

EFECTELE MEDICO-BIOLOGICE ALE EXPUNERII LA RADON

Liubov COREȚCHI, Denisii FURTUNA,
Lilia COREȚCHI, Serghei VÂRLAN,
Alexandra CORNESCU, Ion BAHNAREL.
Centrul Național de Sănătate Publică

Summary

The Medical-Biological Effects of Radon Exposure

The present article seeks to investigate and describe the relevance of the problem of radon exposure and its biological effects when inhaled, the possible sources of radon and its maximum permissible concentration. The increasing number of lung cancer cases from radon exposure is an alarming sign for our society. Therefore, our main goal was to draw attention to the importance and necessity of knowing the radon level and its biological effects. This requires monitoring of radon gas, development and adjustment of legislative norms to national and international standards on the protection of population and workers occupationally exposed, which is a necessity and priority for the Republic of Moldova.

Key words: radon, exposure, radio-ecological monitoring, biological effects.

Резюме

Медико-биологические эффекты воздействия радона

В данной работе была исследована и описана актуальность проблемы биологических эффектов воздействия радона, его возможные источники и его предельно допустимая концентрация. Возрастающее количество случаев рака легких от воздействия радона является тревожным сигналом для нашего общества. Поэтому главной целью было обратить внимание на то, как важно и необходимо знать уровень концентрации радона и его биологическое воздействие. Для этого необходимо проводить мониторинг радона, разработать нормативные акты и адаптировать их к национальным и международным стандартам по защите населения и профессионально подверженных экспозиции работников, что является необходимостью и приоритетом для Республики Молдова.

Ключевые слова: радон, облучение, радио-экологический мониторинг, биологические эффекты.

Radonul este un gaz radioactiv cu efecte nocive asupra organismului uman. Este exhalat din diferite tipuri de roci, acumulându-se în încăperile slab ventilate de unde poate fi ușor inhalat în plămâni, astfel având loc iradierea țesutului pleural. Radonul face parte din grupul de radionuclizi naturali *alfa*, deci efectele la inhalarea radionuclizilor alfa, determină o acumulare a lor în plămâni, dar pot fi transferați și în alte țesuturi: ficat, schelet etc.

Printre radionuclizii *alfa* emițători cu o pondere esențială în fondul natural de radiații prezintă ^{222}Rn și produșii săi de degradare, având o localizare mărită în minele de uraniu. Radonul difuzează prin scoarța terestră și materialele de construcție, fiind abundent în atmosferă. Toxicitatea sa mare induce cancerul pulmonar, în special la fumători, între acești factori stresogeni constatându-se un efect de sinergism.

Conform cercetărilor recente, nivelele globale de expunere a populației la radiații ionizante continuă să crească, fapt care cere reevaluarea periodică a acestora. Rămâne în continuare actuală problema radionuclizilor naturali, cum ar fi radonul, uraniul, poloniul, ruteniul și alte elemente radioactive, care în concentrații sporite induc diferite tipuri de cancer, în funcție și de alți factori agravanți sau favorizanți [2, 3, 4, 10]. Peste 1,3 milioane de pacienți decedează anual în întreaga lume din cauza cancerului pulmonar. Incidența de apariție a cancerului pulmonar depinde foarte mult de momentul în care individul începe a fuma, acesta fiind considerat principalul factor etiologic, sau de perioada în care este expus unor alți factori de risc, cum ar fi expunerea la radon [2].

Este necesară cunoașterea acțiunii radonului asupra organismului uman, monitorizarea nivelului lui la exalarea din sol și adaptarea la normele naționale și internaționale pentru protecția populației și a expușilor profesional, ceea ce reprezintă o prioritate pentru Republica Moldova. În RM, conform Normelor Fundamentale de Radioprotecție, concentrațiile maximal admisibile de radon în interiorul locuințelor constituie 200 Bq/m^3 [10].

Nesupravegherea nivelului de radon în încăperile de risc – locuințele de la parter, cele fără fundament; activitatea muncitorilor din mine, unde sunt expuși la concentrații sporite de radon care contribuie la înrăutățirea condițiilor de muncă – condiționează schimbarea pe viitor a indicilor generali și profesionali ai morbidității, precum și structura ei. De aceea, este necesar să fie studiată în continuare acțiunea radonului asupra organismului în diferite condiții, pentru a elabora măsuri de diminuare și/sau neutralizare a expunerii la radon și a lua decizii privind păstrarea și fortificarea sănătății.

Radonul este un gaz radioactiv (natural), provenit din dezintegrarea radiului, acesta, la rândul său, provenind din dezintegrarea uraniului. Radonul se găsește în soluri, roci și apă și nu poate fi detectat de către om. Radonul este a doua cauză mondială a îmbolnăvirii de cancer pulmonar, după fumat, după cum au arătat numeroase studii efectuate în ultimii ani în diverse zone ale lumii. Din punct de vedere chimic, radonul este cel mai greu gaz nobil, cu proprietăți asemănătoare celorlalte gaze nobile. El se supune legii dezintegrării, având un timp de înjumătățire de 3,82 zile. Descendenții radonului se lipsesc ușor de orice particulă de materie, astfel că, dacă un atom de radon se dezintegrează în sol, descendenții lui vor rămâne prinși, iar dacă dezintegrarea are loc în aer, produșii se împrăștie în mediu. Gazul se acumulează în spații închise și prin inhalarea lui produce cancer pulmonar. Pentru prevenirea inhalării lui, experții sugerează ventilarea eficientă a pivnițelor și subsolurilor cu fante de extragere, deoarece simpla deschidere a ferestrelor nu este suficientă.

În spatele denumirii se ascunde un gaz deosebit de nociv pentru sănătate, emis în mod natural de roci și scoarța terestră. Un gaz incolor, inodor, insipid și radioactiv ce poate pătrunde în casele noastre prin fisurile pereților, prin pardoseli sau prin țevile de drenaj ale casei. Când se vorbește despre poluarea domestică, ne gândim imediat la praful din casă, la fum și bacterii, dar în casele de locuit se răspândește un alt agent deosebit de poluant – radonul.

Radonul este prezent în toate tipurile de sol și de roci, precum și în câteva materiale de construcție care derivă din pământ, cum ar fi argila, granitul sau tuful (de origine vulcanică). Pericolul radonului constă în acțiunea sa radioactivă, datorată unui proces denumit „*decăderea radioactivă*”. Acesta duce la eliberarea în mediul ambiental a particulelor de plumb, poloniu și bismut [1, 5-8].

Dacă se inhalează în cantități crescute, acestea pot provoca daune serioase organismului, cum ar fi tulburări respiratorii, cancer la plămâni (4-8% din cazurile de cancer la plămâni este cauzat de radon) sau leucemie. De obicei radonul trece prin fisurile microscopice din pardoseli și prin intermediul instalațiilor hidraulice, sanitare și electrice, fără să ne dăm seama la ce risc ne supunem. Concentrații majore sunt depistate în subsolurile, demisolurile și parterele caselor, însă mai des în minele subterane, unde se acumulează în cantități mari.

Aerisirea frecventă a spațiului de locuit poate duce la micșorarea cantității de radon prin degajarea lui în aerul de afară. Este mult mai benefic însă să se apeleze la serviciile specialiștilor competenți în domeniul radioprotecției și monitorizării concen-

trației de radon din mediu de la Centrul Național de Sănătate Publică.

Efectele radiațiilor ionizante se manifestă asupra ADN-ului celular, ARN-ului, proteinelor celulare, celulelor, structurilor subcelulare, aparatului mitotic, nucleului celular, cromozomilor, diviziunii celulare, metabolismului celular. Particulele *alfa* induc limfocitopenie, trombocitopenie, carcinogeneze și aberații cromozomiale prin acumularea în țesuturile limfatice. Plutoniul, spre deosebire de radon, are cele mai studiate efecte carcinogenetice, inducând cancer pulmonar, cancer hepatic, osteosarcom, tumori la gonade, frecvent întâlnite la minierii din minele de uraniu [15].

Cancerul pulmonar este una dintre principalele cauze de mortalitate datorată neoplaziilor, atât în cazul bărbaților, cât și al femeilor. Prevalența lui este depășită doar de [cancerul de prostată](#) și de [cel mamar](#), însă mortalitatea prin cancerul pulmonar nu este încă surclasată de nici o altă malignitate.

Din cauza depistării tardive, deseori în stadii depășite din punct de vedere terapeutic, doar 14% din pacienții diagnosticați ajung să supraviețuiască o perioadă mai îndelungată (5 ani). Cancerul pulmonar, ca și alte neoplazii, este o afecțiune ce se caracterizează prin creșterea necontrolată a celulelor în interiorul [plămânilor](#). Aceste celule formează în final o masă tumorală care se diferențiază de parenchimul sănătos adiacent. Astfel de tumori sunt periculoase prin faptul că determină un „furt” cronic de oxigen și substanțe nutritive, dar și printr-o compresie pe structurile sănătoase din jur. În plus, celulele neoplazice pot metastaza, determinând extinderea cancerului în structuri aflate la distanță de sediul principal.

Cel mai frecvent agent etiologic implicat în apariția cancerului pulmonar este [fumatul](#) (activ, dar uneori și pasiv). Totuși, cancerul pulmonar apare și la indivizii nefumători, în aceste situații fiind corelat cu expunerea îndelungată la radon în diferite condiții, la poluarea exagerată a aerului din zonele industriale, din locuințele amplasate în zona de risc (mai jos de etajul doi) sau chiar cu factori genetici [9, 11, 12, 13].

Exalarea de radon în atmosferă depinde de particularitățile geologice și de caracteristicile solului. În studiile noastre preliminare am analizat ratele de exalare a radonului și a toronului în relație cu particularitățile geologice, distribuție de sol, umiditatea solului și mărimile particulelor din sol. Pe baza datelor acumulate, în acest studiu am demonstrat că generarea radonului este dirijată și de umiditatea aerului. În acest experiment a fost utilizat ca sursă de radon granitul și particule de sol cu o mărime

de 106 μm , folosind standarde în mreje. Umiditatea aerului a fost controlată cu condiționarea rației de volum dintre aerul uscat și aerul umed și a fost introdusă în proba de sol. Radonul emis din proba de sol a fost măsurat cu ajutorul detectorului semiconductor electrostatic de tip silicon (RAD-7, DurrIDGE Co. Inc., USA). Astfel, apa absorbită de particulele de sol cu radonul de exalare inițial sporește umiditatea. Toronul are aceeași tendință ca și radonul, dar activitatea lui depinde mai puțin de umiditatea relativă decât radonul.

În Republica Moldova anterior nu a fost efectuat un asemenea studiu amplu al concentrațiilor de radon în sol, dar au fost înregistrate valorile concentrațiilor acestuia în aer, în unele mine de extragere a pietrei din mai multe localități. Contribuția inhalării cu radon constituie 1,2 mSv din doza efectivă anuală per capita de expunere a populației la sursele de iradiere naturală. Comisia Internațională pentru Radioprotecție (CIRP) și Agenția Internațională pentru Energia Atomică (AIEA) recomandă utilizarea nivelelor de acțiune exprimate în Bq/m^3 . În cazul depășirii nivelelor de acțiune, proprietarii caselor sunt atenționați să întreprindă măsuri de reducere a nivelului radonului în locuințele lor.

Conform reglementărilor internaționale, nivelele de referință ale concentrațiilor de radon în interiorul încăperilor variază între 200 și 600 Bq/m^3 , în unele țări fiind acceptate valori până la 800 Bq/m^3 . Valorile sporite ale activităților de radon depistate în anumite zone pot pune în evidență fie aglomerări de substanțe radioactive, fie prezența unor falii tectonice [14].

Cuantificarea concentrațiilor de radon din apartamentele

caselor-bloc de locuit de pe teritoriul mun. Chișinău, din unele încăperi ale instituțiilor de stat (arhive, laboratoare, depozite), precum și din unele mine de extragere a pietrei și galerii subterane din satele Cricova, Mileștii Mici și mun. Chișinău constituie obiectivul principal în monitorizarea radonului [1, 5].

Analiza rezultatelor obținute în timpul determinării concentrațiilor de ^{222}Rn în probele de aer în 294 cazuri ne arată că valorile au fost cuprinse între 15,0 și 1930,0 Bq/m^3 . Astfel, în anul 1991 au fost realizate 40 de măsurări. Valoarea maximă a cantității de ^{222}Rn a constituit 50,0 Bq/m^3 . În 1992 – 100 de măsurări, concentrația maximă de ^{222}Rn fiind de 46,0 Bq/m^3 . În anul 1993 – 50 de măsurări, concentrația maximă de ^{222}Rn – 368,0 Bq/m^3 . În 1994 au fost prelevate și cercetate 20 de mostre de aer, valorile cantității de ^{222}Rn au constituit 29,0–42,0 Bq/m^3 . În 1995 au fost analizate 55 de mostre, concentrația maximă de ^{222}Rn fiind de 681,0 Bq/m^3 . În 1997 am cercetat 4 mostre, concentrația maximă depistată a constituit 85,0 Bq/m^3 . În 1998 am cercetat 24 de mostre, înregistrându-se valoarea maximă a concentrației de ^{222}Rn de 1930,0 Bq/m^3 . În anul 1999 – 17 mostre, concentrația maximă – 172,4 Bq/m^3 . În 2003 au fost prelevate 2 mostre, valorile concentrațiilor de ^{222}Rn au fost mai joase de 15,0 Bq/m^3 . În rezultatul măsurărilor a fost elaborată cartografierea valorilor obținute (figurile 1, 2).

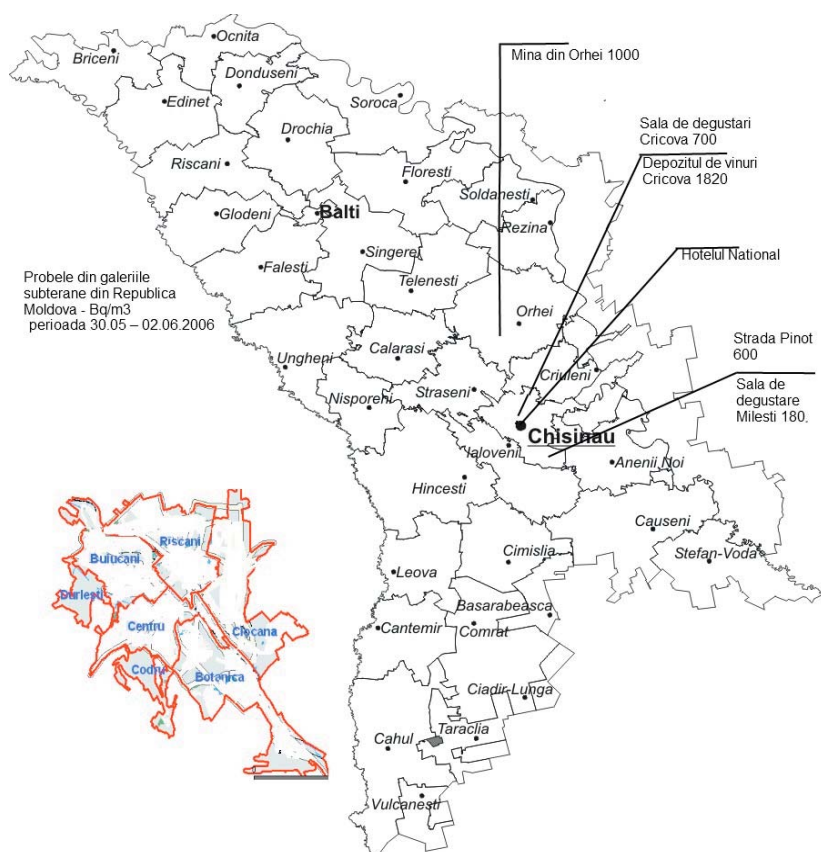


Fig. 1. Regiunile țării în care au fost efectuate măsurări ale concentrațiilor de radon.

Conform Normelor Fundamentale de Radioprotecție. Cerințe și Reguli Igienice (NFRP-2000, nr. 06.5.3.34 din 27.02.2001) din Republica Moldova, în edificiile exploatate activitatea echivalentă medie anuală de echilibru pe unitatea de volum a descendenților radonului și toronului în aerul edificiilor locative nu trebuie să depășească 200 Bq/m^3 [10].

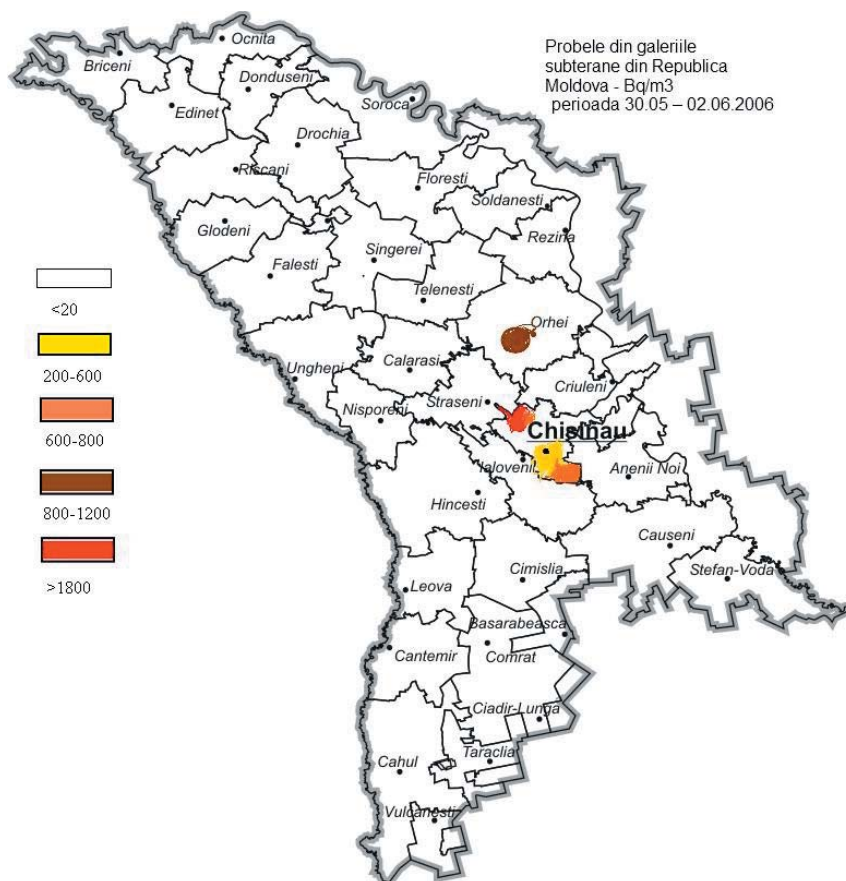


Fig. 2. Cartarea regiunilor RM cu concentrații sporite de radon.

Concluzii

1. Cartografierea activității radonului constituie o problemă prioritară în întreaga lume, acest gaz fiind un factor de risc ce generează declanșarea cancerului pulmonar.

2. Monitorizând concentrația de radon din Republica Moldova, putem conchide că în majoritatea locurilor cercetate nivelurile nu au depășit limitele admisibile de NFRP, dar în galeriile subterane, minele de extragere a pietrei de calcar și în unele blocuri de locuit au fost depistate activități ce depășesc aceste norme.

Bibliografie

- Bahnarel I., Corețchi L., Chiruța I., Ursulean I., *Some aspects of the radioecologic monitoring in the Republic of Moldova*, în *Ediția a Treia a Conferinței Internaționale Chimie Ecologică - 2005*, 20-21 mai, Chișinău, 2005.
- British Medical Journal*, AFP, Paris, 2005.
- Chiosilă Ion, *Radiațiile și viața*, București, 1998, p. 32-33.
- Chirca L., Moldovan M., *Aspectele clinice ale maladiilor la pacienții supuși radiației în urma avariei de la Stația Atomică Cernobîl. Diagnosticul, tratamentul și profilaxia lor*, în *Îndrumar metodic*, Chișinău, 1996, p. 6.
- Corețchi L., Bahnarel I., Corețchi L., Cornescu A., Streil Thomas, *Radon mapping strategy in the Republic of Moldova*. Third European Congress of the International Radiation Protection Association. Helsinki, 14-18 June, 2010.
- Cosma C., Jurcut T., *Radonul în diferiți factori de mediu din România*.

- Countess R.J., *Rn-222 flux measurement with a charcoal canister*, in *Health Physics* 31, 1976, p. 455-456.
- Flore Alexandra-Mihaela, *Raport de Cercetare privind starea mediului în regiunea de dezvoltare Nord-Est în anul 2006*, Universitatea: Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, p. 256-260.
- Mircea Oncescu, *Conceptele radioprotecției*. Apariție omagială. Centenarul Horia Hulubei, București, Măgurele, 1996, p. 65-67.
- Norme Fundamentale de Radioprotecție. Cerințe și Reguli Igienice (NFRP-2000, nr. 06.5.3.34 din 27.02.2001)*.
- Ramola R. C., Choubey V. M., *Measurement of radon exhalation rate from soil samples of Garhwal Himalaya*, in *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, India, Volume 256, N. 2, May, 2003, p. 219-223.
- Tanner A.B., *Radon migration in the ground*, in *Natural Environment III*, US Department of Energy, 1980, p. 17.
- Virk H.S., Sing B., *Radon anomalies in soil-gas and groundwater as earthquake precursor phenomena*, in *Tectonophysics*, Volume 227, 30 November, 1993, p. 215-224.
- Whitehead N.E., *Detection of geological faults using a nuclear method*, in *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Volume 161, N. 2, August 1992, p. 339-350.
- Zoran M., *Radon studies in connection with coal processing*, în *Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, Facultatea de Fizică*, Volumul 31, 1979, p. 577-593.
- UNSCEAR Report 2000: Sources and Effects of Ionizing Radiation*, Monty Charles, 2001, in *Journal of Radiological Protection*, volume 21, p. 83-85.

Prezentat la 16.12.2010
 Liubov COREȚCHI, dr. șt. biol.;
 Centrul Național de Sănătate Publică
 tel.: 574706
 mob.: 069158960
 e-mail: igiena_rad@cnspl.md;