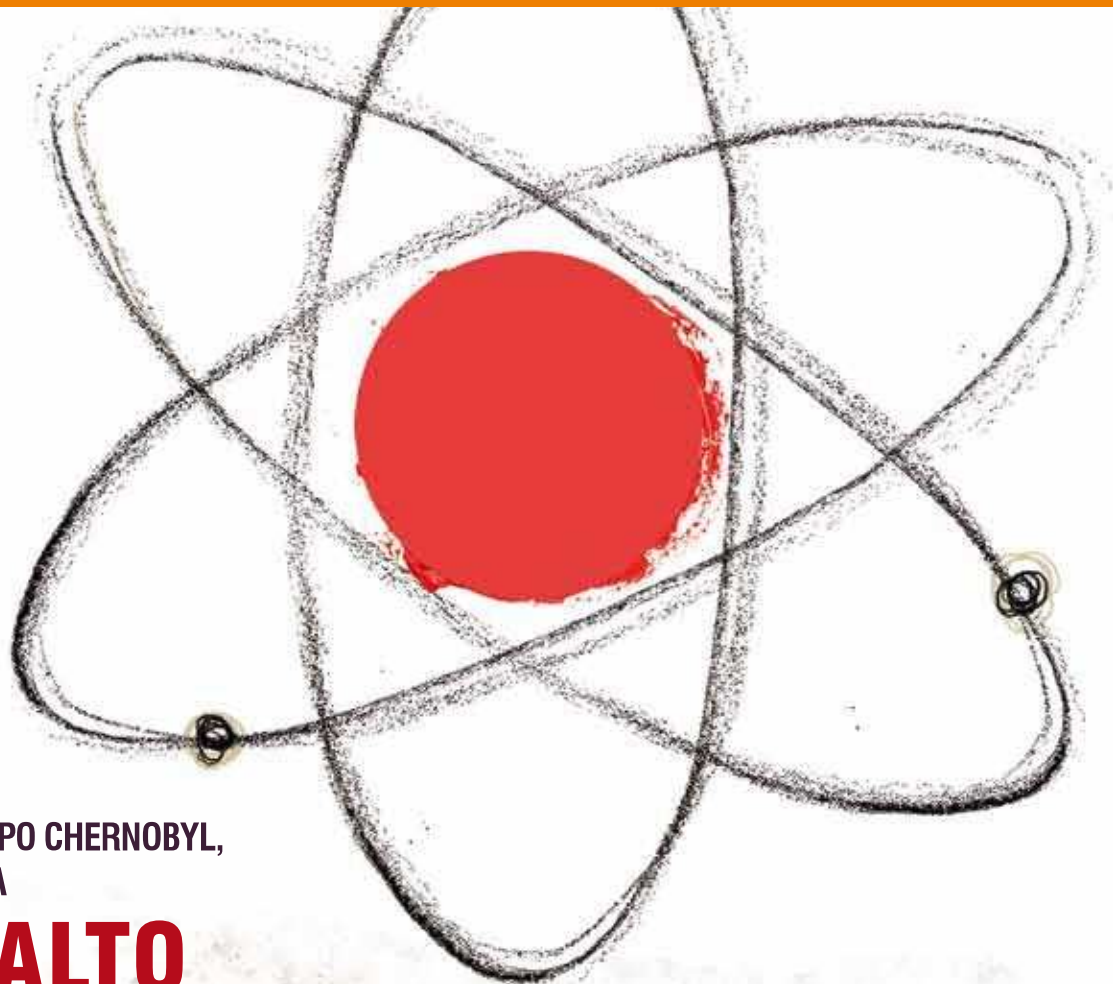


rivista della società italiana di psico - neuro - endocrino - immunologia diretta da Francesco Bottaccioli

PNEI NEWS

I NUOVI SAPERI DELLA SCIENZA E DELLA SALUTE



25 ANNI DOPO CHERNOBYL,
FUKUSHIMA

ASSALTO ALLA VITA



PNEI - rivista bimestrale - n. 2 - anno V - Marzo Aprile 2011

SOMMARIO

PNEINEWS - n° 2 Anno 2011

www.sipnei.it

EDITORIALE

3 ASSALTO ALLA VITA. DI NUOVO

Francesco Bottaccioli

DOSSIER Assalto alla vita

4 LA DIFFICILE VERITÀ SU CHERNOBYL A.V. Nesterenko-V. B. Nesterenko-A.V. Yablokov
Nel Rapporto pubblicato dalla New York Academy of Sciences, scritto da scienziati bielorusi e russi di cui qui riproduciamo alcuni stralci, la denuncia circostanziata delle bugie e delle omissioni delle Autorità locali e internazionali per minimizzare la conoscenza delle conseguenze di Chernobyl sulla salute umana. Conseguenze che riguardano mezzo mondo.

6 DIECI DOMANDE SULLE SCORIE NUCLEARI

A cura di International Society of Doctors for the Environment, Medicina Democratica e 14 associazioni ambientaliste

Una delle grandi questioni irrisolte della tecnologia nucleare è la gestione di quantità importanti di materiali radioattivi con tempi di decadimento della radioattività anche di migliaia d'anni. Una sintesi dello stato delle conoscenze.

IL NETWORK UMANO Invecchiare bene

9 EQUILIBRIO ORMONALE E LONGEVITÀ

Ascanio Polimeni

Dai segreti dei centenari le nuove strategie per un invecchiamento di successo. Molto studiato l'equilibrio tra ormoni anabolici e catabolici e quello tra i principali ormoni anabolici, che appare essere alla base della salute e della longevità.

IL NETWORK UMANO Come il cibo cambia l'espressione genica

12 NUTRIZIONE ED EPIGENETICA: NUOVE ACQUISIZIONI

PER UNA DIETA PERSONALIZZATA

Lucia Potenza - Adelaide Potenza

I cambiamenti epigenetici sono alterazioni ereditabili del DNA che influenzano l'espressione e la funzione genica senza alterare la sequenza del DNA. Sono influenzati anche dalla dieta. Ciò apre la possibilità di promuovere la salute attraverso una individualizzazione dell'intervento dietetico, base di una medicina personalizzata che richiede l'integrazione delle conoscenze.

IL NETWORK UMANO Pet Therapy

16 DOCTOR DOG, IL TERAPEUTA CHE DÀ MOLTO E CHIEDE POCO

Lino Cavedon

Il coinvolgimento degli animali domestici nella cura. Quando la relazione con il cane può aiutare a guarire.

TEORETICA In ricordo del noto studioso recentemente scomparso

19 MARIO TREVI: LO STUDIO CRITICO E RAZIONALE DEL PENSIERO DI JUNG

David Lazzari

Il 31 marzo scorso è morto a 87 anni Mario Trevi, uno dei fondatori della Psicologia analitica italiana.

TEORETICA Riflessioni sulla comunicazione medico-paziente

20 COSA DIRE E COME DIRLO

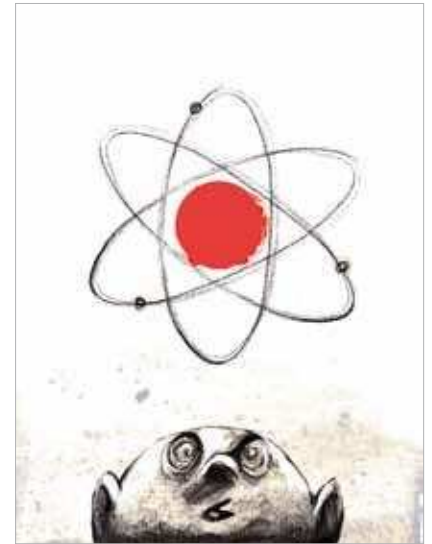
Stefano Coaccioli

La comunicazione rappresenta l'insieme dei processi psicologici e fisici attraverso i quali il comportamento e la capacità di comunicare di un individuo influiscono su quelli di un altro. Essa è quindi centrale nella cura.

RECENSIONI

22 LE NOSTRE SEGNALAZIONI EDITORIALI

a cura della Redazione



PNEINEWS. Rivista bimestrale della Società Italiana di Psiconeuroendocrinologia.

Direttore Responsabile

Francesco Bottaccioli - bottac@iol.it

Hanno collaborato a questo numero

Lino Cavedon, Stefano Coaccioli, David Lazzari, A. Grazia Giulianelli, ISDE, Ascanio Polimeni, Adelaide Potenza, Lucia Potenza.

Illustrazione di copertina

Margherita Allegri - www.margheallegri.com

Impaginazione e grafica

Argento e China - www.argentoechina.it

Stampa

Fina estampa - www.finaestampa.it

Registrazione

Autorizzazione del Tribunale Bologna n° 8038 del 11/02/2010

Redazione

Via Lancisi, 31 - 00185 Roma

ABBONAMENTO E INFORMAZIONI

Il costo dell'abbonamento 2011 per ricevere 6 numeri di PNEINEWS è di 25 euro. Per i soci SIPNEI l'abbonamento è compreso nella quota annuale.

Il versamento va eseguito a favore di SIPNEI Intesa San Paolo Ag. 16 viale Parioli 16/E IBAN IT 90 B 03069 05077 100000000203 specificando la causale.

Per informazioni: segreteria.sipnei@gmail.com

Abbonamento elettronico per rivista in pdf 18 euro.

Per le modalità di abbonamento visita www.sipnei.it

Assalto alla vita. Di nuovo

Francesco Bottaccioli - Presidente onorario SIPNEI

A oltre un mese dalla catastrofe della centrale nucleare di Fukushima, non si vede ancora la via d'uscita. Anzi registriamo un paradosso: da un lato l'incidente esce dalle prime pagine dei giornali e dei telegiornali entrando in una irreal normalità, ma, dall'altro, le notizie che giungono dal Giappone sono sempre più allarmanti. L'incidente è stato classificato di massima pericolosità, lo stesso grado attribuito a suo tempo a Chernobyl. Questo vuol dire che il disastro di Fukushima non riguarda solo le persone e i territori in un raggio di alcune decine di chilometri dall'impianto, ma interessa potenzialmente aree più vaste. Quanto esteso e quanto consistente sarà il danno provocato dalla fuoriuscita di materiale radioattivo? Nessuno ad oggi lo può dire, per una serie di ragioni. Innanzitutto perché la situazione non è ancora sotto controllo. Stando alle dichiarazioni della ditta che gestisce l'impianto, ci vorranno almeno tre mesi per mettere in funzione un efficiente impianto di raffreddamento e quindi, ammesso che ci riescano, avviare una fase di blocco delle emissioni di gas e di acqua fortemente radioattivi. In secondo luogo, le informazioni fornite sono parziali, omissive, contraddittorie, con il chiaro intento di minimizzare.

Un gioco talmente scoperto che perfino un popolo così ligio all'Autorità come quello giapponese ha manifestato la sua sfiducia con dichiarazioni pubbliche e con manifestazioni di piazza. Del resto, l'azienda che gestisce l'impianto non è nuova alla menzogna e alla minimizzazione di altri, per fortuna meno gravi, incidenti accaduti negli anni scorsi nei suoi impianti. Del resto, il governo giapponese ha avuto un bell'esempio a cui ispirare il suo comportamento omissivo: Chernobyl.

Anche allora abbiamo assistito a un comportamento del governo russo che nei primi giorni ha negato apertamente il rischio e poi ha secretato informazioni vitali sulle dimensioni del disastro. Ma anche da noi mi ricordo il contrasto netto tra le dichiarazioni rassicuranti del governo italiano e quelle invece giustamente allarmate dell'Istituto superiore di sanità. Poi, cessata la nube, è scattata la minimizzazione internazionale, al punto che, 20 anni dopo Chernobyl, l'Organizzazione Mondiale della Sanità e l'Agenzia atomica internazionale hanno sentenziato che il disastro

in realtà aveva riguardato solo l'Ucraina, la Bielorussia e la Russia europea. Purtroppo le cose non stanno così. Nel dicembre 2009, la New York Academy of Sciences ha pubblicato un volume, curato da scienziati russi e bielorussi, che ribalta le rassicurazioni dell'OMS. Secondo questo rapporto, di cui pubblichiamo alcuni stralci, considerato che le emissioni radioattive sono state cento volte maggiori della bomba di Hiroshima e Nagasaki e che hanno colpito non solo i territori limitrofi ma anche praticamente tutta l'Europa e che gli effetti di alcuni radionuclidi sono a lungo termine, da qui al 2056 dovremmo attenderci diverse centinaia di migliaia di morti in più come conseguenza degli effetti della contaminazione.

Per l'Italia la stima dell'effetto Chernobyl è di circa 3.000 morti, soprattutto di cancro alla tiroide, di leucemie e di altri tumori. La ricerca documenta nel dettaglio gli effetti delle radiazioni, a distanza di molti anni, sui sistemi nervoso, endocrino e immunitario di giovani e adulti delle zone più contaminate, nonché sulla prole degli operai e dei tecnici che hanno spento l'incendio. Alterazioni endocrine a carico della tiroide e dell'ipofisi, immunosoppressione, alterazioni genetiche si accompagnano a fenomeni di invecchiamento precoce sia nei bambini che negli adulti. Rilevante è che ci sono aree della Scandinavia,

della Inghilterra della Germania, Francia, Italia, Grecia, Croazia che sono state sensibilmente contaminate. L'allarme lanciato dagli scienziati russi è rivolto in primo luogo all'Europa invitata a prender coscienza che la bomba Chernobyl è ancora attiva e che ci riguarda direttamente.

Ma c'è un altro aspetto che prendiamo in considerazione in questo numero e che è di portata enorme: nessun paese al mondo sa come risolvere il problema dello smaltimento in sicurezza delle scorie radioattive prodotte dalla normale attività delle centrali e che saranno attive e quindi pericolose per centinaia d'anni.

Un adagio dell'Associazione Medici per l'Ambiente (ISDE) recita: ogni essere umano è responsabile della salute dell'ambiente, i medici lo sono due volte. Sono convinto che i medici e i terapeuti della Sipnei condividano questo concetto e che ci impegneremo tutti nel diffondere una corretta informazione tra i cittadini per chiudere definitivamente l'epoca della follia nucleare.



La difficile verità su Chernobyl

Alexey V. Nesterenko, Vassily B. Nesterenko - Institute of Radiation Safety (BELRAD), Minsk, Belarus
Alexey V. Yablokov - Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Nel Rapporto pubblicato dalla New York Academy of Sciences, scritto da scienziati bielorusi e russi di cui qui riproduciamo alcuni stralci, la denuncia circostanziata delle bugie e delle omissioni delle Autorità locali e internazionali per minimizzare la conoscenza delle conseguenze di Chernobyl sulla salute umana. Conseguenze che riguardano mezzo mondo.

Per milioni di persone che vivono su questo pianeta, l'esplosione del quarto reattore dell'impianto nucleare di Chernobyl il 26 aprile 1986 ha diviso la vita in due parti: *prima e dopo*. La catastrofe di Chernobyl ha rappresentato la manifestazione dell'avventurismo tecnologico e anche dell'eroismo dei "liquidatori" (il personale che lavorò cercando di contenere la fuoriuscita delle radiazioni) ma, dal nostro punto di vista, ha mostrato anche la viltà delle Autorità statali che hanno avuto paura di avvisare la popolazione riguardo alle tragiche e inimmaginabili conseguenze per vittime innocenti. È ormai chiaro che gli impianti nucleari civili rappresentano un pericolo maggiore di quello delle armi nucleari. Le emissioni provenienti dal reattore esploso a Chernobyl hanno superato di cento volte la contaminazione radioattiva provocata dalle bombe sganciate su Hiroshima e Nagasaki. Non si può garantire a nessun cittadino di nessun Paese che sarà protetto dalla contaminazione radioattiva. Un reattore nucleare può inquinare mezzo globo. Infatti la radioattività proveniente da Chernobyl ha interessato tutto l'emisfero

settentrionale. Ci si continua a chiedere: quanti radionuclidi si sono diffusi nel mondo? Quanta radioattività è ancora contenuta all'interno del sarcofago, la cupola che copre il reattore? Nessuno lo sa con sicurezza. Così, non si sa quanti liquidatori abbiano partecipato alle operazioni; una direttiva dal Ministero della Difesa russo datata 9 giugno 1989 ha posto il segreto.

Per gli esperti dell'Agenzia atomica internazionale e dell'Organizzazione mondiale della sanità poteva andare peggio!

Nell'aprile 2005, prima del 20° anniversario della catastrofe, si è tenuto a Vienna il Terzo Chernobyl Forum Meeting. Gli esperti del Forum includevano rappresentanti dell'Agenzia Internazionale dell'Energia Atomica (International Atomic Energy Agency, IAEA), il Comitato Scientifico delle Nazioni Unite sugli Effetti delle Radiazioni Atomiche (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR), l'Organizzazione Mondiale della Salute (OMS), e altri rappresentanti delle Nazioni Unite, della Banca Mondiale e delle organizzazioni governative dalla Bielorussia, Russia, e Ucraina. Il risultato è stato un rapporto di 3 volumi presentato nel settembre 2005 (IAEA, 2005; UNDP, 2002; WHO, 2006; per la versione corta più recente, si può leggere IAEA, 2006).

La conclusione fondamentale del volume è che 9.000 persone sono morte o hanno sviluppato tumori radiogenici, ma, si legge nel rapporto, data la storia di tumori spontanei, "sarà difficile determinare la causa esatta dei decessi." Circa 4.000 bambini sono stati operati per un cancro alla tiroide. Nelle aree contaminate, si è assistito a un aumento di cataratta nei liquidatori e nei bambini. Ma ci sono altre conseguenze più sottili: povertà, sentimenti di vittimismo e fatalismo, che sono diffusi presso le popolazioni delle aree contaminate, sono probabilmente più pericolosi della contaminazione radioattiva. Quegli esperti, alcuni di loro collegati all'industria nucleare, conclusero che, nell'insieme, le conseguenze avverse per la salute delle persone non erano state così significative come si era pensato al principio.

Il Segretario delle Nazioni Unite Kofi Annan ha dato voce a una posizione opposta.

Non meno di tre miliardi di persone vivono nelle aree contaminate dai radionuclidi di Chernobyl. Più del 50% della superficie di 13 Paesi europei e il 30% di otto altri Paesi sono stati contaminati dalle radiazioni provenienti da Chernobyl. Le conseguenze sulla salute saranno evidenti in queste aree per molte generazioni.

"Chernobyl è una parola che tutti noi vorremmo cancellare dalla nostra memoria-ha dichiarato. Tuttavia più di sette milioni di esseri umani non possono permettersi

il lusso di dimenticare. Stanno ancora patendo oggi giorno e ogni giorno le conseguenze di quanto è successo...Non si potrà mai conoscere l'esatto numero delle vittime. Tre milioni di bambini hanno bisogno di cure fino al 2016...la loro vita futura sarà deformata da Chernobyl, come pure lo è la loro infanzia. Molti di loro moriranno prematuramente".

Non meno di tre miliardi di persone abitano nelle aree contaminate dai radionuclidi di Chernobyl. Più del 50% della superficie di 13 Paesi europei e il 30% di otto altri Paesi sono stati contaminati dalle radiazioni provenienti da Chernobyl. Secondo leggi biologiche e statistiche gli effetti avversi saranno evidenti in queste aree per molte generazioni.

Già dopo la catastrofe i medici coinvolti osservarono un aumento significativo di malattie nelle aree contaminate e richiesero aiuto.

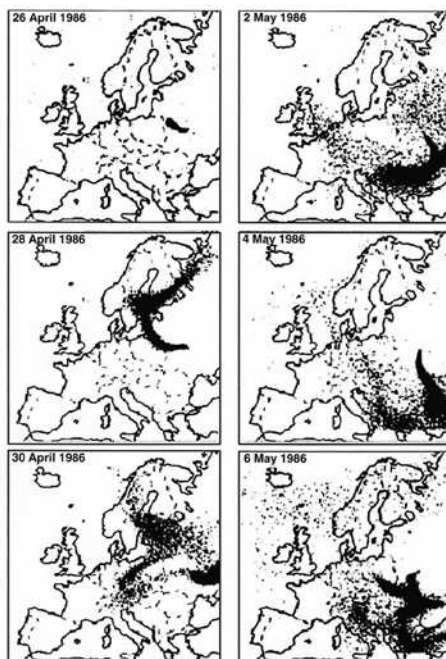
Esperti coinvolti nell'industria nucleare e alte corti hanno sentenziato che "non c'è alcuna prova statisticamente autentica delle radiazioni di Chernobyl", ma nei 10 anni che seguirono immediatamente la catastrofe, documenti ufficiali hanno riconosciuto che il numero di tumori alla tiroide sono "inaspettatamente" aumentati.

Prima del 1985 più dell'80% dei bambini del territorio di Chernobyl territori della Bielorussia, Ucraina, e della Russia europea erano sani;

oggi meno del 20% stanno bene. Nelle aree pesantemente contaminate è difficile trovare un bambino sano. Crediamo sia irragionevole attribuire una maggiore comparsa delle malattie nei territori contaminati a problemi di metodologia della ricerca o a fattori socio-economici perché, in realtà, l'unica variabile epidemiologica rispetto al passato è il carico radioattivo presente in queste aree. Tra le terribili conseguenze delle radiazioni di Chernobyl ci sono neoplasie maligne e danni cerebrali, specialmente durante lo sviluppo intrauterino. Perché le valutazioni degli esperti differiscono così tanto?

Ci sono diverse ragioni, tra queste il fatto che alcuni esperti credono che qualsiasi conclusione riguardo alle malattie causate da radiazioni richieda che si abbia una correlazione tra la malattia e la dose di radioattività ricevuta. Crediamo che questo sia impossibile perché innanzitutto non venne eseguita alcuna misurazione nei primi giorni dopo l'incidente.

I livelli iniziali avrebbero potuto essere mille volte più alti di quelli misurati alla fine, settimane e mesi più tardi. È anche impossibile calcolare la variabilità del deposito dei nuclidi o misurare il contributo di tutti gli isotopi come Cesio (Cs), Iodio (I), Stronzio (Sr), Plutonio (Pu) e altri o, ancora, misurare i tipi e la quantità totale dei



La nube di Chernobyl

radionuclidi che un individuo in particolare ha ingerito attraverso cibo e acqua. Una seconda ragione è che alcuni esperti credono che l'unico modo per giungere a conclusioni sia quello di calcolare l'effetto delle radiazioni basandosi sulla misura delle radiazioni totali come avvenne per coloro che furono esposti a Hiroshima e Nagasaki. Ma nei primi 4 anni dopo il bombardamento nucleare in Giappone la ricerca fu proibita. In quel periodo morirono più di 100.000 persone tra i più deboli. Un simile comportamento è emerso dopo Chernobyl: le autorità dell'Unione Sovietica proibirono ai medici di collegare le malattie alle radiazioni. Ma in ricerche indipendenti, gli scienziati hanno confrontato la salute degli individui in diversi territori che sono simili in termini di caratteristiche etniche, sociali ed economiche e che differiscono solo per l'intensità all'esposizione alle radiazioni, una procedura scientificamente valida che confronta gruppi specifici nel corso del tempo e che è nota come studio longitudinale.

Ebbene tali confronti hanno inequivocabilmente attribuito le diversità di salute alla radioattività prodotta dall'incidente di Chernobyl.

Annals of New York Academy of Sciences 2009; 1181.

La traduzione è a cura di Patrizia Stirgwolt

COLPITO MEZZO MONDO

La contaminazione radioattiva proveniente dalla fusione del IV reattore di Chernobyl si è diffusa su oltre il 40% dell'Europa (Austria, Finlandia, Svezia, Norvegia, Svizzera, Romania, Gran Bretagna, Germania, Italia, Francia, Grecia, Islanda, Slovenia) e in ampi territori asiatici (Turchia, Georgia, Armenia, Emirati, Cina), in nord Africa e in nord America. Quasi 400 milioni di persone risiedevano nei territori che furono contaminati dalla radioattività a un livello più alto di 4 kBq/m² (0.11 Ci/km²) da aprile a luglio 1986. Quasi 5 milioni di persone (incluso più di 1 milioni di bambini) convivono tuttora con livelli pericolosi di contaminazione radioattiva in Bielorussia, Ucraina e Russia europea. Sostenere che la radioattività proveniente da Chernobyl aggiunge "solo il 2%" al background ambientale globale, fa passare in secondo

piano il fatto che molti dei territori che sono stati colpiti avevano in precedenza livelli pericolosamente alti di radioattività. Anche se il livello attuale è basso, c'è stata un'alta irradiazione nei primi giorni e settimane dopo la catastrofe di Chernobyl. Non c'è una spiegazione ragionevole per il fatto che l'Agenzia Internazionale per l'Energia Atomica e l'Organizzazione Mondiale della Sanità abbiano completamente trascurato le conseguenze della contaminazione radioattiva in altri Paesi che ricevettero più del 50% dei radionuclidi provenienti da Chernobyl mentre abbiano indirizzato le loro preoccupazioni solo in Bielorussia, Ucraina e Russia europea.

(Annals NYAS 2009; 1181)

POPOLAZIONE CHE SOFFRE A CAUSA DELLA CONTAMINAZIONE RADIOATTIVA DI CHERNOBYL

GRUPPO	NUMERI DI INDIVIDUI	DOSE MEDIA INDIVIDUALE MSV
Liquidatori dell'Unione Sovietica	240,000	100
Evacuati	116,000	33
USSR aree pesantemente contaminate	270,000	50
USSR aree meno contaminate	5,000,000	10
Altre aree in Europa	600,000,000	≥0.4
Al di fuori dell'Europa	4,000,000,000	≥2.5 × 10 ⁻²

Dieci domande sulle scorie nucleari

A cura di **International Society of Doctors for the Environment, Medicina Democratica e 14 associazioni ambientaliste**

Una delle grandi questioni irrisolte della tecnologia nucleare è la gestione di quantità importanti di materiali radioattivi con tempi di decadimento della radioattività anche di migliaia d'anni. Una sintesi dello stato delle conoscenze

1) Cosa sono le scorie?

L'energia nucleare genera nel suo ciclo produttivo rifiuti radioattivi che generalmente vengono chiamati scorie; questa generazione comincia nelle miniere d'uranio, prosegue nei centri di arricchimento o di riprocessamento e si conclude nelle centrali elettronucleari e negli impianti nucleari militari. Durante questo percorso vengono prodotti rifiuti radioattivi che hanno la caratteristica di essere sempre altamente tossici: sono il combustibile che, giunto al termine del suo ciclo di vita, deve essere smaltito, tutti i materiali che si trovano all'interno o vicino al reattore e che sono soggetti ad una continua emissione di radiazioni (dai guanti e gli abiti degli operatori al semplice bullone fino alle componenti più grandi, come pareti, contenitori ecc.), il reattore stesso. Ad essi va poi aggiunto il materiale utilizzato nei laboratori di ricerca e quello prodotto da attività mediche e scientifiche.

2) Quali unità di misura si usano per la radioattività?

Si usa il Becquerel abbreviato Bq, che è definita come l'attività di un radionuclide, cioè di un isotopo radioattivo, che ha un decadimento, ovvero una disintegrazione, al secondo. La dose equivalente di radiazione invece, che si riferisce agli effetti che la radiazione produce su un organismo, si misura in Sievert (simbolo Sv) o nel sottomultiplo milliSievert (mSv) e microSievert (µSv). Come esempio, la radiazione naturale di fondo corrisponde per un individuo mediamente, in un anno, a 2,4 mSv, cioè circa **0,27 µSv/h**.

3) Esiste una classificazione dei vari tipi di scorie?

La normativa italiana si basa sulle concentrazioni di radioisotopi in esse contenuti.

a) prima categoria: rifiuti a bassa attività, che richiedono tempi dell'ordine di mesi, al massimo di alcuni anni, per decadere a concentrazioni di radioattività consentite entro i limiti di legge. Hanno origine essenzialmente dagli impieghi medici e di ricerca scientifica

b) seconda categoria: rifiuti a media attività, che richiedono tempi variabili da qualche decina fino ad alcune centinaia di anni per raggiungere concentrazioni di radioattività dell'ordine di alcune centinaia di Bq/g.

c) terza categoria: rifiuti ad alta attività; sono classificati in terza categoria tutti i rifiuti che non appartengono alle categorie precedenti, in particolare

i rifiuti radioattivi che richiedono tempi dell'ordine di migliaia di anni ed oltre per raggiungere concentrazioni di radioattività dell'ordine di alcune centinaia di Bq/g. Rappresentano solo il 3 % delle scorie ma contengono il 95 % della radioattività.

4) Quante scorie produce una centrale nucleare?

Come scarto della "combustione nucleare" si formano in totale circa 350 nuclidi differenti, 200 dei quali radioattivi.

Si ha, in media, la seguente composizione:

- 94% uranio 238
- 1% uranio 235
- 1% plutonio
- 0.1% attinidi minori (Np, Am, Cm)
- 3+4% prodotti di fissione

Un impianto nucleare da 1000 MWe produce annualmente 25-30 tonnellate di scorie ad alto livello vetrificate, pari ad un volume di circa 3 m³.

La Francia produce 1200 tonnellate di scorie radioattive all'anno, gli USA 2300, la Germania 400.

5) Qual è il destino delle scorie?

Ogni reattore nucleare produce delle scorie radioattive d'intensità variabile. Alcune sono molto deboli e vengono liberate nell'aria o nell'acqua, con

effetti impercettibili che non sono praticamente misurabili sull'ambiente. Quelle di attività medio-bassa vengono raccolte in speciali contenitori ed inviate a centri specializzati per essere sepolte oppure riprocessate. Il trasporto di queste scorie avviene, di solito, attraverso speciali autotreni o convogli ferroviari particolarmente attrezzati. Il vero problema è però quello rappresentato dalle scorie fortemente radioattive, che non solo sono molto pericolose per la salute e per l'ambiente, ma rimangono attive per tempi lunghissimi. Secoli, millenni o addirittura decine di migliaia di anni. Il trasporto delle scorie però non è privo di pericoli. Restare qualche minuto vicino a questi trasporti aumenta il rischio di cancro in un modo che non deve essere trascurato, senza contare il grande pericolo che corrono ogni giorno gli operatori addetti al trasporto.

Diverse migliaia di tonnellate di scorie radioattive vengono prodotte ogni anno nel mondo. Di queste, una parte sono estremamente pericolose perché rimangono radioattive per migliaia d'anni. Nessun paese ha risolto il problema della sicurezza dello smaltimento.

6) Qual è la situazione attuale in Italia?

In Italia hanno funzionato quattro centrali (Caorso, Trino Vercellese, Latina e Garigliano), cinque impianti di ritrattamento del combustibile (Saluggia, Bosco Marengo, due a Casaccia e Trisaia), una dozzina di centri di ricerca (Varese, Torino, Legnaro, S. Piero a Grado, ecc.) oltre ad una decina di piccoli depositi (Milano, Udine, Forlì, Campobasso, Taranto, ecc.). Ventitré anni dopo il referendum che bloccò l'industria nucleare, rimangono quantità di materiale radioattivo di diverse tipologie conservato qua e là sul territorio nazionale, spesso in condizioni improprie. Secondo l'APAT i rifiuti radioattivi in Italia sono 26.800 metricubi, di cui 18.000 a bassa-media attività e oltre 8000 ad alta attività, oltre a quasi 237 tonnellate di combustibile: il tutto per un'attività radioattiva superiore a 12 GBq (Gigabequerel).

Sono situati in parte nei siti delle ex quattro centrali nucleari: Latina, con 900 mc di scorie di seconda categoria; Garigliano, con 2000 mc di scorie di seconda categoria; Trino Vercellese, con 780 mc di scorie e 47 elementi di combustibile irraggiato (14,3 tonnellate); Caorso, con 1800 mc di scorie radioattive e 1032 elementi di combustibile irraggiato (186,5 tonnellate), tutti gestiti da ENEL. Ci sono poi i siti per le attività di ricerca con reattori nucleari o in cui avvenivano processi di lavorazione del combustibile nucleare, come a Varese, Saluggia, Bosco Marengo, nei quali si trovano scorie e barre di combustibile, gestite da vari enti (ENEA, ISPRA, FIAT AVIO, ecc.)

7) Dove sono le scorie nucleari più pericolose?

I materiali più pericolosi in assoluto (terza categoria) si trovano concentrati a Caorso (1.032 barre di combustibile), a Trino (47 barre) e alla Fiat di Saluggia (370 barre).

8) Che cosa rende pericolosi i siti di stoccaggio?

Premesso che tutto ciò che introduce nell'ambiente e negli organismi radiazioni nucleari di livello più elevato di quella naturale produce dei danni agli organismi stessi, la pericolosità dipende innanzi tutto dal tipo di residui radioattivi. Gli effetti di questi materiali sono noti: una irradiazione provocata da materiale contaminato può causare lo sviluppo di tumori o la nascita di bambini malformati. La malattia può svilupparsi anche parecchi anni dopo l'esposizione e colpisce a caso. Nessuno può prevedere chi fra gli irraggiati verrà colpito né quando verrà colpito. Le scorie "meno" pericolose sono quelle che dimezzano la loro radioattività, e quindi il rischio, nel giro di pochi anni. Il vero problema è però quello rappresentato dalle scorie fortemente radioattive, che non solo sono molto pericolose per la salute e per l'ambiente, ma rimangono attive per tempi lunghissimi. Secoli, millenni o addirittura decine di migliaia di anni. Come riuscire a conservarle per un tempo così lungo, in contenitori adatti e in luoghi sufficientemente sicuri?

Attualmente si prospettano tre possibili soluzioni:

1) *Confinamento a grandi profondità*: è presentata come "la" soluzione al problema. In realtà il seppellimento solleva molteplici questioni: bisogna garantire che i bidoni in cui verrebbero conservate le scorie resistano per lunghissimo tempo e non sversino all'esterno il loro contenuto; bisogna evitare i rischi d'intrusione umana, di tipo terroristico, per esempio, il che conduce alla progettazione di siti da sigillare dopo il riempimento, perdendone ogni controllo e, nei secoli, probabilmente anche la memoria;

bisogna garantire la stabilità del sottosuolo per migliaia di anni, e ciò si è già rivelato una pura illusione in Germania, dove la miniera di sale di Hasse, con scorie di seconda categoria, progettata per durare 10000 anni secondo il governo, non ha resistito nemmeno 35 anni.

2) *Condizionamento e deposito* di lunga durata in gallerie costruite in superficie dove le scorie dovrebbero rimanere, al massimo, per 300 anni. Si tratterebbe di depositi "temporanei": la soluzione del problema sarebbe rinviata ai nostri discendenti!

3) *Separazione e trasmutazione*: poiché è impossibile neutralizzare la radioattività si sta studiando la possibilità di "trasmutare" una parte degli elementi radioattivi in atomi stabili dalla vita più corta. Si tratterebbe di un procedimento complesso, proposto agli inizi degli anni '90 dall'americano Bowman e da Carlo Rubbia, che però rischia di creare, a sua volta, rifiuti pericolosi.

Del resto, negli ultimi 50.000 anni vi sono state ben 5 ere glaciali che hanno modificato profondamente l'aspetto e la fisionomia della Terra. Nei prossimi 50.000 anni è probabile che accada altrettanto, senza parlare dei cambiamenti nell'organizzazione umana e sociale che potrebbero modificare profondamente l'immagine che noi oggi ci facciamo del futuro. Per liberarsi in futuro di queste scorie velenose, mettendole in luoghi sicuri, lontani dalla presenza umana, esistono anche alcuni progetti quasi fantascientifici, come quello che prevede di spedire le scorie in orbita solare con dei razzi (riproposto addirittura da Margherita Hack di recente), in modo che escano dalla gravità terrestre. Ma il rischio che qualcosa vada male durante il lancio è troppo grande ed inoltre molti ritengono una follia andare ad inquinare anche lo spazio, dopo il nostro pianeta. Un'altra idea, invece, consisterebbe nel trapanare il fondo degli oceani ed inserirvi degli speciali contenitori che sarebbero lentamente risucchiati verso il centro della Terra.

9) Per quanto tempo le scorie restano pericolose?

La grandezza che definisce la durata della pericolosità è il tempo di dimezzamento (o di decadimento): si tratta del tempo necessario perché il 50% degli atomi di un elemento si siano disintegrati. Così dopo due periodi ne resta il 25%, dopo tre periodi ne resta il 12,5%, e così via. Si stima che la radioattività sia quasi del tutto scomparsa dopo dieci periodi. Per il plutonio questo significa 241 mila anni!

10) Come affrontano il problema nel mondo?

Finora nessun paese al mondo possiede un deposito geologico per rifiuti di terza categoria. La gran parte dei depositi funzionanti sono depositi di superficie, prevalentemente per rifiuti di seconda categoria.

La **Francia** ha predisposto lo smaltimento di rifiuti radioattivi a medio-bassa attività in depositi superficiali da molti anni, quello di La Hague, al completo e in corso di sigillatura, e quello di Aube, ancora attivo. La ricerca di un deposito geologico per lo smaltimento dei rifiuti ad alta attività è iniziata fin dagli anni 80, ma per il momento è solo stata decisa la costruzione di un laboratorio sotterraneo per lo studio della soluzione geologica. Ed è del 7 ottobre 2010 la notizia che EDF, il gestore elettrico francese, ha lanciato un allarme sull'impennata dei costi e i gravissimi ritardi di questa ricerca: il progetto, partito nel 2006, doveva costare 15 miliardi di euro. Invece le ultime stime parlano di oltre 35 miliardi di euro e la data di inizio operatività prevista del 2015 si allontana sempre più.