту, при одређивању концентрације токсичних хемијских штетности у ваздуху радне средине (амбијентални мониторинг), треба узети у обзир: дужину изложености, примену личних и осталих мера заштите, микроклиматске и остале услове радне средине, степен физичког напрезања, све ефекте хемијских супстанци на организам човека (канцерогеност, алергогеност и др.), и остале начине уношења хемијске материје у организам радника (преко коже, дигестивног тракта). При неким интеракцијама од изузетног значаја могу бити и индивидуалне карактеристике самог радника, као што су пол, старост, наследне особине и др. Поред тога, метаболизам хемијских супстанци могу модификовати друштвене навике, као што су, нарочито, пушење дувана и конзумирање алкохолних пића. Све податке о факторима радне сре-

Summary. Often, workers are simultaneously exposed to numerous various occupational hazards at workplace, and it makes health risk assessment sometimes very difficult. Measurement and evaluation of occupational hazards plays the key role in evaluation of worker's health risks to employee at workplace. In occupational health, the most important interactions in working environment are those between chemical, physical and biological agents. In health risk assessment at workplace, during determination of airborne concentration of toxic chemicals in working environment (ambient monitoring), we must take into account: duration of exposure, use of personal equipment and the other work safety measures, microclimate and the other working conditions, physical load, all effects of chemical on human organism (carcinogenicity, allergic potential) and the other ways of chemical absorption in body of worker (via skin, digestive tract). In some interactions individual characteristics of worker (sex, age, genetic factors etc.) could play a very significant role. Moreover, the metabolism of chemicals may be modified by social habits, like tobacco smoking and consumption of alcohol beverages. All data concerning working environment and worker must be collected carefully in the process of evaluation of health risks to employee at the workplace. Also, we must take into account, possibility of

¹ Проф. др сц. мед. Иван Миков, Завод за здравствену заштиту радника, Медицински факултет Нови Сад .

² Проф. др сц. мед. Велибор Васовић, Завод за фармакологију, токсикологију и клиничку фармакологију, Медицински факултет Нови Сад.

³ Асист. мр сц. мед. др Никола Торбица, Институт за медицину рада и радиолошку заштиту „Др Драгомир Карајовић“, Медицински факултет Београд.

дине и о раднику треба пажљиво прикупити у току процене ризика по здравље запосленог на радном месту. Такође, морамо узети у обзир како могућност различитих интеракција између фактора радне средине, тако и индивидуалне карактеристике радника.

various interactions between occupational hazards, as well as individual characteristics of worker.

Увод

Професионалне штетности могу бити у непосредној вези с технолошким процесом производње (физички, хемијски и биолошки агенси), или могу потицати од осталих неповољних услова рада. Одређивање и процена професионалних штетности један је од кључних момената у процени ризика по здравље запосленог на његовом радном месту.¹

Радници су често на свом радном месту изложени истовремено већем броју различитих неповољних фактора радне средине, што некада веома отежава процену ризика по здравље радника. Примери су: заваривање, фарбање, различита радна места у ливницама, хемијској и петрохемијској индустрији и др.²

Уколико две или више професионалних штетности делује на исти органски систем, треба првенствено разматрати могуће последице комбинованог деловања, а не само њихове појединачне ефекте. Када је у питању здравствена заштита радника, најважније интеракције фактора радне средине су оне између хемијских, физичких и биолошких фактора. Поред тога, треба узети у обзир физичку активност запосленог и његово ментално напрезање у току рада.³

Интеракције хемијских професионалних штетности на радном месту

Досадашња епидемиолошка, клиничка и експериментална истраживања показала су да су могућа три основна типа комбинованог токсичног дејства хемијских материја: адитивно синергистичко и антагонистичко.

Код адитивног дејства укупна токсичност мешавине више хемијских штетности једнака је збиру токсичности појединих компоненти, односно токсична дејства хемијских штетности се сумирају. Адитивни ефект постоји и код истовремене изложености гасовима који делују као иританси респираторног система (сумпор-диоксид, азот-диоксид и други), као и код метала који токсично делују на кардиоваскуларни систем (кадмијум и олово). Такође, пример је и истовремена примена органских растварача (бензен, толуен, ксилен, етил бензен и други) који делују депресивно на централни нервни систем.⁴ Бензен се због своје канцерогености сада не користи као органски растварач. Упркос томе, присутан је у ваздуху радне средине при коришћењу органског растварача толуена, јер се налази у толуену као нечистоћа. Такође, комерцијални ксилен садржи етил бензен.⁵

Синергистичко дејство постоји када присуство релативно нетоксичне или потенцијално токсичне хемијске штетности појачава токсично деловање друге штетности. На пример, метил-етил-кетон потенцира токсично деловање хексана на нервни систем, а токсично деловање угљен-тетрахлорида на јетру и бубреге јаче је изражено у присуству ацетона или изопропил алкохола. Истовремена изложеност тунгстен карбиду појачава токсичност кобалта и убрзава појаву обољења тврдог метала које се манифестује бујањем везивног ткива у интерстицијуму паренхима плућа.⁴

Антагонистичко дејство подразумева слабење токсичности једне хемијске штетности од стране друге. Познато је да селен смањује токсичност живе и арсена. Етанол смањује токсично дејство метанола и етилен гликола.⁴

Пример из праксе

Најчешће се среће у пракси адитивни тип токсичног деловања хемијских штетности. Тада се при процени користи следећа једначина:

$$C_1/MДК_1 + C_2/MДК_2 + \dots + C_n/MДК_n = K$$

$$k_1 + k_2 + \dots + k_n = K$$

$C_1, C_2 \dots C_n$ - измерене концентрације хемијских штетности у ваздуху

$MДК_1, MДК_2 \dots MДК_n$ - максимално дозвољене концентрације хемијских штетности

$k_1 + k_2 + \dots + k_n$ - индекс штетног деловања појединих хемијских штетности

K - Индекс укупног штетног деловања

Максимално дозвољена концентрација (МДК) хемијских штетности је она највиша концентрација која не узрокује оштећење здравља радника при свакодневном осмочасовном раду током укупног радног века и изражава се у mg/m^3 . То значи да индекс штетног деловања - K треба да је мањи од 1.

На пример, у ваздуху су измерене следеће концентрације:

0,3 mg/m^3 бензена (C_1) - МДК за бензен је 3 mg/m^3 ($MДК_1$), $k_1 = C_1/MДК_1 = 0,3/3 = 0,10$

105 mg/m^3 толуена (C_2) - МДК за толуен је 375 mg/m^3 ($MДК_2$), $k_2 = C_2/MДК_2 = 185/375 = 0,49$

235 mg/m^3 ксилена (C_3) - МДК за ксилен је 435 mg/m^3 ($MДК_3$), $k_3 = C_3/MДК_3 = 235/435 = 0,54$

Индекс штетног деловања (k_1, k_2, k_3) сваког од органских растварача је далеко испод 1. Ипак, индекс укупног штетног деловања - K ових органских растварача који имају адитивни токсични ефекат израчунава се помоћу наведене формуле на следећи начин:

$$K = k_1 + k_2 + k_3 = 0,10 + 0,49 + 0,54 = 1,13$$

Да би се услови рада сматрали безбедним, индекс укупног штетног деловања - K треба да је мањи од 1. Уколико је K већи од 1 (што је и случај у нашем примеру), то указује на повећан ризик по здравље изложених радника те је, сходно томе, потребно предузимање одговарајућих мера заштите да би се обезбедили безбедни услови за рад.

Када су у питању синергистички и антагонистички тип деловања хемијских штетности, горе наведена једначина не може се применити, већ се индекс штетног деловања мора одређивати индивидуално. Постављање општих принципа за квантитативну процену при комбинованом деловању хемијских штетности тада није могуће због недостатка поузданих података у хуманој популацији о дознозависним ефектима на физиолошке и биохемијске функције.⁴

Интеракције осталих професионалних штетности

Код процене ризика по здравље на радном месту, при одређивању концентрације токсичних хемијских штетности у ваздуху радне средине (амбијентални мониторинг), треба узети у обзир: дужину изложености, примену личних и осталих мера заштите, микроклиматске и остале услове радне средине, степен физичког напрезања, све ефекте хемијских супстанци на организам човека (канцерогеност, алергогеност и др.), и остале начине уношења хемијске материје у организам радника (преко коже, дигестивног тракта). Познато је да висока температура ваздуха и тежа физичка напрезања због повећаних метаболичких потреба доводе до убрзања дисања и самим тим до уношења већих количина хемијских материја у организам радника.⁶

Вредности температуре и влажности ваздуха могу бити веома значајне када су у питању биолошке штетности. Тако, на пример, гљивица соја *Аспергилус* продукује велику количина микотоксина при високој релативној влажности ваздуха и температури између 35°C и 65°C.³

Важне су и међусобне интеракције различитих физичких фактора. Неповољном дејству ниских температура ваздуха на организам радника доприноси присуство високих вредности брзине кретања ваздуха и влажности ваздуха. Код радника истовремено изложених повишеном нивоу буке и вибрација, долази до бржег оштећења чула слуха, него при изложености само повишеном нивоу буке.³ Такође, истовре-

мена изложеност и одређеним хемијским супстанцама (угљен-моноксиду, неким органским растварачима) доприноси штетном деловању буке на слух радника.²

Навике и интеракције везане за радно место

При неким интеракцијама од изузетног значаја могу бити и индивидуалне карактеристике самог радника, као што су пол, старост, наследне особине и др. Поред тога, метаболизам хемијских супстанци могу модификовати друштвене навике, као што су, нарочито, пушење дувана и конзумирање алкохолних пића.²

Ефекти хемијских штетности радног места на здравље радника могу бити потенцирани истовременом експозицијом дуванском диму.⁷ При пушењу цигарета контаминираних политетрафлуороетиленом (тефлоном) може се развити флуороводонична киселина, а при контаминацији хлорираним угљоводоничима фозген. Ово су изузетно токсичне хемијске материје које се стварају услед процеса термалне декомпозиције.³

Утврђено је синергистичко деловање при истовременој изложености азбесту и дуванском диму на појаву малигних обољења респираторног система код изложених радника.⁷ Пушење такође појачава и штетно деловање неких физичких штетности као што су вибрације и бука највероватније услед вазоконстрикторног деловања никотина из дувана.³

Конзумирање алкохолних пића која садрже различите количине етанола је широко распрострањено. Ова навика може да у значајној мери утиче на метаболизам неких хемијских супстанци.⁸ Радници професионално изложени

органским растварачима узимају алкохолна пића повремено или стално. У људском организму етанол може да делује на ензиме одговорне за метаболизам неких органских растварача стимулативно и инхибиторно. Ово је кључно питање при тумачењу резултата добијених при биолошком мониторингу радника изложених органским растварачима.^{4, 9,10}

Који ће ефект етанола преодоминирати зависи од времена које је прошло од његове употребе. У раном периоду, када се етанол налази у телу у високим концентрацијама, он се првенствено понаша као инхибитор метаболизма неких органских растварача. Конзумирање алкохолних пића у току радног времена најчешћи је узрок инхибиције метаболизма професионалних хемијских штетности. То може имати за последицу смањено излучивање њихових метаболита. С друге стране, хронична потрошња алкохолних пића убрзава метаболизам органских растварача и повећава стварање токсичних метаболита.^{10,11}

Уношење етанола може бити значајан извор грешке у при тумачењу резултата биолошког мониторинга када су у питању органски растварачи. Због тога, податке о потрошњи алкохолних пића треба пажљиво проценити код радника изложених органским растварачима.^{4,10}

Закључак

Из свега наведеног може се закључити да све податке о факторима радне средине и о раднику треба пажљиво прикупити у току процене ризика по здравље запосленог на радном месту. Такође, морамо узети у обзир како могућност различитих интеракција између фактора радне средине, тако и индивидуалне карактеристике радника.

Литература

1. Торбица Н.: Оцењивање радног места. У: Павловић М., Видаковић А. (ур.). Оцењивање радне способности. Београд: Елвод-принт, 2003: 4150.
2. Миков М.И., Миков И.: Медицина рада. Нови Сад: Орто-медикс, 2007.
3. Перунички Б.: Интеракције фактора радне средине. У: Видаковић А. (ур.). Медицина рада. Београд: Институт за медицину рада и радиолошку заштиту, 1996: 283-90.
4. Ogata M, Fiserova-Bergerova V, Droy PO. Occupational exposures to mixtures of industrial chemicals. In: ACGIH.

- Topics in biological monitoring. Cincinnati: ACGIH, 1995: 63-82.
5. Mikov MI, Mikov MM, Siriski J. Chronic exposure to toluene and xylene vapors and their effects on workers employed in the production of paints and varnishes. Arch Toxicol Kinet Xenobiot Metabol 1994; 2: 15-24.
 6. Миков М.: Практикум из медицине рада. Нови Сад: Ортомедикс, 2006.
 7. Baker G. Respiratory toxicology. In: Stacey NH (ed.). Occupational Toxicology. Bristol (UK): Taylor & Francis, 1995: 77-87.
 8. Васовић В., Миков М., Ђаковић-Швајцер К.: Одабрана поглавља из токсикологије. Нови Сад: Едиција савремена фармакотерапија, 2003.
 9. Mikov I, Radosavac A, Jakovljevic V, Popovic M, Mikov M. Benzene-ethanol interaction and hepatotoxicity. Jug Physiol Pharmacol Acta 1995; 31: 361-5.
 10. Fiserova-Bergerova V. Interference of alcoholic beverage consumption with biological monitoring of occupational exposures to industrial chemicals. In: ACGIH. Topics in biological monitoring. Cincinnati: ACGIH, 1995: 83-90.
 11. Mikov I, Mikov A, Siriski J, Mikov M, Milovanov V. Effect of simultaneous exposure to benzene and ethanol on urinary phenol extraction in mice. J Occup Health 2000; 42: 258-9.