

Prethodni i periodični lekarski pregledi profesionalno izloženih lica u zoni jonizujućih zračenja

Svakim danom značajno se povećava broj osoba koje su u svom radu profesionalno izložene malim dozama jonizujućih zračenja bilo da rade u zdravstvu ili industriji. Kakav će biti efekat zračenja na njihov organizam zavisi od niza faktora među kojima su vrsta zračenja, veličina doze, dužina izlaganja, radioosetljivost imunog sistema kao i stanje reper sistema organizma. Direktnim dejstvom zračenje oštećuje molekule proteina, lipida, ugljenih hidrata i DNA i dovodi do njihove jonizacije i ekscitacije. Indirektnim delovanjem zračenja dolazi do radiolize vode i nastanka vrlo reaktivnih slobodnih radikala (SR) ($\text{OH}\cdot$, $\text{H}\cdot$, H_2 i H_2O_2), koji reaguju sa molekulima u ćeliji. Kada se slobodni radikali produkuju kao posledica normalnog metabolizma u ćeliji, tada reper sistemi i antioksidativni enzimi (SOD, CAT, GPx) sprečavaju nastanak oštećenja. Međutim kada je produkcija SR povećana zbog akutnog ili hroničnog izlaganja zračenju ili je kapacitet antioksidativnih enzima (AO) nedovoljan dolazi do nastanka oksidativnog stresa. Pri malim dozama jonizujućeg zračenja, a u uslovima profesionalne ekspozicije oštećuju se tkiva koja imaju najveću radisenzitivnost. To je najčešće hematopoezno tkivo zbog intenzivnog metabolizma i visokog mitotskog indeksa. Radioosetljivost hematopoeznih ćelija proporcionalna je proliferacionom potencijalu i opada udaljavanjem od matičnih ćelija. Zračenje može delovati kao mutagen na DNK materijal pluripotentne matične ćelije hematopoeze (CFU-S), tako da njihni potomci potekli raznim putevima diferencijacije, stvaraju defektne zrele ćelije, sa poremećenim membranama, izmenjenom pokretljivošću, izmenjenim ili odsutnim enzimima. Ovo je naročito izraženo ukoliko genska ozleda nije letalna, već postaje fiksna u mitozu i tako izmenjena ćelija se dalje deli jer je sposobna za život sa izmenjenim osobinama. Međutim, zračenje može delovati na isti način i na prelazne populacije u bilo kojoj fazi do zadnjeg deljivog prethodnika. Takva su oštećenja uglavnom reverzibilna, jer se mogu eliminisati takve ćelije i zameniti novim iz rezervnog odeljka matičnih ćelija.

Granica izlaganja za profesionalno izložena lica iznosi 20 mSv na godišnjem nivou, odnosno 100 mSv usrednjeno na 5 godina. Ispod ove doze se ne očekuju deterministički efekti, a verovatnoća stohastičkih efekata je svedena na najmanju moguću meru. Stohastički efekti nisu dozno zavisni što znači da uvek postoji verovatnoća da nastanu. To su maligna obolenja pri promenama na somatskim ćelijama i genetska pri promenama na polnim ćelijama. Za deterministička oštećenja postoji prag doze i mogu da nastanu samo iznad određene doze izlaganja (oštećenje oka, koštane srži, kože).

Iz tih razloga je propisima Direktorata za radiacionu i nuklearnu sigurnost i bezbednost Srbije predviđena redovna zdravstvena kontrola izloženih radnika a koju vrši služba medicine rada. Zaposleni radnik može biti profesionalno izloženo lice samo ako se prethodnim odnosno periodičnim lekarskim pregledom oceni da je zdravstveno sposoban za rad na radnom mestu sa povećanim rizikom od jonizujućih zračenja. Ocena njihove radne sposobnosti utvrđuje se zdravstvenim pregledom prema Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS 95/2018), a u skladu sa Pravilnikom o prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom (Sl. glasnik RS 120/2007 i 93/2008 i 53/2017) i Pravilnikom o uslovima za dobijanje licence za obavljanje radijacione delatnosti (Sl. glasnik RS 61/2011, 101/2016, 50/2018), a u poglavlju: Stepem stručne spreme, osposobljenost za rad i sprovođenje mera zaštite od jonizujućih zračenja profesionalno izloženih lica.

Cilj pregleda je ocenjivanje radne sposobnosti profesionalno izloženih lica. To je kontinuiran proces, koji zahteva stalno praćenje bioloških karakteristika organizma sa zahtevima radnog mesta, radi očuvanja zdravlja radnika i njegove radne sposobnosti uz istovremeno sprečavanje invalidnosti, nastanka profesionalnih bolesti i povreda na radu. Prethodni i periodični lekarski pregledi se sastoje od opšteg pregleda i specifičnog pregleda. Elementi opšteg prethodnog i opšteg periodičnog lekarskog pregleda dati su u Pravilniku o prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom. Elementi specifičnog prethodnog i specifičnog periodičnog lekarskog pregleda dati su u Pravilnikom o uslovima za dobijanje licence za obavljanje radijacione delatnosti.

Prilikom zapošljavanja a pre ulaska u zonu jonizujućih zračenja radnik obavlja prethodni lekarski pregled da bi se utvrdilo da li radnik može da obavlja posao bez rizika da će oštetiti svoje zdravlje, kao i da li boluje od obolenja koja mogu dovesti do kolektivnog rizika i nesreće na radu ili tome doprineti. Elementi specifičnog prethodnog lekarskog pregleda su: neuro-psihijatrijski i psihološki pregled; ginekološki pregled i pregled dojki za žene; analiza strukturnih hromozomskih aberacija u limfocitima periferne krvi, određivanje broja mikronukleusa i drugi usmereni pregledi i ispitivanja koja odredi nadležni lekar – specijalista medicine rada.

Prethodni lekarski pregled obuhvata:

1. Pregled lekara specijaliste medicine rada sa detaljnom anamnezom (radna anamneza, glavne tegobe, sadašnja bolest, lična anamneza, porodična anamneza, socijalno epidemiološki podaci, osnovna antropometrija (TM, TV, BMI))
2. Osnovne laboratorijske analize krvi (SE, broj leukocita, broj eritrocita, hematokrit, koncentracija glukoze) i pregled urina i sediment urina
3. Ispitivanje funkcije vida: oštrina vida na blizinu i daljinu, dubinski vid, pregled očnog sočiva
4. Tonalna liminarna audiometrija
5. Spirometrija sa krivom protok volumen
6. EKG (12 odvoda)
7. Neuropsihijatrijski i psihološki pregled
8. Ginekološki pregled i pregled dojki
9. Analiza strukturnih hromozomskih aberacija i određivanje broja mikronukleusa
10. Specifične preglede i ili ispitivanja u zavisnosti od utvrđenih štetnosti i opasnosti odnosno posebnih zdravstvenih uslova za obavljanje određenih poslova na radnom mestu, u skladu sa Aktom o proceni rizika.

Zadatak periodičnih lekarskih pregleda je pravovremeno i rano otkrivanje oštećenja zdravlja radnika i sprečavanje nastanka patoloških promena, povređivanja i obolevanja. Težište se stavlja na

simptome i uzroke u vezi sa profesionalnom noksom kao i na preglede koji su dovoljno osetljivi da ukažu na početne promene zdravstvenog stanja radnika. Periodični lekarski pregledi su obavezni jednom godišnje a obim pregleda se razlikuje prema uslovima rada i nivoima izlaganja jonizujućim zračenjima tj. da li su izloženi radnici klasifikovani u kategoriju „A“ ili „B“.

Elementi specifičnog periodičnog lekarskog pregleda su: određivanje broja mikronukleusa; pregled štitaste žlezde za profesionalno izložena lica koja rade sa radioaktivnim izotopom I-131; pregled mladeža kože za članove posada civilne avijacije koji su profesionalno izložena lica i drugi usmereni pregledi i ispitivanja koja odredi nadležni lekar - specijalista medicine rada. Za radnike klasifikovane u kategoriju "A" svaki periodični lekarski pregled treba da sadrži elemente opšteg i specifičnog lekarskog pregleda; dok za radnike klasifikovane u kategoriju "B" godišnji pregled može da ima elemente opšteg lekarskog pregleda, a najmanje jednom u tri godine da se primenjuju i elementi specifičnog periodičnog lekarskog pregleda.

Periodični lekarski pregled grupe „A“ obuhvata:

1. Pregled lekara specijaliste medicine rada sa detaljnom anamnezom (radna anamneza, glavne tegobe, sadašnja bolest, lična anamneza, porodična anamneza, socijalno epidemiološki podaci, osnovna antropometrija (TM, TV, BMI))
2. Osnovne laboratoriske analize krvi (SE, broj leukocita, eritrocita, hematokrit, koncentracija glukoze) i pregled urina i sediment urina
3. Spirometrija sa krivom protok volumen
4. EKG (12 odvoda)
5. Određivanje broja mikronukleusa (svake godine)
6. Pregled štitaste žlezde za profesionalno izložena lica koja rade sa radioaktivnim izotopom J-131
7. Specifične preglede i ili ispitivanja u zavisnosti od utvrđenih štetnosti i opasnosti odnosno posebnih zdravstvenih uslova za obavljanje određenih poslova na radnom mestu, u skladu sa Aktom o proceni rizika.

Periodični lekarski pregled grupe „B“ obuhvata:

1. Pregled lekara specijaliste medicine rada sa detaljnom anamnezom (radna anamneza, glavne tegobe, sadašnja bolest, lična anamneza, porodična anamneza, socijalno epidemiološki podaci, osnovna antropometrija (TM, TV, BMI))
2. Osnovne laboratoriske analize krvi (SE, broj leukocita, eritrocita, hematokrit, koncentracija glukoze) i pregled urina i sediment urina
3. Spirometrija sa krivom protok volumen

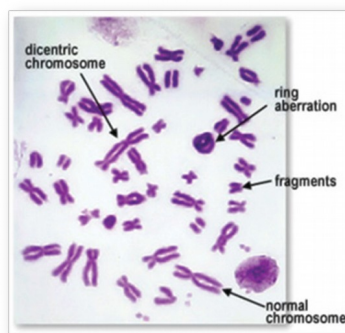
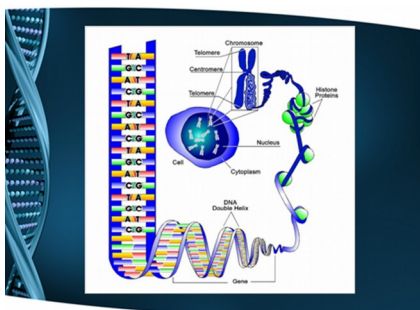
4. EKG (12 odvoda)

5. Određivanje broja mikronukleusa (najmanje jednom u tri godine)

6. Pregled štitaste žlezde za profesionalno izložena lica koja rade sa radioaktivnim izotopom J-131

7. Specifične preglede i ili ispitivanja u zavisnosti od utvrđenih štetnosti i opasnosti odnosno posebnih zdravstvenih uslova za obavljanje određenih poslova na radnom mestu, u skladu sa Aktom o proceni rizika.

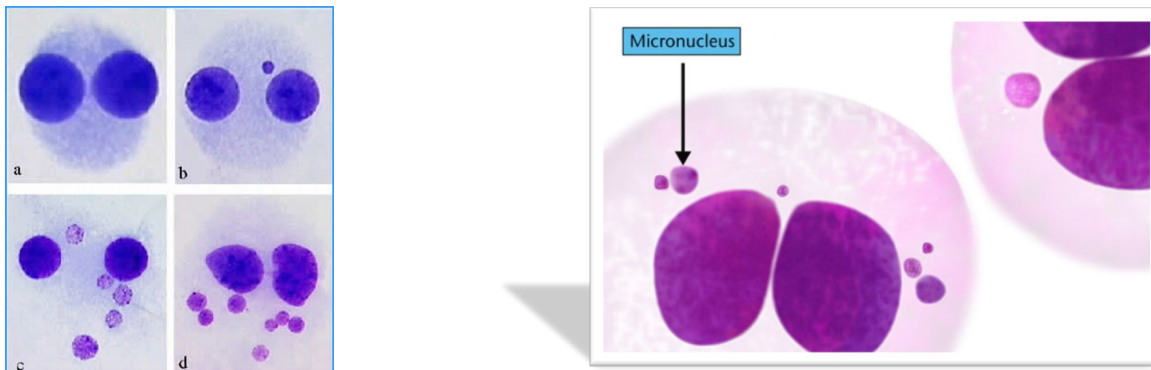
Dobro je poznato da jonizujuće zračenje (JZ) indukuje hromozomske rearanžmane. Rizik pri hroničnoj ekspoziciji JZ, tako uključuje promene u genomu koje povećavaju hromozomsku nestabilnost a koje se mogu detektovati metodama citogenetike – strukturne hromozomske aberacije (HA) i mikronukleuse (MN). Poznato je da su strukturne hromozomske aberacije krajnji rezultat čitavog niza kompleksnih biohemijskih reakcija i citološka manifestacija, neuspešnih pokušaja ćelije da popravi ili eliminiše primarno oštećenje na naslednom materijalu. Najčešće nestabilne strukturne hromozomske aberacije, biomarkere delovanja jonizujućih zračenja su tipa dicentrika, prstenastih hromozoma i acentričnih fragmenata. Za analizu hromozomskih aberacija koristi se modifikovana Moorhaedova metoda za limfocite periferne krvi. Analizira se 200 ćelija u metafazi mitoze i nije dozvoljeno prisustvo hromozomskih aberacija (biomarkera delovanja jonizujućih zračenja).



U.S. National Library of Medicine

Mikronukleusi predstavljaju meru hromozomskih prekida i gubitka hromozoma i pokazano je da su osetljiv indikator hromozomskog oštećenja, a javljaju se kod osoba izloženih genotoksičnim agensima iz radne ili životne sredine. Mikronukleusi nastaju od acentričnih hromozomskih fragmenata ili celih hromozoma, koji nisu sposobni da učestvuju u deobi i zbog toga nisu u sastavu novonastalih jedara kada se jedarna deoba završi. Sam test predstavlja metodu kojom se limfociti periferne krvi stimulišu na deobu a korišćenjem citohalazina B sprečava deoba citoplazme bez inhibicije jedarne deobe. To omogućava nastanak binuklearnih ćelija. Analizira se veliki broj binuklearnih ćelija (oko 1000) i u nekim od njih se osim postojanja dva jedra mogu uočiti i tvorevine slične jedrima, ali mnogo manjih dimenzija. Referentne vrednosti za mikronukleusni test : u limfocitima periferne krvi lica profesionalno izloženih

fizičkim ili hemijskim mutagenima može se naći na 1000 pregledanih binuklearnih ćelija do 25 mikronukleusa



Micronucleus assay, illustration produced in the laboratory of dr Al Rowland, Massey University

Postoji velika individualna varijabilnost u osetljivosti na dejstvo jonizujućeg zračenja. Najznačajniji pokazatelj povećane radiosenzitivnosti genoma kod ljudi je heterozigotnost genskog lokusa za ataksia teleangiektazija (AT lokus), kao i aktivnost 8 supresorskih gena koji kontrolišu njegovu aktivnost. Kako se heterozigotnost AT lokusa ne uočava fenotipski, ovakav genotip se najčešće detektuje indukcijom doznog odgovora in vitro.

Poslodavac je obavezan uputiti zaposlenog radnika na vanredni lekarski pregled u slučaju vanrednog događaja, nakon prestanka sa radom i u drugim slučajevima kada za to postoje medicinske indikacije. Elementi vanrednog lekarskog pregleda su isti kao odgovarajući elementi specifičnog periodičnog lekarskog pregleda. Takođe, u slučaju sumnje da je lice primilo efektivnu dozu veću od 100 mSv obavezno je obaviti analizu strukturnih hromozomskih aberacija sa biodozimetrijom (procenom efektivne doze na osnovu broja dicentrika u limfocitima periferne krvi).

Sa izvorima jonizujućih zračenja ne mogu raditi lica koja:

- Boluju od malignih bolesti;
- Imaju hematološka oboljenja;
- Imaju evolutivna oboljenja očnog sočiva;
- Boluju od sistemskih bolesti imunog sistema;
- Boluju od težih endokrinih bolesti;
- Boluju od težih duševnih bolesti, bolesti zavisnosti;
- Boluju od težih nervnih oboljenja;
- Boluju od težih oboljenja kože;

- boluju od drugih oboljenja za koja nadležni lekar (specijalista medicine rada) utvrdi da su kontraindikovana za rad u kontrolisanoj i/ili nadgledanoj zoni

Pravno lice koje obavlja radiacionu delatnost obavezno je da Direktoratu za radiacionu i nuklearnu sigurnost i bezbednost Srbije dostavi izveštaj o izvršenom prethodnom ili periodičnom lekarskom pregledu za svako profesionalno izloženo lice. Zdravstvena ustanova koja ima službu medicine rada koja vrši zdravstvene preglede profesionalno izloženih lica jonizujućem zračenju dužna je da medicinsku dokumentaciju o zdravstvenim sposobnostima tih lica čuva u svojoj arhivi najmanje 30 godina po prestanku rada tih lica da bi im dokumentacija bila dostupna.

Da bi se sprečio nastanak oštećenja organizma dejstvom jonizujućih zračenja najvažnije je redovno medicinsko praćenje profesionalno izloženih lica od strane kompetentnih specijalista medicine rada i davanje ocene o njihovoj radnoj sposobnosti. Sprečavanje nastanka oboljenja profesionalno izloženih lica je jedan od najvažnijih zadataka savremene medicine rada.

Literatura

1. Spasojevic-Tisma V., Celeketic D., Tisma J., Milacic S., Papovic-Djukic G.: Health risk assessment of jobs involving ionizing radiation sources, Nuclear Technology Radiation Protection, 2011; 26(3):233-236
2. Internacional Atomic Energy Agency (IAEA) World Health Organization (WHO). EPR-Biodosimetry Cytogenetic dosimetry: Applications in preparedness for and response to radiation emergencies. International Energy Agency Vienna, 2011
3. Milačić S. The Frequency of Chromosomal Lesiones and Damgaged Lymphocytes of Workers Occupationally Exposed to x rays, Health Physics 2005; 88(4):334-339
4. Joksić G, Petrović-Novak A, Stanković M, Kovačević M. Radiosensitivity of human lymphocytes in vitro correlates more with proliferative ability of cells than with the incidence of radiation-induced damage of the genome, Neoplasma. 1999; 46(1):40-49.
5. Tucker JD, Morgan WF, Awa AA, et al. A proposed system for scoring srructural aberrations detected by chromosome painting, Cytogenetic Cell Genetic. 1995; 68:211-221.
6. Ward JF. The Yield of DNA Double-Strand Breaks Produced Intracellularly by Ionizin Radiation: a Review, Int. J. Radiat. Biol. 1990; 57(6):427-432.
7. Savage JRK. Clasification and relationship of induced chromosome structuralchanges. Journal of Medical Genet. 1976; 12:103-122.
8. Moorhead, P.S. et all. Chromosome preparation of leukocytes cultured from human peripheral blood. Exp.cel.RES, 1960; 20:613-616

Biografski podaci

Vera Spasojević-Tišma rođena je 15.01.1960. godine u Zemunu, gde je završila osnovnu školu i gimnaziju. Na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu diplomirala je 1986. godine. Poslediplomske studije je nastavila na istom fakultetu, gde je odbranila magistarski rad i stekla akademsko zvanje magistar medicinskih nauka. Specijalistički ispit je položila 1998. godine, a 2007. godine polagala i subspecijalistički ispit iz radiološke zaštite. Doktorsku tezu je odbranila 2018. godine i stekla naučno zvanje doktor medicinskih nauka. Radila je u Institutu za nuklearne nauke Vinča u Zavodu za radiološku zdravstvenu zaštitu, a od 2009. godine je zaposlena u JP Nuklearni objekti Srbije u Polikliničkoj službi Sektora za radijacionu sigurnost i zaštitu životne sredine.