

PREMESSA

La valutazione dei dati di *bioassay* per il controllo dell'esposizione interna dei lavoratori, per esempio dell'attività misurata nel corpo intero o nell'escrezione giornaliera urinaria, essenzialmente si riduce ad applicare in sequenza gli appropriati coefficienti di ritenzione o escrezione e quelli di dose per determinare l'*intake* a partire dai suddetti dati e da questo la dose ricevuta.

Alla relativa semplicità di tale pratica fa dunque riscontro la notevole complessità dei calcoli su cui essa si fonda, i quali infatti costituiscono la sintesi di un insieme molto vasto di conoscenze, dai dati di decadimento, alla forma fisico-chimica dei materiali introdotti, ai parametri anatomici e fisiologici, al comportamento dei radionuclidi nel corpo, agli effetti dell'assorbimento d'energia, alla localizzazione dei tessuti radiosensibili.

Le informazioni sulla biocinetica degli elementi vengono schematizzate nell'elaborazione di appropriati modelli matematici che appunto descrivono l'ingresso dei radionuclidi nel corpo attraverso le diverse vie d'introduzione (modelli non sistemici, di cui i principali sono quelli del tratto respiratorio e gastrointestinale) e la loro distribuzione negli organi e tessuti dopo l'assorbimento nel sangue (modelli sistemici, specifici per elemento). Una volta determinato il numero di disintegrazioni nelle varie regioni sorgente e note le caratteristiche dell'emissione, l'applicazione dei modelli dosimetrici consente di calcolare la deposizione d'energia, e quindi la dose, in ciascun organo o tessuto bersaglio.

GLI STANDARD DI PROTEZIONE RADIOLOGICA

Come modelli biocinetici e dosimetrici standard e valori di riferimento dei coefficienti di *bioassay* e di dose si assumono quelli pubblicati in specifici report dell'International Commission on Radiological Protection (ICRP).

In effetti a questo Organismo indipendente è universalmente riconosciuto un ruolo leader nella protezione dalle esposizioni a radiazioni ionizzanti. Le sue raccomandazioni generali, che impostano il sistema complessivo della radioprotezione, e i suoi documenti tecnici sulle specifiche tematiche sono sostanzialmente recepiti dalle Direttive Euratom e attraverso queste dalle legislazioni nazionali dei singoli Paesi membri, tra cui l'Italia.

Essi vengono periodicamente aggiornati in modo da rispecchiare lo stato dell'arte della ricerca e l'evoluzione tecnologica.

SVILUPPO DEI MODELLI BIOINETICI E DOSIMETRICI

Dai primi approcci alla problematica dell'esposizione interna, l'acquisizione di nuove conoscenze nei diversi settori coinvolti, la disponibilità di computer con elevate capacità di calcolo e la necessità di armonizzazione con le raccomandazioni generali della radioprotezione ha com-

portato un sostanziale sviluppo dei modelli biocinetici e dosimetrici e della stessa impostazione degli standard per il controllo dell'esposizione interna.

Infatti la scelta dell'ICRP di definire i coefficienti di dose anziché i limiti annuali d'introduzione risale soltanto agli anni 90. Essa fu dettata dall'esigenza di poter sommare il rischio indotto dall'introduzione di differenti radionuclidi e dall'irradiazione esterna.

Sulla tematica specifica della dosimetria interna nel 2006 l'ICRP ha pubblicato l'*Human Alimentary Tract Model* (HATM) in sostituzione del vecchio modello del tratto gastrointestinale. Rispetto a questo l'HATM presenta una struttura molto più complessa (Figura 1) prevedendo, per esempio, la possibilità di ritenzione nelle pareti dello stomaco e dell'intestino ed il transito iniziale del materiale ingerito attraverso la cavità orale e l'esofago, coerentemente con l'assegnazione di un esplicito fattore peso per tale ultimo organo già nelle Raccomandazioni del 1991 e l'inclusione, in quelle del 2007, della mucosa orale tra i tessuti rimanenti.

Anche riguardo al comportamento sistemico si è instaurata la tendenza ad elaborare modelli molto più dettagliati e realistici dei precedenti, partendo dai processi fisiologici che controllano la cinetica degli elementi.

Tali modelli perciò consentono di estrapolare anche ad altre classi di età i valori dei parametri ricavati per gli adulti, per i quali sono generalmente disponibili più abbondanti dati sperimentali. Essi furono concepiti dapprima per le terre alcaline e per gli attinidi quando, a seguito dell'incidente di Chernobyl, emerse la necessità di predisporre linee guida protezionistiche non solo per i lavoratori ma anche per la popolazione.

I modelli fisiologici prevedono il riciclo di attività tra i tessuti e dai tessuti nel plasma ed integrano il percorso attraverso le diverse vie d'escrezione prospettandosi perciò come intrinsecamente idonei all'interpretazione dei dati di *bioassay*.

Per quanto concerne direttamente il calcolo delle dosi un importante sviluppo è rappresentato dalla sostituzione dei fantocci matematici, che descrivono la geometria del corpo e dei suoi organi attraverso volumi semplici, coi più realistici fantocci voxel derivati da immagini tomografiche di individui reali. Di recente l'ICRP ha pubblicato i fantocci voxel standard per l'uomo e la donna adulti, costruiti in modo da essere consistenti con i rispettivi ed attuali dati anatomici di riferimento.

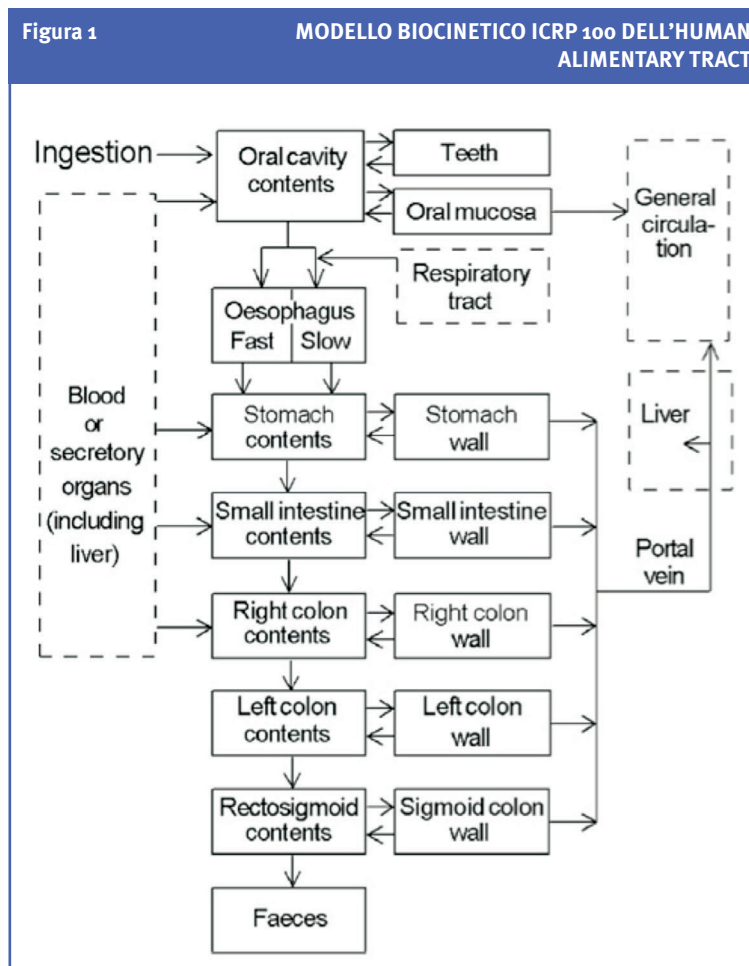
PROSSIME PUBBLICAZIONI DELL'ICRP

Alla luce dell'evoluzione nei modelli per la dosimetria interna verificatasi negli ultimi trent'anni e dell'adozione delle nuove raccomandazioni generali di radioprotezione, l'ICRP sta revisionando l'insieme dei suoi standard applicativi per il controllo dell'esposizione interna dei lavoratori.

Essi saranno presto sostituiti da una serie di report sull'*Occupational Intake of Radionuclides* i quali forniranno i nuovi coefficienti di ritenzione, escrezione e dose, ottenuti applicando gli ultimi modelli biocinetici e dosimetrici e valori aggiornati dei parametri d'ingresso per la caratterizzazione sia del decadimento radioattivo sia dell'assorbimento nel sangue delle diverse forme chimiche degli elementi. Saranno inoltre forniti nuovi coefficienti di *bioassay*, i valori di dose per contenuto unitario di attività nel corpo e negli escreti, il cui utilizzo consentirà di semplificare l'interpretazione dei dati di monitoraggio riducendo la possibilità d'introdurre errori nelle suddette procedure di valutazione.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- *L'esposizione a radiazioni ionizzanti dei lavoratori e del pubblico è disciplinata dal D.Lgs. 230/95 e s.m.i. "Attuazione delle direttive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 2006/117/Euratom in materia di radiazioni ionizzanti e 2009/71/Euratom, in materia di sicurezza nucleare degli impianti nucleari."*



International Commission on Radiological Protection. "Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection. Publication 100." Annals ICRP 36, n. 1/2 (2006).

PER ULTERIORI INFORMAZIONI

Contatti: c.petrucci@inail.it

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- ICRP. 2006. "Human Alimentary Tract Model for Radiological Protection. Publication 100." Annals ICRP 36, n. 1/2.
- ICRP. 2007. "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Publication 103." Annals ICRP 37, n. 2/4.
- ICRP. 2009. "Adult reference computational phantoms. Publication 110." Annals ICRP 39, n. 2.
- ICRP. Draft report for consultation of 23/02/2012. "Occupational Intake of Radionuclides. Part 1." <http://www.icrp.org/page.asp?id=155> (ultimo accesso il 27/04/2012).

PAROLE CHIAVE

Esposizione interna; modelli biocinetici e dosimetrici