



**144. SKUPŠČINA SLOVENSKEGA ZDRAVNIŠKEGA DRUŠTVA  
RAKAVE BOLEZNI V SLOVENIJI**

Novo mesto, 19. in 20. oktober 2007

**ONESNAŽENO OKOLJE IN RAK**

**POLLUTION OF LIVING ENVIRONMENT**

*Ivan Eržen*

Zavod za zdravstveno varstvo Celje, Ipavčeva 18, 3000 Celje

**Izvleček**

**Izhodišča**

*Podatke o možnih vzrokih za pojav raka pridobivamo s pomočjo proučevanja pojavljanja raka pri ljudeh ter v okviru raziskav delovanja potencialnega vzročnega dejavnika pri eksperimentalnih živalih. Poleg dejavnikov okolja je potrebno upoštevati tudi genetske značilnosti, ki pomembno vplivajo na to, ali bo do razvoja raka prišlo ali ne. Najpomembnejši karcinogeni so: tobačni dim, azbest, aflatoksin in ultravijolično žarčenje. Skoraj 20 % rakastih bolezni je posledica kroničnih nalezljivih bolezni, ki jih povzročajo virusa hepatitisa B ali C, HPV ter Helicobacter pylori.*

*Onesnaženosti zraka, vode in tal pripisujejo v razvitih okoljih 4–7 % vseh rakov. Zunanji onesnaženosti zraka pripisujemo sorazmerno majhen delež raka na pljučih (pod 5 %). Klorofluorokarboni uničujejo ozonsko plast in s tem povečujejo razvoj kožnega raka, ki ga povzroča UV sevanje. Onesnaženje pitne vode z arsenom ali s stranskimi produkti kloriranja prav tako predstavlja tveganje za raka. Hrana lahko vsebuje naravne ali umetne toksične snovi, ki imajo karcinogeni učinek. Naravne karcinogene snovi vključujejo mikotoksine, zlasti aflatoksine, ki pomembno vplivajo na razvoj raka jeter. Hrana je lahko onesnažena z ostanki pesticidov.*

**Zaključki**

*Načini zmanjševanja ali celo eliminacije tveganja za razvoj raka temeljijo na odstranjenju specifičnega dejavnika iz okolja (azbest, tobačni dim), kar lahko dosežemo do neke mere z zakonodajo ali pa z uporabo preventivnih in profilaktičnih ukrepov za preprečitev izpostavljenosti oziroma za povečanje odpornosti posameznika (cepljenje proti hepatitisu B, HPV, izogibanje soncu).*

**Ključne besede** *bivalno okolje; rak; fizikalni dejavniki; kemični dejavniki; radon; tobačni dim*

**Abstract**

**Background**

*Information on cancer causation has come from investigation of the patterns of cancer in human populations and the induction of tumours in experimental animals following treatment with cancer-causing agents. It has been proven that genetic susceptibility may significantly alter the risk from environmental exposures. The most important human carcinogens include tobacco, asbestos, aflatoxins and ultraviolet light. Almost 20 % of cancers are associated with chronic infections, the most significant ones being hepatitis viruses (HBV, HCV), papillomaviruses (HPV) and Helicobacter pylori.*

*Pollution of air, water and soil is estimated to account for 4–7 % of all cancers in developed world. A small proportion of lung cancer (<5 %) is attributable to outdoor air pollution by industrial effluent, engine exhaust products and other toxins. Chlorofluorocarbons cause destruction of the ozone layer and enhance the risk of skin cancer through increased ultraviolet radiation. Contamination of drinking water is not a general carcinogenic hazard, but high levels of arsenic and chlorination by-products in some communities carry a risk. Food may be contaminated by natural or man-made toxins, including substances shown to be carcinogenic in experimental animals and, in some cases, in humans. Naturally-*

*occurring carcinogens include mycotoxins, particularly aflatoxins, which contribute to causation of liver cancer. Food can be contaminated by residual pesticides.*

**Conclusions** *Means to reduce and, in some cases, eliminate risk of cancer include elimination of carcinogenic factor (asbestos) enforced by regulation and reduction of exposure or use of preventive and prophylactic measures (Hepatitis B, HPV vaccination, avoiding of sun).*

**Key words** *living environment; cancer; physical factors; chemical factors; radon; environmental tobacco smoke (ETS)*

## Uvod

Stopnja zbolevanja za rakom je odvisna od genetskega zapisa, starosti, spola, načina življenja in dejavnikov, ki so jim ljudje izpostavljeni. Znano je, da zboleznost starostjo narašča ter da je pojav rakastih bolezni povezan tako z zunanjimi dejavniki, kot so tobačni dim, sevanje, določene kemične snovi ter infektivni agensi, kot tudi z značilnostmi posameznika kot na primer podredovane mutacije, hormoni ali imunsko stanje. V širšem smislu bi lahko rekli, da so okoljski dejavniki pomemben vzročni dejavnik pri večini rakov, ki se pojavljajo pri ljudeh.<sup>1</sup> V primeru dejavnikov okolja, kot so na primer kajenje, uživanje alkohola, čezmerno izpostavljanje soncu ali prehrana, ima posameznik določen vpliv na raven izpostavljenosti tem dejavnikom. V tem prispevku se bom omejil samo na tiste dejavnike okolja, ki jih poznamo z onesnaženostjo okolja, ki vključuje zrak, vodo in tla. Na to okolje pa posamezniki običajno nimajo pomembnejšega vpliva. Podatki in analize kažejo, da je med 4 in 7 % vseh rakavih bolezni mogoče pripisati onesnaženemu okolju.<sup>2</sup> Gledano s tega stališča je sicer tveganje za posameznika sicer sorazmerno majhno, vendar pa je potrebno opozoriti, da gre za neprosto voljno tveganje, kar mu daje poseben pečat. Poleg tega pa je v javnozdravstvenem smislu to tveganje še kako pomembno, kajti škodljivostim v okolju so izpostavljeni vsi prebivalci določene območja. Čeprav so količine škodljivih snovi v bivalnem okolju na gospodarsko razvitih območjih praviloma majhne, je zaradi dolgotrajne izpostavljenosti in velikega števila izpostavljenih število zbolelih kljub temu veliko. Škodljivosti v okolju oziroma njihovega škodljivega delovanja ni mogoče zmanjšati tako, da bi spodbujali ljudi k drugačnemu načinu življenja. Na politični, pravni, gospodarski in tehnološki ravni je potrebno sprejeti različne ukrepe, s pomočjo katerih je mogoče škodljivosti v okolju zmanjšati in na ta način obvarovati zdravje ljudi. Takih ukrepov seveda ne more sprejemati posameznik, temveč je zanje odgovorna širša družbena skupnost.

Škodljivi dejavniki so definirani kot dejavniki ali izpostavljenost, ki lahko kvarno vpliva na zdravje. V osnovi gre za vir nevarnosti. To je kvalitativna opredelitev potencialne nevarnosti dejavnika okolja za zdravje posameznika, če je ta izpostavljen dovolj visokemu odmerku dejavnika ali če so prisotna pri posamezniku druga stanja, ki lahko povečajo vpliv tega dejavnika. V zvezi s tem pa je potrebno opredeliti tudi tveganje, ki je definirano kot verjetnost, da se bo pojavila izpostavljenost, s tem pa tudi možnost, da bo

posameznik zbolel. V primeru, ko ima dejavnik rakotvorni učinek, sicer ni prazne vrednosti, pod katero bi bila izpostavljenost škodljivemu dejavniku povsem varna, se pa verjetnost pojava rakaste spremembe zmanjšuje, čim manjši je odmerek, ki so mu posamezniki izpostavljeni.

## Vrste škodljivih dejavnikov okolja

Vir kancerogenih dejavnikov okolja je lahko naravno okolje samo ali pa so posledica človekove dejavnosti. Med škodljive dejavnike okolja štejemo biološke (HPV virus, virus hepatitisa B, C, *Helicobacter pylori*), kemične (nekateri toksične kovine, policiklične aromatske spojine, lahkohlapne organske snovi, radon) in fizikalne dejavnike (ionizirajoče in neionizirajoče sevanje).

Škodljivosti v okolju, ki vodijo v razvoj raka, lahko prikazemo z vidika izpostavljenosti ali pa z vidika posameznega dejavnika. Prav zaradi medsebojnega vpliva različnih dejavnikov okolja, ki vodijo v obolenje, ter dejstva, da je z vidika preprečevanja izpostavljenosti ljudi škodljivostim v okolju ukrepanje kompleksno, so škodljivosti v okolju prikazane z vidika izpostavljenosti. Na ta način je tudi lažje oceniti prejeti odmerek in s tem tudi tveganje, ki ga določena škodljivost predstavlja za razvoj raka.

Ljudje so škodljivostim v okolju izpostavljeni preko zraka, ki ga vdihavajo (notranji, zunanji zrak), vode, ki jo uživajo (pitna voda, kopalne vode, površinske vode), ter preko hrane (živila, tla).

## Zrak

Vpliv onesnaženega zraka na človeka je zelo širok. Za človeka je najpomembnejše neposredno odlaganje vdihanih kemičnih snovi v pljučnem tkivu. Upoštevati pa je potrebno tudi posredno uživanje teh snovi preko vode ter rastlinske in živalske hrane, ki je bila onesnažena s škodljivimi snovmi iz zraka.

Zunanja onesnaženost zraka je povezana z različnimi boleznimi, med njimi tudi z rakom, zlasti rakom na pljučih. Onesnaženost zraka se običajno kaže kot kompleksna mešanica različnih trdnih in plinastih snovi. Koncentracije posameznih snovi se v krajevnem in časovnem smislu izjemno spreminjajo. Zaradi tega je izredno težko opredeliti in določiti tisto raven, ki bi bila za biološke organizme še sprejemljiva, kar pomeni, da bi lahko posledice organizem učinkovito odpravil in saniral. Temu je potrebno dodati še dejstvo,

da največkrat biološki mehanizem razvoja bolezni ni poznan. Ne glede na to pa je mogoče vsaj nekaj tveganja za razvoj raka pripisati določenim onesnažilom zraka, kot so: benzopiren, benzen, nekatere toksične kovine, fini delci, zlasti manjši od 2,5 mikrona, ter morda celo ozon.<sup>3</sup> V zadnjih desetletjih je prišlo v razvitem delu sveta do zmanjšanja imisij tradicionalnih onesnažil zraka, kot je na primer žveplov dioksid, ogljikov monoksid ali prah. Onesnaževanje zraka v zvezi s prometom pa se je praviloma povečevalo. S tem v zvezi pa so naraščale emisije snovi, kot so: lahkohlapne organske snovi (benzen, toluen, ksilen in aceten), dušikovi oksidi in fini delci - PM 10 (ogljik, absorbirane organske snovi ter sledi kovin). Potrebno je upoštevati tudi klimatske razmere. Tako je v našem zemljepisnem pasu potrebno računati z dodatnim onesnaževanjem zraka zaradi potreb po pridobivanju energije in ogrevanja, za kar se še vedno uporabljajo pretežno fosilna goriva. Potem ko je uporaba biomase kot energenta v preteklem stoletju močno upadla (od 50 % leta 1950 na 13 % leta 2000), je sedaj opaziti ponoven porast uporabe teh goriv.<sup>4</sup>

Izpostavljenost človeka onesnaženemu zraku je praktično nemogoče natančno oceniti. V okviru raziskave onesnaženosti zraka in deleža prebivalstva, ki je v zahodni Evropi izpostavljen onesnaženemu zraku v urbanem okolju, so rezultati nihali od 14 do 52 %, odvisno od kazalca, ki so ga uporabili za prikaz onesnaženosti zraka.

Številne raziskave so primerjale stanje v stanovanjskih predelih mesta, kjer je pričakovati večjo onesnaženost, s stanjem na podeželju. Rezultati kažejo, da je pljučni rak pogostejši v urbanem okolju, še posebej v povezavi s prisotnostjo onesnažil, kot so: benzopiren, kovine in fini prah (velikosti pod 10 mikronov).<sup>5</sup> V okviru nekaterih raziskav so skušali oceniti izpostavljenost določenim snovem v zunanjem zraku ter na ta način opredeliti vnos onesnažil v telo. V okviru teh študij je bilo običajno ugotovljeno povečano tveganje za razvoj raka na pljučih v tistih predelih ali na tistih območjih, ki so bila bolj obremenjena z onesnažili v zraku. Tveganje je lahko posledica dejstva, da je zrak na območjih, kjer živijo ljudje, onesnažen zaradi gospodarske dejavnosti, ki poteka v neposredni bližini bivališč. Številne raziskave, ki so bile opravljene med prebivalci, ki so živeli v bližini rafinerij, kovinskopredelovalne industrije, sežigalnic ali topilnic, so pokazale povezavo med ocenjeno stopnjo onesnaženosti zraka in rakom na pljučih.<sup>6</sup> Te ugotovitve potrjuje tudi raziskava, ki je bila opravljena na območju Mestne občine Koper leta 2003, ko je bilo ugotovljeno, da je zboleznost za rakom pljuč pri ženah na tem območju značilno večja kot sicer v Sloveniji.<sup>7</sup> Onesnaženost zraka s klorofluor-ogljiki (CFC) je neposredno odgovorna za povečevanje razširjenosti raka kože po vsem svetu. Te snovi, vključno z haloni, ogljikovim tetra-kloridom in metil kloroformom, se sproščajo iz hladilnih in klimatskih naprav. Klorofluor-ogljik potuje v stratosfero, kjer pride pod vplivom močnega sončnega sevanja do sproščanja klorovih in bromovih atomov, ki reagirajo in s tem odstranjujejo molekule ozona. Tanjšanje plasti ozona v stratosferi pa vodi do povečanega obsevanja z UV žarki B.

## Zrak v prostoru

Onesnaženosti zraka v prostoru je namenjena vedno večja pozornost. Dejstvo je, da je v razvitih urbaniziranih okoljih čas, ki ga ljudje prebijejo v prostorih, vedno daljši in običajno že dosega in celo presega 80 % dneva.<sup>8</sup> Tveganje za razvoj raka povečujejo ukrepi za zmanjševanje deleža naravnega prezračevanja ter uvajanje vedno novih snovi pri izdelavi gradbenih elementov ter notranje opreme prostorov. Izhlapevanje snovi, s katerimi je sestavljeno ali obdelano pohištvo (zaščita lesa, barve, laki), talne in stenske obloge ter gradbeni materiali, vodi do izpostavljenosti ljudi škodljivim snovem, s tem pa se pojavi tveganje za zdravje in za razvoj raka.<sup>9</sup> Dolgo časa je bilo to tveganje podcenjeno. Velika pozornost je bila in je še namenjena kakovosti zunanjega zraka, med tem ko je bilo o vplivih škodljivih snovi, ki so pogosto prisotne v prostorih, malo poznane. Danes je nesporno dejstvo, da je v gospodarsko razvitih okoljih onesnaženost notranjega zraka pomembnejša od zunanje.

## Cigaretni dim

Cigaretni dim je pomemben vir onesnaženega zraka v prostoru. Med odraslimi nekadilci, ki so kronično izpostavljeni tobačnemu dimu, je za 20 do 30 % povečana umrljivost zaradi raka na pljučih. Cigaretni dim v prostoru (pasivno kajenje) ima tudi kancerogeni učinek, je pa tveganje za pojav raka na pljučih bistveno manjše (relativno tveganje 1,15-1,2).<sup>10</sup> Med odraslimi, ki so izpostavljeni dimu v zraku v prostoru, je bila poleg povezava s pljučnim rakom ugotovljena tudi povečano tveganje za pojav bolezni srca in ožilja, medtem ko so pri otrocih ugotovili pogostejše pojavljanje bolezni dihal, vnetja srednjega ušesa, napadov astme in nenadne smrti.<sup>11</sup>

## Radon

Radioaktivni žlahtni plin radon nastaja v naravi kot vmesni člen pri radioaktivnem razpadu urana. Razpada v štiri kratkožive razpadne produkte, ki se hitro povežejo bodisi med sabo ali se adsorbirajo na prašnih delcih, kapljicah vlage in tvorijo aerosole, ki se usedejo na tla oziroma na stene in predmete v zaprtih prostorih. Na koncentracijo radona v nekem prostoru vplivajo različni dejavniki. V prvi vrsti je, glede na to, da prihaja radon v glavnem iz tal, pomembna kakovost izdelave sten, ki mejijo na zemljišče. Zelo pomembna je tudi vrsta in sestava gradbenega materiala. Na koncentracijo radona v zraku nekega prostora pa znatno vplivajo tudi meteorološki parametri in bivalne navade ljudi, še posebej možnost prezračevanja.

Radon in njegovi kratkoživi razpadni produkti prispevajo več kot polovico k odmerku, ki ga v povprečju prejme človek od vseh naravnih virov ionizirajočih sevanj. Zaradi poškodb, ki jih povzroči ionizirajoče sevanje, lahko pride do razvoja rakavih celic. Domnevajo, da so radonovi razpadni produkti v bivalnem okolju glavni vzrok za nastanek raka pri približno 5 do 15 % bolnikov, ki so zboleli za rakom na pljučih.

## Azbest

Azbest je eden najbolje opisanih dejavnikov, ki povzročajo raka pri poklicno izpostavljenih osebah. Že od leta 1950 dalje je znano, da lahko vodi vdihavanje azbesta do razvoja raka. Poleg poklicne izpostavljenosti pa je potrebno omeniti tudi možnost razvoja raka, ki je posledica izpostavljenosti azbestu v domačem okolju ali pa je posledica lokalnega onesnaženja. Znano je, da so osebe, ki so živele skupaj z zaposlenimi v pridelavi ali predelavi azbesta, zbolele za rakom. Določeno tveganje je povezano tudi z erozijami azbestnih vlaknin oziroma kamnin, ki vsebujejo azbest. Pri osebah, ki so azbestu izpostavljene v domačem okolju, je bilo ugotovljeno povečano tveganje za razvoj mezotelioma ter pljučnega raka, ki so ga pogosteje našli pri osebah, ki so tudi kadile.<sup>12</sup>

## Ultravijolično sevanje

V drugi polovici 20. stoletja so se ob množičnem izpostavljanju sončni svetlobi pričeli izražati raznovrstni škodljivi učinki na koži, ki jih večinoma povzroča delovanje ultravijoličnega dela spektra sončnega sevanja.

Raziskave kažejo, da imajo sončni žarki zaradi povečanega prehajanja skozi zemeljsko ozračje vedno močnejše učinke na kožo. Kljub temu da še vedno ostajajo številna odprta vprašanja o vzročnih mehanizmih, vplivih specifičnih valovnih dolžin in pomenu različnih načinov izpostavljanja soncu, je Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) na osnovi podatkov o stopnji dokazane kancerogenosti za človeka leta 1992 sončno svetlobo uvrstila med karcinogene dejavnike (skupina 1), ultravijolično sevanje A, B in C (UVA, UVB, UVC).

V Sloveniji je rak kože po številu prijavljenih primerov na drugem mestu med posameznimi raki pri ženskah (za rakom dojke) in pri moških (za rakom pljuč). Vsako leto je v Sloveniji prijavljenih več novih primerov najnevarnejše oblike kožnega raka, tj. malignega melanoma: v letu 2003 je bilo prijavljenih že kar 331 invazivnih oblik in 24 zelo zgodnjih, neinvazivnih primerov.<sup>13</sup>

## Onesnaženje vode in tal

Dostopna čista voda spada med osnovne človekove potrebe in je predpogoj za zdravje. Glavni difuzni vir onesnaževanja vode in tal je onesnažen zrak. S spiranjem snovi, ki so v zraku, pridejo te na tla in v vode. Poleg tega pa je pomembno tudi onesnaževanje s strani gospodarske dejavnosti, še posebej poljedelstva in živinoreje ter seveda industrije, ter onesnaženje s komunalnimi odpadnimi vodami. Tveganje za pojav rakavih bolezni je povezano z izpustom rakotvornih snovi oziroma snovi, ki ob interakciji z drugimi, to lahko postanejo. Največje tveganje za zdravje predstavlja prisotnost povzročiteljev nalezljivih bolezni. Na mikrobiološko kvaliteto vode je mogoče vplivati z uporabo oksidantov, kot so na primer klor, hipoklorit, kloramin ali ozon. Posledica uporabe teh sredstev je pojav različnih potencialno rakotvornih snovi,

vključno s stranskimi produkti kloriranja. Med številnimi halogeniranimi spojinami, ki lahko nastanejo, najdemo najpogosteje trihalometane in kloroform. Koncentracija trihalometalov je zelo različna in je odvisna od stopnje onesnaženosti vode z organskimi kemikalijami. Raziskave kažejo, da bi lahko bil rak na mehurju povezan z uživanjem klorirane pitne vode. Ob tem pa še niso pojasnjeni dvomi, ali je taka povezava vzročna, saj doslej še ni bilo mogoče ustrezno opredeliti in izmeriti izpostavljenost. Glede na to, da je zelo veliko število oseb izpostavljenih stranskim produktom kloriranja, pa je potrebno poudariti, da lahko že zelo majhen porast tveganja, če je realno, znatno poveča število primerov rakov, ki bi jih lahko pripisali temu dejavniku.

Na vsak način je smiselno zmanjševati mikrobiološko onesnaženost vode, kar omogoča manjšanje uporabe oksidantov v procesu priprave vode, s tem pa je tudi manjše tveganje za nastanek in škodljivo delovanje rakotvornih snovi.

## Arzen

V povezavi s pitno vodo je potrebno omeniti tudi arzen, ki povzroča raka na koži, na pljučih in drugih organih.<sup>14</sup> Glavni vir izpostavljenosti arzenu preko okolja je uživanje kontaminirane vode. Velika izpostavljenost arzenu preko pitne vode na območju Aljaske, Argentine, Bangladeša, Čila, Indije, Mehike, Mongolije, Tajvana in ZDA je vodila do povečanega tveganja za razvoj raka mehurja, kože in pljuč. Podatki o drugih vrstah raka, kot na primer na jetrih, črevesju ali ledvicah, so manj jasni, ampak kljub temu nakazujejo, da gre za sistemski učinek. Raziskave, ki so jih vodili na območjih, kjer je bila vsebnost arzena višja od 20 µg/l, so pokazale tesno povezanost s pojavom teh sprememb. Tveganje za pojav raka pri nižjih koncentracijah, na primer 5 µg/l, ki mu je izpostavljenih 5 % prebivalcev Finske, ni bilo ugotovljeno, našli pa so povečano tveganje za raka mehurja.

Proučevali so še številne druge skupine onesnažil pitne vode z namenom, da bi preverili možnost povzročanja raka pri ljudeh. To so predvsem organske snovi, ki jih v vodno okolje posredno ali neposredno spuščajo industrija, druga poslovna dejavnost in kmetijstvo. Za številna onesnažila rezultati proučevanj niso jasni, lahko pa bi sklepali, da je visoka vsebnost nitratov v pitni vodi lahko eden od vzročnih dejavnikov za raka na želodcu, povečano tveganje za levkemijo pa so opazovali med prebivalci območij, kjer je bila povečana stopnja radija v pitni vodi.

Ozračje, še posebej pa voda in tla, so lahko onesnaženi z različnimi toksičnimi organskimi spojinami: slabo razgradljivi pesticidi, snovi, ki nastajajo ob gorjenju (poliklorirani dibenzo-p-dioksini (2,3,7,8-tetra-klordibenzodioksin, TCDD), in dibenzoforani ter odpadne snovi, ki izvirajo iz industrije, kot npr. bifenili (PCB) in polibrominirani bifenili (PBB). Te snovi so kemično stabilne in pogosto pridejo v prehransko verigo, v človeku pa se nalagajo v maščobnem tkivu.<sup>15</sup> V večini primerov so bile ugotovljene povezave med izpostavljenostjo ljudi tem snovem in pojavom raka. Običajno je število izpostavljenih ljudi majhno,

a je raven izpostavljenosti visoka, v teh primerih pa je tveganje za razvoj raka povečano. To je značilno tako za poklicno izpostavljene kot tudi za splošno populacijo.

Onesnaženost tal predstavlja sama po sebi določeno tveganje za pojav rakavih bolezni, zlasti v primeru, ko se kancerogena snov širi v okolje preko prašnih delcev. Tu velja ponovno spomniti na azbest, poleg tega pa so pomembne še druge snovi, kot na primer kadmij ali svinec, ki s prahom prehajata ob vdihavanju v človeka, prah pa lahko kontaminira tudi obdelovalne površine in živila. Prav živila so vir različnih kancerogenih snovi, ki ogrožajo zdravje. Poleg kancerogenov, ki so posledica kontaminacije živil z nekaterimi plesnimi, so živila lahko kontaminirana še z različnimi toksičnimi snovmi, ki pridejo v živila že v fazi pridelave ali pa kasneje med proizvodnjo. Z vidika onesnaženosti okolja so pomembne zlasti snovi, ki pridejo v živila v fazi pridelave. V okolju, kjer so tla onesnažena z organoklorinimi spojinami (vključno z DDT) ter drugimi pesticidi, ki so slabo razgradljivi in dobro topni v maščobah, se te snovi v okviru človekove prehranske verige biokoncentrirajo. Podobno je tudi v primeru industrijskega onesnažila poliklorirani bifenil (PCB). DDT ter številni drugi organoklorini pesticidi so pri eksperimentalnih živalih sprožili raka na jetrih. Pri ljudeh, ki so bili izpostavljeni DDT, pa so ugotavljali povečano tveganje za razvoj raka trebušne slinavke, dojke, za razvoj limfoma ter levkemije. Nekatere organoklorne snovi posnemajo učinke steroidnih hormonov in na ta način zmotijo naravno uravnavanje hormonov, kar spet vodi do povečanega tveganja za razvoj raka. Poleg pesticidov najdemo v živilih še druge toksične snovi (dioksini in furani) ter nekatere toksične kovine (kadmij, svinec, krom), za katere je bilo prav tako ugotovljeno, da je tveganje za razvoj raka pri izpostavljenih eksperimentalnih živalih, pa tudi pri ljudeh, povečano.<sup>16</sup>

## Preventivni ukrepi

Preventivni ukrepi za preprečitev škodljivega delovanja kancerogenih snovi so zelo raznoliki in so prilagojeni specifičnemu dejavniku, ki sproža spremembe, ki vodijo v razvoj raka. Z vidika zmanjševanja tveganja za rakave bolezni je najpomembnejše, da v največji možni meri zmanjšamo izpostavljenost kancerogenim dejavnikom. V osnovi sta tu dve načeli. Prvo temelji na prizadevanju za odstranitev škodljivega dejavnika. Dober primer je ukrepanje v primeru azbesta. V razvitih družbah je proizvodnja in uporaba prepovedana z zakonom, različni pravilniki in smernice pa urejajo ravnanje z že vgrajenim azbestom tako, da bi bila izpostavljenost ljudi čim manjša, s tem pa se zmanjša tudi tveganje za razvoj raka. Podobno je tudi v primeru tobačnega dima ter nekaterih kanceroge-

nih kemikalij, ki so bile v uporabi v industriji pa tudi v vsakdanjem življenju.

Upoštevanje načela eliminacije kancerogene snovi pa ni vedno mogoče. To še posebej velja za primere, ko so te snovi prisotne v naravnem okolju, npr. UV sevanje, radon, arzen ali kadmij. V tem primeru je mogoče izpostavljenost zmanjšati samo tako, da se ljudje v največji meri izogibajo tem snovem oziroma z ukrepi preprečevanja vnosa zmanjšajo tveganje za pojav rakave bolezni. V to skupino spada tudi preventivno cepljenje proti hepatitisu B in HPV (human papiloma virus). Tak pristop je manj učinkovit, zato je upravičen res samo v primerih, ko ni mogoče zmanjšati prisotnosti rakotvornega dejavnika v okolju.

## Literatura

1. Tomatis L, Aitio A, Day NE, Heseltine E, Kaldor J, Miller AB, et al., eds. Cancer: causes, occurrence and control. IARC Scientific Publications 100, Lyon: IARC Press; 1990.
2. Harvard Center for Cancer Prevention. Harvard report on cancer prevention. Causes of human cancer. Environmental pollution. Cancer Causes Control 1996; 7 Suppl 1: 37-8.
3. Martuzzi M, Mitis F, Lavarone I, Serinelli M. Health impact of PM10 and ozone in 13 Italian cities. Geneva: WHO Europe 2006.
4. WHO European Centre for Environment and Health. Air pollution. In: Concern for Europe's tomorrow: health and the environment in the WHO European region. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 1995. p.13975.
5. Katsouyanni K, Pershagen G. Ambient air pollution exposure and cancer. Cancer Causes Control 1997; 8: 284-91.
6. Barbone F, Bovenzi M, Cavallieri F, Stanta G. Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy. Am J Epidemiol 1995; 141: 1161-9.
7. Eržen I, et al. Proučevanje vpliva okolja na pojav določenih bolezni in povečano stopnjo umrljivosti prebivalcev na območju dela Mestne občine Koper. Končno poročilo. Koper: Mestna občina; 2003.
8. Smith KR, Liu Y. Indoor air pollution in developing countries. In: Samet J, ed. Epidemiology of lung cancer. New York: Dekker; 1994. p. 151-84.
9. Witschi H. Ozone, nitrogen dioxide and lung cancer: a review of some recent issues and problems. Toxicology 1988; 48: 1-20.
10. Respiratory health effects of passive smoking: lung cancer and other disorders. Washington: DC, US Environmental Protection Agency; 1992 (document 600/6-90/006F).
11. Pope CA, et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. JAMA 2002; 287: 1132-41.
12. Health Effects Institute. Asbestos in public and commercial buildings: a literature review and synthesis of current knowledge. Boston: Health Effects Institute; 1991.
13. Register raka za Slovenijo. Incidenca raka v Sloveniji 2003. Ljubljana: Onkološki inštitut; 2006.
14. IARC. Overall evaluations of carcinogenicity: an updating of IARC monographs Volumes 1 to 42. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Suppl 7. Lyon: IARC Press; 1987.
15. Department of Health. Organochlorine insecticides and breast cancer. In: 1999 Annual report of the Committees on toxicity, mutagenicity, carcinogenicity of chemicals in food, consumer products and the environment. London: Department of Health; 1999: 67-75.
16. Van Leeuwen FX, Feeley M, Schrenk D, Larsen JC, Farland W, Younes M. Dioxins: WHO's tolerable daily intake (TDI) revisited. Chemosphere 2000; 40: 1095-101.