

SERIILE RAPOARTELOR DE SECURITATE RADIOLOGICĂ
Nr. 2

DIAGNOSTICUL ȘI TRATAMENTUL
AFECTIUNILOR PRODUSE DE
EXPUNEREA LA RADIAȚII
IONIZANTE

Raport sponsorizat în comun de către Agenția Internațională pentru Energia Atomică și
Organizația Mondială a Sănătății

Agenția Internațională pentru Energia Atomică
Viena, 1998

***Traducerea și multiplicarea: Institutul de Sănătate Publică-București, în cadrul
proiectului AIEA model nr. RER/9/062, București, 2002***

Prefață

Probleme legate de primul ajutor și tratamentul medical precoce al expușilor extern sau contaminați intern într-un accident, s-au discutat în publicația AIEA intitulată „Manual pentru tratamentul medical precoce al afecțiunilor produse de radiațiile ionizante” (Safety Series No.47, 1978).

Într-o altă publicație AIEA, intitulată „Managementul medical al persoanelor expuse accidental”(Safety Series No.88, 1988) sunt prezentate criteriile generale și recomandări folositoare specialiștilor implicați în acordarea asistenței medicale pentru persoanele supraexpuse.

ÎN CEEA CE PRIVEȘTE ASISTENȚA MEDICALĂ PRECOCE ÎN CAZUL APARIȚIEI AFECȚIUNILOR PRODUSE DE EXPUNEREA LA RADIAȚII IONIZANTE, MULTE ASPECTE SUNT DE ÎNVĂȚAT DIN ACCIDENTELE DE LA CERNOBÎL (UCRAINA, 1986), GOIANIA (BRAZILIA, 1987), SALVADOR (EL SALVADOR, 1989), SOREQ (ISRAEL, 1990) ȘI NESVIZH (BELARUS, 1991). EXPERIENȚA OBTINUTĂ ÎN URMA ACESTOR ACCIDENTE A FOST INCLUSĂ ÎN ACEST RAPORT, CU ROLUL DE A AJUTA MEDICII CARE SUNT IMPLICAȚI ÎN ACORDAREA ASISTENȚEI MEDICALE PRECOCE VICTIMELOR EXPUNERII LA RADIAȚII IONIZANTE, ÎN VEDEREA REALIZĂRII PROMPTE A UNOR MĂSURI DE DIAGNOSTIC ȘI DE TRATAMENT DE URGENȚĂ. O ATENȚIE SPECIALĂ ESTE ACORDATĂ AFECȚIUNILOR LOCALE PRODUSE DE EXPUNEREA LA RADIAȚII IONIZANTE, CARE SUNT EFECTELE DIRECTE CEL MAI FRECVENT OBSERVATE.

Se apreciază participarea tuturor membrilor grupului de consultanți (în aprilie 1993) și a întrunirilor consultanților (în mai 1993 și aprilie 1996) în realizarea acestui raport. Se aduc în mod special mulțumiri pentru contribuția majoră a A. BARABANOVA (Institutul de Biofizică, Federația Rusă).

Responsabil din partea Secretariatului Științific pentru pregătirea acestei publicații a fost I.Turai, din partea Diviziei de Securitate a Radiațiilor și Deșeurilor.

Cuprins

1. INTRODUCERE	
1.1. Informații generale	1
1.2. Obiective	1
1.3. Scop	1
1.4. Structură	2
2. TIPURI DE EXPUNERE ACCIDENTALĂ ȘI MANAGEMENTUL MEDICAL .	
2.1. Tipuri de accidente	
2.2. Surse de radiații și moduri de expunere	
2.3. Sortarea (triajul) persoanelor afectate	
2.4. Managementul medical al persoanelor afectate	
3. EXPUNEREA EXTERNĂ	
3.1. Tipuri de expunere externă	
3.2. Diagnostic și tratament al afecțiunilor locale produse prin expunerea la radiații ionizante	
3.2.1. Tablou clinic	
3.2.2. Principalele proceduri de diagnostic	
3.2.3. Tratament	
3.3. Diagnosticul și tratamentul sindromului acut de iradiere	
3.3.1. Diagnostic	
3.3.2. Tratament	
3.3.3. Transplantul de măduvă osoasă	
3.3.4. Folosirea factorilor de stimulare a măduvei hematogene	
3.3.5. Criterii de alegere a tratamentului	
4. CONTAMINAREA CU RADIONUCLIZI	
4.1. Diagnostic	
4.2. Tratament	
4.2.1. Decontaminarea	
4.2.2. Decorporarea	
5. AFECȚIUNI COMBINATE	
5.1. Clasificare	
5.2. Tratament	
6. SISTEME CONSULTATIVE	
7. PĂSTRAREA DATELOR	
REFERINȚE	
ANEXA I – Fișe de înregistrare a datelor în caz de expunere accidentală	
ANEXA II – Diagnosticul și tratamentul persoanelor expuse la Cs¹³⁷: experiența din Goiania	
II – 1 Accidentul	
II – 2 Răspunsul medical imediat	
II – 3 Observații clinice	

II – 4 Managementul medical al victimelor de la Goiania	
II – 5 Concluzii	
BIBLIOGRAFIE	

1. INTRODUCERE

1.1 INFORMAȚII GENERALE

În acord cu standardele internaționale de radioprotecție un accident este „orice eveniment neașteptat, incluzând și erorile de operare, disfuncționalități ale echipamentelor sau alte întâmplări nefericite, consecințele sau consecințele potențiale neputând fi neglijate din punct de vedere al protecției sau securității”[1].

Un accident radiologic este definit ca un eveniment neprevăzut care presupune supraexpunerea sau contaminarea persoanelor și/sau a mediului cu material radioactiv. Expunerea putea să fi avut întradevăr loc sau să fie numai suspectată. Această distincție este importantă pentru că experiența a arătat că este mai sigur și mai puțin costisitor să se pună în funcție un plan de acțiune când e suspectat un accident, decât să se aștepte până când accidentul e declarat. Deși apar mai rar, comparativ cu situațiile de accidente convenționale, totuși apariția acestor accidente în ultimii 50 de ani au oferit date suficiente pentru a obține recomandări medicale pentru managementul victimelor expuse la radiații ionizante.

Deși incidentul din martie 1979 de la Three Mile Island din SUA a creat o îngrijorare enormă a publicului, acest eveniment nu a produs afecțiuni datorate expunerii la radiații ionizante. Dată fiind integritatea cupolei de protecție a reactorului și în ciuda unor pierderi de material combustibil, contaminarea în afara clădirii reactorului și eliberarea de iod radioactiv a fost neglijabilă.

Dimpotrivă, accidentul nuclear major de la Cernobâl (Ucraina) și cel din Goiania (Brazilia) au oferit informații importante pentru diagnosticul, monitorizarea și tratamentul afecțiunilor produse de expunerea la radiații ionizante. Explozia apărută în aprilie 1986 la centrala nucleară de la Cernobil, care nu avea cupolă, a dus la spitalizarea a 237 de pacienți identificați ca având supraexpunere. Dintre aceștia, 134 au dezvoltat un sindrom acut de iradiere; 28 dintre acești pacienți au decedat prin sindrom acut de iradiere combinat cu arsuri radiologice extinse. [2].

În septembrie 1987 o sursă închisă de Cs¹³⁷ (50,9 TBq) a fost mutată din învelișul protector al unui aparat de teleterapie, în Goiania (Brazilia). Apoi sursa a fost distrusă. Ca rezultat, multe persoane au primit doze mari, prin contaminare atât externă cât și internă. 4 persoane au decedat în cele din urmă și 28 de persoane au dezvoltat afecțiuni locale datorate expunerii la radiații ionizante. S-au detectat 249 de cazuri cu contaminare radioactivă, din care 129 au avut atât contaminare externă cât și internă [3]. A existat o contaminare extinsă a clădirilor, a suprafețelor de pământ din regiunea urbană a Goianiei. Acest incident este discutat în detaliu în anexa II.

În 1989 s-a petrecut un accident radiologic în San Salvador (El Salvador) la o întreprindere industrială de sterilizare. Accidentul a apărut când o sursă de Co60 a fost fixată în poziție deschisă. 3 muncitori au fost expuși la doze mari de radiații ionizante și au prezentat sindrom acut de iradiere. Efectele acute imediate au fost limitate prin tratament specializat. Totuși 2 dintre cei care au fost afectați sever la nivelul membrelor inferioare au ajuns la amputare parțială sau completă. Lucrătorul cel mai mult expus a murit după 6 luni, datorită modificărilor reziduale pulmonare și a altor afecțiuni[4].

AIEA a oferit în multe publicații rapoarte detaliate ale acestor accidente [3-6]. Se află în pregătire raportul privind accidentul de la Tammiku (Estonia).

1.2 OBIECTIVE

Această publicație este indicată pentru profesioniștii medicali care sunt implicați în managementul persoanelor afectate prin expunere la radiații ionizante, începând cu primele ore sau zile după expunere, indiferent de severitate (de exemplu acele situații de urgență în care nu se cunoaște extinderea și severitatea accidentului).

Experiența a arătat că, în afară de medicul de medicina muncii, în managementul complet al cazurilor de urgență sunt implicați și alți specialiști, cum ar fi: hematologi, oncologi, chirurghi plasticieni, dermatologi, chirurghi de chirurgie vasculară, psihiatrii, precum și consultanți din alte specialități medicale.

Principalul scop al acestei publicații este de a oferi indicații medicilor, care să le permită realizarea unor măsuri de diagnostic rapid și aplicarea unui tratament de urgență.

1.3 SCOP

Acest raport oferă informații sub forma de tabele cu privire la criteriile clinice de evaluare a dozei. În plus, se discută relația doză-efect în caz de expunere externă (pe întreg corpul sau parțială), precum și pentru cazurile de contaminare internă.

Nu este scopul acestui raport să ofere detalii privind procedurile de tratament convențional. Sunt prezentate indicații privind tratamentul specific și momentul de aplicare. Nu sunt discutate principii ale radiobiologiei și radiopatologiei.

1.4 STRUCTURA

Secțiunea 2 prezintă tipurile și modurile posibile de expunere accidentală și managementul medical, incluzând triajul (care este o etapă importantă în stabilirea priorităților în tratamentul medical și spitalizare). Secțiunile 3 și 4 se ocupă de managementul medical în caz de expunere externă și contaminare internă, revizuirea diagnosticului și tratamentul. Secțiunea 5 prezintă clasificarea afecțiunilor combinate și tratamentul lor. Secțiunea 6 oferă informații cu privire la sistemul consultativ, cum se obține avizul și asistența în caz de accident. Secțiunea 7 prezintă instrucțiuni asupra modului de colectare a datelor cu privire la pacient.

Anexa I - conține un set de înregistrări necesare.

Anexa II – oferă o descriere a diagnosticului și tratamentului în cazul accidentului de la Goiânia.

2. TIPURI DE EXPUNERE ACCIDENTALĂ ȘI MANAGEMENTUL MEDICAL

2.1 TIPURI DE ACCIDENTE

Un accident este numit accident nuclear când se referă la o instalație nucleară, și în mod special la un reactor nuclear.

Un accident radiologic presupune prezența unei surse închise sau deschise care conduce la o eliberare necontrolată de radiații ionizante sau de material radioactiv în mediul înconjurător. Astfel de surse de radiații includ echipamente cu raze X, surse închise de izotopi

radioactivi (Co^{60} , Cs^{137} , Ir^{192}) folosite mai ales în medicină și industrie, dar și surse deschise folosite în medicina nucleară și cercetarea științifică.

Tipuri de accidente potențiale:

- a) O sursă radioactivă care este prost plasată, pierdută sau furată. Un exemplu evident ar fi în cazul unui container cu sursă gamma de radiografiere în care sursa se constată că lipsește. O problemă aici este dată de faptul că acel container poate ajunge în posesia unor persoane care decid să îl desfacă, expunându-se pe ei sau pe alții, la o sursă neprotejată.
- b) O sursă radioactivă poate deveni neprotejată ca urmare a neglijenței în timpul operațiunilor de rutină. Din nou sursa gamma de radiografiere oferă un exemplu: după operațiunea de expunere operatorul constată că sursa nu mai poate fi retrasă în containerul său.
- c) Un material radioactiv poate fi dispersat. De exemplu, o fiolă ce conține o soluție radioactivă poate duce la apariția unor scurgeri pe perioada depozitării. Alt exemplu ar fi eliberarea violentă de substanțe radioactive dintr-o instalație rediochimică.

În toate cazurile există posibilitatea unei expuneri necontrolate a persoanelor dacă nu se asigură măsuri potrivite de radioprotecție.

Din punct de vedere al planificării e utilă o clasificare a accidentelor, conform cu severitatea lor, numărul indivizilor afectați (de exemplu mai mult de 5 persoane face ca accidentul să fie considerat major), și consecințele radiologice posibile, cum ar fi: expunerea externă, contaminarea internă și externă și combinațiile dintre ele.

2.2 SURSE DE RADIAȚII ȘI MODURI DE EXPUNERE

Pentru realizarea unui răspuns medical adecvat în cazul apariției unui accident sunt necesare informații (obținute din timp) cu privire la instalațiile care produc sau folosesc raze X sau radionuclizi, tipurile de surse de radiații folosite, identificarea nivelelor de activitate ale surselor.

Cele mai frecvent întâlnite surse de radiații sunt listate în tabelul II.

Tabelul I. Surse de radiații comune, instalații și mod de expunere

Grup	Sursă/Instalație	Expunere Externă	Contaminare	Expunere mixtă
I	-Ansamblu critic	Da	Da	Da
	-Reactor	Da	Da	Da
	-Producerea de elemente combustibile	Da	Da	Da
	- Producerea de produse radiofarmaceutice	Da	Da	Da
	-Instalații de reprocesare a combustibilului	Da	Da	Da
II	Aparate cu radiații ionizante cum ar fi:			
	Accelerator de particule	Da	a	a
	Generator de raze X	Da	Nu	Nu
III	Surse închise (intacte)	Da	Nu	Nu
	Surse închise (cu scăpări)	Da	Da	Da
IV	Laborator de medicină nucleară	Da	Da	Da
	Laborator de analize in vitro	Da	Da	Da
V	Transportul surselor	Da	Da	Da
VI	Deșeuri radioactive	Da	Da	Da

a) – neutronii pot induce radioactivitatea în organism (vezi text)

Grupul I include instalațiile nucleare cum ar fi reactorii de putere și instalațiile industriale și de cercetare. Grupul II de surse se întâlnește atât în instalațiile industriale cât și în cele medicale. Sursele închise din grupul III sunt larg folosite în industrie și medicină. Cele mai frecvente accidente apar în industrie unde se folosesc surse închise. În acest grup au apărut afectări severe și chiar decese, multe dintre ele nefiind încă raportate de către literatura medicală. Grupul IV constă dintr-un mare număr de instalații, dar nu pot apărea accidente serioase din cauza nivelului scăzut de activitate și folosirea de radionuclizi cu timp de înjumătățire scurt.

În grupul IV-VI, doar o persoană sau un număr redus de persoane au fost implicate în accidente, descrise în relatările publicate. Deși există un potențial important de apariție a accidentelor în timpul transportului (grupul V), aceste accidente apar foarte rar.

Tabelul II clasifică accidentele radiologice și nucleare ținând seama de radioizotopul implicat, părțile de corp expuse și posibilul număr de persoane implicate.

Tabelul II. Accidente radiologice și nucleare care conduc la apariția afecțiunilor prin expunere la radiații ionizante

Aria de aplicare	Sursa sau radionuclidul	Partea expusă a organismului	Număr posibil de persoane afectate
Industria - sterilizare - radiografiere - etalonări	Co ⁶⁰ , Cs ¹³⁷ Ir ¹⁹² , Cs ¹³⁷ Ir ¹⁹² , Cs ¹³⁷	Întreg corpul, mâini Mâini, alte părți Mâini, alte părți	1-3 1-10 1-2
Medicina - diagnostic - terapie	Generatori de raze X Co ⁶⁰ , Cs ¹³⁷ și acceleratori	Mâini, față Întreg corpul, mâini, alte părți	1-10 1-10 (mai mulți doar în cazuri extreme)
Cercetare	- larg spectru de surse incluzând și reactorii	Mâini, față, alte părți	1-3 (mai mulți la reactori de cercetare)
Surse uzate	Co ⁶⁰ , Cs ¹³⁷ , și altele	Mâini, alte părți	1-20 (mai mulți în cazuri externe)
Reactori nucleari	Cs ¹³⁷ , Sr ⁹⁰ I ¹³¹ , Pn ²¹⁰	Întreg corpul Glanda tiroidă, Plămân	1-500 (de obicei mai puțin decât totalul persoanelor afectate)

Cele mai importante căi de expunere în fazele inițiale ale accidentului sunt:

- expunerea directă de la sursa de radiații ionizante sau de la instalație și orice material radioactiv eliberat;
- inhalarea de materiale aeropurtate (aerosoli, substanțe volatile, particule);
- expunere directă de la depunerea pe sol sau suprafețe;
- contaminarea cutanată sau a hainelor.

Pentru aceste căi de expunere s-a demonstrat că expunerea directă de la o sursă de radiații ionizante este cel mai important contributor în doză primită [7-8]. În mod particular, accidentele asociate cu radiografierea gamma au consecințe radiologice semnificative.

În accidentele nucleare, norul radioactiv poate reprezenta sursa principală pentru expunerea externă, în timp ce materialele radioactive aeropurtate, cum ar fi izotopii radioactivi ai iodului, pot contribui semnificativ la doza internă a glandei tiroide.

2.3 TRIAJUL PERSOANELOR AFECTATE

Triajul presupune o sortare a pacienților în grupuri, pe baza afecțiunilor sau bolilor, cu scopul de a asigura o îngrijire medicală rapidă și folosirea integrală a serviciilor clinice disponibile. Una din sarcinile principale este de a determina nivelul de urgență medicală. Dacă accidentul produce doar un număr mic de victime, managementul clinic nu ar trebui să fie o problemă majoră în nici o țară. Un accident care afectează zeci și sute de indivizi expuși, poate crea mari dificultăți, mai ales în ceea ce privește spitalizarea. De aceea, planificarea este foarte importantă și trebuie adaptată la sistemul medical desemnat pentru situații de dezastre. Această cale de triaj și îngrijire medicală devine crucială când personalul și dotările sunt limitate. Triajul este o metodă larg folosită în toate tipurile de catastrofe: afecțiunile produse de expunere la radiații ionizante nu sunt unice din acest punct de vedere.

Organizarea tratamentului medical trebuie evaluată pe baza deciziei dacă afecțiunea constituie sau nu o urgență.

Tratamentul de urgență va fi determinat inițial de afecțiunile convenționale cum ar fi traumatismele, rănille, sau arsurile termice sau chimice. Persoanele contaminate, fie extern, fie intern, trebuie identificate și tratate imediat și specific. În toate celelalte situații tratamentele afecțiunilor datorate expunerii la radiații ionizante nu constituie o urgență medicală, deși unele acțiuni precoce trebuie luate (recoltarea de probe de sânge pentru aprecierea nivelului severității expunerii și de asemenea pentru tipare HLA – human lymphocyte antigen). Simptomele precoce folosesc ca o bază în sortarea persoanelor expuse, în decizia asupra modului de îngrijire medicală la nivel individual. Cele mai importante simptome prodromale sunt greața, voma, diareea, eritemul cutanat sau al mucoaselor. Decizia privind spitalizarea în caz de expunere a întregului corp sau în expunerea locală, depinde de prezența semnelor clinice precoce descrise în tabelul III.

Tabelul III. Ghid pentru managementul afecțiunilor produse de expunerea la radiații ionizante bazat pe simptomele precoce

Semne clinice		Doza (Gy)		Decizii
Expunere întreg corpul	Expunerea locală	Expunerea pe întreg corpul	Expunerea locală	
Fără vomă	Fără eritem precoce	<1	<10	Pacient supravegheat în ambulator 5 săptămâni (sânge, piele)
Vomă la 2-3 ore după expunere	Eritem precoce sau senzații anormale la 12-24 de ore după expunere	1-2	8-15	Supraveghere într-un spital general sau ambulator 3 săptămâni după spitalizare dacă este necesar

Vomă la 1-2 ore după expunere	Eritem precoce sau senzații anormale la 8-15 ore după expunere	2-4	15-30	Spitalizare în spitalele de hematologie sau chirurgie, departamente arsuri.
Vomă la mai puțin de o oră după expunere/ sau alte simptome severe	Eritem precoce în primele 3-6 ore după expunere a pielii și/sau mucoaselor cu edem	>4	>30	Spitalizare într-o secție bine echipată de hematologie sau de chirurgie cu transfer într-un centru specializat de radiopatologie

2.4 MANAGEMENTUL MEDICAL AL PERSOANELOR

Prima sarcină e aceea de a împărți persoanele expuse (sau suspecte de a fi expuse) în grupuri. Ținând seama de estimarea severității afecțiunilor induse de expunerea la radiații ionizante și de tipul și nivelul de îngrijiri medicale necesare se disting 3 categorii principale de persoane expuse. Prima categorie include acele persoane, fie supraexpuse sau suspectate de a fi supraexpuse, care prezintă semne de afecțiuni convenționale cum ar fi: traumatism, răni, arsuri și contaminare chimică. În plus, ei vor fi supuși fără întârziere unor teste (hemograma, probe de sânge pentru studii citogenetice, tipare HLA) cu scopul de a evalua severitatea expunerii și de a iniția tratamentul. Dacă există suficient personal pentru acordarea primului ajutor atunci se recomandă ca testările specifice să se facă cât mai curând.

A doua categorie include indivizii care par a avea expunere externă, sau care au contaminare internă sau externă, sau care sunt suspectați de a fi expuși la doze ce impun un management medical de nivel mai ridicat. Pentru această categorie este necesară aplicarea acțiunilor de preplanificare. Aceste victime trebuie regrupate într-un centru de tratament și aici se va face un al doilea triaj pentru a-i repartiza în una din cele 3 subcategorii expuse mai jos. Aceste 3 subcategorii includ: persoanele ce au o expunere a întregului corp, persoane cu expunere localizată și pe aceia ce au fost contaminați cu radionuclizi. Simultan trebuie identificate serviciile medicale regionale și/sau naționale disponibile. În zilele imediate după expunere cele mai multe victime pot fi tratate de medici pentru a fi sigur ca examinările și supravegherea decurg corect. Examinările de bază trebuie înregistrate într-un protocol stabilit de centrul medical responsabil cu coordonarea în timpul accidentului. Într-o a doua fază se face clasificarea victimelor în funcție de severitate, bazate pe date clinice și biologice.

Ultima categorie (a treia) cuprinde persoanele ce se pare ca au primit doze mici și nu prezintă nici o altă afectare. Aceste persoane se înregistrează și se monitorizează în ambulator pentru câteva zile.

Severitatea afecțiunilor depinde de nivelul de doză primit, de rata dozei, de radiosensibilitatea țesutului implicat, de regiunea de corp expusă și de extinderea expunerii. Severitatea afecțiunilor este mai mare când este expus întreg corpul. Expunerea parțială a corpului la aceleași doze are impact mai redus asupra stării de sănătate. O doză absorbită de 3,5Gy duce la apariția decesului la 50% din populația expusă în decurs de 2 luni, dacă nu se aplică nici un tratament medical. Această valoare LD_{50/60}, poate fi crescută pentru doze de 5-6 Gy dacă se aplică un tratament adecvat. Tabelul IV prezintă principalele metode de diagnostic folosite în caz de expunere a întreg corpului.

Tabelul IV. Metode de diagnostic precoce al afecțiunilor produse de expunerea la Radiații ionizante^a

Proceduri	Date	Debut	Expunere minimă(Gy)
Observare clinică	Greută vomă, eritem epilare	În 48 de ore În ore sau zile În 2-3 săptămâni	~1 ~3 ~3
Examene de laborator			
Numărătoare celulelor sanguine	Număr absolut de limfocite ^b <1G/L	În 24-72 ore	~0,5
Citogenetică ^c	Dicentrici Cromozomi inelari Fragmente	În ore	~0,2

a – parte din referința [9]

b – limfocitele pot să scadă în câteva ore. Nivelul de bază trebuie stabilit cât de curând posibil și apoi număratoarea se face zilnic. Numărul de limfocite exprimat în G/L arată 10^9 celule/L.

c – necesită 48 – 72 de ore analiză.

Severitatea expunerii este apreciată de obicei într-o manieră iterativă:

- (a) O clasificare foarte precoce va fi bazată pe simptomele clinice, cum ar fi greața, voma, diareea, eritemul sau febra. Aceste semne precum și momentul apariției lor, frecvența și severitatea trebuie înregistrate cu grijă. Aceasta permite clasificarea victimelor în 2 categorii, dacă doza absorbită a fost mai mare sau mai mică de 2Gy.
- (b) Confirmarea și clasificarea mai precisă se va baza pe datele hematologice, incluzând, în mod deosebit, numărul de limfocite, deoarece scăderea lor în primele 2 zile permite clasificarea în categoria cu expunere la doze ce depășesc doze de 2Gy.
- (c) Alte confirmări vor fi efectuate în spital pe baza evoluției clinice și a datelor de laborator, mai specific, prin analize hematologice și biologice, citogenetice, și dozimetrie fizică.

Este foarte important să se realizeze cerințele de evaluare a pacienților (a-c), să se planifice răspunsul medical, și să fie pregătit personalul medical. Eficiența planificării depinde mai ales de includerea răspunsului medical într-un plan general, care trebuie exersat regulat pentru a testa performanța răspunsului medical al echipei. Managementul medical al unui grup mare de victime, în cazul unui accident la scară mare va depinde de capacitățile și resursele disponibile la nivel local și național. Nevoia de unități specializate sau personal instruit poate implica necesitatea unei colaborări internaționale.

3. EXPUNEREA EXTERNĂ

3.1 TIPURI DE EXPUNERE EXTERNĂ

Prognosticul și îngrijirea medicală a individului expus la radiația externă depind în mare măsură de faptul dacă expunerea a fost totală corporală sau localizată.

Atunci când o sursă de mici dimensiuni este purtată, de exemplu, în buzunar sau este numai atinsă de mâini, numai o expunere locală are loc. Atunci când sursa este de mari dimensiuni și câmpul de radiație este comensurabil cu dimensiunea corpului, o expunere totală corporală este considerată, chiar dacă distribuția dozei absorbite în corp, este mai mult sau mai puțin uniformă. Deasemeni, contează dacă părți ale corpului au fost protejate.

Durata expunerii și debitul dozei sunt deasemeni foarte importante. Dacă aceeași doză este eliberată într-un timp mai scurt (debite de doză mai mari), va fi observat un efect produs de expunere mult mai sever.

3.2 DIAGNOSTICUL ȘI TRATAMENTUL AFECȚIUNILOR LOCALE RADIOINDUSE

Afecțiunile locale radioinduse sunt mult mai frecvente decât cele produse de expunerea întregului corp și de aceea sunt descrise în detaliu în literatura de specialitate [10]. Afecțiunile locale radioinduse, produse la doze mari de radiații ionizante (>8-10Gy) determină apariția de semne și simptome similare cu cele produse de arsurile termice, exceptând apariția cu întârziere a semnelor clinice (de la câteva zile la câteva săptămâni). Severitatea afecțiunilor locale radioinduse depinde nu doar de doză, ci și de tipul de radiații, de regiunea și mărimea ariei expuse. Deși nu produc pericole amenințătoare de viață, efectele tardive ale afecțiunilor locale radioinduse pot conduce la disfuncționalități serioase.

3.2.1 Tablou clinic

Aspectele clinice tipice în afecțiunile locale radioinduse sunt reprezentate de o reacție cutanată cu implicare țesutului subcutanat, reacții ce apar gradual. În general, cu cât dozele primite sunt mult mai mari, cu atât se dezvoltă mai rapid modificările patologice și prognosticul este mai sever. Simptomul tipic este durerea refractară, cu creștere în intensitate, ceea ce face ca managementul medical al pacientului să fie foarte dificil.

Tabelul V arată nivelele de doză și intervalul de timp în care apar semnele clinice în situația în care pielea a fost expusă la radiații ionizante de tip gamma sau X (cu energie înaltă)

Tabelul V. Timpul de apariție al semnelor clinice la nivelul pielii în raport cu doza primită

Stadiu, semne	Doza (Gy)	Timp de instalare (zile)
Eritem	3-10	14-21
Epilație	>3	14-18
Descumare uscată	8-12	25-30

Descuamare umedă	15-20	20-28
Formare de vezicule	15-25	15-25
Ulcerații ale pielii	>20	14-21
Necroza (penetrare adâncă)	>25	>21

Expunerea pielii la radiații de tip beta sau de tip X cu energie joasă se caracterizează prin apariția mai precoce a tuturor semnelor clinice, dar diagnosticul nu este atât de sever (Tabelul VI).

3.2.2 Principalele proceduri de diagnostic

Dozimetria fizică este foarte importantă atât timp cât metodele de biodozimetrie nu sunt utile în fazele precoce ale afecțiunilor locale radioinduse. Este necesară înregistrarea unui istoric detaliat al accidentului. În ceea ce privește examenul clinic, se impune observarea zilnică a reacțiilor la nivel cutanat și realizarea de fotografii color în serie. În caz de afecțiuni locale radioinduse e necesară folosirea metodelor de rezonanță electronică de spin pentru a estima doza la dinți, haine, nasturi, cercei sau orice substanțe organice expuse.[11-12] În timpul primelor zile după accident e util să se facă zilnic hemograma pentru a exclude expunerea întregului corp, ținând seama că în afecțiunile locale radioinduse apar doar modificări nespecifice, cum ar fi leucocitoza sau creșterea V.S.H [13].

Tabelul VI. Semnele clinice ale afecțiunilor locale radioinduse care apar la nivelul mâinilor în expunerea la radiații cu energie joasă

Perioada de instalare a semnelor clinice din faza acută					Timpul și evoluția efectelor din faza tardivă (zile)	Efecte întârziate	Doza estimată (Gy)
Eritem primar	Eritem secundar	Vezicule	Eroziuni, ulcerație	Necroză			
Fără sau 12 – 24 ore	12 – 20 zile				30 – 35 descuamare uscată	Fără	12 – 18a 10 – 15b
6 – 12 ore	6 – 14 zile	8 – 15 zile			40 -50 descuamare umedă, epitelizare	Fără, sau atrofie ușoară	20 -30a 18 – 25b
4 - 6 ore	5 – 10 zile	5 – 10 zile	10– 18 zile		50 – 70 epitelizare	Atrofie, depigmentare, telangiectazii	35 – 80a 30 – 70b
1 -2 ore	3 – 5 zile	3 -5 zile	6 – 7 zile	6-10 zile	60 – 80 formarea de cicatrici, nu apare vindecare fără intervenție chirurgicală	Atrofie, depigmentare, telangiectazii, posibilă incapacitate funcțională	Peste 80

doar la nivelul degetelor
întreaga mână

Aberațiile cromozomiale apar în număr mic în cazul expunerii locale la doze de 5-10 Gy [14] și oferă informații calitative și nu cantitative.

Există două proceduri de diagnostic ce pot fi folosite în evaluarea severității supraexpunerii locale: metode termografice și metode radioizotopice. Ambele metode sunt folosite atunci când aria expusă poate fi comparată cu o arie corespunzătoare neexpusă. Termografia poate fi folosită pentru a identifica o afectare locală și pentru a determina extinderea ei. Este o tehnică folositoare și sensibilă pentru detectarea afecțiunilor locale radioinduse, mai ales în fazele precoce și latente când nu există simptome relevante [15]. Mai utilă e folosirea atât a termografiei cât și a teletermovision în infraroșu. Cea de-a doua tehnică este superioară ca posibilități de diagnostic în expunerea parțială a corpului, mai ales la nivelul extremităților.

O metodă radioizotopică poate fi folosită pentru a evidenția circulația vasculară într-un organ sau o parte a corpului prin injectarea intravenoasă de Tc^{99} , cu monitorizarea distribuției lui cu ajutorul unei camere de scintilație.

Termografia și metodele radioizotopice sunt complementare. Ele nu permit o apreciere exactă a dozei, dar sunt folositoare în evaluarea severității clinice ale afecțiunii.

Noi tehnici, cum ar fi, numărarea celulelor din corticala firului de păr, ar putea deveni indicatori în expunerea parțială la radiații ionizante a corpului uman [17].

3.2.3 Tratament

Eritemul și descuamarea uscată pot fi tratate simptomatic. În cazul eritemului sever însoțit de edem se pot folosi loțiuni sau spray-uri, ce conțin hidrocortizon. Pentru tratamentul descuamării umede este utilă pansarea zilnică și spălarea zonei cutanate afectate cu soluții antiseptice. Se pot folosi și creme cu antibiotice.

Pentru ulcerări se recomandă izolarea membrului într-un mediu steril, pansament zilnic, spălarea ulcerăției cu soluții antiseptice. Poate fi necesară și administrarea de analgezice sau opioide. În cazul în care se suspectează, sau apare o infecție secundară, se vor administra antibiotice local sau pe cale generală.

Pentru necroză este eficient doar tratamentul chirurgical. Acesta constă în excizia necrozei cât mai profund, urmată de grefare de piele sau alte tipuri de grefe. Mărimea, momentul, și tipul de intervenție chirurgicală se stabilesc pentru fiecare caz în parte. Grefa de piele este posibilă doar acolo unde circulația din țesutul subcutanat este stabilă, altfel este necesar un transplant de piele cu pedicul vascular. Intervenția chirurgicală e justificată când apar alterări ireversibile care impun excizia ulcerăției sau a necrozei, sau chiar amputație.

În practică, în cele mai multe cazuri cu expunere gamma locală, la doze mai mari de 20-25 Gy, se justifică un tratament chirurgical dacă nu există posibilitatea unei refaceri spontane. Nu se așteaptă o vindecare, chiar după epitelizarea superficială, deoarece poate să apară un ulcer secundar (la doze mai mari). Când alterările ireversibile sunt evidente clinic, se recurge cât mai curând la intervenția chirurgicală după ce se explică pacientului necesitatea procedurii. Indicația de amputații apare în cazul leziunilor severe cu distrucția țesuturilor subcutanate, care presupun afectări vasculare, dureri atroce și pierderea controlului infecțiilor. Tabelul VII ilustrează aspectele clinice, diagnosticul, și opțiunile terapeutice posibile în cazul afecțiunilor locale radioinduse, precum și evoluția lor [18].

Tabelul VII. Aspecte clinice , de diagnostic și opțiuni de tratament pentru afecțiunile locale radioinduse: faza acută

Expunere		Estimarea dozei	Istoric Dozimetrie fizică Dozimetrie biologică	Termografie vasculară Sfârșitul primei luni
		Examinări de rutină	Hemogramă Spermogramă Examen oftalmologic (cristalin) Fotografii color seriale	
		Studii specializate		
		Sfârșitul primei zile	Sfârșitul primei săptămâni	
		Faza prodromală	Faza latentă	Faza acută
Tablou clinic	Simptome	Senzație de arsură Prurit Durere ușoară	Daca există, minore (prurit, durere)	Durere Prurit Parestezii Hiperalgie
	Semne	Eritem tranzitor	Epilare minoră, dacă apare	Eritem Edem Veziculație Descuamare umedă
Tratament		Simptomatic	Prevenirea traumatismelor Analgezice Emulsii hidratante	Alinarea durerii Medicamente antiinflamatorii de tip nesteroidian Antibiotic local Vasodilatatoare Medicație de regenerare Tratament anticoagulant Factori de creștere epidermală debridare

Tabelul VII. (continuare laterală) – Aspecte clinice , de diagnostic și opțiuni de tratament pentru afecțiunile locale radioinduse: faza cronică

Scintigrafie vasculară Termografie Biopsie (studii histo- și imunocitochimice)	Scintigrafie vasculară Scanarea măduvei termografie	Scintigrafie vasculară Scanarea măduvei termografie
→ Primul an ←		← al doilea an →
Vindecare sau evoluție cronică (scleroză și fibroză) (posibilă infecție secundară)		
Durere	Leziune Redeschidere Posibil vasculită Durere Eritem tardiv	Durere Alterarea sensibilității tactile și termice Parestezie Uscăciunea pielii
Ulcerație Necroză	Edem Ulcer Necroză (vindecarea spontană este imposibilă)	Atrofie, telangectazie. Modificări de pigmentare, keratoze, epilare sau probleme ale părului, deformări (anchiloze), incapacitate funcțională
Chirurgie (necrectomie, grefare, amputare)		Evitarea traumatismelor Reabilitare Superoxid dismutaza Chirurgie

Tabelul VIII. Faza prodromală a sindromului acut de iradiere

Simptome și răspuns medical	Gradele de sindrom acut de iradiere și doza pe întreg corpul (Gy)				
	Ușor (1 – 2 Gy)	Moderat (2 – 4 Gy)	Sever (4 – 6 Gy)	Foarte sever (6 – 8 Gy)	Letal a) (peste 8 Gy)
Voma Instalare	La 2 ore după expunere sau mai târziu	La 1-2 ore după expunere	Sub o oră după expunere	Sub 30 min după expunere	Sub 10 min după expunere
% de incidență	10 – 50	70 – 90	100	100	100
Diaree Instalare	Fără -	Fără -	Ușoară 3 – 8 ore	Intensă 1 – 3 ore	Intensă In câteva minute, 1 oră
% de incidență	-	-	sub 10	peste 10	Aproape 100
Cefalee Instalare	Foarte ușoară -	Ușoară -	Moderată 4 – 24 ore	Severă 3 – 4 ore	Severă 1 – 2 ore
% de incidență	-	-	50	90	80 - 90
Conștiență Instalare	Neafectată -	Neafectată -	Neafectată -	Poate fi afectată -	Inconștiență -
% de incidență	-	-	-	-	-
Temperatura corpului Instalare	Normală -	Crește 1 – 3 ore	Febră 1 -2 ore	Febră înaltă Sub o oră	Febră înaltă Sub o oră
% de incidență	-	10 – 80	80 -100	100	100
Răspuns medical	Observare a pacientului ambulator	Observare într-un spital cu caracter general, tratament în spital specializat dacă este necesar	Tratament în centru specializat	Tratament în centru specializat	Tratament paleativ (doar simptomatic)

3.3 DIAGNOSTICUL ȘI TRATAMENTUL SINDROMULUI ACUT DE IRADIERE

3.3.1 Diagnostic

Diagnosticul în sindromul acut de iradiere se bazează pe datele clinice și de laborator. Faza prodromală poate să apară în câteva ore după expunere și se caracterizează prin anorexie, greață și vomă (tabelul VIII). În această fază a sindromului acut de iradiere se observă modificări de laborator (hematologice), doar la expuneri mai mari de 0,5 Gy (tabelul IX).

Tabelul IX. Modificarea numărului de limfocite (G/L) în primele zile ale sindromului acut de iradiere, dependent de doza primită de întreg corpul

Gradul sindromului acut de iradiere	Doza (Gy)	Numărul de limfocite (G/L)^adupă 6 zile de la prima expunere
Faza preclinică	0,1 – 1,0	1,5 – 2,5
Ușoară	1,0 – 2,0	0,7 – 1,5
Moderată	2,0 – 4,0	0,5 – 0,8
Severă	4,0 – 6,0	0,3 – 0,5
Foarte severă	6,0 – 8,0	0,1 – 0,3
Letală	Peste 8,0	0,0 – 0,05

a) exprimat ca 10^9 celule/l.

Apare de obicei o remisiune a simptomelor, o fază latentă asimptomatică de 1-2 săptămâni, dependent de doza primită (tabelul X). Faza de latență e urmată de o fază critică (tabelul XI).

Limfocitele circulante sunt unele din cele mai radiosensibile linii celulare, iar scăderea numărului absolut de limfocite este cel mai un și mai util test de laborator în determinarea nivelului de expunere în perioada precoce (tabelele IX – XI). Disfuncțiile imunologice apar în primele 48 de ore. Simptomele gastrointestinale sunt observate la doze mai mari de 10-15 Gy, uneori însă și la doze mai mici, suprapunându-se peste sindromul hematologic. O fază prodromală accelerată și o perioadă de latență scurtă pot fi urmate de diaree. Sindromul neurovascular apare la expuneri mai mari de 20 Gy și se caracterizează prin apariția imediată a unor semne severe în faza prodromală, care conduc la colaps vasomotor și moarte în 1-2 zile.

Dintre metodele de dozimetrie biologică, analiza aberațiilor cromozomiale în culturi de limfocite circulante este cea mai larg folosită și acceptată. Relația doză-efect este bine stabilită în multe laboratoare din lume [14,19-21]. Sensibilitatea tehnicii depinde de doză și de calitatea radiației. Limita de detecție în această metodă citogenetică este de aproximativ 0,2 Gy pentru raze gamma și X și de aproximativ 10-20 mGy pentru neutroni [22-24].

Există limite în folosirea acestei tehnici în cazul expunerii parțiale a corpului.[25,26] În acest caz prezența aberațiilor cromozomiale poate indica existența unei afecțiuni induse de expunere la radiații, dar nu permite o evaluare a dozei. De asemenea, nu pot fi estimate dozele în caz de expunere internă cu surse de radiații ionizante, dată fiind distribuția variată a diferiților radionuclizi. Rezultatele acestor analize se pot obține în 3 zile, dat fiind că sunt necesare 48 de ore pentru obținerea culturilor de limfocite și realizarea de metafaze suficiente pentru a fi citite în vederea obținerii frecvenței aberațiilor cromozomiale. Mai mult chiar, citirea și interpretare necesită mult timp și cer o experiență considerabilă.

Pentru un screening rapid al persoanelor afectate se poate recurge la metoda detecției de micronuclei în limfocite [27-29]. Și această tehnică implică obținerea unei culturi de limfocite, dar citirea și interpretarea sunt mult mai ușor de realizat.

Există posibilitatea citirii și interpretării metafazelor prin folosirea unui sistem computerizat de analiză a imaginii [30].

3.3.2 Tratament

Tratamentul trebuie să țină seama de simptome, semne și de rezultatele datelor de laborator (tabelul VII–XII). Simptomele și semnele inițiale sunt nespecifice. Observațiile atente și testele de laborator repetate sunt singurele posibilități de evaluare, până ce se obțin informațiile complete, sau până devin aparente manifestările clinice [31-36]. Cel mai util și singurul test pentru aprecierea severității afectării în primele 48 de ore, este numărătoarea limfocitelor (tabelul X).

Pacienții din camera de urgență care suferă de greață și vomă trebuie tratați simptomatic și trebuie monitorizați zilnic prin numărătoarea limfocitelor. Victimele care au primit doze externe mai mici de 1Gy trebuie supravegheate în ambulator, dacă rezultatele de laborator (număr absolut de limfocite) și estimarea dozei o permit. Pacienții expuși la doze mai mari de 1Gy trebuie supravegheați. Principalele măsuri terapeutice care corespund diferitelor nivelele de severitate ale sindrom acut de iradiere sunt prezentate în tabelul XII.

Principiul de bază în tratamentul sindromului acut de iradiere este de a preveni complicațiile ce decurg din depresia măduvei osoase. Acest mod de abordare a înlocuit pe cel al administrării profilactice de antibiotice și transfuzia de produși sanguini (plachete și eritrocite). Transfuziile de plachete și eritrocite sunt folosite profilactic când numărul trombocitelor este sub 20 G/L ($1\text{G/L} = 10^9$ celule per L) și hemoglobina scade sub 100g/L. Folosirea profilactică de antibiotice și administrarea de produși de sânge se decid după izolarea într-o arie aseptică și sub observare clinică atentă a simptomelor, febrei, sângerărilor, ulcerărilor oro-faringeale, modificărilor neurologice și vasculare.

Pentru tratamentul eficient al infecțiilor e necesară o observație microbiologică. Hemocultura se va face ori de câte ori febra e mai mare de 38°C. Este de asemenea necesar un tratament simptomatic și de suport. Acesta presupune administrarea de tranchilizante, antialgice, soluții de suport și de nutriție adecvată. Se va folosi calea intravenoasă pentru administrarea soluțiilor de electroliți și a celor de nutriție. Este de dorit o atentă prevenire a infecțiilor de spital, de exemplu prin folosirea hranei sterile. Trebuie evitate fructele și legumele crude. Deoarece grija este de a preveni consecințele agranulocitozei și ale pierderii apărării imune, este de preferat ajutorul unui hematolog sau oncolog.

3.3.3 Transplantul de măduva osoasă

Transplantul de măduvă osoasă pare a fi soluția logică de tratament pentru victimele cu expunere accidentală a întreg corpului și când e imposibilă recuperarea spontană [2,8,35]. Totuși, transplantul de măduvă osoasă are multe limite. Printre acestea sunt: identificarea donatorului histocompatibil, constrângerile de vârstă, tiparea HLA, necesitatea unei imunosupresii adiționale și riscul de respingere a transplantului. Informațiile obținute după accidentul de la Cernobil și Soreq din Israel [2,37] sugerează cu putere că transplantul de măduvă osoasă are un rol limitat în tratamentul victimelor unui accident cu expuneri la radiații ionizante, și doar un mic număr de pacienți pot beneficia de această metodă de tratament.

Data fiind această experiență, transplantul de măduvă osoasă, ar trebui luat în considerare doar pentru victimele ce au primit doze de 8-12 Gy distribuite uniform pe întreg corpul, fără

Tabel X.
Faza latentă a sindromului acut de iradiere

	Gradele de sindrom acut de iradiere și doza pe întreg corpul (Gy)				
	Ușor (1 – 2 Gy)	Moderat (2 – 4 Gy)	Sever (4 – 6 Gy)	Foarte sever (6 – 8 Gy)	Letal a) (peste 8 Gy)
Limfocite (G/L) (Ziua 3 -6)	0,8 / 1,5	0,5 – 0,8	0,3 – 0,5	0,1 – 0,3	0,0 – 0,1
Granulocite (G/L)	Peste 2,0	1,5 – 2,0	1,0 – 1,5	Sub 0,5	Sub 0,1
Diaree	Fără	Fără	Rar	Apare în zilele 6 – 9	Apare în zilele 4 – 5
Epilare	Fără	Moderată începând din ziua 15 sau mai târziu	Moderată sau completă în zilele 11 – 21	Completă înainte de ziua 11	Completă înainte de ziua 10
Perioadă de latență (zile)	21 - 35	18 – 28	8 – 18	7 sau mai puțin	Fără
Răspuns medical	Nu e necesar spitalizarea	Se recomandă spitalizarea	Este necesară spitalizarea	Este necesară spitalizarea de urgență	Doar tratament simptomatic

Tabel XI.

Faza critică a sindromului acut de iradiere

	Gradele de sindrom acut de iradiere și doza pe întreg corpul (Gy)				
	Ușor (1 – 2 Gy)	Moderat (2 – 4 Gy)	Sever (4 – 6 Gy)	Foarte sever (6 – 8 Gy)	Letal a) (peste 8 Gy)
Instalarea simptomelor	> 30 zile	18 – 28 zile	8 – 18 zile	<7 zile	< 3 zile
Limfocite (G/L)	0,8 -1,5	0,5 – 0,8	0,3 – 0,5	0,1 – 0,3	0,0 – 0,1
Trombocite (G/L)	60 – 100 10 – 25%	30 -60 25 – 40%	25 – 35 40 – 80%	15 – 25 60 – 80%	<20 80 – 100% ^a
Manifestări clinice	Astenie Slăbiciune	Febră, infecții, sângerări. Astenie, epilare	Febră înaltă, infecții, sângerare, epilare	Febră înaltă, diaree, vomă, amețală și dezorientare, hipotensiune	Febră înaltă,
Letalitate (%)	0	0 – 50 instalare la 6 – 8 săptămâni	20 – 70 instalare în 4 – 8 săptămâni	50 – 100 instalare în 1 – 2 săptămâni	100 1 – 2 săptămâni
Răspuns medical	Profilactic	Tratament profilactic special începând din ziua 14 – 20	Tratament profilactic special începând din ziua 7 – 10; izolare de la început	Tratament special din prima zi; izolare de la început	Doar simptomatic

a) in cazurile foarte severe, la doze >50 Gy, moartea precede citopenia

Tabel. XII.

Principalele măsuri terapeutice pentru sindromul acut de iradiere în conformitate cu gradul de severitate

Doza pe întreg corpul	1 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	>8
Gradul de severitate	ușor	moderat	sever	Foarte sever	letal
Management medical și tratament	Observarea pacientului pentru maximum o lună în ambulator	Spitalizare			
		Izolare cât mai curând posibil			
		G-CSF sau GM-CSF cât mai curând posibil		IL-3 și GM-CSF	
		Antibiotice cu spectru larg (de la sfârșitul perioadei de latență) Antifungice și preparate antivirale (când e necesar)			
		Transfuzii cu componente de sânge: Trombocite, eritrocite (când e necesar)			
				Hrănire totală parenteral (în prima săptămână) Corectarea metabolismului, detoxifiere (dacă e necesar)	
				Plasmaferzis (săptămâna 2 sau 3) Profilaxia coagulării diseminate intravasculare (săptămâna 2)	
					Transplant de măduvă osoasă HLA identic (prima săptămână)

afectări cutanate severe și în absența unei contaminări interne severe, sau a altor afecțiuni convenționale.

Momentul transplantului este important și toate argumentele sunt în favoarea efectuării rapide, chiar în prima săptămână după expunere. Transplantul în perioada maximă de imunosupresie poate să reducă șansele de respingere a grefei. Aceste circumstanțe subliniază importanța datelor clinice, biologice și dozimetrice în determinarea nivelului de doză și a distribuției sale în organism. În absența unor parametri fizici de dozimetrie fizică și a celor hematologici, folosirea transplantului de măduvă osoasă este nejustificată.

3.3.4 Folosirea factorilor de stimulare hematopoetică

Factorii de stimulare a coloniei de granulocite (GM-CSF) și factorii de stimulare a coloniei de granulocite macrofage (GM-CSF) cresc rata de recuperare hematopoetică la pacienți după expunerea la radiații ionizante și poate evita transplantul de măduvă osoasă când există celule stem încă viabile [38–40].

Interleuchinele (IL-1, IL-3) acționează sinergic cu GM-CSF. În ultima decadă acești factori au arătat că au potențial de a accelera refacerea măduvei osoase după expunere la doze letale. Au fost folosite cu succes pentru victimele din accidente din Goiania, San Salvador, Soreq, Nesvish [3, 4, 37, 41].

3.3.5 Criterii în alegerea tratamentului

Pe baza tabelelor IX-XI recomandările terapeutice sunt

- a) dacă numărul limfocitelor în prima săptămână este sub 0,2 – 0,5 G/L (200-500 celule/ μ L) este posibilă revenirea spontană. Tratamentul presupune izolare, antibiotice, tratament de suport (incluzând și transfuzie de plachete). Se pot folosi și factori de creștere.
- b) Dacă numărul de limfocite în prima săptămână este mai mic de 0,2-0,5 G/L, este posibil ca celulele stem să fie ireversibil afectate. Tratament ca mai sus. Ca metodă de alegere este tratamentul cu factori de stimulare
- c) Dacă numărul limfocitelor în prima săptămână este mai mic de 0,1 G/L se vor lua în considerare tratamentul cu factori de stimulare și transplantul de măduvă osoasă.

Este necesar să se asigure compatibilitatea HLA pentru transplantul de măduvă osoasă alogenic. Acest tratament poate fi recomandat pacienților cu expunerea întregului corp mai mare de 9 Gy [42-43].

4. CONTAMINARE CU RADIONUCLIZI

Contaminarea radioactivă poate fi externă sau internă. Consecințele biologice și pe sănătate depind de următoarele aspecte:

- a) modul de intrare;
- b) modul de distribuție;
- c) locul de depozitare a radionuclizilor în organism;
- d) natura emisiei de radiație a radionuclizilor contaminanți;
- e) nivelul de radioactivitate pe/în corp;
- f) natura fizico-chimică a contaminantului.

Aceste informații sunt esențiale pentru o evaluare adecvată și pentru o apreciere și un management medical al persoanelor contaminate.

4.1. DIAGNOSTIC

În cazul contaminării externe se pot folosi aparate de măsurători fizice, cum ar fi monitoare de contaminare a suprafețelor (detectors Geiger-Muller, etc) (tabel XIII). În plus trebuie recoltate probe de pe suprafața corpului și din orificii, care se măsoară. În cazul unei contaminări interne, care poate să apară prin inhalare, ingestie, răni contaminate sau piele aparent intactă, măsurătorile fizice includ monitorizarea tiroidei, contorizare de corp uman, măsurători cu gamma cameră, analize de sânge și ale excretelor.

Tabelul XIII. Ghid de măsuri protective

Pentru personalul de îngrijire	Trebuie asigurată îmbrăcămintea de protecție pentru toate persoanele implicate, adică halate, bonete, măști, mănuși. Marginile măștii și cele ale mănușilor trebuie fixate. Întreg personalul (paramedicii sau personalul de ambulanță) trebuie supravegheat și se măsoară repetat contaminarea externă, obligatoriu și la ieșirea din serviciu
Amenajarea camerelor	Se va folosi o cameră izolată sau una ce poate fi separată de aria generală de urgență. Trebuie asigurată a circulație corectă a aerului, un sistem special de ventilație. Alte dotări esențiale constau în: containere pentru deșeurile lichide și orice alte materiale contaminate, precum și saci de plastic
Aparate de măsură	În mod obișnuit este suficient un contor Geiger-Muller cu posibilități de detecție beta sau gamma. Deviația pe întreaga scală indică un debit mare al expunerii și s-ar putea să fie necesar un instrument cu cameră de ionizare. Măsurarea se face la 25 de mm, depărtare de corpul persoanei, mișcând detectorul lent, nu mai repede de 50 mm/sec
Dozimetrul individual	Un film-dozimetru sau un dozimetru termoluminescent trebuie să fie minimum asigurat pentru personalul implicat. Expunerea personalului trebuie să fie cât mai mică rațional posibil și, în orice caz se vor respecta limitele de expunere stabilite de către autoritățile competente naționale.

Toate probele colectate trebuie etichetate corect pentru a înregistra momentul recoltării (tabelul XIV).

Tabelul XIV. Supravegherea inițială a contaminării și testele de laborator

Contaminarea externă	Folosiți instrumente de monitorizare a contaminării Folosiți tamponane pentru recoltarea probelor de pe piele, din nări, din canalele auriculare, din răni sau de pe orice alte obiecte contaminate. Fiecare tampon trebuie pus în cutii etichetate pentru a fi măsurate (a)
Contaminarea internă	Folosiți metodele de detecție cum ar fi contorizarea de corp uman, gamma camera, măsurarea încărcării tiroidiene. Radionuclizii se pot afla în sânge sau pot fi excretați prin fecale sau urină. Excretele recoltate se vor pune în containere, iar probele de sânge n eprubete de test pentru ca ulterior să fie măsurate și analizate.

a) fiecare probă trebuie etichetată clar și se vor consemna: numele pacientului, tipul de probă, data și ora recoltării

Pentru diagnosticul unei contaminări trebuie să obținem informații despre momentul de încorporare, natura radionuclidului implicat și distribuția lui pe suprafața organismului sau în organism. În cazul unei simple contaminări cu unul sau mai mulți radionuclizi, inițial nu apar manifestări clinice.

4.2. TRATAMENT

Radionuclidul contaminant trebuie îndepărtat prin spălare, diluare, aplicare de materiale colante pe piele. Trebuie, cu orice cost, prevenirea răspândirii contaminării. Ca regulă generală în decontaminare - împiedicarea, evitarea lezării pielii prin abraziune. Producții care pot înlesni trecerea materialului radioactiv prin piele nu se vor folosi decât după încheierea procedurilor de decontaminare externă.

Verificare îndepărtării contaminării și dacă este necesară aplicarea unui tratament pentru îndepărtarea contaminării reziduale fixate se va face la locul de muncă într-un spațiu medical special destinat. Dacă se descoperă o contaminare radioactivă sunt necesare măsuri speciale pentru a proteja însoțitorii și a diminua răspândirea contaminării la locul accidentului, precum și în timpul transportului pacientului sau în unitatea medicală. (tabelele XIII, XIV).

În caz de contaminare internă cunoscută sau suspectată, se vor începe cât mai curând procedurile de decorporare.

4.2.1. Decontaminarea

În camera de urgență trebuie să se țină seama de considerentul că trebuie prevenită răspândirea contaminării radioactive și să se ofere condițiile corecte de decontaminare (tabelul XV).

Tabelul XV. Proceduri de decontaminare

Materiale	Apă caldută. Săpun sau detergent obișnuit, perii moi, bureți, bucăți de plastic. Bandă adezivă, prosoape, cearceafuri, tablete de iod stabil (sau soluții).
Prioritate procedurală	Scoaterea hainelor și punerea în saci de plastic. Luarea măsurilor de salvare a vieții. Identificarea ariilor contaminate, marcarea lor, acoperirea până începe decontaminarea externe. Se începe decontaminarea rănilor, dacă există și se continuă cu cea mai contaminată arie.
Răni	Se irigă repetat rana cu soluție fiziologică. Uneori se ia în considerare necesitatea debridării chirurgicale. Irigarea blândă a ochilor și a urechilor cu soluție fiziologică.
Contaminarea locală	Se acoperă zonele necontaminate cu bucăți de plastic și se fixează cu bandă adezivă. Se udă aria contaminată, se freacă ușor cu săpun și se șterge. Se repetă aceste manevre și se măsoară modificările de activitate. Un ciclu nu trebuie să dureze mai mult de 2-3 minute. Se interzice frecarea energetică. Aplicarea unei soluții de izotop stabil poate ușura procesul de decontaminare.
Contaminarea excesivă	Se recomandă duș pentru cei care nu au afectări severe. Spălare în cadă specială sau pe targă pentru cei cu afecțiuni severe. Udare, frecare ușoară, ștergere, ciclu care trebuie repetat și urmat de măsurători repetate.
Rezultate așteptate	Nu se mai detectează sau a scăzut activitatea radionuclidului.
Măsuri profilactice	Acoperirea ariilor încă contaminate cu un plastic și fixare cu bandă adezivă. Folosirea mănușilor. Repetați spălarea după o perioadă de odihnă a pielii.

Prima notificare este de mare ajutor în pregătirea primirii unei persoane contaminate. Absorbția radionuclizilor, mai ales a celor sub formă ionică sau în soluție, este foarte rapidă în ariile unde rețeaua capilară este expusă direct. Mucoasa nazală și cea bucală sunt căi de pătrundere a radionuclizilor, de aceea o irigare ușoară a nasului și a gurii cu soluție fiziologică poate reduce nivelul de contaminare și absorbția.

Procedura recomandată pentru contaminarea locală de suprafață este acoperirea ariei necontaminate cu bucăți de plastic, fixare cu bandă adezivă și apoi spălarea ariei afectate cu săpun sau detergent. Apoi, suprafețele trebuie tamponate până la uscare.

Introducerea pacientului în cadă sau dușul complet nu se recomandă ca măsură inițială deoarece adesea conduce la răspândirea contaminării și în zonele curate, necontaminate.

Regiunile în care decontaminarea este mai dificilă sunt unghiile, părul, nările și canalele auriculare.

Tăierea unghiilor ușurează procesul de decontaminare și se poate recurge la tăierea sau raderea părului, atunci când șamponarea nu îndepărtează suficient contaminantul.

Transpirația extremităților, prin acoperire cu mănuși din plastic sau cauciuc, peste noapte, poate fi de ajutor.

Debridarea chirurgicală poate fi necesară pentru a îndepărta materialul fixat în rănilor foarte contaminate.

Este necesară o mare atenție pentru a nu permite manevre excesive în decontaminare. Pacienții suferă rareori, sau niciodată de efecte determinate de contaminare, cu excepția expunerii foarte mari a pielii, așa cum a fost la Cernobîl în 1986 și în accidentul de la Goiania din 1987. Scopul decontaminării este de a preveni dezvoltarea unor efecte negative în stadiile tardive și în același timp de a preveni daunele produse prin efortul de decontaminare și decorporare.

4.2.2 Decorporarea

Procedurile recomandate în tratamentul persoanelor cu contaminare internă acută cu radionuclizi intenționează să reducă doza absorbită și mai mult să scadă riscul de apariție a unor viitoare posibile efecte pe sănătate (tabelul XVI).

Tabelul XVI. Proceduri de decorporare

Principiu	Diluție, blocare, mobilizare și eliminare a contaminantului
Inhalarea	Irigarea nazo-faringiană și a gurii
Ingestia	Administrarea de pentru materialele insolubile, forțarea diurezei prin administrarea de lichide în cazul contaminanților solubili

Aceste scopuri pot fi îndeplinite prin reducerea absorbției, prevenindu-se astfel încorporarea și depunerea în organism, precum și stimularea eliminării sau excreția radionuclizilor absorbiți, care este mult mai eficientă dacă se începe cât mai rapid.

Reducerea absorbției gastro-intestinale se poate realiza prin efectuarea unui lavaj gastric, administrarea de emetice ușoare, purgative, care să accelereze îndepărtarea radionuclizilor, cărbune activ, Albastru de Prussia (pentru Cesium), antiacide cu conținut de aluminiu (pentru stronțiu), sulfat de bariu pentru a absorbi materialul radioactiv.

Procedurile specifice de decorporare se stabilesc cunoscând tipul contaminantului și calea metabolică pe care o urmează. Aceste proceduri includ blocarea, diluția și mobilizarea agenților contaminanți. Pentru iodul radioactiv (care se concentrează mai ales în tiroidă), blocarea glandei cu iod stabil (de exemplu, administrarea de iod stabil) va reduce încărcarea cu iod radioactiv. Eficacitatea acestui tratament este strâns legată de momentul administrării iodului stabil. Administrarea compușilor de iod stabil în doză de blocare a tiroidei la 4 ore după inhalarea iodului radioactiv va duce la o scădere a dozei la nivelul glandei tiroide cu 50%. Administrarea de iod stabil la o zi după inhalarea iodului radioactiv este inefficientă. Doza unică zilnică de iodură de potasiu trebuie administrată cât mai rapid posibil. Dozele depind de vârsta pacientului, după cum urmează: 10-20 mg la copii de 1-10 ani, 50-100 mg la copii de 11-18 ani, 100-300 mg la adulți. Acest tratament poate fi continuat câteva zile, ținând seama de riscul de ingerare a iodului radioactiv din alimentele contaminate, cum ar fi laptele de vacă, frunze și legume sau fructe proaspete [44-47].

În cazul tritiului este necesară administrarea unor cantități mari de lichide (apă, ceai) ca diluant, pe perioada unei săptămâni. În același timp se administrează și diuretice [48].

Agenții de mobilizare sunt compuși care cresc procesul de turn-over natural, conducând la îmbunătățirea eliminării de radionuclizi din țesuturile organismului. Acești agenți sunt mai eficienți dacă sunt administrați cât mai curând după expunere. Unii agenți sunt eficienți și dacă sunt administrați în decurs de câteva săptămâni.

Agenții chelatori, cum ar fi dietiltriaminopentaacetat (DTPA) - în formă de aerosoli pentru a fi inhalați, desferoxamina, etc, pot fi folosiți fie local prin aplicare pe piele sau prin lavaj bronșic. Lavajul bronșic trebuie făcut doar atunci când o mare cantitate de contaminant a fost identificată la nivel bronșic și se va executa doar de specialiști cu experiență.

4. AFECȚIUNI COMBINATE CU EXPUNEREA LA RADIAȚII IONIZANTE

Afecțiunile combinate cu expunerea la radiații ionizante apar atunci când expunerea la radiații ionizante se combină cu alte afecțiuni de tip mecanic, termic sau chimic. Aceste combinații conduc la înrăutățirea prognosticului. Letalitatea crește semnificativ în prezența afecțiunilor combinate cu expunerea la radiații ionizante. Și este de înțeles că în aceste situații diagnosticul, tratamentul și prognosticul sunt mult mai complexe.

Există câteva particularități în diagnosticul afecțiunilor combinate cu expunerea la radiații ionizante. Dificultatea constă în faptul că testele de laborator, indicii hematologici și alte date clinice și de laborator, altfel utile în diagnosticul afecțiunilor produse de expunerea la radiații ionizante, sunt modificate când apar afecțiuni combinate cu expunerea la radiații ionizante. Chiar și datele citogenetice sunt influențate de prezența unor toxice și nu pot fi folosite pentru evaluări precise.

5.1. CLASIFICARE

Pornind de la modul de combinare al efectelor produse de expunerea la radiații ionizante și cele produse de alți factori, afecțiunile combinate cu expunerea la radiații ionizante se clasifică după cum urmează:

- a) Afecțiuni termice combinate cu efectele expunerii la radiații ionizante; apar efectele expunerii externe sau interne la radiații ionizante în combinație cu arsuri termice;
- b) Afecțiuni mecanice combinate cu efectele expunerii la radiații ionizante; apar efectele expunerii externe sau interne la radiații ionizante în combinație cu răni, fracturi sau hemoragii;
- c) Afecțiuni chimice combinate cu efectele expunerii la radiații ionizante; apar efectele expunerii externe sau interne la radiații ionizante în combinație cu arsuri chimice sau intoxicații cu substanțe chimice.

5.2 TRATAMENT

Prima prioritate a îngrijirilor medicale o constituie tratamentul convențional și salvarea vieții pacientului. Tratamentul trebuie individualizat în acord cu natura și gradul afecțiunilor combinate. Deoarece efectele expunerii la radiații ionizante se caracterizează printr-o perioadă de latență, urgența în tratament o reprezintă componenta convențională a afecțiunilor. Sunt apoi necesare eforturi de tratament care privesc afectarea măduvei osoase sau a pielii.

6. SISTEM CONSULTATIV

În cazul apariției unui accident cu expunere la radiații ionizante în care apar afecțiuni specifice se impune ca o necesitate solicitarea consultului și ajutorul unor experți medicali. În cazurile în care nu există experți medicali la nivel național, Organizația Mondială a Sănătății a desemnat câteva Centre Colaboratoare în lume, al căror ajutor poate fi obținut la solicitare. Aceste centre sunt listate mai jos. Se pot obține sfaturi și asistență din partea Agenției Internaționale pentru Energie Atomică și de la sediul central al Organizației Mondiale a Sănătății.

WHO Headquarters

WHO,
CH-1211 Geneva 27, Switzerland
Fax: +41.22.791.0746
Tel: +41.22.791.3763

WHO Collaborating Centres and Liaison Institutions

Argentina	Department of health physics, P.O Box 3268, Buenos Aires Fax: +541.382.5860 or +541.381. 0971 Tel: +541.382.5860
Armenia	Research Centre of Radiation Medicine and Burns 375078 Davidasben, Yerevan Fax: +3742.340.800 Tel: +3742.341.144
Australia	Radiation Protection and Radiation Emergency Yallambia, Victoria 3093 Fax: + 613 9432 1835 Tel: + 613 9433 2211
Brazil	Radiation Protection and Medical Preparedness for Radiological Accidents, Avenida Salvador Allende (v109), Jocoarepogu, CP 37750, CEP 22780, Rio de Janeiro Fax: + 5521 442 2539 or +5521 442 1950 Tel: + 5521 442 1927 or +5521 442 9614
China	Institute of Radiation Medicine 27, Tai Ping Road, 100850 Beijing Fax: + 8610 821 4653 Tel: +8610 821 3044 or +8610 821 4653
France	Centre International de radiopathologie, B.P. 34, Batiment 01, F-92269 Fontenay/aux/Roses Fax: +331 4638 2445 Tel: +331 4554 7266

Germany	Institute for Occupational Health, University of Ulm, Pf. 2060, D-8900 Ulm Fax: +49 731 502 3415 Tel: +49 731 502 3400
India	Bhabha Atomic Research Centre, 400085 Mumbai Fax: +9122 556 0750 Tel: +9122 551 1677
Japan	Radiation Effects Research Foundation, 5-2 Hijiyama Park, Minami-ku, J-732, Hiroshima Fax: +11 8182 263 7279 Tel: +11 8182 261 3131
Russian Federation	State Research Centre – Institute of Biophysics, 46, Zhivopisnaya, 123182 Moscow Fax: +7095 190 3590 Tel: +7095 190 5156
	Central Research Institute of Roentgenology and Radiology Pesochnij 2, 189646 St. Petersburg Fax: +7812 437 8787 Tel: +7812 437 8781
	All-Russian Centre on Ecological Medicine, 17, Botkinskaia, 194175 St. Petersburg Fax: +7812 541 8805 Tel: +7812 248 3419
	Medical radiological centre, 4, Koroliev, 249020 Obninsk Fax: +7095 956 1440 Tel: +7095 956 1439
	Urals Research Centre for Radiation Medicine, Medgorodok, F1B, 454076 Chelyabinsk Fax: +73512 344 321
United Kingdom	National Radiological Protection Board, Chilton, Didcot, Oxfordshire OX11 0RQ Fax: +441 235 822 630 Tel: +441 235 822 612
United States of America	Radiation Emergency assistance, REAC/TS, Oak Ridge, TN 37831 – 0117 Fax: +1 615 576 9522 Tel: +1 615 576 3450

IAEA Headquarters

IAEA,

Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria

Fax: +431 20607

+431 2060 29309 (for emergency service during office hours)

+431 239270 (for 24 h emergency service)

Tel: +431 2060

7. ÎNREGISTRAREA ȘI PĂSTRAREA DATELOR

Înregistrarea detaliată și păstrarea atentă a datelor este esențială nu doar pentru îngrijirea pacientului și supravegherea medicală și dozimetrică, ci și din considerente medicale și legale. Păstrarea datelor este responsabilitatea angajatorului și a autorității guvernamentale.

Este absolut necesară asistență de specialitate a ofițerului responsabil cu radioprotecția de la locul accidentului pentru colectarea datelor, precum și consultarea cu medici și reprezentanți ai autorităților guvernamentale.

Responsabilii cu radioprotecția trebuie să ofere informații privind tipul de accident, sursele și tipurile de radioactivitate, datele dozimetrice cu privire la subiecții afectați și de cele de mediu.

Se sugerează următoarele:

- a) Folosirea unui aparat de fotografiat color (serial, pentru a obține fotografii datate, foarte folositoare ulterior);
- b) Folosirea unei camere video și înregistrarea discuțiilor cu pacientul, a povestirii sale și pentru reconstrucția evenimentului;
- c) Computerizarea tuturor date.

Anexa I prezintă exemple de fișe de înregistrare pentru colectarea datelor. Folosirea atentă a acestor fișe, împreună cu folosirea fișelor tehnice descrise, vor fi de mare folos în stabilirea diagnosticului și tratamentului persoanelor afectate.

REFERINȚE

- [1] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANISATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, WORLD HEALTH ORGANIZATION, International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of radiation Sources, Safety Series No. 115, IAEA, Vienna (1996) 295.
- [2] IL'IN, L.A., Chernobyl – Myth and Reality, Megapolis, Moscow (1995)
- [3] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Goiania, IAEA, Vienna (1988).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in San Salvador, IAEA, Vienna (1990).
- [5] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, Summary Report on the Post-Accident Review Meeting on the Chernobyl Accident, Safety Series No. 75-INSAG-1, IAEA, Vienna (1986).
- [6] INTERNATIONAL NUCLEAR SAFETY ADVISORY GROUP, The Chernobyl Accident: Updating of INSAG-1 – A report by International Nuclear Safety Advisory Group, Safety Series No. 75 -INSAG-7, IAEA, Vienna (1986).
- [7] CROSBIE, W.A., GITTUS, J.H. (Eds), Medical Responses to Effects of ionizing Radiation, Elsevier, London and New York (1989).
- [8] FLIEDNER, T.M., The need for an expanded protocol for the medical examination of radiation-exposed persons, Stem Cells 13 Suppl. 1 (1995) 1-6.
- [9] HUBNER, K.F., FRY, S.A. (Eds), The Medical Basis for Radiation Accident Preparedness, Elsevier, London and New York (1980).
- [10] BARABANOVA, A., OSANOV, D.P., The dependence of skin lesions on the depth-dose distribution from beta-irradiation of people in the Chernobyl Nuclear Power Plant accident, Int. J. Radiat. Biol. 57 (1990).
- [11] ALEKIN, I.A., et al., Experience from application of radioluminescence and electron paramagnetic resonance to dosimetry of accidental irradiation, At. Ehnerg. 53 (1982) 91-95 (in Russian)
- [12] MIOT, E., et al., Quantitative magnetic resonance and isotopic imaging: Early evaluation of radiation injury to the brain, Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. 32 (1995) 121-128.
- [13] JAMMET, H., et al., (Eds), Radiation damage to skin: Fundamental and practical aspects, Br. J. Radiol., Suppl. 11 (1986) 158.
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Biological Dosimetry: Chromosomal Aberration Analysis for Dose Assessment, Technical Reports Series No. 260, IAEA, Vienna (1986).
- [15] KOTELES, G.J., BENKO, I., Thermography in radiation injuries, Thermolog. Osterr. 4 (1994) 55-65.
- [16] NENOT, J.C., Medical and surgical management for localized radiation injuries, Int. J. Radiat. Biol. 57 (1990) 783-795.

- [17] hamilton, c., potte, c., „Hair cortical cell counts as an indicator of radiation dose and sensitivity in humans”, Proc. Int. Congr. On Radiation Research, Wurzburg, 1995 (abstract)
- [18] OLIVIERA, A.R., „Clinical features of internal radiation exposure and main principles of medical handling”, paper presented at Interregional Training Course on Management of Radiological Accidents, Rio de Janeiro, 1995.
- [19] ISHIHARA, T., SASAKI, M.S., Radiation Induced Chromosome Damage in Man, Alan R., Liss, New York (1983).
- [20] LLOYD, D.C., EDWARDS, A.A., MOQUET, J.E., FINNON, P., Doses in radiation accidents investigated by chromosome aberration analysis. XX. Review of cases investigated 1991-1993, Rep. NRPB-R-268, National Radiation Protection Board, Didcot, UK (1994).
- [21] NATARAJAN, A.T., et al., Goiania radiation accident: Results of initial dose estimation and follow-up studies, Prog. Clin. Biol. Res. 372 (1994) 145-154.
- [22] BENDER, M.A., Cytogenetics research in radiation biology, Stem Cells 13 Suppl. 1 (1995) 172-181
- [23] RAMALHO, A., CURADO, M.P., NATARAJAN, A.T., Lifespan of human lymphocytes estimated during a six year cytogenetic follow-up of individuals accidentally exposed in the 1987 radiological accident in Brasil, Mutat. Res. 331 (1995) 47-54.
- [24] DARROUDI, F., NATARAJAN, A.T., „Premature chromosome condensation: A novel method for biological dosimetry”, High Levels of Natural Radiation (Proc. Int. Conf. Ramsar, 1990) (SOHRABI, M., AHMED, J.U., DURRANI, S.A., Eds), IAEA, Vienna (1993) 479-485.
- [25] WELLS, I., SIEBER, V.K., HOPEWELL, J.W., HALL, S.C., Biological dosimetry of non-uniform radiation exposure, CEGB Res. (1989) 17-22.
- [26] FONG, I., et al., Chromosome aberration induced in human lymphocytes after partial body irradiation, Radiat. Res. 144 (1995) 97-101.
- [27] LIVINGSTONE, G.K., FOSTER, A.E., ELSON, H.R., Effects of in vivo exposure to iodine-131 on the frequency and persistence of micronuclei in human lymphocytes, J. Toxicol. Environ. Health 40 (1993) 367-376.
- [28] FENECH, M., The cytokinesis-block micronucleus technique: A detailed description of the methods and its application to genotoxicity in human populations, Mutat. Res. 285 (1993) 35-44.
- [29] KOTELES, G.J., BOJTOR, I., Radiation induced micronucleus frequency alteration in lymphocytes from individuals of urban population, Centr. Eur. J. Occup. Environ. Med. 1 (1995) 187-198.
- [30] SZIRMAI, S., BERCES, J., KOTELES, G.J., Computerized image analysis for determination of micronucleus frequency, Environ. Health Perspect. 101 (1992) 57-60.
- [31] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Medical Handling of Accidentally Exposed Individuals, Safety Series No. 88, IAEA, Vienna (1988).
- [32] GUSKOVA, A.K., BARABANOVA, A., DRUTMAN, R.D., MOISEES, A.A., The manual of Medical Handling of Radiation Accidents, Energoatmizdat, Moscow (1989).
- [33] BROWNE, D., WEISS, J.F., MACVITTIE, T.J., PILLAI, M.V. (Eds), treatment of Radiation Injuries, Plenum Press, New York (1990).
- [34] RICKS, R.C., FRY, S.A., (Eds), The Medical basis for Radiation Accident Preparedness. II. Clinical Experience and follow-up since 1979, Elsevier, London and New York (1990).

- [35] NENOT, J.C., THIERY, D., „Clinical approaches to treatment of radiation-induced haematopoietic injury”, Radiation Toxicology – Bone Marrow and Leukemia (HENDRY, J.H., LORD, B.J., Eds) Taylor and Francis, London (1995) 195-243.
- [36] METTLER, F.A., Jr., KELSEY, C.A., RICKS, R.C., Medical Management of radiation Accidents, CRC Press, Boca Raton, FL (1990).
- [37] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Soreq, IAEA, Vienna (1993).
- [38] GROOPMAR, J.E., Colony-stimulating factors: Present status and future applications, Hematology 26 Suppl. 30 (1988).
- [39] TESTA, N.G., GALE, R.P. (Eds), Hematopoesis: Long term Effects of Chemotherapy and radiation, Marcel Dekker, New York (1988).
- [40] APPLEBAUM, F.R., Clinical use of hematopoietic growth factors, Semin. Hematol 26 Suppl. 7 (1989).
- [41] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident at the Irradiation Facility in Nesvizh, IAEA, Vienna (1996).
- [42] LIESCHKE, G.J., BURGESS, A.W., Granulocyte colony-stimulating factor and granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (Parts I and II), N. Engl. J. Med. 327 (1992) 28-35, 99-106.
- [43] Baranov, A., „Bone marrow transplantation in patients exposed to the Chernobyl accident”, Medical Aspects of the Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant (ROMANENKO, A.E., Ed.) Zdorovya, Kiev (1988) 155-161.
- [44] IL'IN, L.A. (Ed.), Radioiodine as a Radiation Safety Problem, Atomizdat, Moscow (1972).
- [45] TURAI, I., TOIVONEN, M., Radiohygiene of Fission Isotopes of Iodine, Rep. STL-A42, Institute of Radiation Protection, Helsinki (1983).
- [46] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Iodine Prophylaxis Following Nuclear Accidents, WHO Regional Office, Copenhagen (1989).
- [47] WALT, H., LAUSMANN, D., CONRADY, J., SEHER, C., Schutz der Schilddrüse vor radioaktivem Jod, Kalimjodid-Prophylaxe bei nuklearem Unfall, Rep. 386, Staatliches Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz, Berlin (1990).
- [48] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Assessment and Treatment of External and Internal Radionuclide Contamination, IAEA-TECDOC-869, Vienna (1996).

ANEXA I

FORMULAR DE ÎNREGISTRARE A DATELOR ÎN CAZ DE EXPUNERE ACCIDENTALĂ

Formular de informare asupra accidentului (exemplu):
(a fi completat de medic)

- 1) Identificarea persoanei care oferă informațiile
- 2) Numărul și starea de sănătate a pacienților necontaminați
- 3) Numărul și starea de sănătate a pacienților contaminați
- 4) Descrierea și extinderea accidentului
 - a) condițiile de expunere
 - sursa
 - distanța
 - timp
 - doză estimată
 - b) Contaminare (externă)
 - radionuclizii implicați
 - nivel de activitate
 - regiune de corp expusă
 - c) Contaminare internă
 - ingestie
 - inhalare
 - d) Răni contaminate
 - e) Primele măsuri de decontaminare
- 5) Timpul estimat asupra sosirii pacientului în spațiile medicale cu destinație specială

Data

Semnătură

Formular de înregistrare a datelor în caz de expunere accidentală (față și spate)

FORMULAR DE IDENTIFICARE (exemplu) (LA PUNCTUL DE PRIM AJUTOR)

Nume
Departament
Contaminare Da/Nu
Locul contaminării
Afecțiuni Da/Nu
Locul afecțiunii
Supraexpunere Da/Nu
Acțiuni preliminare luate

Tratament

Prim ajutor

Decontaminare

Către: CENTRUL DE DECONTAMINARE A PERSONALULUI/ SPITALUL LOCAL

Notă: Nivelul de contaminare va fi exprimat în dezintegrări pe minut /100 cm.² sau pe arie afectată, dacă aria este mai mică de 100cm.². Trebuie indicate atât contaminarea de tip alfa, cât și cea de tip beta. Dacă contaminarea beta/gamma are nivele înalte ea poate fi redată în mGy/oră, măsurată cu un contor Geiger-Muller cu fereastră deschisă.

Se va estima pe cât posibil contaminarea totală.

Se vor înregistra datele despre nivelul de contaminare inițială a pacientului, precum și cele obținute după aplicarea măsurilor de decontaminare efectuate în centrul medical sau în spital.

Formular de înregistrare a datelor medicale (exemplu)

1. IDENTIFICAREA PACIENTULUI

Nume complet (cu majuscule)

Vârsta

2. IDENTIFICAREA PERSOANEI CE COMPLETEAZĂ FORMULARUL

Nume complet (cu majuscule)

Funcție

Instituția

Data și ora completării formularului

Data

Ora

3. DATA ȘI ORA ACCIDENTULUI

Data expunerii

Timpul presupus

4. CONDIȚIILE DE EXPUNERE

Dacă se cunoaște: - ora începerii expunerii

- ora terminării expunerii

Durata

Poziția pacientului

Tipul de muncă al pacientului

4.1. INFORMAȚII DOZIMETRICE

Pacientul a avut dozimetru individual Da/Nu

Dacă Da – numărul dozimetrului

Dozimetrul a fost recuperat Da/Nu

4.2. PROTECȚIE RESPIRATORIE DA/NU

4.3. CONTAMINAREA HAINELOR DA/NU
(dacă a fost verificată)

5. PRIMELE SIMPTOME

5.1. STATUSUL CLINIC AL PACIENTULUI

(dacă este posibil se vor nota simptomele sau complicațiile, timpul apariției lor, repetarea lor, durata)

Greață ora număr/durată

Vomă ora număr/durată

Răni

Traumatisme

Arsuri

5.2. DATE MEDICALE (SE VA COMPLETA DE CĂTRE MEDIC)

Numele medicului (cu majuscule)

Data examinării

Simptomele/semnele observate (detaliat)

- Astenie Da/Nu
- Cefalee Da/Nu
- Greață Da/Nu
- Vomă Da/Nu Frecvență
- Diaree Da/Nu Frecvență
- temperatura
- puls
- tensiune arterială
- stare de conștiență Normală Anormală
 - agitație
 - delir
 - somnolență
 - comă

- modificări de echilibru Da/Nu
- modificări ale mișcărilor de coordonare Da/Nu
- piele și mucoase
 - edem Da/Nu
 - eritem Da/Nu
- altele

6. TRATAMENT ȘI INVESTIGAȚII

6.1. MĂSURILE LUATE

- Dezbrăcare Da/Nu
- Decontaminare Da/Nu
- Administrare de DTPA Da/Nu
- Dacă Da, calea de administrare: aerosoli, spălare, intravenos
- Administrarea de iod stabil Da/Nu
(Daca Da, doza)

6.2. TESTE DE LABORATOR

Probe de sânge

- Prima proba (dacă e posibil se va recolta în primele 3 ore)
 - Data ora
 - Hemograma
 - Probe pentru examen citogenetic (10 ml.) Da/Nu
 - Probe pentru examinări radiotoxicologice Da/Nu
- A doua probă (dacă e posibil se va recolta la 2 ore după prima probă)
 - Data ora
 - Hemograma
 - Tipare HLA

Probă de urină

- (dacă este posibil pentru măsurători radiotoxicologice) Da/Nu
- este prima urină după accident? Da/Nu

7. TRIMITEREA PACIENTULUI (DACĂ ESTE TRIMIS PENTRU TRATAMENTE ULTERIOARE)

8. CONCLUZII MEDICALE

Data

Semnătură

ANEXA II

DIAGNOSTICUL SI TRATAMENTUL PERSOANELOR EXPUSE LA CS¹³⁷: EXPERIENȚA DIN GOIANIA*

Ca o consecință a accidentului din Goiania 249 de persoane au fost direct afectate de expunerea la radiații ionizante, fie prin expunerea întreg corpului, fie prin expunere parțială, cu doze variind de la mici la severe, și în plus prin contaminarea externă sau internă cu doze semnificative. Dintre cele 249 de persoane, 14 pacienți au prezentat diferite grade de supresie a măduvei hematogene, 8 au prezentat simptomele de sindrom acut de iradiere – sindrom hematologic, iar 4 au suferit afecțiuni locale radioinduse de grad de la 1 la 3 care au necesitat tratament conservativ sau chirurgical. Contaminarea internă datorată ingestiei și/sau absorbției de Cs¹³⁷ a fost tratat eficient prin administrarea de Albastru de Prussia.

II -1. ACCIDENTUL

Accidentul radiologic din Goiania s-a datorat mutării unei surse de Cs¹³⁷ dintr-o clinica abandonată, sursă anterior folosită într-o unitate de radioterapie. Sursa de cesiu, cu o activitate de 50,9 TBq (1375 Ci) se afla sub formă de pulbere compactă într-o capsulă de oțel așezată într-un container. Persoanele care au mănuit capsula au fost expuse la radiații de tip gamma, atenuate de oțelul capsulei. Cei care au mănuit pulberea de cesiu au fost contaminați extern și intern, fiind expuși la câmpuri de radiații ionizante de tip gamma și beta.

Nu s-a putut stabili durata exactă a expunerii deoarece pacienții au fost expuși în mod repetat, perioade variabile de timp, pe diverse căi. Geometria sursă-subiect a fost extrem de variabilă, mulți pacienți fiind contaminați extern datorită contactului direct cu suprafața corpului. O parte din pulberea de cesiu a fost îndepărtată de pe suprafața corpului prin spălare. Expunerea a avut un caracter neomogen și distribuția corporală a leziunilor radioinduse a arătat o frecvență mai mare a localizărilor la nivelul extremităților, mai ales pe palme și degete.

II – 2. RĂSPUNSUL MEDICAL PRECOCE

II – 2.1 Răspunsul medical la locul accidentului

La aproximativ zece ore după ce s-a stabilit severitatea accidentului o echipă medicală specializată din Rio de Janeiro a sosit în Goiania (pe Stadionul Olimpic) și a început examinările preliminare și tratamentul. S-au făcut evaluări clinice și de laborator (hemogramă), s-au aplicat măsuri de decontaminare, acolo unde era necesar, folosind apă caldă și săpun neutru. Echipa medicală a adaptat prompt spațiile spitalului general din Goiania pentru a fi pregătiți pentru primirea pacienților și pentru a împiedica răspândirea contaminării. Zona de protecție a fost împărțită în arie controlată, arie supravegheată și arie curată. Pentru a evalua severitatea stării fiecărui pacient s-a început colectarea datelor clinice, a celor de descriere a accidentului, precum și datele hematologice, precum și monitorizarea suprafețelor corpului pentru a determina prezența contaminării externe și /sau interne.

A fost stabilit că expunerea majorității victimelor a avut un caracter heterogen și fracționat. Pacienții au primit doze semnificative prin expunerea întregului corp sau locală și au avut contaminare internă și/sau externă. A fost clar de la început că marea problemă va fi estimarea dozei, element atât de necesar pentru tratament și prognostic.

*anexa II se bazează pe informații oferite de A.R. Oliveira

II – 2.2. Triajul victimelor

Triajul s-a bazat pe următoarele criterii:

- a) severitatea sindromului hematologic, bazat pe numărul de limfocite și neutrofile periferice;
- b) severitatea afecțiunilor locale radioinduse: intensitatea și precocitatea reacțiilor cutanate, cum ar fi eritemul, veziculele, formarea de bule;
- c) intensitatea contaminării interne și/sau externe, bazat pe istoricul accidentului, monitorizarea suprafețelor și, apoi, pe determinări radiotoxicologice;

Principalul scop al triajului a fost identificarea indivizilor cel mai serios afectați pentru a fi trimiși în unități medicale specializate din Rio de Janeiro. De asemenea, a fost util pentru identificarea acelor victime care necesitau o spitalizare imediată în Spitalul General din Goiania.

II – 3. OBSERVAȚII CLINICE

II – 3.1. Sindromul acut de iradiere

Din cele 20 de persoane spitalizate, cel puțin 14 au prezentat grade diferite de supresie la nivelul măduvei hematogene. La momentul internării în spital pacienții cei mai afectați aveau o stare generală proastă. Dintre pacienți internați, 8 au prezentat manifestări clasice ale fazei prodromale, cum ar fi: anorexie, greață, vomă, diaree, cefalee și febră, cu un aspect acut al simptomelor variind între 2 și 4 ore după expunere. S-au observat și semne locale, cum ar fi hiperemie conjunctivală sau eritem tranzitor.

Perioada critică s-a caracterizat prin fenomene infecțioase și hemoragice. Infecția a apărut la 8 pacienți care au dezvoltat o supresie a măduvei hematogene și a fost cauza de deces în 4 cazuri. Infecțiile cu germeni oportuniști, datorată fungilor, au apărut la 6 pacienți și au afectat mucoasele orală, esofago-faringeală, vaginală. Nu au apărut infecții cu herpes virus sau cu virus citomegalic care să justifice tratamentul preventiv antiviral.

La 4 din cei 8 pacienți cu afecțiuni severe au apărut fenomene hemoragice care au fost cauză de deces în 2 cazuri. Ca manifestări hemoragice majore au fost descrise hematemeza, melena și epistaxisul. La autopsie au apărut multiple arii hemoragice la nivelul mușchilor scheletici precum și în diferite organe.

La un interval de 4-5 săptămâni după expunerea inițială 4 pacienți au murit prin complicații datorate sindromului acut de iradiere. Restul pacienților au recuperat integral modificările produse prin sindromul hematologic.

II -3.2. Afecțiuni locale radioinduse

Simptomele locale au apărut la câteva ore după contactul dintre sursă și suprafața pielii. Cele mai frecvente simptome au fost: durerea, senzația de căldură locală, arsură sau prurit, modificările de sensibilitate. Unii pacienți au raportat simultan și apariția unui eritem tranzitor în regiunile afectate.

După o perioadă de latență, cu durată între câteva zile și câteva săptămâni, s-a raportat un al doilea val de modificări locale, care caracterizează faza critică. În această fază s-au descris dureri puternice și edeme, precedate de eritem secundar, asemănătoare cu arsurile termice. Curând după aceasta au apărut vezicule și bule, pe zonele anterior edemate. Această fază de epitelită buloasă a durat aproximativ două săptămâni. În unele cazuri bulele au fost tensionate și intens dureroase și au impus drenajul pentru a ameliora simptomatologia și pentru a permite mișcarea extremităților.

Rezecția țesuturilor moarte a evidențiat un derm extrem de dureros, cu aspect edematos și cu zone rare de epitelizare. Această fază a fost urmată de un proces de regenerare lent caracterizat prin apariția țesutului de granulație în zonele periferice cu progresie spre centrul leziunii. Acest proces de regenerare necesită câteva luni. În general cicatricea apărută a fost foarte subțire, translucidă și foarte sensibilă la atingere.

Aspectul final al leziunilor a fost marcat de apariția modificărilor retractile. Unii pacienți au primit doze locale atât de mari încât vindecarea nu a fost posibilă. În aceste cazuri dermul a fost acoperit cu un strat relativ subțire de fibrină. La cel puțin 4 pacienți s-a observat un aspect necrotic al leziunilor. Alți 7 pacienți au dezvoltat modificări locale severe, cu arii superficiale de necroză, sau cu zone de necroză profundă, datorate expunerii la radiațiile de tip gamma și beta emise de cesiu, ambele necesitând intervenția chirurgicală. În aceste cazuri s-a consemnat o evoluție favorabilă.

II – 4. MANAGEMENTUL MEDICAL AL AFECȚIUNILOR RADIOINDUSE

II – 4. 1. Sindromul acut de iradiere

Toți cei 20 de pacienți spitalizați au fost supravegheați zilnic în ceea ce privește evoluția clinică și cea hematologică. Unde a fost necesar, o dată la două zile, apoi săptămânal s-au recoltat probe pentru determinări biochimice (în vederea aprecierii funcției hepatice și renale).

Pe baza datelor clinice s-au efectuat în unele cazuri și radiografiile pulmonare, electrocardiograma, examenul fecalelor. Examenul oftalmologic a depistat la cei mai mulți pacienți modificări ale vaselor retiniene. La un pacient în vârstă de 56 de ani examenul oftalmologic efectuat la un an după expunere a evidențiat semne de opacități cristaliniene.

La acei pacienți care au fost de acord cu testarea funcției gonadice (spermograma) a apărut o reducere severă, uneori chiar dispariția celulelor seminale.

Supravegherea medicală a fost continuă. Toți pacienții au fost spitalizați în camere cu unul sau două paturi, în condiții de izolare.

Pentru decontaminarea intestinului s-au folosit trimetoprin și sulfometoxazol, urmate de administrarea de norfloxacin. Pentru infecțiile micotice s-au administrat Ketoconazol, iar pentru infecțiile virale, Acyclovir (mai ales pentru prevenirea activării herpes virusurilor).

Pacienții cu granulocitopenie și febră au fost tratați cu antibiotice. Inițial s-au administrat 2-3 antibiotice, apoi, în acord cu datele clinice și bacteriologice antibioticul s-a administrat conform antibiogramei. Candidoza bucală a fost prevenită prin administrare de Nistatin, iar în cazurile rezistente s-a administrat Amfotericina B. Doi pacienți au fost hrăniți parenteral folosind o cale de acces venoasă. Toate alimentele administrate au fost gătite și s-a interzis consumul de legume proaspete.

Pacienților li s-au administrat transfuzii de sânge integral sau concentrat eritrocitar, cu scopul de a menține hemoglobina în limite rezonabile. S-a recurs la administrarea de masa trombocitară în cazurile în care era necesară menținerea numărului de trombocite peste nivelul de 20G/L, sau ori de câte ori au apărut hemoragii la pacienți cu număr de trombocite sub 60 G/L.

Factorii de creștere hematopetică, GM-CSF s-au folosit în tratamentul a 8 pacienți cu supresie medulară. După administrarea de GM-CSF (în doză de 500 micrograme/m² suprafață corporală, pe zi) 4 pacienți au răspuns favorabil prezentând o regenerare mieloproliferativă, reflectată în sângele periferic printr-o creștere acută a numărului de neutrofile. Unul dintre pacienți a murit prin complicații infecțioase, deși a arătat semne de recuperare la nivelul măduvei hematogene. Ceilalți pacienți care au murit (2 femei și un tânăr) au prezentat o supresie marcată a măduvei hematogene și insuficiență la nivelul mai multor organe. Nu s-au

putut stabili relații între administrarea de GM-CSF și evoluția numărului de trombocite sau a cantității de hemoglobină.

II -4.2. Afecțiuni locale radioinduse

Pentru pacienții cu afecțiuni locale radioinduse s-a recurs la proceduri speciale pentru a determina extinderea leziunilor și pentru a orienta managementul medical. Într-unul din cazuri studiarea prin metode scintigrafice cu Th99 (fixat pe eritrocite) a arătat lipsa de vascularizare în aria afectată (o radionecroză severă localizată la nivelul antebrățului drept). S-a recurs la amputație pentru a micșora consecințele posibile. La un alt pacient aceeași procedură a arătat arii cu o creștere a vascularizării în perioada critică, caracteristică pentru reacția inflamatorie.

Examenul prin tomografie computerizată a arătat un edem și o creștere a volumului la nivelul mușchilor și a țesuturilor adiacente din membrul inferior afectat. Examinarea prin rezonanță magnetică a acestor leziuni a arătat o compromitere a țesutului muscular și un edem perivascular marcat la nivelul arterei femurale. Segmentul de măduvă osoasă afectat direct de expunere a fost compromis arătând modificări de densitate comparativ cu țesuturile neafectate. S-au luat în considerare doar imaginile ce prezentau un proces infiltrativ sau edem la nivelul țesuturilor subcutanate.

Examenul radiologic efectuat pacienților cu afecțiuni locale datorate expunerii locale severe, a arătat osteoporoză. La un pacient s-a identificat o fractură patologică în segmentul distal al falangei, apărută ca efect tardiv radioindus. Acest fragment a fost excizat chirurgical.

Durerea intensă a impus răbdare și dăruire din parte echipei medicale. S-au administrat analgezice locale, analgezice cu acțiune centrală, uneori administrate parenteral. În cazurile cu dureri intense, insuportabile s-au administrat meperidină, clorpromazină și prometazină. La un pacient cu dureri cumplite și care a manifestat tendințe de suicid s-a recurs la anestezie peridurală continuă.

Pentru a reduce uscăciunea pielii, mâinile și degetele au fost introduse într-o soluție de acid boric. La unii pacienți, pentru a evita administrarea excesivă de narcotice, s-a recurs la acoperirea ariilor cu apă și gheață, ceea ce a dus la scăderea durerii. Pe suprafețele afectate s-au aplicat creme și unguente cu proprietăți antiinflamatoare și regenerative. S-au făcut încercări de a crește fluxul sanguin în zonele lezate folosind vasodilatatoare periferice și medicamente cu rol de a îmbunătăți fluxul sanguin prin scăderea vâscozității, cu acțiune la nivel microvascular (ca de exemplu, Pentoxifilina).

În cazul când veziculele și bulele s-au rupt suprafețele restante au fost protejate prin acoperire cu pansamente non-aderente cu neomicină. Deși majoritatea leziunilor au prezentat colonizări bacteriene, nu s-au dezvoltat în timpul spitalizării, decât în foarte rare cazuri, infecții.

Toți pacienții cu ulceratii profunde sau necroze ale mâinilor, picioarelor sau coapselor au fost rezolvați chirurgical. Succesul chirurgical a depins de localizarea și adâncimea leziunii, precum și de viabilitatea și integritatea țesutului asupra căruia s-a aplicat grefa.

În cazurile cu leziuni extinse în adâncime, la nivelul țesutului gras sau a țesutului muscular a fost necesară excizia țesuturilor necrotice și a zonelor infectate până în țesut sănătos cu rețea vasculară bună. Doar după aceasta patul curat al răni s-a putut acoperi cu o grefă de bună calitate. În două cazuri cu leziuni ale palmelor și mâinilor a fost necesară o debridare amplă, până la nivelul mușchilor flexori și a tendoanelor, urmată de acoperire cu grefă de piele recoltată după abdomen.

Tratamentul chirurgical al leziunilor de la nivelul degetelor a constatat în rezecția zonelor lezate urmată de acoperire cu grefă de piele. Într-unul din cazuri a fost necesară o intervenție microchirurgicală pentru a transfera un segment de țesut cu pedicul vascular intact ce a fost anastomozat la vasele degetului. La doi pacienți a fost necesară amputarea degetelor dată fiind

necroza și mumifierea, leziuni ireversibile confirmate clinic și paraclinic. Unui alt pacient, cu afectare severă la nivelul coapsei drepte, la un an după expunere i s-a excizat zona, și apoi a fost acoperită cu o grefă de piele recoltată de pe membrul colateral.

Încercarea de a folosi un dermoexpansor pentru a crește suprafața de piele, care ar fi putut acoperi rănila, nu a fost un succes. Din nefericire, în timpul expansiunii au apărut dehiscente și infecții care au impus întreruperea procedurii.

II – 4.3. Decorporarea

Un număr de 46 de persoane au fost tratate cu Albastru de Prussia în doze variind între 1 și 10 grame. Medicamentul a fost administrat oral, de 2, 3, 6 sau 10 ori pe zi, dependent de doza totală, cu un minim de două ore între administrări. Administrarea de Albastru de Prussia a avut drept scop modificarea căii metabolice a cesiului și eliminarea lui prin fecale a demonstrat ca medicamentul a legat ionii de cesiu din lumenul intestinului gros, întrerupându-se astfel ciclul enteric și prevenindu-se reabsorbția. Folosind Albastru de Prussia s-a redus timpul de înjumătățire al cesiului cu o treime față de valoarea normală, ceea ce este un rezultat considerabil, comparativ cu rezultatele obținute în alte studii.

II – 4.4. Decontaminarea suprafețelor corpului

În primele două zile de spitalizare s-au folosit tehnici convenționale de decontaminare pentru a preveni încorporarea ulterioară a Cs¹³⁷ și pentru a reduce dozele primite de pacienți, dar și pentru a preveni contaminarea secției. Orice contaminare a fost ușor confirmată prin măsurarea spoturilor calde datorate radiațiilor beta și gamma de pe suprafața pielii. Aceste măsurători au fost îngreunate din cauza dozei înalte generată de radiația gamma ca urmare a contaminării interne.

Pentru decontaminarea pacienților s-au folosit următoarele tehnici:

- a) spălarea repetată cu apă călduță și săpun neutru, ceea ce a redus considerabil nivelul de contaminare;
- b) folosirea de soluții de acid acetic care crește solubilitatea cesiului facilitând mobilizarea și îndepărtarea lui;
- c) aplicarea de dioxid de titaniu în lanolină atunci când au existat situații cu nivel crescut de material radioactiv la nivelul palmelor și tălpilelor. Prin acțiunea sa ușor abrazivă oxidul de titaniu (aplicat în mod repetat) a îndepărtat o cantitate considerabilă de cesiu din straturile cutanate;
- d) în cazul contaminării severe a tălpilelor s-au folosit și alte metode mecanice de decontaminare, cum ar fi: răzuirea, perii de nylon cu peri tari, piatra ponce
- e) în sfârșit, când toate posibilitățile au fost epuizate s-au folosit rășini schimbătoare de ioni (pentru a înlocui cesiu cu potasiu). Rășinile au fost plasate în mănuși și în încălțăminte de plastic. Pacientului i s-au pus aceste mănuși și încălțări pentru cel puțin 20 de minute. Ca urmare s-a obținut o îndepărtare a 50% din cesiu rezidual.

II – 5. CONCLUZII

Accidentul din Goiania este considerat cel mai grav accident radiologic descris vreodată și prezintă interes din foarte multe puncte de vedere.

Dificultățile cu care s-au confruntat cei din echipa medicală au la bază, mai ales, întârzierea în recunoașterea și identificarea naturii și severității accidentului.

Faptul că fragmente din sursa de cesiu au fost dispersate de către multe persoane, în multe locuri, face ca o reconstrucție corectă a evenimentului să fie imposibilă.

În ceea ce privește sindromul acut de iradiere s-a adoptat o strategie terapeutică conservativă. Folosirea GM-CSF s-a bazat pe prezumția că există celule stem reziduale și stimularea proliferării și diferențierii lor poate juca un rol important în refacerea mecanismelor de apărare naturală a pacienților expuși.

În ceea ce privește afecțiunile locale radioinduse este evident că tratamentul convențional nu a modificat evoluția clinică în formele severe. Din nefericire extinderea afecțiunilor radioinduse poate fi stabilită cu acuratețe doar la câteva luni după expunere, moment în care se poate alege metoda terapeutică. Medicii au fost confrunțați cu două probleme: extinderea afecțiunii și decizia asupra țesuturilor distruse iremediabil, precum și alegerea momentului optim al intervenției chirurgicale. S-au luat în considerare datele oferite de examinările cu rezonanță magnetică, examinarea tomografică computerizată, scintigrafia vasculară, studiile histochemice și imunocitochemice efectuate pe materialul bioptic, precum și dozimetria topografică (incluzând distribuția în adâncime a dozelor).

Albastru de Prussia s-a dovedit a fi un antidot excelent în cazul contaminării cu cesiu, chiar dacă administrarea se face la câteva zile după contaminare. Doza optimă este de 3 g/zi, administrată la intervale regulate, cum ar fi 1 g (2 capsule) la 8 ore, cu scopul de a menține nivelul gastro-intestinal pe întreaga perioadă a zilei. Medicamentul poate fi folosit pe o perioadă lungă de timp, chiar luni de zile dacă este necesar. Întreruperea tratamentului este indicată când nu se mai detectează cesiu în excrete.

BIBLIOGRAFIE

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The Radiological Accident in Goiania, IAEA, Vienna (1988).

- Medical Handling of Accidentally Exposed Individuals, Safety Series No. 88, IAEA, Vienna (1988).

- Assessment and Treatment of External and Internal Radionuclide Contamination, IAEA-TECDOC-869, Vienna (1996).

OLIVIERA, A.R., „Treatment of infectious complications of the haematopoietic syndrome”, Treatment of Radiation Injuries (BROWNE, D., WEIS, J.F., MACVITTIE, T.J., PLLAI, M.V., Eds), Plenum Press, New York (1990) 95-100.

OLIVIERA, A.R., HUNT, J.G., VALVERDE, N.J.L., BRANDAO-MELLO, C.E., FARINA, R., Medical and related aspects of the Goiania accident: An overview, health Phys. 60 (1991) 17-24.

VALVERDE, N.J.L., CORDEIRO, J.M., OLIVIERA, A.R., BRANDAO-MELLO, C.E., „The acute radiation syndrome in the Cs137 Brazilian accident, 1987”, The Medical Basis for radiation Accident Preparedness. II. Clinical Experience and Follow-up since 1979 (RICKS, R.C., FRY, S.A., Eds) Elsevier, London and New York (1990) 89-107.

**PERSOANE CARE AU CONTRIBUIT LA REALIZAREA SI REVIZUIREA
ACESTUI RAPORT**

Barabanova, A.	Institute of Biophysics, Russian Federation
De-Chang, W.	Institute of Radiation Medicine, China
De Luca, G.	Radiological and Health Protection Division, Italy
Desai, U.	Bhabha Atomic Research Centre, India
Iyer, G.K.	Bhabha Atomic Research Centre, India
Komar, V.E.	Central Research Institute of Roentgenology and Radiology, Russian Federation
Komarov, E.I.	Institute of radiation Hygiene, Russian Federation
Koteles, G.J.	Frederic Joliot-Curie National Research Institute of Radiobiology and Radiohygiene, Hungary
Naude, J.	Radiologische Klinik der Universita Wien, Austria
Nenot, J.C.	Commisariat a l'energie atomique, France
Oliviera, A.R.	Industrias Nucleares do Brasil S.A., Brasil
Petrossian, L.M.	Institute of Biophysics, Russian Federation
Saenger, I.E.	Cincinnati Hospital, United States of America
Souchkevitch, G.	World Health Organization
Szepesi, T.	Radiologische Klinik der Universitat Wien, Austria
Turai, I.	International Atomic Energy Agency
Webb, G.A.M.	International Atomic Energy Agency

**Întrunirea Comitetului Tehnic:
ISTANBUL. TURKEY: 30 MAI—3 IUNIE 1988**

**Întrunirile Grupurilor de Consultanți:
Vienna, Austria: 4—6 Decembrie 1989,**

3—4 Martie 1992, 15—19 Aprilie, 1996