

Presentata alla
Giornata di studio AIPR
Firenze, 1980

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-80/24(P)
7 Maggio 1980

E. Righi: ASPETTI MEDICI DELL'EMERGENZA NUCLEARE: GLI ESAMI
EMATOLOGICI.

E. Righi: ASPETTI MEDICI DELL'EMERGENZA NUCLEARE: GLI ESAMI EMATOLOGICI.

(Presentato alla Giornata di studio sugli aspetti medici dell'emergenza nucleare, organizzata dalla Sezione Medici della AIPR con la collaborazione dell'Associazione Italiana di Radioprotezione Medica e dell'Istituto di Igiene dell'Università di Firenze - Firenze, Istituto di Igiene, 15 aprile 1980).

SOMMARIO

Gli accertamenti ematologici risultano di notevole importanza nell'emergenza nucleare, quando si verificano condizioni per incidenti di criticità o di esposizione accidentale a sorgenti esterne di vario tipo con irradiazione acuta al corpo intero.

Lo studio della forma ematologica della sindrome acuta da radiazioni nel caso considerato è particolarmente utile nella fase precoce e consente valutazioni diagnostiche e prognostiche in base a stime di dosimetria biologica.

In particolare ad ogni categoria prognostica viene a coincidere, con buona approssimazione clinica, un caratteristico quadro ematologico.

Inoltre, la conoscenza dei vari aspetti etiopatogenetici, fisiopatologici e clinici della sindrome ematologica nell'emergenza nucleare risulta indispensabile per individuare operativamente i criteri di intervento diagnostico e per poter predisporre per tempo le relative facilities tecniche e organizzative.

Un chiaro programma di interventi, una intesa di cooperazione opportunamente validata, una specifica competenza radioprotezionistica risultano essere requisiti necessari per assicurare, in caso di emergenza nucleare, un adeguato iter diagnostico, in particolare ematologico, evitando carenze o eccessi non giustificati.

SUMMARY

We show the importance of hematological examinations in the nuclear emergency, when the conditions for criticality accidents or for whole body acute accidental irradiation from external sources are met.

The study of the hematological form of the acute radiation syndrome is very useful in the immediate phase because it allows a biological dosimetry to help in diagnostic and prognostic evaluations.

In particular there is a satisfying relationship between the hematological picture and the category of prognosis.

Moreover, the knowledge of the etiopathogenetical, physiopathological and clinical aspects of hemopoietic syndrome in the nuclear emergency is needed for the choice of the operational criteria of diagnostic intervention and for the timely set up of the technical and organizative facilities.

For assuring a fair diagnostic set up in a nuclear emergency, without any lack or unjustified excess, one has to foresee a clear intervention program, a checked cooperation amongst the different participants to the program and a specific radioprotection competence.

1. INTRODUZIONE

L'importanza della diagnostica ematologica in radioprotezione è connessa alla condizione, peraltro ben nota, di notevole radiosensibilità del tessuto emopoietico che per tale requisito biologico rientra a buon diritto nel novero dei cosiddetti "organi critici".

La vulnerabilità del tessuto emopoietico alle radiazioni ionizzanti, in particolare nell'irradiazione acuta, modalità lesiva caratteristica dell'emergenza nucleare, può essere ricondotta ad alcuni fattori essenziali, e precisamente:

- a) distribuzione geometrica di tipo ubiquitario del midollo osseo emopoietico (cranio, vertebre, costole, cresta iliaca, epifisi delle ossa lunghe, scapole) e del tessuto linfopoietico (linfonodi, milza, timo, tonsille, placche di Peyer);
- b) caratteristiche replicative, mitotiche del tessuto emopoietico quale sistema a rinnovamento continuo in equilibrio dinamico costante;
- c) strutturazione funzionale di tipo compartimentale del midollo osseo emopoietico a radiosensibilità differenziata e con caratteristici tempi di permanenza nei vari comportamenti degli specifici stipti cellulari;
- d) contemporanea presenza in ogni punto del midollo osseo delle fondamentali linee cellulari (eritropoietica, granulopoietica, piastrinopoietica).

Le modalità di irradiazione di maggiore rilevanza nel determinismo di un danno ematologico nell'emergenza nucleare sono fondamentalmente le seguenti:

- a) radiazioni penetranti (neutroni, radiazione gamma, raggi X duri, particelle accelerate), cioè tali da raggiungere le strutture emopoietiche (radiazioni non penetranti quali le radiazioni β e i raggi X molli provocheranno prevalentemente un danno di superficie, cioè cutaneo);
- b) distribuzione temporale della dose a carattere "acuto", cioè dose assorbita in tempi brevi (pochi minuti, qualche ora, qualche giorno);
- c) distribuzione spaziale della dose "whole body", cioè al corpo intero o a larga parte di esso (nel caso di una irradiazione localizzata il quadro ematologico verrà influenzato dalla compensazione riparativa del tessuto emopoietico risparmiato dalle radiazioni ionizzanti).

La risultante di tutti i fattori considerati sarà un effetto graduato, caratterizzato cioè da un rapporto di proporzionalità fra la dose e l'entità dell'effetto stesso con un valore minimo, detto dose soglia, al di sotto del quale l'effetto non si manifesta.

Questa correlazione è alla base della dosimetria biologica, quale sistema di "monitoraggio cellulare".

La forma ematologica della sindrome acuta da radiazioni è stata sinora quella di maggior osservazione in caso di incidente nucleare.

La forma gastrointestinale e quella neurologica sono state osservate soltanto in alcuni casi.

Come riferimento dosimetrico è possibile stabilire che la dose di 100 rad può essere considerata come soglia

della sindrome ematologica, la quale si evidenzia in forma conclamata per dosi da 200 a 800 rad.

Da 500 rad ed oltre viene ad aggiungersi la sindrome gastrointestinale (soprattutto pur "denudazione" del rivestimento epiteliale); alcune migliaia di rad determineranno la sindrome neurologica.

Per l'uomo sembra che la DL 50/60 possa collocarsi in un range di 300-500 rad; la DL 100/60 intorno a 600 rad ed oltre.

La sindrome ematologica, consentendo peraltro una dosimetria biologica almeno in senso orientativo, ma estremamente utile soprattutto in fase precoce, assume particolare importanza sia per gli aspetti diagnostici che per quelli prognostici.

La dosimetria biologica assume livelli di notevole accuratezza e precisione attraverso lo studio delle aberrazioni cromosomiche dei linfociti coltivati in vitro.

Il tema degli esami cromosomici sarà trattato da altro Relatore.

Qui si vuole soltanto ricordare che la soglia degli esami citogenetici può essere portata fino a 5-10 rad nelle condizioni di esposizione considerate.

Per contro, il tempo di esecuzione di questa indagine ha un limite "critico" di 48 ore, ritenuto ottimale per la fissazione delle cellule.

E' ormai consuetudine distinguere in senso diagnostico-prognostico alcune forme di irradiazione acuta alle quali corrisponde, con buona approssimazione clinica, un quadro ematologico caratteristico.

Le categorie considerate sono le seguenti:

- a) da 500 a 600 rad ed oltre "sopravvivenza virtualmente impossibile" anche adottando la migliore assistenza medica;
- b) da 200 a 450 rad "sopravvivenza possibile", se viene adottata una assistenza medica appropriata;
- c) da 100 a 200 rad "sopravvivenza probabile";
- d) per dosi inferiori a 100 rad "sopravvivenza virtualmente certa".

2. CATEGORIE PROGNOSTICHE E QUADRI EMATOLOGICI DI BASE.

A scopo paradigmatico viene descritta la sindrome ematologica che caratterizza la categoria di irradiazione "a sopravvivenza possibile", in quanto tale condizione esprime meglio l'insorgenza e l'andamento del danno ematologico indotto, con le modalità di esposizione citate, nella particolare circostanza dell'emergenza nucleare ed è correlata in senso prognostico alla adeguatezza delle misure terapeutiche.

Con criteri differenziali saranno poi precisati i quadri ematologici delle irradiazioni di minore e di maggiore gravità.

I dati utilizzati sono desunti dagli accertamenti ematologici effettuati nei più importanti incidenti nucleari.

Gli incidenti più gravi sinora avvenuti sono stati provocati da escursioni improvvise e incontrollate di criticità riguardanti assemblaggi critici, reattori subcritici, reattori di potenza, impianti per la produzione e il trattamento dei materiali fissili, nonché per esposizione a radiazioni provenienti da acceleratori, da impianti radar, da sorgenti sigillate (talvolta ignorate) ovvero da rilascio accidentale di radionuclidi.

Per quanto riguarda l'irradiazione interna, è alquanto improbabile che in occasione di una emergenza nucleare, soprattutto per quanto riguarda la popolazione, i radionuclidi siano inalati o ingeriti in quantità tali da causare una sindrome acuta da radiazioni.

E' più verosimile che, qualora insorgano in caso di contaminazione interna manifestazioni riferibili ad una sindrome acuta, questa sia causata in realtà da una concomitante irradiazione esterna al corpo intero da radiazioni penetranti.

L'incidente che ha coinvolto gli abitanti delle isole Marshall e i pescatori giapponesi del "Dragone fortunato"

Le piastrine e i reticolociti mostrano frequentemente una transitoria fase di recupero in eccesso.

Nella categoria di irradiazione più grave, cioè quella "a sopravvivenza impossibile", il quadro ematologico è caratterizzato da:

- a) marcata ipergranulocitosi iniziale (valori in genere superiori a $20.000/mm^3$);
- b) improvvisa e rapida caduta dei granulociti tra il 4° e 5° giorno (valori inferiori a $1000/mm^3$);
- c) progressiva caduta e scomparsa delle piastrine entro 10 giorni;
- d) precipitosa caduta dei linfociti vicino allo zero entro 6-12 ore;
- e) assenza di segni di ripresa abortiva.

Nella categoria di irradiazione "a sopravvivenza probabile", i granulociti non presentano una marcata risalita iniziale e diminuiscono lentamente fino al 40° giorno circa, senza raggiungere in genere i valori ritenuti pericolosi per l'insorgenza di infezioni.

Anche le piastrine scendono lentamente fino al 30° giorno senza andare al di sotto del numero critico per l'insorgenza di emorragie.

I linfociti tendono a diminuire nella maggioranza dei casi, o conservano valori pressochè normali in altri casi, presumibilmente in funzione del grado di disomogeneità della dose.

Nella categoria "a sopravvivenza virtualmente certa" il quadro ematologico è ancora più attenuato e in tale contesto clinico è individuabile una dose soglia, corrispondente a 25 rad, per la comparsa di effetti ematologici apprezzabili.

A partire da questo livello di dose è possibile evidenziare una diminuzione dei linfociti.

Per contro è possibile ritenere che se il numero dei linfociti resta invariato per 24 ore dopo l'irradiazione, la dose è molto probabilmente inferiore ai 25 rad.

Nella Tabella I, elaborata da Dolphin, vengono riportati i decrementi delle principali linee cellulari in funzione della dose.

TABELLA I

Variazioni nel sangue periferico in seguito a irradiazione al corpo umano.

	Intervallo di dose (rad)			
	0-100	100-200	200-500	500
LINFOCITI valore minimo tempo (giorni) note	70% 3	50% 2	20% 1	0% $\frac{1}{2}$ caduta rapida
NEUTROFILI valore minimo tempo (giorni) note	70% 40	50% 40	20% 25 ripresa abortiva	0 10
PIASTRINE valore minimo tempo (giorni) note	70% 30	50% 30	10% 25 emorragie	0 15

(da Dolphin, 1969)

3. RICHIAMI DI FISIOPATOLOGIA EMATOLOGICA

Alcuni richiami di fisiopatologia ematologica possono essere interessanti per individuare i meccanismi fondamentali che sono alla base dei quadri descritti.

Un blocco completo delle attività emopoietiche, come può avvenire per una dose di 1000 rad al corpo intero, si eserciterà attraverso la totale inibizione mitotica delle cellule dei compartimenti staminali e proliferativi del midollo osseo e delle cellule del tessuto linfopoietico, in funzione della loro radiosensibilità quali cellule intermitotiche (vegetative e in differenziazione).

Le cellule del compartimento maturativo, che in questa fase perdono la loro capacità replicativa, presentano una scarsa radiosensibilità.

Una notevole radioresistenza caratterizza gli elementi del compartimento funzionale o circolante (granulociti segmentati, eritrociti, reticolociti, piastrine) che mostrano segni di danno per dosi di alcune migliaia di R.

Fanno eccezione però i linfociti, notevolmente radiosensibili anche nel sangue periferico.

Sulla base di tali presupposti e tentando di semplificare un fenomeno indubbiamente complesso è possibile interpretare nelle linee generali l'andamento della sindrome ematologica nelle varie forme descritte.

Il mantenimento dei valori leucocitari nei primi 4 giorni dall'esposizione ai livelli normali o superiori alla norma è connesso al tempo di transito (appunto di circa 4 giorni) degli elementi granulocitari nel compartimento maturativo la cui cellula capofila è rappresentata dal metamielocita.

A questo periodo di deplezione va aggiunta la cosiddetta vita media (o meglio il tempo di circolo) degli elementi granulocitari che è intorno alle 6-8 ore.

Successivamente si avvia il decremento di questa serie cellulare la cui entità e rapidità sarà in rapporto al blocco più o meno completo del compartimento staminale e proliferativo.

L'iniziale ipergranulocitosi è interpretabile come leucocitosi da distribuzione e non da produzione.

L'elevata radiosensibilità del tessuto linfopoietico e dei linfociti circolanti spiega la precoce e talvolta spiccata linfopenia.

La relativa radioresistenza dei megacariociti e la vita media delle piastrine di 8-10 giorni rendono ragione della comparsa della trombocitopenia in una fase più tardiva.

La riduzione numerica degli eritrociti si instaura tardivamente ed è, in genere, di entità limitata a motivo soprattutto della lunga vita media di questi elementi, pari a 120 giorni.

Anche in caso di blocco completo dell'eritropoiesi, soltanto una quota di 1/120, cioè 0,8% di eritrociti, verrebbe distrutta ogni giorno e di conseguenza in 30 giorni l'ematocrito diminuirebbe di circa il 30%. A partire da questo periodo nei casi meno gravi l'eritropoiesi inizia lo stadio di recupero simultaneamente alla granulopoiesi.

I reticolociti, la cui quota media normale è intorno allo 0,8%, cioè pari al decremento eritrocitario giornaliero, a causa della breve durata della fase reticolocitaria (circa 2 giorni) e della gravità dell'eritroblastopenia presente nelle forme più gravi, subiscono un rapido ed intenso decremento.

Da notare anche che la ripresa abortiva dei granulociti e dei reticolociti, nonché le "spalle" presenti nel primo tratto della curva piastrinica, rappresentano nelle forme "a sopravvivenza possibile" segni prognostici favorevoli in quanto indicativi di una residua capacità riparativa dei precursori.

4. ALTRE INDAGINI.

E' possibile disporre sul piano diagnostico anche di altre manifestazioni ematologiche che, pur indicative della sofferenza organica indotta dalle radiazioni ionizzanti, non consentono di stabilire un rapporto utile ai fini

della dosimetria biologica.

A tale riguardo merita ricordare:

- l'aumento dei linfociti binucleati (nel normale 1-4/10.000 linfociti);
- la mieleemia, cioè la presenza nel sangue periferico di mielociti (dal promielocito al metamielocito);
- alterazioni biochimiche a carico della glicemia, degli elettroliti plasmatici, delle sieroproteine, ecc..

E' inoltre interessante la determinazione nelle urine di metaboliti ritenuti indicatori di irradiazione quali l'acido β aminoisobutirrico (BAIBA), la deossicitidina, la taurina, la pseudouridina, ecc.

L'esame biotico del midollo osseo può fornire indicazioni diagnostiche di notevole interesse, particolarmente utili nel primo stadio della sindrome ematologica, qualora insorgano difficoltà nella selezione dei casi.

Le alterazioni attese per dosi significative riguardano in primo luogo la riduzione della cellularità con iniziale ed evidente eritroblastopenia seguita dopo qualche ora da granuloblastopenia.

Il rapporto leuco-eritroblastico subirà distorsioni in funzione di queste alterazioni.

Anche l'indice mitotico può presentare decrementi notevoli, con un più precoce interessamento della serie eritroblastica su quella granuloblastica.

Le cellule possono mostrare alterazioni morfologiche sia a carico degli elementi direttamente colpiti dalle radiazioni ionizzanti, sia a carico delle cellule figlie in conseguenza di mitosi abnormi (mitotically connected abnormalities, m.c.a.).

Nel primo caso le alterazioni consistono essenzialmente in picnosi, carioressi e cariolisi; la latenza è breve (prime 12 ore); la dose deve ritenersi molto elevata.

Nel secondo caso è possibile osservare cellule giganti, cariomeri, cellule binucleate, ponti cromatinici, ecc.; la latenza è in rapporto al ciclo replicativo (di circa 24 ore per gli eritroblasti, di circa 48 ore per i granuloblasti); la dose deve ritenersi non molto elevata.

Può risultare utile precisare le caratteristiche essenziali del quadro midollare evidenziabili nei primi 4 giorni nelle singole categorie prognostiche in precedenza indicate:

- a) sopravvivenza impossibile : rapida insorgenza dell'aplasia; notevole incidenza di picnosi e carioressi; scarse m.c.a.;
- b) sopravvivenza possibile : notevole incidenza di m.c.a.; scarse picnosi e carioressi; ipocellularità più evidente a carico degli eritroblasti;
- c) sopravvivenza probabile : modesta incidenza di m.c.a.

Dopo un progressivo instaurarsi dell'aplasia, nei casi più favorevoli dal 21° al 35° giorno dall'irradiazione il quadro midollare presenta segni di rigenerazione focale, dal 36° al 45° giorno la rigenerazione è generalizzata.

5. CRITERI DI INTERVENTO DIAGNOSTICO.

La conoscenza dei fenomeni che caratterizzano la sindrome ematologica nell'emergenza nucleare, nei vari aspetti etiopatogenetici, fisiopatologici, clinici e prognostici, appare dunque indispensabile per individuare i necessari criteri di intervento diagnostico e per poter predisporre le relative facilities tecniche e organizzative.

Da sottolineare che nel caso considerato generalmente l'urgenza è diagnostica e prognostica, quasi mai terapeutica, salvo la coesistenza di danni da trauma, da ustioni, da intossicazione, come pure di contaminazione radioattiva. Nella selezione dei casi i riferimenti di maggiore importanza provengono dai seguenti settori di indagine:

- a) quadro clinico, soprattutto per quanto riguarda l'insorgenza di sintomi iniziali quali nausea, vomito e

diarrea; la brevità della latenza, l'intensità e la persistenza dei sintomi sono indicativi della gravità della prognosi; qualora i sintomi non dovessero insorgere entro le prime 5-6 ore dall'esposizione è poco probabile una loro comparsa successiva; è inoltre importante differenziare tali sintomi da quelli di origine emotiva;

- b) dosimetria fisica, con la precisazione che le scelte mediche devono essere basate principalmente sulla valutazione clinica dell'entità del danno, anche se questa non viene a coincidere, soprattutto nella prima fase dopo l'incidente, con la stima fisica della dose; da considerare a tale riguardo che proprio in questa fase possono verificarsi con maggiore facilità errori di stima dosimetrica, in particolare a motivo della fretta, oppure ritardi nelle conclusioni per difficoltà intrinseche alle misure;
- c) accertamenti ematologici ed altre analisi di laboratorio.

Dal complesso di queste indagini deve derivare in tempi ragionevolmente brevi una indicazione almeno attendibile sulla dose ricevuta dal soggetto e quindi l'assegnazione ad una delle categorie prognostiche già definite.

Una dose di 100 rad ed oltre comporta, cautelativamente o di necessità, il ricovero in ospedale o presso un Istituto specializzato; per dosi inferiori è prevedibile una sorveglianza medica ambulatoriale.

Per quanto riguarda in particolare gli accertamenti ematologici è necessario predisporre in anticipo e validare operativamente un programma di prelievi e di analisi ben definito nei tempi e nelle modalità.

In base alle indicazioni contenute nella pubblicazione ICRP 28 è prevista la seguente "check-list ematologica":

Tempo dopo l'esposizione

0 - 6 ore	Prelievo del sangue per un immediato conteggio e per le analisi biochimiche. Prelievo del sangue per le analisi cromosomiche. Raccolta e conservazione di campioni di urine.
6 - 71 ore	Se la dose è superiore a 100 rad trasferire il soggetto presso un Ospedale specializzato. Se la dose è inferiore a 100 rad effettuare la sorveglianza medica ambulatoriale. Raccolta giornaliera di campioni di urine. Prelievo del sangue (tre volte nelle prime 24 ore ed una volta al giorno successivamente) per analisi ematologiche, biochimiche e cromosomiche.
dopo le 72 ore ed oltre	Continuare, se necessario, i prelievi giornalieri del sangue per i conteggi e ripetere le analisi biochimiche. Raccogliere campioni di urine per un confronto con i dati biochimici.

Questo programma, di larga massima, può essere utilmente integrato da annotazioni tecniche e da esemplificazioni operative.

L'esame emocromocitometrico completo, effettuato immediatamente dopo l'incidente, rappresenta il riferimento fondamentale per gli esami successivi.

Inoltre, di notevole importanza per i necessari confronti sono gli esami ematologici effettuati nel corso della sorveglianza medica periodica.

Nelle prime 24 ore il prelievo del sangue per l'esame emocromocitometrico va ripetuto almeno altre due volte. Il prelievo potrà essere effettuato ogni 3 ore se si vuole costruire meglio l'eventuale picco granulocitario che si evidenzia nel corso delle prime 24-36 ore.

Inoltre, in questa fase è necessario provvedere ai prelievi per le analisi cromosomiche e per le analisi biochimiche.

Se il quadro clinico è asintomatico e gli accertamenti ematologici alla 24^a ora risultano normali, il soggetto può essere avviato alla sorveglianza medica ambulatoriale.

Se sono presenti disturbi gastrointestinali ed entro la 24^a ora il soggetto presenta alterazioni ematologiche significative (linfopenia) è necessario provvedere al suo ricovero in Ospedale.

Se invece alla 48^a ora il quadro clinico diviene asintomatico e i risultati degli accertamenti ematologici persistono normali, il soggetto può essere controllato ambulatoriamente.

Nel corso della sorveglianza medica ambulatoriale, della durata di 4 settimane, i conteggi ematologici possono essere effettuati giornalmente per una settimana (con prelievi alla stessa ora), e successivamente una volta alla settimana.

In caso di irradiazione neutronica è necessario effettuare un prelievo di sangue per la misura della attivazione indotta attraverso la misura del Na 24.

Può risultare utile richiamare alcuni accorgimenti tecnici riguardanti i prelievi del sangue per i vari esami sopra indicati.

Per gli esami ematologici (conteggio eritrocitario, leucocitario, piastrinico, formula, ematocrito) il sangue, nella quantità di 2-5 ml, è reso incoagulabile mediante E.D.T.A. secco (1-2 mg/ml di sangue).

Per gli esami citogenetici il sangue, nella quantità di 10 ml, è reso incoagulabile mediante eparina (2,5 mg/10 ml di sangue). Anche per gli esami biochimici il sangue, nella quantità di 5 ml, è reso incoagulabile mediante eparina (da evitare l'E.D.T.A. in quanto, introducendo ioni minerali, disturba la determinazione degli elettroliti).

Le urine vanno raccolte in campioni separati per ogni minzione. Tutti i campioni devono essere contrassegnati con le generalità del soggetto e con la data e l'ora del prelievo.

La sede più adatta per l'effettuazione degli accertamenti preliminari, compresi quelli ematologici, risulta essere il servizio medico dell'impianto presso il quale si è verificata l'emergenza.

Di conseguenza il servizio medico deve disporre delle necessarie apparecchiature per affrontare le descritte esigenze diagnostiche, apparecchiature che in gran parte coincidono con quelle abitualmente utilizzate per la sorveglianza medica di routine.

A titolo indicativo si riportano le apparecchiature di laboratorio in uso presso i Servizi di medicina del lavoro del CNEN nell'area di Roma:

- 1) microscopi binoculari;
- 2) apparecchio per il conteggio elettronico delle cellule;
- 3) apparecchio per la colorazione automatica degli strisci;
- 4) micromatocrito;
- 5) citocentrifuga;
- 6) tromboelastografo;
- 7) kits con reattivi predosati per chimica clinica con colorimetro e blocco scaldante;
- 8) apparecchiature per elettroforesi.

In alternativa è possibile stabilire rapporti di cooperazione con Ospedali o Istituti clinici vicini, con l'accortezza che la convenzione sia non soltanto amministrativa, ma soprattutto operativa con periodici ed assidui riscontri.

Soltanto presso alcuni Ospedali è in funzione per tutto l'arco delle 24 ore il "Laboratorio d'urgenza", che risulta essere la destinazione naturale, nell'alternativa considerata, degli accertamenti diagnostici previsti in caso di sovraesposizione certa o sospetta.

Tali accertamenti dovrebbero essere compresi tra gli "emergency tests" predisposti dall'Organizzazione ospedaliera, quale canale operativo privilegiato, per le esigenze diagnostiche e terapeutiche d'urgenza.

Va inoltre ipotizzato un sovraccarico diagnostico promosso più che da criteri "freddi" di radioprotezione, da motivazioni di ordine "biopolitico".

In tal caso sarà veramente indispensabile poter contare su metodiche diagnostiche automatizzate.

6. CONCLUSIONI.

Per concludere, va sottolineata l'importanza degli accertamenti ematologici soprattutto nella fase che segue immediatamente l'emergenza nucleare, durante la quale vanno fatte scelte diagnostiche e prognostiche di notevole rilevanza e in tempi brevi.

L'adeguatezza degli interventi diagnostici è strettamente correlata ad una organizzazione ben pianificata e rigorosa che nulla lasci alla improvvisazione o al degrado delle strutture predisposte.

E' parimenti da evitare un eccessivo, quanto irrazionale rituale di indagini, tale da creare deprecabili incongruenze ed inutili stress da "furor diagnosticus".

NOTE BIBLIOGRAFICHE

- (1) G.A. Andrews et al., Possibilities for improved treatment of persons exposed in radiation accidents, in Proc. of a Symposium on the Handling of Radiation Accidents (IAEA, Vienna 1969), p. 119.
- (2) W.P. Bond, Th.M. Fliedner, J.O. Archambeau, Mammalian Radiation Lethality, (Academic Press, 1965).
- (3) G.W. Dolphin, Biological Dosimetry with particular reference to chromosome aberration analysis (a review of methods), in Proc. of a Symposium on the Handling of Radiation Accidents (IAEA, Vienna 1969), p. 215.
- (4) Th. M. Fliedner, The consequences of the radiosensitivity of hemopoiesis for the evaluation of radiation injury, in Proc. of the Intern. Symposium on Accidental Irradiation at Place of Work, Nice (France), 1966, (EURATOM, 1967), p. 105.
- (5) Th. M. Fliedner, Clinical recommendations, in Manual on radiation haematology (IAEA, Vienna, 1971), p. 333.
- (6) IAEA Safety Series n. 47, Manual on Early Medical Treatment of Possible Radiation Injury (IAEA, Vienna 1978).
- (7) ICRP Publication 28, The Principles and General Procedures for Handling Emergency and Accidental Exposures of Workers (adopted by the Commission in June 1977) (Pergamon Press, 1978).
- (8) H. Jammet, R. Le Go, J. Lafuma, Accidents radiologiques. Conduite à tenir en cas d'irradiation externe accidentelle ou de contamination radioactive accidentelle, Département de la Protection Sanitaire, Commissariat à l'Energie Atomique, Note CEA-N-1365 (1970).
- (9) E. Righi, Apetti clinici e correlazioni dosimetriche nella radiopatologia professionale, in Radioprotezione (Aurora, Pavia, 1977), vol. 2°, p. 265.
- (10) L. Robba et al., Consuntivo di 6 anni di attività (1972-1977) della sezione per "esami urgenti" presso il Laboratorio di Analisi Chimico-cliniche e Microbiologia degli Ospedali Riuniti di Bergamo, LAB 6, 587 (1979).
- (11) Ph. Rubin and G.W. Casarett, Hematopoietic tissues and blood, in Clinical radiation pathology (W.B. Saunders Company, 1968) vol. 2°, p. 778.