

UTILIZAREA URANIULUI SARACIT IN CONFLICTELE MILITARE SI CONSECINTELE BIOLOGICE

*Lect.univ.dr. Simona MICLAUS
Stud.plt.maj. Calin GAVA*

1. Generalitati privind proiectilele cu uraniu saracit:

Incă din anul 1950, Departamentul Aparării al S.U.A. a devenit interesat de utilizarea militară a uraniului saracit, datorită caracteristicilor speciale ale acestui material radiactiv: este foarte dens, are calități pirofore deosebite, este ieftin și ușor de obținut. Din anul 1970 armata S.U.A. a început cercetările pentru folosirea uraniului saracit metalic la realizarea proiectilelor perforante și a blindajelor pentru tancuri. În prezent, peste 15 țări au în arsenalul lor și utilizează/au utilizat arme cu uraniu saracit, în diverse conflicte militare (Marea Britanie, S.U.A., Franța, Rusia, Grecia, Turcia, Israel, Arabia Saudita, Bahrain, Egipt, Kuwait, Pakistan, Thailanda, Iraq și Taiwan). Comisia de Control Nuclear (NRC) a raportat că S.U.A. este principalul exportator de armament cu uraniu saracit.

Uraniul saracit a fost folosit pe scară largă în 1991, în Războiul din Golf, apoi în Bosnia, în 1995, și în Războiul din Balcani, în 1999 [1, 2]. Comisia O.N.U. pentru Drepturile Omului a clasat armele cu uraniu saracit în aceeași categorie cu armele nucleare, chimice și bacteriologice, cu cele cu napalm și cu bombele cu efect de brizantă (cluster bomb).

Forța uriașă de lovire a proiectilelor se datorează prezenței tijei de uraniu saracit solid. De exemplu, un obuz de 120 mm are o masă de cca. 4 kg. Datorită densității mari a uraniului saracit, la impact, proiectilul strapunge foarte ușor blindajul tancurilor, arzând, și penetrând precum un cutit fierbinte care intră în unt (fig. 1). În urma arderii rezultă particule și praf care sunt radioactive și toxice.

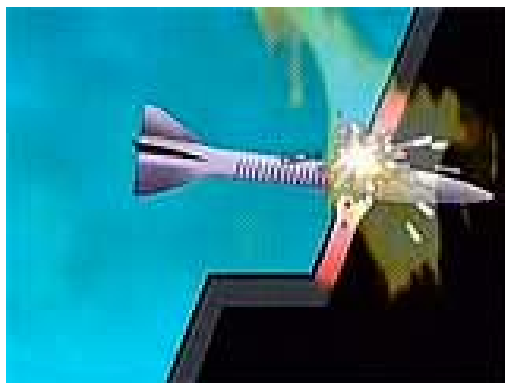


Fig. 1. Impactul proiectilului cu uraniu saracit cu blindajul

Proiectilele cu uraniu saracit sunt cele mai eficiente ca armament antitanc (fig. 2). Datorită densității mari și a proprietăților metalice ale tijei de uraniu, proiectilul are un efect de „*auto-ascutire*” pe măsura penetrării blindajului (suprafața proiectilului se aprinde la impact, se lichefiază parțial datorită temperaturii ridicate generată la impact și a punctului de topire scăzut al uraniului saracit, iar profilul se ascute în urma topirii, penetrând armurile grele).

Spre deosebire de munițiile antitanc fabricate din alte materiale (de exemplu tungsten), proiectilele cu uraniu saracit tind să ia forma de ciuperca și să devină sferice pe măsura ce penetrează blindajul. După tragere, miezul de uraniu devine incandescent, ceea ce-i permite să penetreze mai ușor blindajele sau alte obiective. Odată pătruns într-o mașină de luptă, aprinde vaporii de combustibil, iar echipajul este - practic, ars de viu.

Eficacitatea folosirii uraniului saracit este evidentiata si in cazul perforatoarelor cu energie cinetica (bare de metal solid trase cu ajutorul armelor). Aceste perforatoare nu explodeaza, ci se fragmenteaza in bucati mici si in praf foarte fin. Datorita proprietatilor pirofore al uraniului saracit si temperaturilor extreme generate instantaneu in urma impactului, in multe cazuri praful se aprinde si arde, formând particule de oxid de uraniu.

In Razboiul din Golf, S.U.A. au folosit aproape un milion de proiectile, lasând pe câmpul de lupta peste 1.400 de tancuri irakiene distruse, soldatii americani implicati in acest conflict respirând aerul radioactiv. In Kosovo proiectilele cu uraniu saracit au fost lansate de la distanta, din statele vecine (Macedonia, Albania) [1, 2].

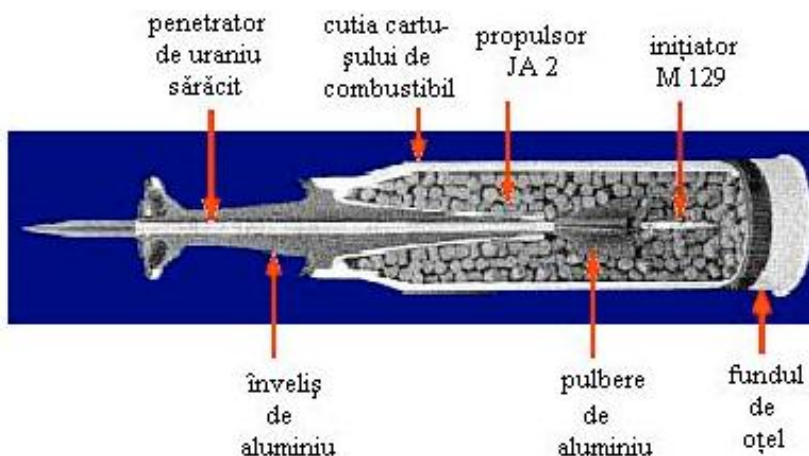


Fig. 2. Principalele parti componente ale unui proiectil cu uraniu saracit

2. Utilizari militare ale uraniului saracit

In arsenalul armatei Statelor Unite exista urmatoarele tipuri de proiectile care contin penetrator cu uraniu saracit (fig. 3) [3-7]:

- proiectile antitanc de 105 si 120 mm;
- proiectile de 20 mm utilizate de sistemul de marina US Navy Close In Weapon System;
- proiectile de 25 mm utilizate de U.S. Marine Corps, cu ajutorul avionului AV 8 Harrier;
- proiectile de 25 mm utilizate de U.S. Army Bradley Infantry Fighting Vehicle;
- proiectile de 30 mm utilizate de U.S. Air Force cu ajutorul avionului A – 10 Thunderbolt.



Fig. 3. Tipuri de proiectile cu uraniu saracit existente in arsenalul armatelor straine

In timp ce marina Statelor Unite pretinde ca a inlocuit proiectilele MK 149 – 2 Phalonx cu penetrator de uraniu saracit cu proiectilele MK149 – 2 Phalonx cu penetrator

de tungsten, s-au realizat noi tipuri de munitie cu uraniu saracit pentru alte sisteme de armament, cum ar fi cartusele M 919 pentru vehiculele de lupta Bradley.

Uraniul saracit este folosit si la vârfurile rachetelor de croaziera Tomahawk BGM – 109 (TLAM) in timpul testelor de zbor pentru stabilizarea greutatii si a traiectoriei. Rachetele TLAM au o raza de actiune de 680 de mile marine (1.260 km) cu un focos conventional de 454 kg. Focoasele vechi erau acoperite cu otel. Pentru a putea creste raza de actiune la 1.000 de mile marine (1850 km), noile rachete Tomahawk au un focos de 318 kilograme de uraniu saracit de tipul WDU – 36, realizat in 1993, care este acoperit cu titan si are un vârful din uraniu saracit.

Pe lânga folosirea la fabricarea proiectilelor perforante, uraniul saracit mai poate fi folosit si ca mijloc de aparare contra atacurilor date cu proiectile având ca element activ chiar uraniu saracit. Pe lânga folosirea lui in fabricarea proiectilelor de artilerie, uraniul saracit se poate folosi si la proiectilele folosite pentru armamentul portativ, in special, pentru proiectilele perforante si incendiare, cu efecte deosebit de eficace la obiective.

Armata americana a folosit ca material de suplimentare a blindajului tancurilor grele Abrams panouri cu uraniu saracit, sub forma de „*sandwich*” intre placi de otel de câtiva centimetri grosime. Astfel, datorita densitatii mari a uraniului, proiectilele nu reusesc sa penetreze blindajul, chiar daca proiectilele sunt cu uraniu saracit. De asemenea, datorita grosimii celor doua straturi de otel intre care este introdus, el nu prezinta un pericol radioactiv pentru echipajul tancului.

Uraniul saracit este folosit pentru a imbunatati blindajul tancurilor din seria M1. Armata americana a facut publica folosirea blindajelor cu uraniu saracit in martie 1987. Din 1993, S.U.A. a achizitionat 1.500 de tancuri M1 A1 Abrams imbunatatite cu blindaj de uraniu saracit, având in plan achizitionarea a inca 3.000.

Când este folosit in blindaje, uraniu saracit este inserat in blindajul obisnuit, apoi lipit. Turelele tancurilor care contin blindajul greu Abrams (AHA) sunt marcate cu litera „U” lânga lansatorul de grenade, facând parte din seria turelei (fig. 4).

La aceste tipuri de tancuri uraniul saracit este utilizat inclusiv la fabricarea discurilor de la sabotii tancurilor (fig. 5).



Fig. 4. Tancul greu Abrams cu placi de uraniu saracit



Fig. 5. Uraniul saracit folosit la sabotii tancurilor

3. Consecintele utilizarii militare a proiectilelor cu uraniu saracit

În armament, uraniul saracit este încărcat împreună cu muniție explozivă. La fiecare a cincea sau la a șasea lovitură, se trage un proiectil cu uraniu saracit. La un atac aerian se folosesc de regulă între 50 și 100 de lovituri, ceea ce înseamnă între 10 și 20 proiectile cu uraniu saracit. Acestea se vor imprăstia pe o lățime de 10 metri și o lungime de 50 metri, iar cantitatea de uraniu saracit pe acea suprafață va fi de 3-6 kg.

La impactul proiectilului cu uraniu saracit cu obiective dure, proiectilul se sparge în fragmente și praf. În medie 10-35% din proiectile, după impact, se transformă în aerosoli sau în particule în urma arderii. Cele mai multe particule de praf sunt de dimensiuni mai mici decât 5 μm . Praful se imprăstie în direcția vântului, acesta putând fi recunoscut deoarece este negru și se depune pe ținta și în jurul ei. Dacă zona de atac are un sol stâncos și pietros, proiectilele se pulverizează puternic, iar cantitatea de praf va fi mare. Impactul cu solul noroios sau nisipos va lăsa în mare parte proiectilele intacte. Aceste date au putut fi evaluate în urma antrenamentelor efectuate la Baza Militară Nellis (S.U.A.).

Se pot face unele calcule, presupunându-se că o zonă de atac este lovită de 10 kilograme de uraniu saracit. Cea mai mare cantitate a luat foc și s-a depus sub formă de praf pe sol. Zona afectată va avea o arie de 31.400 m^2 . Pe fiecare metru pătrat se vor găsi 0,31 grame de uraniu saracit. Această cantitate este comparabilă cu cantitatea de uraniu natural care, dacă conținutul mediu de uraniu al solului este de 5 g/tonă, în zona de grosime 10 cm la suprafața solului, se vor găsi 0,9 g/m^2 de uraniu. Totuși, dacă aria de depunere este mai mică, de exemplu de 1.000 m^2 , concentrația de uraniu saracit este de 10 g/m^2 , aceasta reprezentând o concentrație periculoasă.

Din documentele date publicității de către specialiștii americani care au lucrat la proiectilele cu uraniu saracit, rezulta că acestea pot fi periculoase atât sub formă intactă, când emit radiații beta, cât și sub formă explodată, prin radiațiile alfa și beta emise de fragmente sau praf.

Proiectilele cu uraniu saracit intacte sunt protejate de un înveliș subțire de metal care reține radiațiile alfa și beta, iar pe cele gama într-un procent ridicat, lăsând doar o mică parte din ele să treacă, valoarea lor fiind cu mult sub limita admisă pentru radiații, nepunând în pericol pe cei care lucrează cu ele. Similar, panourile cu uraniu saracit folosite pentru a crește rezistența tancurilor la lovituri, nu pun în pericol sănătatea oamenilor, deoarece sunt plasate sub un blindaj obișnuit de oțel cu grosimea de câțiva centimetri. Radiațiile alfa, care sunt principalul motiv de îngrijorare pentru uraniul saracit inclus în diferite produse, nu constituie un pericol pentru oameni, deoarece nu pot penetra, pe grosimea de ordinul centimetrelor, oțelul. De exemplu, pentru tancul greu Abrams, uraniul saracit este introdus în armură, sub formă de sandwich între plăci de oțel care ecranează efectiv radiațiile alfa. Radiația măsurată în interiorul turelei este mai mică decât cea din

exterior, cea cosmica. Teoretic, echipajul tancurilor este expus unei doze de radiatii mai mici decât cea externa.

O alta sursa de radiatii o constituie proiectilele cu uraniu saracit pe care tancul le are la bord. Chiar daca soldatii sunt expusi efectului cumulat al radiatiilor emise de proiectilele aflate la bord, s-a calculat ca doza totala nu depaseste limita maxima acceptata.

Cea mai periculoasa contaminare radioactiva ar fi atingerea tijei penetrante a proiectilului cu uraniu saracit, ceea ce este insa imposibil, deoarece aceasta tija este ecranata de un invelis metalic având o grosime variabila, in functie de calibrul proiectilului. Dar, chiar daca cineva ar tine o astfel de tija in mâna, ar fi necesare circa 250 ore de mentinere continua, pentru a se atinge doza critica de de radiatii de 50 rem, pâna la care pielea poate rezista fara a fi afectata.

In urma penetrarii uraniului saracit intr-o tinta dura se produc fragmente de uraniu saracit si aerosoli. Practic, este posibil ca o proportie de maxim 70% din aerosolii formati, sa fie inhalabili. Atunci când uraniul saracit este obtinut ca produs secundar in urma unui incendiu, aerosolii pot atinge o concentratie maxima de 33%. Produsul principal de oxidare este pechblenda, U_3O_8 , care este insolubil, si poate actiona ca un compus cu adeziune slaba in zona pulmonara.

Studiile de contaminare radiologica in urma impactului uraniului saracit cu blindajele tancurilor, sugereaza ca expunerile au fost semnificative in cazul distantelor mai mici de 100 m. Un alt studiu, in care s-a masurat concentratia uraniului din sol in functie de distanta de la punctul de detonare, a relevat o contaminare de suprafata maxima pe o raza de pâna la 10 m fata de punctul respectiv, in timp ce la distante cuprinse intre 50 si 200 m, concentratia scade sub 15% fata de aceea de la 10 m. Dintr-un studiu privind consecintele asupra mediului, datorate utilizarii proiectilelor cu uraniu saracit de la avionul A-10 utilizat in scop de antrenament, s-a demonstrat ca particulele de uraniu saracit fiind grele, viteza de depunere pe sol este foarte mare. Toate acestea arata ca dispersia este relativ redusa, depunerea de praf fiind foarte localizata.

Particulele provenite din munitia cu uraniu saracit sunt in general grosiere, numai 13% din ele având dimensiuni mai mici de 125 μm . Particulele cu dimensiuni mai mari de 100 μm sunt practic imposibil de resuspendat in aer, datorita vântului sau miscarilor vehiculelor, si numai particulele ale caror dimensiuni sunt mai mici de 20 μm pot ramâne suspendate in aer un timp mai indelungat si deci sunt mai periculoase. Prin urmare, potentialul de resuspendare a particulelor ramase in mediu este scazut.

Odata ce particulele s-au depus si a plouat, chiar si particulele mici vor deveni greu de resuspendat. Ele vor fi absorbite de materialele cu aderenta si de catre humusul din sol. Acestea vor ramâne acolo, vor forma oxizi hidratati de uraniu, care vor fi dizolvati gradual de ploaie in ioni U_2^{2+} , fiind ulterior transportati in adâncime.

S-a facut ipoteza ca mare parte din uraniul saracit folosit in timpul Razboiului din Golf a fost transformat la temperaturi foarte mari, in urma impactului, in particule foarte fine de oxizi de uraniu (UO_2 si UO_3) care au format o pâcla sau ceata, remanenta o anumita perioada in zona de conflict. Intr-adevar, testele efectuate ulterior de armata americana, au demonstrat validitatea fenomenului. Testele au aratat ca in urma impactului, intre 18%-70% dintr-o bara perforatoare de uraniu arde si se oxideaza sub forma unor particule foarte mici. Un procent ridicat (50%-96%) dintre aceste particule, au dimensiuni „*respirabile*” (fig. 6). Particulele de dimensiuni „*respirabile*” sunt acele particule care pot fi inhalate pâna in zonele cele mai profunde ale plamânilor. Spre deosebire de particulele mai mari, care nu ajung adânc in plamâni si pot fi usor indepartate, particulele „*respirabile*” pot patrunde in cele mai profunde zone ale plamânilor si nu pot fi indepartate usor. Spre exemplu, particulele mai mari de 10 μm se opresc in nas sau in gât, neajungând niciodata

in plamâni. Particulele mai mici de 10 μm pot patrunde in zonele superioare ale cailor aeriene de unde sunt eliminate (prin tuse si expectorare, sau prin inghitire). Particulele mai mici de 5 μm pot ajunge in tuburile bronhice, chiar deasupra plamânilor, iar cele cu un diametru mai mic de 2,5 μm pot patrunde pâna in zonele alveolare ale plamânilor. Acestea sunt cele mai periculoase particule, pentru ca zonele alveolare profunde ale plamânilor nu au mecanisme specializate de indepartare a lor. Daca aceste particule sunt solubile, ele trec direct in sânge. Particulele insolubile pe de alta parte, sunt retinute in plamâni pe o perioada indelungata de timp (luni sau chiar ani). Praful de oxid de uraniu are un timp de injumtatie biologic in plamâni, de aproximativ un an.



Fig. 6. Aerosolii formati in urma impactului proiectilului cu blindajul

Oxizii de uraniu formati la impactul proiectilelor cu uraniu saracit sunt insolubili. Practic între 52%-83% din particulele „*respirabile*” formate in urma impactului sunt insolubile in lichidele pulmonare. Este posibil ca cca. 43% din particulele „*respirabile*” sa se dizolve in lichidele pulmonare in decurs de sapte zile. Alte cercetari au aratat ca particulele insolubile nu sunt complet indepartate din organism si pot ramâne in plamâni sau in alte organe timp de mai multi ani.

4. Aplicatie - Evaluarea impactului utilizarii proiectilelor cu uraniu saracit asupra sanatatii personalului militar implicat in misiuni specifice – riscul aparitiei cancerului

Urmărim evaluarea riscului asupra sanatatii in cazul implicarii unui militar intr-o misiune prezumtiva in care utilizeaza proiectile cu uraniu saracit, militarul fiind lovit accidental de schijele acestuia si inhalând oxizii de uraniu si praful aparuti dupa explozie. Consideram ca militarul a mai fost expus o data la radiatia emisa de uraniul saracit, cu mai multi ani in urma, intr-o alta misiune.

Acestui militar i se va calcula riscul de imbolnavire, iar in caz ca iradierea a condus la aparitia cancerului, se va calcula probabilitatea de aparitie a fiecarui tip de cancer.

Expunerea la radiatii se datoreaza in acest caz: inhalarii de radon, prezentei produsilor de viata scurta ai radonului, a radioizotopului ^{210}Pb , a prafului de uraniu si expunerii la radiatii gama.

In calculele urmatoare se utilizeaza modelul lui Jacobi pentru estimarea riscului de imbolnavire a minerilor din minele de uraniu [7-10].

4.1. Material si metoda

S-a ales un algoritm de calcul pentru evaluarea riscului de imbolnavire a minerilor care lucreaza in minele de uraniu, deoarece s-a constatat ca uraniul saracit are o actiune similara cu cea a uraniului din zacamintele de uraniu.

Se determina riscul de aparitie a unor tipuri de cancer, si in cazul malignizarii, se determina probabilitatea de aparitie a bolii.

Algoritmul tine seama de urmatoarele modele:

- modelul Jacobi TSE (time since exposure- timpul trecut de la expunere), pentru estimarea cancerului la plamâni (Jacobi 1992);
- modelul Jacobi pentru cancerul de cavitate orala si gât si pentru leucemie (Jacobi 1995);
- modelul Jacobi pentru cancerul de oase si de ficat (Jacobi 1997).

Pentru cancerul la plamâni sunt oferite spre comparatie rezultatele modelului Beir IV (Beir 1998).

Parametrii folositi in calcule pot fi stabiliti in tabelele cu „*Date ale expunerii*” si „*Istoricul expunerii individuale*”.

a) *Date ale expunerii*

Tabelul contine datele anuale ale expunerii la radiatii pentru fiecare an calendaristic in parte. Datele de expunere cuprind urmatorii parametri:

- expunerea la ^{222}Rn ($\text{MBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$);
- expunerea la produsii secundari ai radonului, compusi cu viata destul de scurta: ^{218}Po , ^{214}Po , ^{214}Bi si ^{214}Pb (WLM);
- radioactivitatea ^{238}U inhalat (kBq), compozitia naturala a izotopilor uraniului si prezenta tuturor compusilor de reactie in starea de echilibru atinsa de minereu;
- expunerea exterioara la radiatiile γ din aer (mSv);
- activitatea ^{210}Pb inhalat (kBq), ^{210}Pb fiind un produs persistent rezultat din descompunera ^{222}Rn .

b) *Istoricul expunerii individuale*

Pentru militarul care are de executat misiunea s-au ales urmatoarele date:

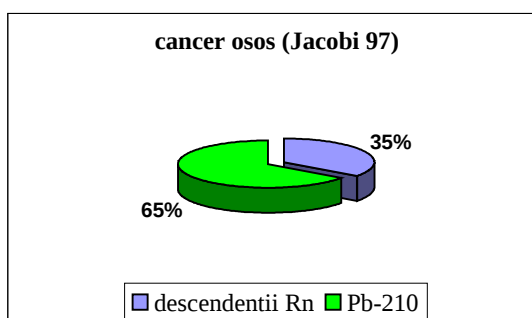
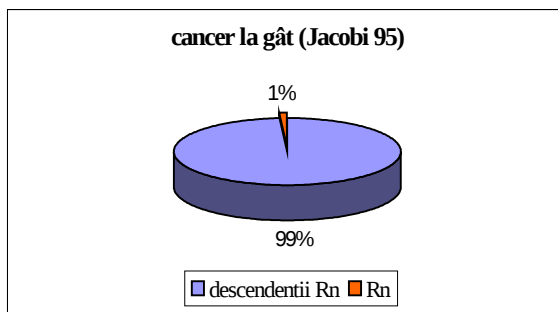
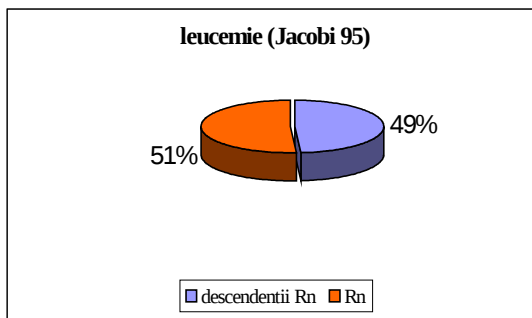
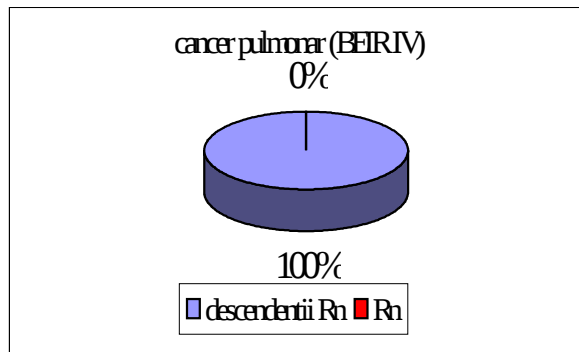
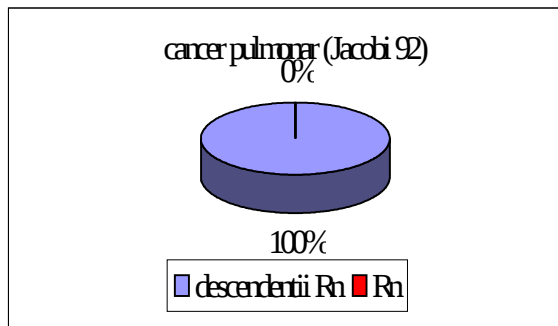
- anul nasterii – 1956;
- anul primei expuneri – 1990;
- anul ultimei expuneri – 1999;
- anul de risc (aparitie a cancerului) – 2002 si 2007.

4.2. Rezultate

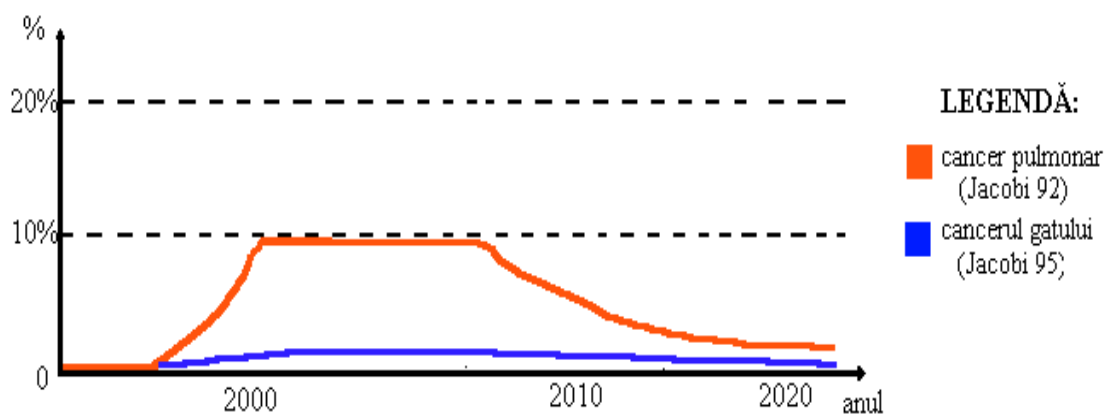
Tabel cu rezultatele riscului imbolnavirii de cancer in anul 2002:

C			
Riscul imbolnavirii de cancer pulmonar pe parcursul vietii = 0,0849% (1 : 1177,856)			
Tipul de cancer	Tipul modelului	Exces de risc relativ	Procent de imbolnaviri
cancer pulmonar	Jacobi 92	0,09	8,256881%
	BEIR IV	0,09	8,256881%
cancerul gâtului	Jacobi 95	0,007949	0,788601%
cancer de oase	Jacobi 97	0,001776	0,177254%
cancerul ficatului	Jacobi 97	0	0%
leucemie	Jacobi 95	0,007200	0,714897%

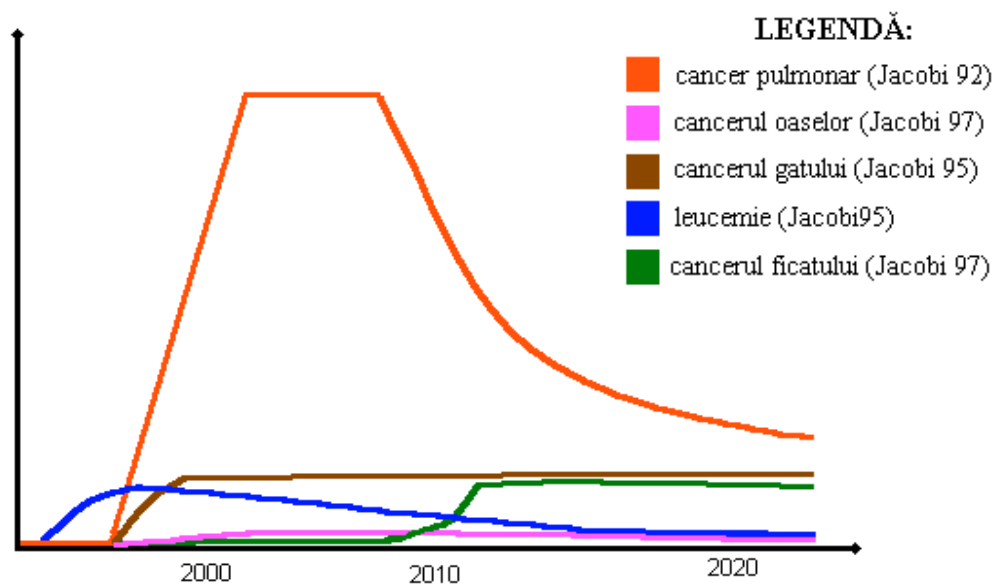
Contributia parametrilor de expunere la aparitia cancerului in anul de risc 2002:



Probabilitatea de aparitie a cancerului in anul de risc 2002



Excesul de risc relativ in functie de anul de risc 2007.



Excesul de risc relativ in functie de anul de risc 2007.

4.3. Discutii si concluzii

a) *Contributia parametrilor de expunere (radionuclizilor) la aparitia cancerului in anul de risc considerat.*

Din graficele obtinute se observa ca in anul de risc 2002, pot aparea urmatoarele tipuri de cancer cauzate de expunerea la urmatoorii radionuclizi:

Tipul de cancer	Radionuclidul
Cancer pulmonar	Descendentii radonului
Cancerul gâtului	Descendentii radonului si radon
Leucemie	Descendentii radonului si radon
Cancer osos	210Pb si descendentii radonului
Cancer hepatic	210Pb si descendentii radonului

In anul de risc 2002, aparitia cancerului pulmonar se datoreaza in totalitate descendentilor radonului, cancerul gâtului in cea mai mare parte descendentilor radonului (99%) si un mic aport (1%) la aparitia sa il are radonul, iar leucemia poate aparea atât datorita descendentilor radonului cât si radonului in proportii aproape egale. Aparitia

cancerului osos se datoreaza radioizotopului ^{210}Pb si descendentialor radonului, in aceasta situatie proportia de ^{210}Pb fiind mai ridicata decât cea a descendentialor radonului parametrii care sunt responsabili de aparitia acestei boli.

Calcululele efectuate pentru anul de risc 2007, indica faptul ca situatia este foarte similara cu cea a anului de risc 2002. Aparitia cancerului pulmonar, a cancerului gâtului si a leucemiei sunt datorate acelorasi radionuclizi, in procente egale cu cazul 2002. Se modifica doar procentele raspunzatoare de aparitia cancerului osos, crescând fata de cazul precedent, datorita cresterii procentului de ^{210}Pb . In plus fata de cazul 2002, mai poate aparea si cancer hepatic, care se datoreaza acelorasi radionuclizi ca si cancerul osos, dar in acest caz este mult mai mare procentul descendentialor radonului decât cel al ^{210}Pb .

Dupa cum se vede, la toate tipurile de cancer, descendentiali radonului sunt responsabili de aparitia cancerelor.

b) Probabilitatea de aparitie a cancerului

In anii de risc pentru care s-au efectuat calcululele, pot aparea doua tipuri de cancer: cancerul pulmonar si cancerul gâtului.

In anul de risc 2002 probabilitatea de aparitie a cancerului pulmonar este mai mare decât in anul de risc 2007. Probabilitatea de aparitie a cancerului gâtului este aproximativ egala in cei doi ani, usor mai ridicata in anul 2002 decât in anul 2007.

Urmarend evolutia acestor tipuri de cancer se poate observa ca la cancerul pulmonar probabilitatea de aparitie are valoarea cea mai ridicata (10%) intre anii 1995 si 2004, dupa care aceasta descreste usor, ajungând in anul 2007 pâna la un procent de 5-6%, in anul 2010 pâna la 5%, iar in anul 2020 aceasta coboara pâna la 1-2%. Probabilitatea de aparitie a cancerului gâtului are o evolutie care se mentine aproape constanta la aproximativ 1%, având usoare perioade de crestere si scadere.

c) Excesul de risc relativ:

In anii de risc 2002 si 2007 excesul de risc relativ poate aparea la toate tipurile de cancer. Cancerul pulmonar si leucemia prezinta un exces de risc relativ mai ridicat in anul 2002 decât in 2007, cancerul osos si cancerul gâtului au valori aproximativ egale, in timp ce doar cancerul hepatic prezinta valori mai ridicate privind excesul de risc relativ mai mari in anul de risc 2007 decât in anul 2002.

Urmarend evolutia in grafic pe o perioada mai lunga de timp, se poate observa ca la cancerul pulmonar, pâna in 1995, excesul relativ de risc este constant având o valoare apropiata de zero, apoi pâna in anii 1997-1998 creste la o valoare mult mai ridicata decât celelalte tipuri de cancer, atingând valoarea sa maxima. Riscul maxim este pâna in anii 2001-2002 (in aceasta perioada existând cel mai mare risc al imbolnavirii de cancer) dupa care coboara lent pâna in anul 2010 unde este redus la jumatate, iar pâna in 2020 va avea o valoare sub o patrime din valoarea sa maxima. Totusi in 2020 aceasta valoare este mai mare decât la toate celelalte tipuri de cancer.

In cazul leucemiei, excesul relativ de risc apare inaintea celui din cazul cancerului pulmonar, adica inainte de anul 1995, având o usoara crestere pâna in anul 2000, iar apoi descrescând lent si ajungând ca in anul 2020 sa aiba o valoare foarte apropiata de zero.

Excesul de risc relativ in cazul cancerului gâtului creste usor dupa anul 1995 si se va mentine constant pâna in 2020 la o valoare mai ridicata decât celelalte tipuri de cancer ce pot aparea in urma contaminarii cu uraniu saracit, exceptând valoarea riscului cancerului pulmonar.

Valoarea excesului de risc relativ a cancerului osos este cea mai scazuta mentinându-se tot timpul la valori apropiate de zero.

La cancerul hepatic, valoarea excesului de risc pâna in jurul anului 2005 este nula, dupa care creste brusc, iar dupa anii 2007-2008 mentinându-se constant la acelasi nivel cu valoarea de la leucemie.

Se poate concluziona ca datele de expunere contribuie semnificativ la aparitia unor tipuri de cancer. Pentru cazul luat in discutie, in anul 2002 si in anul 2007 au probabilitatii semnificative de aparitie numai cancerul pulmonar si al gâtului (celelalte tipuri de cancer având valori nesemnificative). Aceasta probabilitate nu este mare (pâna la 10%), insa ea exista si trebuie luata in considerare. Cel mai probabil este ca militarul sa se imbolnaveasca de cancer pulmonar, care pe lânga probabilitatea de aparitie are si un exces de risc relativ mult mai ridicat decât cancerul gâtului.

Riscul imbolnavirii militarului de cancer pulmonar este cu mult mai mare decât riscul imbolnavirii cu cancer pulmonar a unui individ oarecare, pe parcursul vietii.

Bibliografie:

- [1] [AEPI1995] - Health and Environmental Consequences of Depleted Uranium Use in the U.S. Army: Technical Report - Army Environmental Policy Institute, Atlanta, Georgia 1995.
- [2] [BTF1999] UNEP/UNCHS Balkans Task Force (BTF): The potential effects on human health and the environment arising from possible use of depleted uranium during the 1999 Kosovo conflict. A preliminary assessment, Geneva, October 1999.
- [3] <http://www.acpi.army.mil/library/aeppi/publication/du/techreport.html>
- [4] http://www.balkans.unep.ch/files/du_final_report.pdf
- [5] <http://www.iancer.org/depleted/mettoc.htm>
- [6] <http://www.antenna.nl/wise/uranium/>
- [7] http://www.deploymentlink.osd.mil/du_balkans/du_balkans_en.html#to en 2
- [8] W. Jacobi, K. Henrichs, D. Barclay: Verursachungs - Wahrscheinlichkeit von Lungenkrebs durch die berufliche Strahlenexposition von Uran-Bergarbeitern der WISMUT AG, [Probability of causation for lung cancer due to the occupational radiation exposure of uranium miners of WISMUT AG], GSF-Bericht S-14/92, Neuherberg 1992
- [9] W. Jacobi, P. Roth: Risiko und Verursachungs- Wahrscheinlichkeit von extrapulmonaren Krebserkrankungen durch die berufliche Strahlenexposition von Beschäftigten der ehemaligen WISMUT AG, [Risk and Probability of Causation of Extrapulmonary Cancers due to the Occupational Radiation Exposure of Workers at the previous WISMUT Uranium Mining Company], 86 pages in German, GSF-Bericht 4/95, Oberschleißheim 1995.
- [10] W. Jacobi, P. Roth, D. Noßke: Mögliches Risiko und Verursachungs- Wahrscheinlichkeit von Knochen- und Leberkrebs durch die berufliche Alphastrahlen-Exposition von Beschäftigten der ehemaligen WISMUT AG [Possible Risk and Probability of Causation of Bone and Liver Cancer due to the Occupational Alpha Ray Exposure of Workers at the previous WISMUT Uranium Mining Company], Forschungsbericht, Oberschleißheim, July 1997.