

Stručni rad

## ZDRAVSTVENI NADZOR RADNIKA IZLOŽENIH IONIZIRAJUĆIM ZRAČENJIMA U RAZDOBLJU OD 2005. DO 2009.

Marija ZAVALIĆ

*Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, Zagreb, Hrvatska*

Primljeno u rujnu 2010.

Prihvaćeno u rujnu 2010.

U radu su prikazani rezultati zdravstvenih pregleda radnika koji rade izloženi ionizirajućim zračenjima i analizirani uzroci njihove nesposobnosti za rad u tih radnika u razdoblju od 2005. do 2009. godine. U navedenom je razdoblju u zoni zračenja bilo zaposleno približno 6.000 radnika. Obavljeno je ukupno 26.508 pregleda, a Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu dobio je podatke za 13.162 pregleda. Trajno nesposobnima ocijenjeno je 60 radnika; glavni je uzrok nesposobnosti bilo zamućenje leće, a slijedi dugotrajna leukopenija. U navedenom je razdoblju priznato 11 profesionalnih bolesti, od toga tri karcinoma dojke, dvije leukemije, po jedan karcinom debelog crijeva, pluća i tumor drugih krvotvornih organa te trombocitopenija. Utvrđene su i dvije katarakte tipične za zračenje. Naglašena je potreba nošenja štitnika za oči.

**KLJUČNE RIJEČI:** *katarakta, malignomi, radna sposobnost*

Štetni učinci ionizirajućeg zračenja poznati su gotovo cijelo stoljeće. Učinci mogu biti somatski i oni se najčešće očituju poremećajima krvne slike, oštećenjem kože, pojavom leukemija i ostalih malignoma te genski učinci koji se očituju oštećenjem rasplodnih stanica, oštećenjem ploda i mutacijama gena. Postoje i učinci koji se mogu sa sigurnošću predvidjeti, tzv. nestohastički ili deterministički učinci i za njih postoji granična doza iznad koje se pojavljuju. U ove učinke ubrajaju se zamućenja leće, smanjenja broja stanica u koštanoj srži te benigne ozljede kože. Na ovim se učincima temelji suvremena dozimetrija, koja uključuje graničnu, zakonski dopuštenu dozu izloženosti profesionalnog osoblja. Druga vrsta učinaka su učinci pri kojima se veza između učinka i doze ne može sa sigurnošću predvidjeti, već samo statistički izraziti. Kod tih, stohastičkih učinaka vjerojatnost pojave oštećenja zdravlja raste s primljenom dozom. Najpoznatije posljedice ovih učinaka su maligne bolesti i genske promjene. Treba naglasiti da učinci zračenja ne ovise

samo o apsorbiranoj dozi zračenja (koja je omjer predane energije zračenja i mase tkiva, a izražava se u grejima - Gy), nego i o vrsti zračenja i o ozračenoj tvari. Osim apsorpcije energije po masi tkiva bitno je izravno uspoređivanje učinaka raznih vrsta zračenja u raznim tkivima, a jedinica ekvivalentne doze je  $J g^{-1}$  i to je 1 Sv (sivert). Kod normalnih radnih uvjeta efektivna doza u 5 uzastopnih godina ne smije prijeći granicu od 100 mSv, uz uvjet da ni u jednoj godini tog razdoblja doza ne smije biti viša od 50 mSv (1). Pri normalnim uvjetima rada ekvivalentna doza za očne leće ne smije biti viša od 150 mSv u jednoj godini, a za podlaktice, šake, stopala ili kožu ne smije biti viša od 500 mSv u jednoj godini. Kod osoba na obrazovanju za rad s izvorima ionizirajućeg zračenja, u dobi između 16 i 18 godina efektivna doza u jednoj godini mora biti niža od 6 mSv, ekvivalentna doza za očne leće niža od 50 mSv, a ekvivalentna doza za kožu, podlaktice, šake niža od 150 mSv u jednoj godini. Podatke o godišnjoj primljenoj dozi za svakog izloženog radnika skuplja i pohranjuje Državni zavod za radiološku i nuklearnu

sigurnost (prije Državni zavod za zaštitu od zračenja) te ovaj Zavod ima podatke o kumulativnoj izloženosti svakog radnika izloženog ionizirajućim zračenjima.

Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu (HZZZSR) krovna je stručna ustanova za medicinu rada i sigurnost na radu na području Republike Hrvatske. Djelokrug djelatnosti Zavoda određen je Zakonom o zdravstvenoj zaštiti (2-4) i Zakonom o zaštiti na radu (5-8). Prema Zakonu o zdravstvenoj zaštiti HZZZSR vodi registar profesionalnih bolesti, u koje su uključene i bolesti izazvane ionizirajućim zračenjima. Pravilnikom o zdravstvenim uvjetima kojima moraju udovoljavati izloženi radnici, učestalosti pregleda te sadržaju, načinu i rokovima čuvanja podataka o tim pregledima (9) određeno je da specijalisti medicine rada utvrđuju zdravstvenu sposobnost radnika koji su izloženi ionizirajućim zračenjima i zdravstvenu sposobnost učenika i studenata prije i tijekom obrazovanja za rad s izvorima ionizirajućeg zračenja. Svi specijalisti medicine rada koji pregledavaju osobe izložene ionizirajućim zračenjima moraju imati dodatnu izobrazbu iz ovoga područja, a preglede mogu obavljati samo u specijalističkim ordinacijama medicine rada, zdravstvenim ustanovama koje u svom sastavu imaju djelatnost medicine rada i trgovačkim društvima koja obavljaju djelatnost medicine rada koje je za obavljanje pregleda ovlastio ministar nadležan za zdravstvo. Prema Pravilniku o zdravstvenim uvjetima za rad s izvorima ionizirajućih zračenja te mjerilima, sadržaju, načinu i rokovima čuvanja podataka o zdravstvenim pregledima osoba koje rade s izvorima ionizirajućih zračenja iz 2005. godine (10) posebno su definirana područja rada ovisno o mogućoj primljenoj dozi. Tako se područjem nadzora smatrao prostor oko izvora ionizirajućih zračenja unutar kojeg prisutne osobe mogu primiti efektivnu dozu u jednoj godini višu od 1 mSv. Područje nadzora dijelilo se na "područje posebnog nadzora" i "područje nadgledanja". "Područjem posebnog nadzora" smatrano je područje nadzora unutar kojeg postoji mogućnost da će prisutne osobe primiti efektivnu dozu iznad 6 mSv u jednoj godini. Pravilnikom iz 2007. godine nije izrijekom definirano područje rada (9).

Leća je relativno radiosenzitivan organ čije je oštećenje, uz oštećenje koštane srži, najčešće vidljivo oštećenje ovisno o dozi. Zamućenja leće nastala djelovanjem ionizirajućih zračenja gotovo se redovito vide u stražnjim polovima leće supkapsularno, iako novije studije govore u prilog i mogućim, iako rijetkim, kortikalnim zamućenjima izazvanim ionizirajućim

zračenjima (11). Još nije posve jasno utvrđena najniža apsorbirana doza zračenja koja može izazvati kataraktu (12-14). Dok se donedavno najnižom ekvivalentnom jednokratnom dozom smatrala doza od 2 Sv, a najnižom kumulativnom dozom doza od 5 Sv, najnovije studije pokazuju da je za nastanak zamućenja leće dovoljna jednokratna doza od 0,8 Sv te kumulativna doza od 1,5 Sv (15-17). Postoje, doduše malobrojne, studije u kojima se pretpostavlja da i niže doze izazivaju zamućenja leće (18). Iako su izuzetno rijetka supkapsularna zamućenja u stražnjem polu leće ovisna o dobi, utvrđeno je da su supkapsularna zamućenja kod radnika izloženih ionizirajućem zračenju češća ako boluju od hipertenzije, dijabetesa ili autoimunskih bolesti. Također je utvrđeno da radnici koji počinju raditi relativno mladi, radnici pušači, oni s indeksom tjelesne mase iznad 25 te oni s povišenim vrijednostima LDL-kolesterola (lipoproteina niske gustoće) imaju značajno češće supkapsularna zamućenja nego osobe istih karakteristika koje nisu profesionalno izložene zračenju (19, 20).

#### *Sadržaj liječničkih pregleda*

Sadržaj liječničkih pregleda ovisi o pravilniku važećem u vrijeme pregleda. Usporedbom pravilnika iz 2005. godine (10) i onoga iz 2007. godine (9) vidljivo je da oba pravilnika u prethodnom pregledu zahtijevaju detaljnu obiteljsku i radnu anamnezu, kontrolu krvne slike i biomikroskopski pregled leće te psihologijsko testiranje. Pravilnik iz 2005. godine predvidio je i analizu kromosomskih aberacija za radnike koji će raditi u "području posebnog nadzora", dok pravilnik iz 2007. godine ne zahtijeva ovu pretragu obavezno, ali dopušta mogućnost da sam specijalist medicine rada odluči je li ova pretraga potrebna ili nije. U redovitim periodičkim pregledima koji se obavljaju svakih dvanaest mjeseci oba pravilnika zahtijevaju uvid u dozimetrijske podatke za ocjenjivano razdoblje. Klinički pregled i laboratorijski testovi istog su sadržaja kao i prethodni pregled, a ciljani oftalmološki pregled radi se ako to ocijeni potrebnim specijalist medicine zbog anamnestičkih podataka ili nakon uvida u liječničku dokumentaciju. Specijalist medicine rada određuje i potrebu psihologijske obrade te potrebu dodatnih pretraga, analiza i pregleda. Ocjena zdravstvene sposobnosti za rad u području izloženosti može biti: sposoban, privremeno nesposoban (uz navod najmanjeg trajanja nesposobnosti i obrazloženje), nesposoban (uz obrazloženje) i ocjena nije dana (uz navod razloga). Na ocjenu zdravstvene sposobnosti za rad s izvorima ionizirajućih zračenja može poslodavac

ili radnik uložiti pisani prigovor Drugostupanjskom povjerenstvu pri Hrvatskom zavodu za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu.

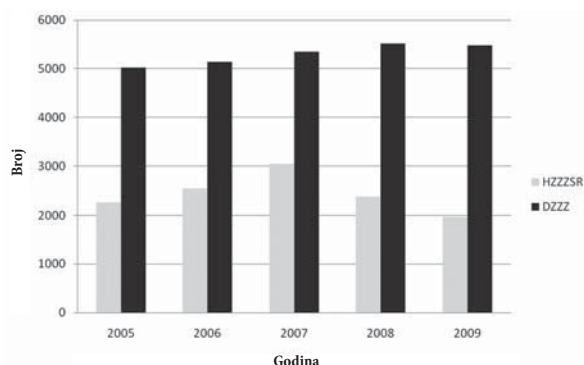
#### Način prikupljanja podataka

HZZZSR prikuplja podatke o radnoj sposobnosti radnika za rad u zoni ionizirajućih zračenja koju ocjenjuju ovlašteni specijalisti medicine rada zaposleni u ovlaštenim zdravstvenim ustanovama, trgovačkim društvima i ordinacijama medicine rada. Svaki je ovlašteni specijalist medicine rada, prema pravilniku, dužan HZZZSR-u dostaviti podatke o svakom pregledanom radniku, o dobi i spolu, poduzeću u kojem radnik radi, poslovima na kojima je tijekom rada izložen ionizirajućem zračenju, dozi zračenja koju je radnik primio od posljednjeg pregleda te ocjenu radne sposobnosti (9, 10). Ako radnik u vrijeme pregleda nije sposoban raditi na radnome mjestu na kojem je izložen zračenju, specijalist medicine rada dužan je navesti o kojoj se vrsti nesposobnosti radi te sukladno važećem pravilniku, obrazložiti razlog nesposobnosti (9, 10). Od Državnog zavoda za radiološku i nuklearnu sigurnost HZZZSR dobiva podatke o broju radnika koji zbog izloženosti ionizirajućim zračenjima nose dozimetar.

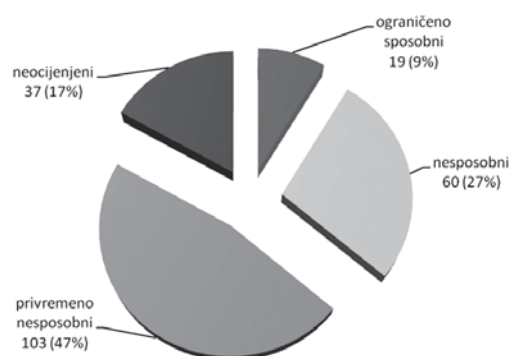
U ovom su radu prikazani podaci prikupljeni prethodnim i periodičkim pregledima o zdravstvenoj sposobnosti osoba izloženih ionizirajućim zračenjima u razdoblju od 5 godina (2005.-2009.), koje su u tom razdoblju nadležni specijalisti medicine rada dostavili HZZZSR-u.

## REZULTATI

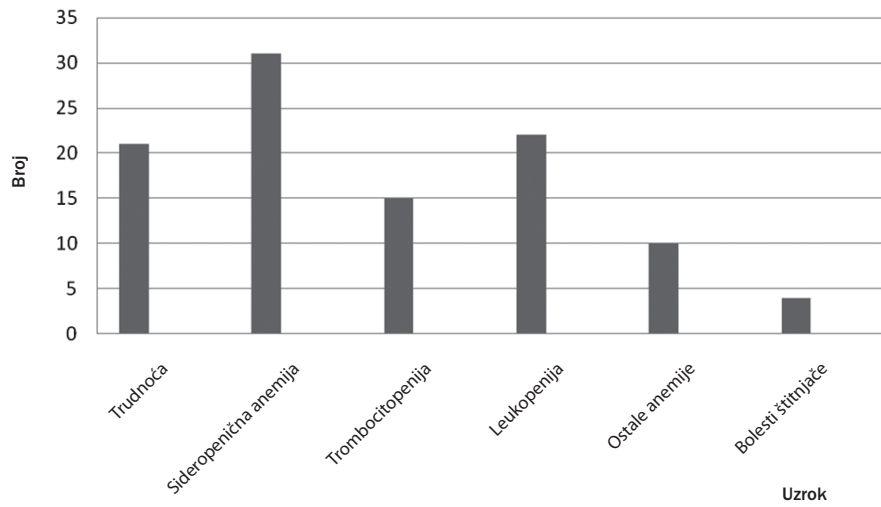
U razdoblju od 1. siječnja 2005. do 31. prosinca 2009. godine analizirani su podaci 13.162-ju učinjenih pregleda, a pregledima je u tom razdoblju pristupilo približno 6000 osoba. Prema podacima tadašnjega Državnog zavoda za zaštitu od zračenja u istom je razdoblju zaduženo 26.508 dozimetara, što iznosi nešto više od 5000 na godinu. Prosječna životna dob pregledanih osoba bila je 42,8 godina, 49 % pregledanih bili su muškarci i 51 % žene. Najveći broj pregledanih zaposlen je u zdravstvu (78,7%), od toga doktori medicine čine 32,2 %, doktori dentalne medicine 16,2 %, medicinske sestre 19,1 %, inženjeri medicinske radiologije i medicinski tehničari 25,0 % te ostalo osoblje 7,4 %. Osim zdravstvenih, pregledane osobe zaposlene su na sveučilištu i u znanstvenim ustanovama, u industriji ili su osobe bile na školovanju. Sposobnima su proglašene osobe na 12.950 (98,4%) pregleda. Iz priloženoga je vidljivo da je u HZZZSR-u svake godine dostavljeno podataka samo za nešto više od 50 % pregledanih osoba (slika 1). Razlog tomu leži ponajprije u činjenici da pretežiti dio specijalista medicine rada u promatranom razdoblju nije bio dovoljno informatički educiran, a nije posjedovao ni program kojim bi elektroničkim putem dostavljao podatke HZZZSR-u, već su podatke dostavljali poštom. Drugi je razlog u činjenici da nema nikakvih kaznenih odredbi za specijaliste medicine rada koji ne dostave podatke HZZZSR-u iako je to pravilnikom propisano.



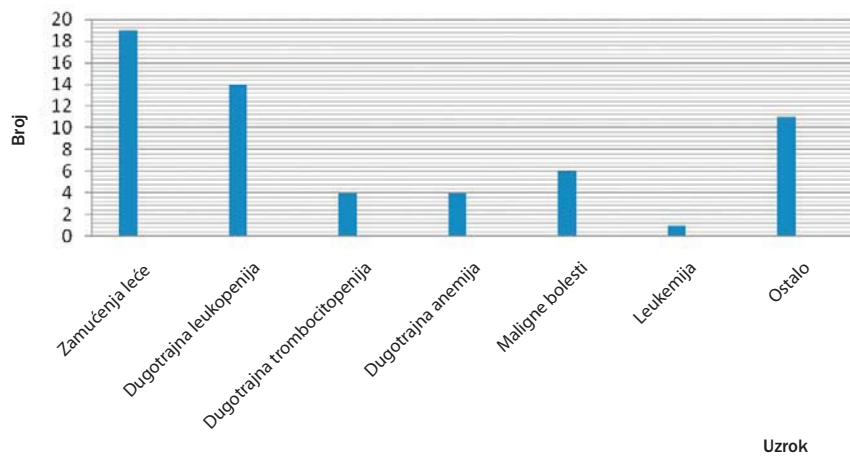
**Slika 1** Broj ukupno zaposlenih (podaci Državnog zavoda za zaštitu od zračenja – DZZZ, sada Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost) i ukupno dostavljenih podataka (Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu – HZZZSR) o broju pregledanih radnika izloženih ionizirajućem zračenju u razdoblju od 2005. do 2009. godine



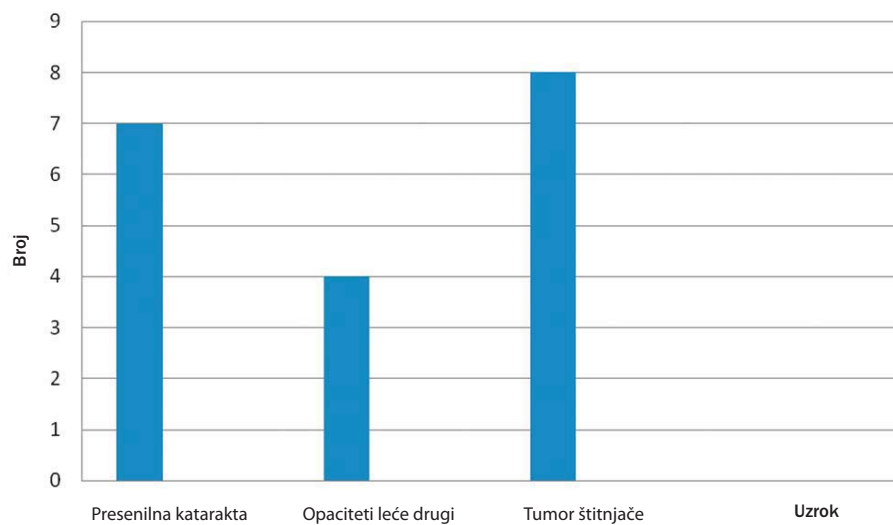
**Slika 2** Kategorije radne nesposobnosti pri izloženosti ionizirajućim zračenjima u razdoblju od 2005. do 2009. godine



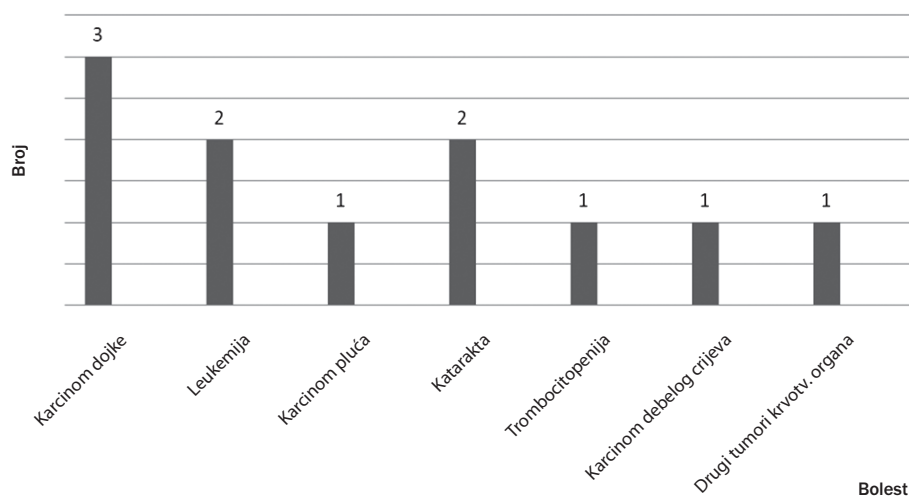
Slika 3 Uzroci privremene nesposobnosti za rad u razdoblju od 2005. do 2009. godine



Slika 4 Uzroci trajne nesposobnosti za rad radnika izloženih ionizirajućem zračenju u razdoblju od 2005. do 2009. godine



Slika 5. Uzroci ograničene nesposobnosti za rad u razdoblju od 2005. do 2009. godine



Slika 6 Profesionalne bolesti priznate u razdoblju od 2005. do 2009. godine

Na slici 2. prikazane su kategorije nesposobnosti za rad osoba koje nisu proglašene sposobnima. Iako ni u jednom pravilniku kao moguća ocjena nije navedena ocjena ograničeno sposoban, ipak je ona dana u 19 slučajeva. Uzroci privremene nesposobnosti za rad prikazani su na slici 3, uzroci trajne nesposobnosti za rad na slici 4, a razlozi ocjene ograničene sposobnosti na slici 5. Najčešći uzrok privremene nesposobnosti bile su prolazna sideropenična anemija i leukopenija. Ograničeno sposobnima ocijenjene su osobe koje su imale utvrđene opacitete leće, ali na mjestima na kojima opaciteti ne nastaju tipično kao posljedica ionizirajućih zračenja te radnice oboljele od benignih bolesti štitnjače. Neocijenjeno je ostalo 37 radnika, a uzrok je bila privremena nesposobnost za rad (bolovanje) kojemu je uzrok bila akutna bolest koja nije povezana s izloženošću ionizirajućim zračenjima. Od 60 radnika kojima je trajno zabranjen rad u zoni ionizirajućih zračenja, najveći ih je broj zabranu dobio zbog promjena na leći, slijede dugotrajne leukopenije refrakterne na terapiju, a u sedam je osoba za vrijeme radnog vijeka utvrđena maligna bolest. Iako su čak u 19 radnika utvrđene promjene na leći tipične za promjene izazvane ionizirajućim zračenjima, samo je njih troje provelo postupak za priznavanje profesionalne bolesti i njima su promjene na leći kao takve i priznate. Razlog ovako malom broju provedenih postupaka za priznavanje profesionalnih bolesti zbog promjena na leći vjerojatno leži u činjenici da opaciteti leće karakteristični za opacitete kod izloženih ionizirajućim zračenjima, nasuprot opacitetima druge etiologije, gotovo do duboke starosti ne ometaju oštrinu vida. Zdravstveni radnici, ocijenjeni trajno nesposobnima

za rad u zoni ionizirajućih zračenja, koji nisu oboljeli od malignih bolesti, premješteni su na drugo radno mjesto i nakon toga nisu imali motiva pokretati postupak za priznavanje profesionalne bolesti. Tako su tek tri osobe povele postupak i njima je katarakta priznata profesionalnom bolešću. U promatranom je razdoblju registrirano 11 profesionalnih bolesti izazvanih ionizirajućim zračenjem (slika 6). Iz naprijed navedenih razloga taj je broj vjerojatno višestruko podcijenjen. Od 11 priznatih profesionalnih bolesti u 8 se slučajeva radilo o malignim bolestima. Sedam je profesionalnih malignih bolesti utvrđeno za vrijeme dok su izložene osobe bile u radnom odnosu i zbog tih su bolesti ocijenjeni trajno nesposobnima za rad u zoni ionizirajućeg zračenja. Jedna je maligna bolest utvrđena profesionalnom bolešću nakon odlaska u invalidsku mirovinu, a u vrijeme umirovljenja kod osobe još nije bila dijagnosticirana maligna bolest. Četiri osobe oboljele od maligne bolesti umirovljene su nakon postavljanja dijagnoze, dok je troje nakon bolovanja i liječenja vraćeno na radno mjesto bez izloženosti ionizirajućem zračenju. Od četiri trombocitopenije koje su bile uzrok trajnoj nesposobnosti za rad u zoni ionizirajućih zračenja, samo se u jedne izloženost nedvojbeno utvrdila uzrokom profesionalne bolesti. U ostale tri trombocitopenije razlog bolesti bio je neprofesionalne etiologije. U Republici Hrvatskoj je zdravstveni nadzor radnika izloženih ionizirajućim zračenjima na razini nadzora kakav se danas provodi u većini zemalja Europske Unije. Podaci o razini osobne dozimetrije u razdoblju od 2005. do 2009. godine upućuju na nisku razinu izloženosti svih radnika u Republici Hrvatskoj i

u više od 90 % slučajeva niža je od granice detekcije. U promatranom je razdoblju, što se vidi iz prethodno navedenih podataka, utvrđen relativno visok broj radnika koji imaju početna zamućenja leće u području tipičnom za pojavu promjena izazvanih ionizirajućim zračenjima. To govori u prilog tezi da mjere zaštite na radu u kasnim godinama prošlog stoljeća nisu bile posve učinkovite i da u budućnosti veću pozornost treba posvetiti zaštiti očiju, ali i pravilnoj primjeni općih pravila zaštite na radu. O potrebi bolje zaštite očiju govore i rezultati novijih istraživanja o tome da je razina zračenja dostatna za nastanak opaciteta leće niža nego što se do sada mislilo (16-18). Uz to je potrebno trajno educirati radnike o kofaktorima koji utječu na pojavu zamućenja leće i pri relativno niskim razinama izloženosti. U edukaciji posebnu pozornost treba posvetiti učenicima i studentima koji su na početku radnog vijeka tijekom kojeg će izloženi zračenju raditi dugi niz godina. Iako su zamućenja supkapsularno, u stražnjem polu leće utvrđena u 19 od približno 5800 zaposlenih (0,3 %), ovaj podatak posredno potvrđuje tezu da je za nastanak zamućenja leće izazvanog ionizirajućim zračenjima potrebna niža doza od do sada pretpostavljene.

#### LITERATURA

- Zakon o zaštiti od ionizirajućih zračenja. Narodne novine 91/2010.
- Zakon o zdravstvenoj zaštiti. Narodne novine 150/2008.
- Uredba o izmjenama i dopunama Zakona o zdravstvenoj zaštiti. Narodne novine 155/2009.
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zdravstvenoj zaštiti. Narodne novine 71/2010.
- Zakon o zaštiti na radu. Narodne novine 59/1996.
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti na radu. Narodne novine 114/2003.
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti na radu. Narodne novine 86/2008.
- Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti na radu. Narodne novine 75/2009.
- Pravilnik o zdravstvenim uvjetima kojima moraju udovoljavati izloženi radnici, učestalosti pregleda te sadržaju, načinu i rokovima čuvanja podataka o tim pregledima. Narodne novine 111/2007.
- Pravilnik o zdravstvenim uvjetima za rad s izvorima ionizirajućih zračenja te mjerilima, sadržaju, načinu i rokovima čuvanja podataka o zdravstvenim pregledima osoba koje rade s izvorima ionizirajućih zračenja. Narodne novine 1/2005.
- Chodick G, Bekiroglu N, Hauptmann M, Alexander BH, Freedman DM, Doody MM, Cheung LC, Simon SL, Weinstock RM, Bouville A, Sigurdson AJ. Risk of cataract after exposure to low doses of ionizing radiation: a 20-year prospective cohort study among US radiologic technologists. *Am J Epidemiol* 2008;168:620-31.
- Nakashima E, Neriishi K, Minamoto A. A reanalysis of atomic-bomb cataract data, 2000-2002: a threshold analysis. *Health Phys* 2006;90:154-60.
- I Valentin J, urednik. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. *Ann ICRP* 2007;37(2-4):1-332.
- Abraham AG, Condon NG, West Gower E. The new epidemiology of cataract. *Ophthalmol Clin North Am* 2006;19:415-25.
- Auffarth GU, Rabsilber TM, Reuland AJ. New methods for the prevention of posterior capsule opacification. *Ophthalmology* 2005;102:579-86.
- Chen WL, Hwang JS, Hu TH, Chen MS, Chang WP. Lenticular opacities in populations exposed to chronic low-dose-rate gamma radiation from radiocontaminated buildings in Taiwan. *Radiat Res* 2001;156:71-7.
- Jacob S, Michel M, Spaulding C, Boveda S, Bar O, Brézin AP, Strehlo M, Maccia C, Scannff P, Laurier D, Bernier MO. Occupational cataracts and lens opacities in interventional cardiology (O'CLOC study): are X-Rays Involved? *BMC Public Health* 2010;10:537.
- Milacic S. Risk of occupational radiation-induced cataract in medical workers. *Med Lav.* 2009;100:178-86.
- Ainsbury EA, Bouffler SD, Dorr W, Graw J, Muirhead CR, Edwards AA, Cooper J. Radiation cataractogenesis: a review of recent studies. *Radiat Res* 2009;172:1-9.
- James ER. The etiology of steroid cataract. *J Ocul Pharmacol Ther* 2007;23:403-20.

**Summary**

**MEDICAL SURVEILLANCE OF WORKERS EXPOSED TO RADIATION BETWEEN 2005 AND 2009**

This paper looks into occupational exposure to ionising radiation and causes of work disability in workers between 2005 and 2009. In that period, about 6000 workers were occupationally exposed to radiation. Of 26,508 examinations performed, the Croatian Institute for Health Protection and Safety at Work received data for 13,162. Sixty workers were found permanently disabled and the main cause was lens opacity followed by leucopenia. Eleven workers were diagnosed occupational disease, including three breast cancers, two leukaemias, one colon cancer, one lung cancer, one malignant tumour of blood-forming organs, and one thrombocytopaenia. In addition, two diagnosed cataracts were typical of radiation. These findings urge for the use of eye protection at work.

**KEY WORDS:** *cataract, malignant tumour, work ability*

**CORRESPONDING AUTHOR:**

Marija Zavalić  
Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu  
Cimermanova 64a, 10000 Zagreb  
E-mail: [mzavalic@hzzzsr.hr](mailto:mzavalic@hzzzsr.hr)