

# EFFECTUL CERNOBÎL

dr. Cătălin Tilișcan

**L**a 26 aprilie 1986 a avut loc cel mai grav accident nuclear din istorie, cu consecințe majore asupra sănătății publice și mediului înconjurător, precum și cu urmări sociale și economice importante. La aproape 20 de ani de la accident, termenul “Cernobâl” a intrat în conștiința colectivă, căpătând proporțiile unui mit.

**E**fectele accidentului de la Cernobâl nu pot fi minimalizate, însă, chiar și astăzi, nu există o opinie comună în privința impactului asupra sănătății umane. Numărul total de decese variază, în funcție de sursă, de la câteva zeci de cazuri până la câteva milioane, la fel ca și numărul de cancere sau de malformații congenitale.

**I**ncendiul care a urmat exploziei reactorului numărul patru nu a fost stins decât la data de 6 mai 1986. Pe toată această perioadă au fost eliberate în mediul înconjurător cantități mari de gaze rare și de materiale radioactive. Conform estimărilor programului internațional pentru monitorizarea efectelor accidentului de la Cernobâl asupra sănătății (IPHECA), inițiat de Organizația Mondială a Sănătății, cantitatea de material radioactiv eliberată în mediu a fost de 200 de ori mai mare decât cea rezultată în urma exploziilor de la Hiroshima și Nagasaki.

**S**-a estimat că întreaga cantitate de xenon, jumătate din cea de cesiu și de iod și 5% din restul elementelor radioactive prezente în reactor au fost aruncate în atmosferă. Cea mai mare parte a contaminat zona învecinată centralei nucleare, în timp ce gazele cu densitate scăzută au fost purtate de vânt, inițial, de-a lungul Ucrainei, Belarusului, Rusiei, iar într-o măsură mai mică, în Scandinavia, Polonia, Cehoslovacia, Austria și sudul Germaniei. În ultimele zile, din cauza schimbării direcției vântului, au fost afectate mai ales țările din sudul continentului:

România, Grecia, Bulgaria și Turcia. Suprafața cu cel mai mare grad de risc de iradiere includea nordul Ucrainei, sudul și estul Belarusului și zona de vest, la granița dintre Rusia și Belarus. La momentul exploziei, în această regiune de aproximativ 140 000 km<sup>2</sup> locuiau 7 milioane de persoane, dintre care 3 milioane erau copii.

**D**epunerile radioactive au afectat România mai ales în primele zile ale lunii mai, din cauza schimbării direcției vântului.

**A**proape 350.000 de oameni au fost evacuați sau au părăsit zona imediat după accident, dar încă 5 milioane mai locuiesc acum pe această suprafață. Mărimea acesteia a fost calculată pe baza măsurării nivelului de radioactivitate a izotopului de Cesium-137, al cărui timp de înjumătățire este de 30 de ani. Zona iradiată cu izotopi de iod în primele săptămâni a fost apreciată ulterior pe baza răspândirii Cesiumului-137, dar evaluările sunt aproximative. În toate țările emisferei nordice a fost înregistrată o creștere a nivelului general al radioactivității.

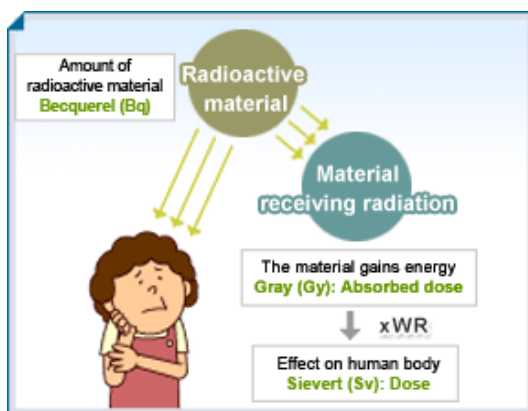
**M**ajoritatea consecințelor accidentului de la Cernobâl asupra sănătății umane sunt corelate efectelor radiației electromagnetice ionizante. Acest tip de radiație, capabilă de ionizarea atomilor la impactul cu aceștia, este de mai multe tipuri: alfa, beta, gamma, X și fluxuri de neutroni. Impactul acestui tip de energie la nivelul țesuturilor este legat de transferul de energie către diverse structuri celulare. Acest efect a fost studiat mai ales la nivelul ADN-ului nuclear. Dacă rata de distrugere a acestuia și leziunile sunt reduse, atunci efectele la nivel celular sunt compensate prin funcții specifice de regenerare.

**Î**n mod esențial, consecințele acestui tip de energie asupra materiei vii sunt dependente de tipul de țesut, de natura radiației și de cantitatea absorbită.

Din acest ultim punct de vedere, urmările la nivel histologic sunt deterministice (efecte acute, gravitatea afecțiunii este dependentă de doză) și stocastice (efecte tardive, frecvența apariției se corelează cu cantitatea de radiații total absorbită). Pentru a cuantifica riscul biologic global de iradiere, se folosește o unitate de măsură numită Sievert, care exprimă doza medie absorbită de diferite țesuturi umane. Este calculată ținând cont atât de coeficienții de absorbție ai diferitelor structuri histologice, cât și de specificul de iradiere al fiecărui tip de radiație ionizantă (alfa, beta etc.).

Doza de radiație ionizantă "naturală" se situează în jurul valorii de 2,5 mSv/an. Alți factori influențează această valoare: o explorare radiologică pulmonară adaugă 0,5 mSv, o călătorie cu avionul timp de câteva ore - 0,03 mSv, iar un week-end petrecut la o altitudine de 1.500 de metri - 0,01 mSv.

Conform recomandărilor unanim acceptate, limita maximă de iradiere din surse artificiale este de 1 mSv/an în populația generală și 20 mSv/an pentru cei care lucrează în domeniul nuclear. Atunci când se depășește pragul de 0,5 Sv la o expunere, se consideră că apar efectele adverse deterministice, indiferent de circumstanțe, după un interval scurt – câteva ore sau zile. Pentru o cantitate de radiații absorbită de 1 până la 2 Sv, mortalitatea este de 20%, iar peste 7 Sv, se consideră ca letalitatea este 100%. Primele decese au fost constatate în rândul persoanelor care au primit mai mult de 2 Sv, cauza fiind sindromul acut de iradiere.



## Categorii de populație iradiată în mod diferit

- Cei 600.000 (după unele surse, 800.000) de lichidatori – au primit, în medie 100 de mSv, cu un maxim de 10 Sv. Termenul de lichidatori desemnează muncitorii și soldații aduși la locul accidentului pentru a limita proporțiile dezastrului și care au construit ulterior sarcofagul din beton deasupra reactorului.

- Populația evacuată din zonele învecinate (116.000 de persoane în primele zile, apoi încă 220.000) - pentru care doza de iradiere externă a fost, în medie, de 20 mSv, cu un maxim de 380 mSv. La aceasta se adaugă încă aproximativ 10mSv, rezultat al iradierii interne prin ingestia de produse contaminate.

- 5 milioane de oameni locuiesc încă în zona contaminată cu Cesium-137. Aceștia sunt iradiați în continuare cu doze variabile, de la 1 până la 40 mSv/an, în funcție de contaminarea solului. Sindromul acut de iradiere (SAI) este o afecțiune determinată de expunerea la doze mari de radiație ionizantă ce penetrează țesuturile pe o perioadă de timp scurtă (câteva minute). Semnele și simptomele sunt nespecifice, iar evoluția este tipică, cu patru faze distincte:

1. **Etapa prodromală** începe după câteva minute sau uneori câteva zile după iradiere (în funcție de doză). Simptomele sunt: greața, anorexia, vărsături, astenie, diaree. Uneori, după expunerea la doze mari, se adaugă acestui tablou clinic febră, semne de insuficiență respiratorie, obnubilare sau hiperexcitabilitate. Această fază durează câteva zile.

2. **Faza de latență** semnifică revenirea la o stare de sănătate aparentă și durează câteva săptămâni.

3. **Stadiul de boală manifestă** cuprinde mai multe tipuri de evoluție clinică, a căror gravitate este direct proporțională cu doza inițială. Există trei forme clasice:

a. sindromul hematopoietic, caracterizat de pancitopenie determinată de distrugerea celulelor stem din măduvă, principalele cauze de deces fiind hemoragia și infecția.

b. sindromul gastro-intestinal, cu diaree severă, febră și dezechilibrele hidroelectrolitice consecutive.

c. sindromul ce corelează afectarea sistemului nervos central cu cea a aparatului cardiovascular, în care leziunile sunt ireversibile. Moartea survine în câteva zile de la expunere. Simptomele variază de la agitație extremă, greață, vărsături incoercibile, diaree, până la confuzie, obnubilare și comă.

Convalescența poate dura de la câteva săptămâni până la doi ani, însă majoritatea pacienților care nu se însănătoșesc în primele luni decedează.

Sindromul acut de iradiere poate asocia leziuni cutanate, în special după expunerea la radiații beta și X. Afectarea este specifică: eritem inițial, inflamație, descumare, ulcerarea și necroza zonei iradiate.

În cazul dezastrului de la Cernobâl, doi oameni au fost uciși de explozia inițială, o altă persoană a decedat la scurt timp din cauza arsurilor extinse. Ulterior, 499 de persoane prezente la locul accidentului au fost internate cu diferite simptome. Dintre acestea, 134 au fost diagnosticate cu sindrom acut de iradiere, 28 decedând la 3 luni de la accident. Până în 1998 au mai fost înregistrate încă 11 decese în rândul supraviețuitorilor SAI.

Consecințele pe termen lung sunt extrem de disputate, rapoartele Organizației Mondiale a Sănătății, Agenției Internaționale pentru Energie Atomică și ale Organizației Națiunilor Unite fiind contestate vehement de grupuri independente de experți, care afirmă că efectele tardive ale accidentului sunt minimalizate.

### **Cele mai importante elemente radioactive**

- izotopii radioactivi de iod, cu timpi scurți de înjumătățire (I-131 cu  $T_{1/2} = 8$  zile, I-132 cu  $T_{1/2} = 2,4$  ore și I-133 = 20,8 ore)
- Cesium-134 și Cesium-137 ( $T_{1/2} = 30$  de ani),
- Stronțiu-90 ( $T_{1/2} = 50$  de ani),
- Plutoniu-239 ( $T_{1/2} = 24.000$  de ani).

Efectele negative asupra țesuturilor sunt corelate instabilității structurii chimice – substanțele radioactive se descompun, formând noi elemente și eliberând energie sub formă de radiații ionizante, care produc radicali liberi la nivel celular. În plus, izotopii de iod se concentrează la nivelul tiroidei, realizând niveluri de 200 de ori mai mari decât în alte țesuturi.

### **Cancerul de tiroidă**

Până în prezent, aproape 1.800 de cazuri de cancer de tiroidă au fost atribuite exploziei de la Cernobâl, conform datelor UNICEF din ianuarie 2002, și se apreciază că acest număr va atinge 8.000 în următoarele decade, întrucât incidența acestui tip de cancer este maximă la 25-30 de ani postexpunere. În schimb, surse independente afirmă că numărul total de cazuri de cancer de tiroidă se apropie de 100.000.

Creșterea incidenței a fost observată încă din 1990, toate cazurile apărând la persoanele care aveau la momentul accidentului sub 15 ani, sau care au fost iradiate “in utero”. Majoritatea sunt cancere papilare, mai agresive decât cele care apar în mod obișnuit. În cele mai multe cazuri dau metastaze în ganglionii latero-cervicali. 30% metastazează la nivel pulmonar. Totalul deceselor atribuite cancerelor de tiroidă variază de la câteva zeci până la câteva sute.

Numărul relativ mare de cancere de tiroidă este atribuit în parte și măsurilor ineficiente ale autorităților din zonele afectate.

### **Alte tipuri de cancer**

Pe baza studiilor efectuate în urma exploziilor nucleare de la Hiroshima și Nagasaki, Comisia Internațională pentru Protecție Radiologică a stabilit o formulă de calcul al riscului statistic de apariție a cancerului în funcție de doză: numărul de cazuri de cancer = numărul indivizilor iradiați  $\times 5 \times (10 \text{ la puterea } 2/Sv)$ . Potrivit acestui calcul, în rândul celor 800.000 de lichidatori, care au primit, în medie, câte 100 mSv, ar putea apărea circa 4.000 de cazuri de cancer. Datele practice sunt mai complicate decât rezultatele teoretice, iar evaluările

epidemiologice ale diferitelor organizații sunt contradictorii.

În timp ce agențiile independente și cele guvernamentale din cele trei foste republici sovietice afectate cel mai grav (Belarus, Ucraina și Rusia) afirmă că aproximativ 25.000 din cei 800.000 de lichidatori au decedat până acum, în special prin tumori maligne, raportul din martie 2001 al UNSCEAR susține că, în afara cazurilor recunoscute de cancer de tiroidă, nu există dovezi certe privind creșterea incidenței altor tipuri de cancer.

Conform aceluiași studiu, incidența leucemiei, considerată o afecțiune sensibil legată de expunerea la radiații nu a fost crescută nici în rândul populației cu risc (copiii din aria contaminată și muncitorii aduși pentru a curăța zona accidentului).

Raportul din 2002 al Agenției pentru Energie Nucleară asupra accidentului de la Cernobîl susține că riscul de apariție a unei forme de cancer în Europa a crescut cu 0,01% peste incidența naturală.

Din datele altor surse, monitorizarea stării de sănătate a lichidatorilor a arătat o creștere de șase ori a incidenței leucemiei mieloide cronice (care poate avea drept etiologie radiația ionizantă), după 1986. Această creștere a fost însoțită însă și de o mărire de trei ori a incidenței leucemiei limfatice cronice - care nu este niciodată radio-indusă.

Potrivit altui studiu, bazat pe analiza mai multor indicatori statistici ai populației din zona cu cel mai mare risc, incidența cancerului a crescut de la 240/100.000 la 346/100.000 după 1986. Cele mai frecvente tipuri observate sunt: cancerul pulmonar, gastric și de prostată - în cazul bărbaților; cancerul de sân, piele, uter și gastric - în rândul femeilor. Evaluările epidemiologice din Rusia arată că numărul de decese prin tumori maligne a crescut cu 3,4%, între 1989 și 1992, față de numărul previzionat pe baza datelor anterioare. A fost observată o tendință de atribuire a creșterii incidenței oricărui tip de cancer accidentului din 1986, fără a ține cont de alți factori, cum ar fi îmbunătățirea calității screening-ului sau

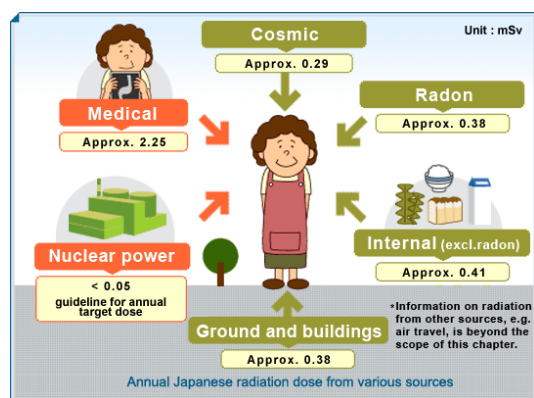
creșterea numărului de fumători, observată în ultimii ani în aceste țări. Cele mai multe organizații internaționale afirmă că efectele exploziei de la Cernobîl, în termenii riscului de apariție a tumorilor maligne, vor fi estimate cu suficientă acuratețe după 25 de ani de la eveniment, deoarece aceasta este perioada de latență a cancerelor radioinduse.

## Alte probleme de sănătate

Au fost aduse în discuție multiple afecțiuni non-maligne, în special de raporturi independente:

- Afecțiuni ale sistemului endocrin, în special glanda tiroidă. După unele date, pentru fiecare caz de cancer tiroidian există alte 100 de hipotiroidism.
- Diabet zaharat - a fost observată o creștere cu 28% a cazurilor de diabet insulino-dependent la vârste tinere, conform unui studiu realizat în Belarus.
- Probleme oculare - creșterea numărului de cazuri de cataractă, cu debut precoce.
- Afecțiuni diverse ale sistemului imun - cu scăderea rezistenței la infecții și creșterea numărului de boli alergice, în special la copii.
- Probleme cardiovasculare - unele studii susțin că Cesium-137, izotopul cel mai frecvent întâlnit în zonele contaminate, se concentrează la nivelul miocardului, determinând diverse tulburări de ritm și cardiomiopatii. A mai fost semnalată creșterea prevalenței hipertensiunii arteriale. După unele date, prevalența bolilor cardiovasculare este de 4.000/100.000 în rândul lichidatorilor și 3.000/100.000 printre locuitorii din zona învecinată reactorului, rata de 1.600/100.000 în populația generală.
- Scăderea fertilității în rândul lichidatorilor și scăderea drastică a ratei natalității, în special în zona afectată cel mai mult de răspândirea materialelor radioactive.
- Efecte asupra sarcinii. Se afirmă că acumularea Cesiumului-137 la nivelul placentei a dus la creșterea numărului de

avorturi spontane și la dublarea cazurilor de retard mintal prin suferință fetală. Conform altui studiu, iradierea în prima săptămână de sarcină duce ireversibil la avort spontan; pentru o sarcină care a depășit prima săptămână și pentru care doza totală nu depășește 50 mSv, nu există efecte secundare asupra fătului. Pentru o doză mai mare de 200 mSv, se recomandă întreruperea sarcinii.



Compararea datelor din registrul național de malformații congenitale din Belarus a arătat o creștere a acestora după 1986, fiind întâlnite mai frecvent în aria cu cel mai mare risc. Un studiu efectuat în Ucraina arată că numărul mutațiilor genetice la copiii lichidatorilor, născuți după accident, era de șapte ori mai mare decât în rândul copiilor provenind din aceiași părinți, dar născuți anterior anului 1986. Totuși, raportul UNSCEAR din 2001 concluzionează că nu au fost demonstrate, până acum, afecțiuni genetice radioinduse în rândul indivizilor expuși la radiație ionizantă.

## Afectarea în România

Depunerile radioactive au afectat România mai ales în primele zile ale lunii mai, din cauza schimbării direcției vântului. Zonele în care s-au înregistrat depunerile radioactive cele mai mari sunt la nivelul celor montane din lanțul Carpat.

Informații privind explozia au ajuns la populație la data de 2 mai, iar distribuția

tabletelor cu iodură de potasiu a început tardiv, la 3 și 4 mai.

## Efecte psihologice și sociale

Unul dintre cele mai semnificative efecte indirecte ale evenimentului din 1986 a fost afectarea *societății* în ansamblu din cele trei foste republici sovietice. A fost constatată o scădere generală a nivelului de trai și o creștere generală a morbidității, care nu poate fi asociată efectelor radiației ionizante. Costurile economice ale accidentului au fost apreciate la aproximativ 13 miliarde de dolari. La anxietatea populației determinată de necunoașterea efectelor contaminării pe termen lung s-au adăugat problemelor legate de numărul mare de persoane evacuate și lipsei de încredere în autorități. În special în rândul lichidatorilor s-a remarcat creșterea frecvenței următoarelor acuze nespecifice, legate în special de expunerea la stres:

- cefalee;
- tulburări de somn;
- probleme de concentrare;
- anxietate;
- sentimente de victimizare și nesiguranță;
- probleme de relaționare, izolare socială.

Situația României în privința efectelor pe termen lung ale accidentului de la 26 aprilie este similară altor țări din Europa, existând multe controverse și ipoteze, însă prea puține certitudini.

Un raport din anul 2000, asupra situației radioactivității factorilor de mediu din România, a arătat prezența de Cesium-137 și Cesium-134 (în unele probe de sol necultivat, în rețeaua hidrografică, ca aerosoli și în vegetația spontană). Acești radionuclizi au drept sursă accidentul de la Cernobîl, expunerea suplimentară a populației fiind de 1/10.000 mSv/an, cu patru ordine de mărime mai mică decât expunerea naturală de referință. Este improbabilă o creștere detectabilă a incidenței cancerului.

Într-un studiu longitudinal efectuat de Institutul de Sănătate Publică, între 1986 și 1994, pe un

lot de 310 copii, cu vârste între 0 și 6 ani, au fost studiate posibile efecte ale accidentului: morbiditate crescută, întârziere în dezvoltarea fizică și valori mai scăzute ale coeficientului de inteligență. Dintre afecțiunile cu contribuție mai mare la creșterea morbidității, mai frecvent observate au fost cele ale sistemului osteo-articular și

cariile dentare. Indicatorii privind dezvoltarea, talia și greutatea au fost sensibil mai scăzuți în cadrul lotului probant, iar diferențele în ceea ce privește dezvoltarea psihică au fost ne semnificative statistic.