


Inwendige besmetting



Tritium

A.S. Keverling Buisman

Tritium ^3H

Fysische halveringstijd: 12,3 jaar

Zuivere bètastraler met $\bar{E} = 5,6 \text{ keV}$

Opname direct in het hele lichaam:

Biologische verwijdering

Water ($^3\text{H}_2\text{O}$)

0,97 10 d

0,03 40 d

Organisch ^3H

0,5 10 d

0,5 40 d

Inhalatie van $^3\text{H}_2\text{O}$ of $^3\text{H}^1\text{HO}$

Waterdamp:

Via longen met $V = 1,2 \text{ m}^3/\text{h}$

Via huid met $0,6 \text{ Bq/h}$ per Bq/m^3
(= $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$)

Totaal: $V + 0,6 = 1,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Maar andere V kan ook!

Waterbalans referentiemens

Inname (inclusief oxidatie)	3 l/d
Uitscheiding:	
Urine	1,4 l/d
Zweet	0,65 l/d
Overig (uitademing)	0,95/d
Watervolume	42 l

^3H -concentratie in lichaam

Na inname van waterdamp:

$$C \text{ (Bq/kg)} \leq A / 42 \text{ kg} \exp(-\ln 2 t/10)$$

Met t in dagen

Concentratie in lichaam = urineconcentratie!

Dosisconversiecoëfficiënt

Voor getritieerd waterdamp

$$e(50) = 1,8 \times 10^{-11} \text{ Sv/Bq}$$

Voorbeeld

In reactorhal is de ^3H -concentratie

$$C = 120 \text{ Bq/m}^3$$

Effectieve volg dosis per jaar?

$$\begin{aligned} A_{\text{in}} &= 120 \text{ Bq/m}^3 \times 1,8 \text{ m}^3/\text{h} \times 1000 \text{ h/j} = \\ &= 2,2 \times 10^5 \text{ Bq} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= 2,2 \times 10^5 \text{ Bq} \times 1,8 \times 10^{-11} \text{ (Sv/Bq)} = \\ &= 4 \times 10^{-6} \text{ Sv} = 4 \text{ } \mu\text{Sv} \end{aligned}$$

Elementair waterstof $^3\text{H}_2$

^3H zendt zachte bèta's uit:

$$E_{\text{max}} = 18 \text{ keV}; \quad \bar{E} = 5,7 \text{ keV}$$

Maximale dracht in weefsel: 5 μm

Wel edelgas, maar geen huiddosis ($<70\mu\text{m}$)

Elementair waterstof $^3\text{H}_2$

Alleen ^3H in de longen telt mee!

Longinhoud = 3 liter = $0,003 \text{ m}^3$

Bij concentratie C (Bq/m^3) is er
 $0,003 \text{ m}^3 \times C$ (Bq/m^3) in long

Geabsorbeerde energie per seconde in long:

$$E_{\text{abs}} = 0,003 C \bar{E} = 2,7 \times 10^{-18} \times C \text{ [J/s]}$$

$$m_{\text{LONG}} = 1 \text{ kg}$$

$$H_{\text{LONG}} = 2,7 \times 10^{-18} C \text{ Sv/s}$$

Elementair waterstof $^3\text{H}_2$

$$H_{\text{LONG}} = 2,7 \times 10^{-18} \text{ C Sv/s}$$

$$W_{\text{LONG}} = 0,12$$

Dus effectieve dosistempo bij 1 Bq/m^3 is:

$$\begin{aligned} E &= 0,12 \times 3600 \text{ (s/h)} \times 2,7 \times 10^{-18} \text{ Sv/s} = \\ &= 1,2 \times 10^{-15} \text{ Sv/h per Bq/m}^3 \end{aligned}$$

Elementair waterstof $^3\text{H}_2$

Voor elementair waterstof

$$E = 1,2 \times 10^{-15} \text{ Sv/h per Bq/m}^3$$

Vergelijk met 1 Bq/m^3 waterdamp:

$$\begin{aligned} E &= 1,8 \times 10^{-11} \text{ Sv/Bq} \times 1,8 \text{ m}^3 / \text{h} = \\ &= 3,2 \times 10^{-11} \text{ Sv/h per Bq/m}^3 \quad (\text{factor } 10^4 \\ &\text{hoger}) \end{aligned}$$

Vaak wordt aangenomen 1% oxidatie, dus waterdamp domineert!!