



Giunte e Commissioni

RESOCONTO STENOGRAFICO

n. 74

**COMMISSIONE PARLAMENTARE DI INCHIESTA  
sui casi di morte e di gravi malattie che hanno colpito  
il personale italiano impiegato all'estero, nei poligoni di tiro  
e nei siti in cui vengono stoccati munizionamenti,  
in relazione all'esposizione a particolari fattori chimici,  
tossici e radiologici dal possibile effetto patogeno,  
con particolare attenzione agli effetti dell'utilizzo di proiettili  
all'uranio impoverito e della dispersione nell'ambiente  
di nanoparticelle di minerali pesanti prodotte dalle esplosioni  
di materiale bellico e a eventuali interazioni**

AUDIZIONE DEL PROFESSOR GIORGIO NAZARENO  
TRENTO

76<sup>a</sup> seduta: martedì 19 giugno 2012

Presidenza del vice presidente GALPERTI

**I N D I C E****Audizione del professor Giorgio Nazareno Trenta**

PRESIDENTE .....	Pag. 3, 12	TRENTA .....	Pag. 3, 8, 11 e <i>passim</i>
GRANAIOLA (PD) .....	8, 10, 12	BENEDETTI .....	12

---

**N.B.** L'asterisco accanto al nome riportato nell'indice della seduta indica che gli interventi sono stati rivisti dagli oratori.

*Sigle dei Gruppi parlamentari: Coesione Nazionale (Grande Sud-Sì Sindaci-Popolari d'Italia Domani-Il Buongoverno-Fare Italia): CN:GS-SI-PID-IB-FI; Italia dei Valori: IdV; Il Popolo della Libertà: PdL; Lega Nord Padania: LNP; Partito Democratico: PD; Per il Terzo Polo (ApI-FLI): Per il Terzo Polo:ApI-FLI; Unione di Centro, SVP e Autonomie (Union Valdôtaine, MAIE, Verso Nord, Movimento Repubblicani Europei, Partito Liberale Italiano, Partito Socialista Italiano): UDC-SVP-AUT:UV-MAIE-VN-MRE-PLI-PSI; Misto: Misto; Misto-MPA-Movimento per le Autonomie-Alleati per il Sud: Misto-MPA-AS; Misto-Partecipazione Democratica: Misto-ParDem; Misto-Partito Repubblicano Italiano: Misto-P.R.I.; Misto-SIAMO GENTE COMUNE Movimento Territoriale: Misto-SGCMT.*

*Interviene il professor Giorgio Nazareno Trenta.*

*Assiste alla seduta, ai sensi dell'art. 23, comma 6 del Regolamento interno, il collaboratore della Commissione, dott. Armando Benedetti.*

*La seduta inizia alle ore 20,30.*

#### *SULLA PUBBLICITÀ DEI LAVORI*

PRESIDENTE. Avverto che della seduta odierna verrà redatto il Resoconto stenografico.

Ai sensi dell'articolo 13, comma 3, del Regolamento interno, dispongo l'attivazione dell'impianto audiovisivo. Se non vi sono osservazioni, tale forma di pubblicità è dunque adottata per il prosieguo dei lavori.

#### *PROCEDURE INFORMATIVE*

##### **Audizione del professor Giorgio Nazareno Trenta**

PRESIDENTE. L'ordine del giorno reca l'audizione del professor Giorgio Nazareno Trenta, che ringrazio per aver accolto l'invito della Commissione e per aver trasmesso una pregevole relazione sul tema: «Uranio impoverito e salute», che è stata inviata a tutti i componenti della Commissione.

TRENTA. Il fatto che nel mio intervento si parli di radiotossicità e probabilità causale potrebbe suonare un po' strano, perché non credo che il criterio della probabilità di causa (Pc), la cosiddetta *probability of causation*, sia molto usato in Italia, anche se alcuni tribunali l'hanno utilizzato per dirimere contenziosi della più varia natura, quando la causa può essere imputabile a radiazioni ionizzanti. Ho pensato dunque di trasferire al problema dell'uranio depleto e dei rischi connessi principalmente alla sua inalazione una valutazione fondata sulla probabilità di causa, attraverso il criterio che chiamo *exaggeratio ad excludendum*, ovvero esagerando gli effetti correlabili con il minimo di esposizione ad uranio, in modo tale che se un assunto non è vero in tal caso, a maggior ragione non sarà vero nel caso e per la patologia in esame.

Riassumo dunque, in modo rapido, i passaggi logici che mi porteranno alle conclusioni. Comincerò a parlare della chemiotossicità dell'uranio, poi parlerò della radiotossicità – citando le basi informative di radioprotezione, le caratteristiche dell'uranio impoverito e le valutazioni dosi-

metriche – quindi svolgerò considerazioni sul caso in esame, relativo ai militari che hanno svolto la loro attività soprattutto in Kosovo e comunque nei Paesi dell'*ex* Jugoslavia. Di seguito introdurrò il criterio della probabilità di causa, che dovrebbe in qualche modo evidenziare le discrepanze con il pensiero normalmente espresso da persone che, a mio avviso, sanno poco di radioattività e soprattutto di radioprotezione. Vedremo il risultato delle indagini effettuate – a suo tempo – soprattutto dall'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (Enea), sui militari che hanno svolto la loro missione e, sulla base di queste indagini, faremo un raffronto con gli elementi che discendono dalla logica valutativa, per trarre infine le conclusioni.

Per quel che riguarda l'aspetto chemiotossico, va rilevato che le caratteristiche chimiche dei composti dell'uranio sono sostanzialmente quelle che ne determinano il destino metabolico. Una volta, infatti, che il contaminante è penetrato nell'organismo attraverso l'apparato respiratorio, l'apparato gastroenterico o una ferita, esso segue il suo destino – sino alla escrezione attraverso le vie urinarie o fecali – legato soprattutto alle caratteristiche chimiche del composto dell'uranio, che si possono distinguere in *fast*, *medium* e *slow*. Quando si parla di caratteristiche *fast*, ci si riferisce ad una metabolizzazione veloce, per cui la sostanza viene eliminata dall'organismo nell'ambito di ore o al massimo di giorni. Quando un composto viene definito *medium* significa che servono settimane o mesi per compiere tale processo e quando viene definito *slow* significa che ci vogliono molti mesi o anni affinché vi sia l'eliminazione dall'organismo. Il biossido di uranio, che normalmente si trova anche nei siti in cui è stato impiegato l'uranio depleto, è caratterizzato dal destino metabolico più lungo all'interno dell'organismo in cui è penetrato. Dal punto di vista metabolico, a parte il periodo più o meno lungo di permanenza nei polmoni – la via dell'inalazione è infatti quella che interessa più frequentemente il personale che ha svolto missioni allo estero – esso penetra in circolo e quindi determina l'interessamento di altri distretti anatomici e in particolare del fegato e del rene. I reni risentono principalmente degli effetti chemiotossici, che si manifestano sui tubuli renali, comportando danni funzionali alla stregua di altri metalli pesanti. Il danno si riscontra nell'evidenza clinica, attraverso la perdita di proteine, di amminoacidi e di altri composti plasmatici presenti nelle urine. Quindi, un esame delle urine, da un punto di vista laboratoristico, indicherà la presenza di un rene malato, qualora esso sia stato in qualche maniera interessato dalla presenza dell'uranio. Si può indicare in 3 milligrammi di uranio per chilogrammo di tessuto renale il livello al di sopra del quale dovrebbero comparire i primi segni di chemiotossicità per il rene: ricordo che l'insieme dei due reni assomma a circa 300 grammi. Vi invito dunque a tener presente questo valore.

L'altro aspetto che ci interessa è quello della radiotossicità: perché l'uranio, anche se depauperato della componente più radioattiva – ovvero l'uranio-235 – nella realtà è radioattivo. Pertanto, va considerato e analizzato sulla base dei criteri che governano la radioprotezione, indicati prin-

cialmente dall'International Commission on radiological protection (Icrp). Questo organismo internazionale emana periodicamente raccomandazioni che ispirano le direttive emesse dall'Euratom, le quali devono poi essere recepite dalla legislazione nazionale. L'ultima direttiva risale al 1996, mentre il decreto legislativo n. 241 è del 2000.

Accanto a questo organismo ce ne sono altri di provata capacità valutativa: il National institute of health (Nih) degli Stati Uniti, il Biological effects of ionizing radiation (Beir), che è un organismo che viene riunito periodicamente dalla National academy of science (Nas) degli Stati Uniti, la quale funge da supporto scientifico al Governo e al Parlamento degli Stati Uniti quando vengono emanate disposizioni legislative che riguardano aspetti medici, fisici ed ingegneristici. Ricordo inoltre lo United nations scientific committee on the effects of atomic radiation (Unsear), l'organismo delle Nazioni Unite che svolge un'attività di ricerca sistematica e periodica sugli effetti delle radiazioni ionizzanti e produce ogni tre o quattro anni volumi molto sostanziosi su questo argomento. Infine, anche l'Organizzazione mondiale della sanità (WHO) si è molto interessata alla questione dell'uranio impoverito.

Gli effetti delle radiazioni normalmente vengono distinti in due gruppi: deterministici e stocastici. Gli effetti deterministici conseguono a dosi elevate (si parla di dosi superiori a 1 Sievert) e sono caratterizzati dalla presenza di una soglia, nel senso che non si verificano se la dose – che è sostanzialmente l'energia trasmessa dalla radiazione al tessuto umano – non è superiore ad un certo valore soglia. Ci vorrebbe quindi una quantità molto grande di uranio per dare origine a questo tipo di effetti, nel caso di contaminazione da uranio radioattivo.

Gli effetti stocastici, così denominati perché colpiscono a caso gli esposti, si manifestano in tempi lunghi (anni o decenni dopo l'esposizione); vi è una relazione tra dose e probabilità, cioè la probabilità di comparsa è direttamente proporzionale alla dose (maggiore è la dose, maggiore è la probabilità che gli effetti si verifichino); si suppone che per questi effetti non vi sia una soglia di dose (ma è solo una supposizione, non una realtà evidente, almeno al di sotto di 100 millisievert).

Considerando le quantità dell'uranio chiamato in gioco, quello impiegato per fini bellici, possono essere presi in considerazione solamente gli effetti stocastici. Proprio a causa della supposizione che non vi sia una soglia di dose, è stata formulata la cosiddetta ipotesi lineare senza soglia, che costituisce il principio di precauzione della radioprotezione.

L'uranio è un elemento radioattivo presente in natura: il suolo, l'acqua, gli alimenti contengono uranio naturale, che ha un'attività superiore a quella dell'uranio impoverito. L'uranio impoverito emette particelle alfa e anche raggi x e  $\gamma$  di modestissima energia: circa 100-180 chiloelettronvolt (keV) o, se si tratta di raggi x, 13 keV. È anche presente nel corpo umano: in ogni soggetto vivente, si trovano 90 microgrammi, di cui 59 microgrammi nello scheletro e 7 microgrammi nei reni; viene introdotto giornalmente con il cibo e le bevande (1,9-2 microgrammi). L'uranio 238, in particolare, ha un periodo di dimezzamento estremamente elevato,

circa quattro miliardi e mezzo di anni, ed è per questa ragione che, nato con la Terra, si trova ancora in natura e viene assunto dall'organismo attraverso bevande e alimenti.

L'uranio può interessare l'organismo umano che può esservi esposto attraverso tre modalità: un'esposizione esterna, quando la sorgente è posta all'esterno dell'individuo; una contaminazione superficiale, se la sorgente è posta sulla pelle; una contaminazione interna, qualora l'uranio sia penetrato all'interno dell'organismo attraverso le vie aeree o alimentari.

È escluso che l'uranio, essendo essenzialmente un alfa emettitore, possa indurre effetti dovuti sia ad un'esposizione esterna che a contaminazione superficiale. Resta pertanto l'altra modalità, quella della contaminazione interna, che richiede la penetrazione dell'uranio per via inalatoria, per ingestione o attraverso una ferita. Questa penetrazione può avvenire in un tempo breve oppure lungo (in questo caso si parla di contaminazione cronica), come si può verificare per esempio nel caso di impianti nucleari per la fabbricazione degli elementi combustibili, per la quale si usa l'uranio.

Nell'uranio depleto, normalmente, le percentuali dei vari isotopi di uranio presenti sono le seguenti: l'uranio 234, che è quello più radioattivo dal punto di vista del numero di decadimenti che si verificano al secondo, ha una frazione in percentuale estremamente bassa; l'uranio 235, presente normalmente nell'uranio naturale in una quantità dello 0,7 per cento, quando l'uranio è depleto raggiunge valori dello 0,2 per cento; l'uranio 238 è invece quello prevalente. La diversa percentuale dei vari radioisotopi dell'uranio determina l'attività media specifica dell'uranio depleto, che è di circa 15 becquerel per milligrammo.

Le classi di radiotossicità non solo hanno la loro importanza per quanto riguarda gli aspetti della chemiotossicità, ma sostanzialmente sono proprio quelle che determinano la pericolosità dell'uranio, in quanto determinano la quantità e la durata della presenza di questa sostanza nell'organismo.

Generalmente, nello studio della contaminazione interna, quindi dell'irraggiamento dall'interno dei tessuti dell'organismo, si considera la suddivisione in compartimenti dell'organismo stesso. Dal grafico riportato nella documentazione che lascerò agli atti della Commissione potete vedere che ogni compartimento è rappresentato come una scatola (polmoni, linfonodi, tratto gastroenterico); l'inalazione porta l'uranio nei polmoni, che in parte viene esalato, in parte penetra nei linfonodi e da questi va a finire nel torrente ematico, così viene distribuito a tutto l'organismo. Viene eliminato dai reni, attraverso l'urina, o dal fegato, quindi – seppure in minima parte – anche attraverso le feci. L'ingestione determina una situazione analoga, ma in questo caso l'eliminazione avviene per lo più attraverso il tratto gastroenterico. Infine, una frazione di un certo rilievo va a finire nelle ossa, dove c'è il sistema emopoietico, che è preposto alla fabbricazione degli elementi figurati del sangue. Il problema sta proprio qui: l'uranio che arriva nelle ossa può determinare fenomeni stocastici che riguardano il sistema emopoietico.

Questi effetti riguardano in maniera preminente la leucemia. Il linfoma di Hodgkin ed il linfoma non-Hodgkin sono possibili conseguenze dell'irradiazione del tessuto emopoietico. Nel caso dei militari che si sono recati in missione in Kosovo e vicinanze, la cosiddetta commissione Mandelli ha rilevato un'incidenza superiore alla media per il linfoma di Hodgkin con un eccesso statisticamente significativo: la *standardized incidence ratio* (SIR) è di 2,36 con un intervallo di confidenza al 95 per cento compreso tra 1,22 e 4,13. Quindi, anche dal punto di vista statistico, vi è una possibile correlazione al fatto che i militari, che si sono recati in Kosovo, abbiano contratto per questa ragione il linfoma.

Secondo la maggioranza delle organizzazioni scientifiche che si occupano della questione relativa al rischio da radiazioni ionizzanti, il linfoma di Hodgkin non è tra le patologie radioinducibili: il Beir e l'Unscar, che ho citato poco fa, nelle loro pubblicazioni rispettivamente del 1980 e del 2000, rilevano come i dati siano ragionevolmente consistenti nel mostrare l'assenza di eccesso di rischio per la patologia del linfoma di Hodgkin nelle popolazioni irradiate. Vi è, dunque, una concordanza scientifica sul fatto che il linfoma di Hodgkin, così come quello non-Hodgkin, non siano radioinducibili.

Per usare il criterio della *exaggeratio ad excludendum*, che ho poc'anzi citato, supponiamo che dal punto di vista della radioinducibilità il linfoma di Hodgkin sia esattamente come la leucemia. Dunque, supponiamo che i militari abbiano avuto la leucemia e non il linfoma di Hodgkin. Sottolineo che, nel caso della leucemia, secondo il modello esposizione-diagnosi, tale patologia compare nei soggetti ventenni in modo molto evidente dopo circa cinque o sei anni dall'esposizione; poi la probabilità di insorgenza decresce nel tempo sino a scomparire. In questa ipotesi è possibile applicare la metodologia (cui ho fatto un breve cenno all'inizio del mio intervento) della *probability of causation*, che è una valutazione numerica della verosimiglianza dell'ipotesi causale, cioè della correlazione tra l'esposizione e la malattia riscontrata. Questa probabilità di causa è data dal rapporto tra l'eccesso di rischio relativo (R) e  $1 + \text{l'eccesso di rischio relativo (R)}$ , che sostanzialmente è il rischio relativo. Questa grandezza – per così dire – che sta tra il fisico ed il biologico si misura in percentuale. Le valutazioni dell'eccesso di rischio possono essere ottenute applicando le formule del BEIR VII (una pubblicazione del 2007) per la leucemia, da cui risulta la correlazione tra l'esposizione, l'età del soggetto al momento dell'esposizione ed il tempo intercorso fino alla comparsa della malattia, secondo un algoritmo ben preciso che è stato ricavato dalle numerose serie epidemiologiche considerate. Nel caso specifico, si può considerare un'età media di 25 anni, un intervallo tra l'esposizione e la diagnosi di cinque anni e quindi una diagnosi di leucemia tra i 30 e i 35 anni di età del soggetto.

Dunque, si assume la leucemia e non il linfoma di Hodgkin; si fa riferimento al modello polmonare in quanto l'inalazione è la via di esposizione più probabile; si considera con la citata Pc la dose che darebbe il 50 per cento, cioè che collega casualmente l'esposizione con la leucemia al

50 per cento di probabilità; si ottiene la quantità inalata di uranio che corrisponde a quel 50 per cento; si raffrontano i valori con gli esiti clinici, radiotossicologici e radiometrici attraverso il *total body counter* di cui parleremo. Si elaborano così le conclusioni: è colpa dell'uranio e allora l'Icrp e la radioprotezione non sono credibili (il che è arduo da dimostrare) ovvero l'uranio non è il responsabile.

Con le pubblicazioni 69 e 71, l'Icrp (l'organismo citato in premessa, che funge da vertice da cui discende la normativa di radioprotezione a livello planetario e quindi anche nella nostra legislazione) ha fornito i coefficienti di dose equivalente impegnata. Ciò significa che, una volta penetrato, l'uranio resta nell'organismo ed irradia i vari organi e tessuti nel corso degli anni (secondo la normativa, per 50 anni).

Dunque, il coefficiente di dose equivalente è il valore che indica la dose in Sievert per ogni Becquerel inalato alla milza, al timo, al midollo, al rene e al polmone dopo 50 anni di esposizione all'uranio presente nell'organismo. Sempre in riferimento alla leucemia, il valore è pari a 3,7 per  $10^{-7}$  Sievert per Becquerel. La dose equivalente impegnata a 50 anni è pari a 5,49 millisievert per grammo di uranio al midollo, a 19,3 millisievert per grammo di uranio al rene e a 330 millisievert per grammo di uranio al polmone.

Tali coefficienti, che sono a 50 anni, devono essere rapportati ai tempi entro i quali le patologie si sono manifestate nei militari, cioè a cinque o a dieci anni. Ciò può essere fatto ricorrendo all'attività integrata. Mi scuso per il formulario, ma non si può fare diversamente.

GRANAIOLA (PD). In realtà, eravamo un po' sgomenti!

TRENTA. Ripeto che non si può fare diversamente.

Dunque, per quanto riguarda il midollo osseo, l'espressione al denominatore, che rappresenta la ritenzione dell'uranio nell'organismo, evidenzia la frazione che, avendo introdotto una certa quantità di uranio, è presente nell'organismo ogni istante nel corso degli anni. Si calcola un integrale, sommando la quantità di attività in cinque anni nella prima espressione e in 50 anni nella seconda espressione. Noi abbiamo a che fare con un periodo di cinque anni, perché la leucemia si sarebbe manifestata dopo cinque anni. Pertanto, dobbiamo calcolare il rapporto tra la radioattività a 5 anni rispetto alla radioattività a 50 anni, che è quella che a noi interessa. Questo rapporto (che si ottiene dividendo il valore di 42,859 per il valore di 158,491), relativo al midollo osseo emopoietico, è pari ad un valore di 0,27. Analogamente, nel caso del rene il rapporto è pari a 0,77 e nel caso del polmone resta invariato ed è quindi pari a 1.

Con le correzioni indicate, si ha che i coefficienti di dose equivalente estesi a cinque anni, invece di essere quelli che abbiamo visto, sono leggermente più bassi, essendo dunque pari a:  $1,0E-7$  Sv/Bq (Sievert per becquerel) per il midollo e  $1,01E-6$  Sv/Bq per il rene, mentre resta immutato il coefficiente di dose equivalente per il polmone. Se moltiplichiamo il valore della dose equivalente impegnata a 50 anni (espressa in millisievert

per grammo), che abbiamo visto in precedenza, per tali coefficienti (pari rispettivamente a: 0,27; 0,77; 1), ricaviamo il valore della dose equivalente per grammo dopo cinque anni dall'esposizione e non più dopo 50 anni. Facendo una proporzione, si ottiene che, per il midollo osseo emopoietico, ad una dose equivalente di 1 millisievert corrisponde una quantità pari a 0,67 grammi di uranio; per ottenere una dose equivalente di 10 millisievert, occorre moltiplicare per dieci quel valore, ottenendo un risultato di 6,7 grammi; per ottenere una dose di 20 millisievert bisognerà moltiplicarlo per 20 e così via. Sono dunque necessari 67 grammi di uranio depleto per ottenere un valore pari a 100 millisievert per il midollo emopoietico. Vi invito a tenere ben presente questo valore, perché ci indicherà qual'è la reale situazione in cui ci troviamo.

A partire da questi valori è possibile effettuare la valutazione di probabilità di causa di cui parlavo in precedenza. Con una dose pari a 100 millisievert, la leucemia ha mediamente una probabilità di causa del 28 per cento, ma il suo limite superiore è del 49 per cento: quindi siamo molto vicini al 50 per cento, che è il valore che ci interessa. Dunque, una probabilità di causa del 50 per cento, per la leucemia, corrisponde a una dose pari a circa 100 millisievert, che corrisponde a circa 67 grammi di uranio impoverito, introdotti nel corpo nel modo che ho descritto in precedenza. A questo punto abbiamo a disposizione tutti i dati per effettuare una valutazione della situazione che si è creata nel caso dei militari tornati in Italia con i ben noti problemi sanitari.

Vediamo in questo caso che la quantità minima di uranio rilevabile con il sistema del *total body counter* (TBC), uno strumento che serve per misurare la radioattività contenuta in tutto l'organismo, ci dice che è possibile rilevare la presenza di uranio dopo un anno – ovvero dopo 365 giorni – se ne è stata introdotta una quantità di 2 grammi. Dunque, dopo un anno è possibile rilevare l'uranio nel corpo, se ne sono stati introdotti 2 grammi, attraverso la tecnica, molto specifica, del *total body counter*, alla quale è stata sottoposta almeno una buona parte dei militari, dando un risultato praticamente nullo: l'uranio non c'era.

Il secondo riscontro riguarda la quantità di uranio impoverito che, una volta inalato, irradia gli organi presi in considerazione e in particolare il polmone, che come abbiamo visto è l'organo che riceve la dose più alta. Ci sarebbe stato quindi da aspettarsi che la patologia più frequente tra gli esposti fosse il tumore dell'apparato respiratorio, anche se l'insorgenza richiede mediamente tempi più lunghi, visto che ha un periodo di latenza che è nell'ordine dei dieci anni dall'esposizione. Questo dato, relativo ai tumori al polmone, non si è però evidenziato né dagli esami clinici, né dall'indagine epidemiologica.

L'altro riscontro riguarda la quantità: come abbiamo visto in precedenza, la quantità di 3 milligrammi di uranio per chilogrammo di tessuto renale costituisce il livello al di sopra del quale dovrebbero apparire i primi segni di chemiotossicità per il rene, come la perdita di proteine, di amminoacidi e di altri composti plasmatici. Orbene, nel caso in cui venisse accumulata la massa di 67 grammi di uranio, che abbiamo preso

come riferimento e che corrisponde ad un valore di 100 millisievert, in modo che la probabilità di causa sia pari al 50 per cento, la quantità di uranio per unità di peso della massa renale, che è pari a 0,29 chilogrammi – entrambi i reni pesano infatti circa 0,3 chilogrammi – risulterebbe ben al di sopra del valore limite di 3 milligrammi. Quindi, una massa di uranio pari a 67 grammi inalati, con passaggio al rene di una quantità ben al di sopra della quantità di 3 milligrammi di uranio per chilogrammo di tessuto renale, avrebbero veramente distrutto il rene, ma nei militari non è stato rilevato alcuna segno clinico di sofferenza renale.

Il quarto riscontro fa riferimento ad un'altra tecnica di rilevazione dell'uranio presente nell'organismo, ovvero la tecnica della fluorimetria, che consiste nel sottoporre ad alcuni trattamenti le urine prese nel corso delle 24 ore, per far depositare l'uranio sul piattello ed effettuare la misurazione della quantità di uranio depositata. La tabella stilata dall'Organizzazione mondiale della sanità (Oms) ci dice che dopo dieci anni – 3.650 giorni – la quantità minima di uranio rilevabile è pari a 45 milligrammi. Quindi, a distanza di dieci anni, il metodo di misurazione fluorimetrico, effettuato sulle urine, dovrebbe essere in grado di fornire indicazioni su una possibile contaminazione acuta, superiore a 45 milligrammi. Nella realtà, per determinare tutto ciò che abbiamo detto, secondo i nostri calcoli la contaminazione avrebbe dovuta essere ben 1.000 volte superiore a questo dato. Le analisi condotte al Centro Casaccia dell'Enea indicano valori non diversi dal bianco, cioè dalle urine dei non esposti all'uranio. Il confronto con i riscontri indica che né le indagini cliniche, né quelle epidemiologiche, né quelle radiotossicologiche, né quelle fisiche hanno mostrato una valida giustificazione per associare un nesso di causa tra la quantità di uranio impoverito valutata per indurre la leucemia – che è più radioinducibile del linfoma di Hodgkin – con una probabilità del 50 per cento e i riscontri clinici e laboratoristici condotti sul personale esposto.

Sono a disposizione per eventuali domande: mi rendo conto che la materia sia un po' complessa.

GRANAIOLOLA (PD). Desidero ringraziare il professor Trenta, anche se di fronte alla documentazione che ci ha illustrato mi sento un po' sgo-  
mentato, non avendo le competenze per poter interloquire con il nostro au-  
dito. Mi chiedo però se il nostro audito sia mai stato ascoltato in sede go-  
vernativa, perché secondo le affermazioni che ha fatto questa sera, tutte le  
Commissioni parlamentari di inchiesta su questo tema sarebbero state to-  
talmente inutili. Se ho capito bene, dalle affermazioni contenute nella do-  
cumentazione, con la morte di tutti i militari che abbiamo visto e i cui  
familiari abbiamo audito, l'uranio non c'entra assolutamente niente.

Mi domando, allora, come possano esserci stati pareri così diversi da  
parte di altri scienziati e sentenze della magistratura che hanno ricono-  
sciuto il danno alla salute subito da alcuni militari. Sinceramente, la sua  
relazione mi lascia un po' sbalestrata. Lei è un professore di chiara  
fama, conosciamo la serietà del suo lavoro, ma lei ha escluso totalmente

– se ho capito bene le sue affermazioni – qualsiasi nesso di causalità con l'esposizione all'uranio. Anche se tutte le audizioni svolte ci hanno lasciato molti dubbi, a questa esclusione totale non eravamo ancora arrivati. A questo punto mi chiedo che cosa ci stia a fare in questa Commissione.

Vorrei comunque domandarle se può fare una comparazione fra i rischi associati all'ingestione dell'uranio depleto e quelli derivanti dall'ingestione di trizio e di torio. In confronto all'uranio impoverito, i rischi provocati dall'ingestione di trizio e torio sono diversi?

*TRENTA.* Mi spiace aver creato dubbi aggiuntivi a quelli che lei aveva, con la mia esposizione, però sono convinto di ciò che ho detto: stiamo perdendo tempo tutti quanti, indagando ancora sull'uranio depleto, che non ha alcuna responsabilità nella induzione di patologie quali i linfomi di Hodgkin e non Hodgkin. In base alla letteratura scientifica (è quella che ho considerato), l'uranio depleto non può essere chiamato in causa come responsabile di quelle patologie.

Come lei sa, senatrice, anche il trizio è un radionuclide naturale. La radiazione cosmica che arriva dal Sole e dalle galassie, incontrando gli strati alti dell'atmosfera, genera neutroni: dall'impatto di queste particelle sull'aria, sono prodotti neutroni, che vengono poi catturati, per così dire, dalle varie molecole presenti nell'aria (idrogeno, azoto) e determinano la formazione di trizio e, per esempio, di carbonio 14. Queste sostanze pertanto fanno parte del bagaglio radioattivo che tutti i giorni mangiamo, beviamo e respiriamo.

Non so quanto trizio possa essere stato sprigionato dalle campagne militari svolte, però posso garantirle che non può essere superiore alla quantità di trizio che è presente nel nostro ambiente di vita e di lavoro. Certamente si tratta di un *quid* aggiuntivo, però è talmente minuscolo che ritengo non possa essere responsabile di niente. Anche se il trizio – così come il carbonio 14 – va a finire nel DNA, e quindi può apportare modificazioni, lesioni direttamente nelle strutture formative e informative del nostro organismo (quindi potrebbero causare mutazioni responsabili di trasformazioni del DNA), bisogna tener conto del fatto che il nostro sistema di controllo del DNA è talmente robusto e stabile che le modificazioni minuscole vengono corrette dai sistemi enzimatici, dalla presenza degli antiossidanti presenti nel nostro organismo, dal sistema immunitario e dal fenomeno cosiddetto dell'apoptosi. Ci sono cioè meccanismi che cercano di conservare le caratteristiche individuali del nostro organismo.

Non dico certo che bisogna andare a cercare il rischio in maniera immotivata, però bisogna pure saper discriminare l'entità dei fenomeni e dei fatti della vita dai quali siamo circondati.

Non ho idea dell'entità del trizio causato dalle campagne militari, però – ripeto – non credo che possa essere elevata a tal punto da superare quella che ogni secondo si forma a seguito della radiazione cosmica.

GRANAIOLOLA (PD). Presidente, se lei è d'accordo, vorrei approfittare della presenza del nostro consulente, il dottor Benedetti, per conoscere il suo parere sull'esposizione del professor Trenta.

PRESIDENTE. Dottor Benedetti, intende porre un quesito aggiuntivo al professor Trenta?

BENEDETTI. Sì, Presidente. Condivido la presentazione del professore, perché è basata su tutti i principi scientifici e legislativi che riguardano la radioprotezione.

Vorrei però avere un chiarimento sugli effetti della presenza di torio, dato che ne abbiamo parlato in questa Commissione. Le forze armate hanno disperso del torio e del trizio nelle valvole utilizzate nei vari sistemi d'arma. Vorrei sapere se sia possibile fare un paragone tra torio, trizio e uranio: sono ugualmente pericolosi, a parità di quantità? Capisco che è difficile rispondere così a freddo, io non ne sarei capace.

TRENTA. Credo che l'elemento cardine per poter fare delle valutazioni comparative tra i possibili rischi associati all'uranio, al trizio e al torio sia principalmente rappresentato dal periodo di dimezzamento. Il torio è l'elemento che ha il periodo di dimezzamento più lungo, 10 miliardi di anni; l'uranio ha un periodo di dimezzamento di 5 miliardi di anni, mentre il trizio di 12 anni o 12 anni e mezzo. Tenendo conto solo di questo aspetto, se ne deduce che, incamerando dentro l'organismo del torio, l'irradiazione del torio sarà molto minore, a parità di quantità di massa, rispetto all'uranio, perché il numero di disintegrazione al secondo è molto più basso. Questo significa che il torio è ancora meno pericoloso dell'uranio. Inoltre, anche il torio è presente nel nostro organismo perché è in natura, quindi abbiamo dentro di noi del torio, così come abbiamo dell'uranio. Tenete presente che l'uomo vive ormai su questa Terra da tanto tempo: c'è chi dice da 500.000 anni e chi dice da 5 milioni di anni.

Come ho annunciato, vi lascio la documentazione relativa alla mia presentazione e una relazione illustrativa, da cui forse potrete trarre – leggendola in maniera più pacata – qualche elemento aggiuntivo di chiarificazione su quanto ho detto.

PRESIDENTE. Ringrazio ancora il professor Trenta per la sua relazione, che è sicuramente importante per i nostri lavori, e anche per la chiarezza dei contenuti e delle conclusioni alle quali è pervenuto.

Dichiaro conclusa l'audizione.

*I lavori terminano alle ore 21,25.*