



LES RADIACIONS IONITZANTS EFECTES A BAIXES DOSIS

Dr. Pere Carbonell



PROCESSOS QUÍMICS I EFECTES BIOLÒGICS

- Reaccions químiques abans inexistents resulten possibles, amb conseqüències greus, en major o menor grau, però no previstes per les cèl·lules, com són els efectes derivats de la formació de **RADICALS LLIURES intracel·lulars**

- **Es pot restablir l'antic ordre, però no totalment: Un residual més o menys elevat, segons la dosi absorbida, d'efectes moleculars que facilita la formació de radicals lliures de gran inestabilitat y toxicitat, pot subsistir.**
- **S'observen igualment modificacions cromosòmiques en teixits irradiats.**

- **El model radiobiològic de referència resulta compatible amb una relació dosi - resposta LINEAL, de creixement proporcional a la dosi absorbida a partir de dosi zero. Per la radiació d'elevada TLE aquesta relació és de tendència supralineal, exponencial a dosis baixes.**

L'EFECTE CANCERIGEN



- **La formació d'un càncer pot iniciar a partir d'una alteració genètica en una sola cèl·lula; el mateix és vàlid pel que fa a l'efecte genètic.**





- Sobre las bases d'aquest model **NO EXISTEIX** un dintell de seguretat biològica per les radiacions ionitzants: El risc existeix a partir d'una mínima dosi .

- **La Transferència Lineal d'Energia (TLE) és un referent per la radiotoxicitat d'un element:**

La irradiació de una col·lònia de 1000 cèl·lules vives exposades a 10 mSv de raig X (aproximadament l'equivalent a una radiografia de columna) o a un equivalent gamma d'origen nuclear:

.....



....provocaria la mort de 3 o 4 cèl·lules, a part d'alguns danys genètics i alguns canvis irreparables en el DNA, unes 100.000 ionitzacions en el conjunt de la col·lònia cel·lular, de l'ordre de 11 a 460 ionitzacions per cèl·lula.

FACTOR DE QUALITAT RADIOBIOLÒGICA - RADIOTOXICITAT

-
- Les partícules dotades de massa i / o de càrrega són més eficients, es a dir, més tòxiques pel organisme:

La dosi 10 mGy administrada per una exposició de neutrons (TLE més elevada) provocaria la mort cel·lular i un nombre de mutacions superior, a més de 145 a 1.100 ionitzacions per cèl·lula,

..... i una dosi biològica superior.

- Les partícules alfa incrementen en un factor 10 (factor de qualitat > 10) el nombre de morts cel·lulars i de mutacions. El nombre de ionitzacions es d'entre 3.700 a 4.500 per cèl·lula.
- La radiació alfa és de TLE elevada i genera més radiotoxicitat.



Radionuclids emissors de partícules alfa són, entre molts altres:

El plutoni (Pu-239, T= 24000 a.); el radi (Ra-226, T=1600 a.); el radó (Rn-222, T= 3,8 d.); el poloni (Po-210; T= 138 d.) etc. Sense oblidar els transuranians.

- **Més sobre radiotoxicitat:**

A través de la inhalació del gas radó (Rn) penetren els emissors alfa Po-218 i Po-214 en els pulmons, generant Pb-210 (T= 22 a) el qual es concentra en els ronyons i en el cervell al formar equilibri secular amb el radó (després d'unes hores). A partir del plom 210 es forma poloni.

- **El Po-210 un emissor alfa d'alta toxicitat que es concentra també en altres òrgans vitals.**

Al estudiar la radiotoxicitat d'un radionucleid es considera:

- **El període radioactiu del element: T_r**
- **El període biològic o de retenció: T_b**
- **El temps efectiu: T_e**

$$T_e = T_b \times T_r / T_b + T_r$$

- **La activitat acumulada: $A = A_0 \times 1.44 \times T_e$**



La radiotoxicitat va associada a la TLE, al període T, a l'activitat radioactiva, a l'energia d'emissió, entre altres; i també a l'afinitat química del radioelement :

Es poden diferenciar comportaments entre productes de fissió, p.e. entre el iode-129, T= 17millons a. i el iode-131, T= 8 d; entre el cesi-137 i el estronci-90; entre el triti orgànic i el triti en solució, etc.



Un exemple de baixes dosis és el fumar:

La dosi efectiva mitja per cigarret és de 1.2 μSv ; que genera una dosi pulmó de 14.5 μSv per cigarret; amb un factor de risc de càncer de 0.85 % per Sv (risc total de fer càncer: 7.5 % per Sv = 0.000075 per mSv).

Un fumador de 20 cigarretes/ dia genera una dosi pulmó de:

$$20 \times 365 \times 14.5 \mu\text{Sv} = 106 \text{ mSv}$$

El 50 % del càncer de pulmó en el fumador és atribuïble a la càrrega radiològica del tabac.