

Cursus
Stralingsbeschermings-
deskundige

Inwendige besmetting

Praktijk

A.S. Keverling Buisman

Praktijk

- Inwendige besmetting komt weinig voor (of meten we het niet?)
- Als er aanwijzingen zijn dan:
- Meting aan lichaam, neusuitstrijk, urine, schildklier, (feces) ←
- Bepaling inname
- Berekening van volgdosis met $e(50)$
- Opgave aan NDRIS als $E(50) > 0,01$ mSv

Hoe inname te bepalen



- Veronderstelling (wat als)
- Neusuitstrijkje
- Luchtconcentratie
- Totale-lichaams-telling
- Schildkliertelling
- Urine-analyse
- Anders

Hoe inname te bepalen

➤ Veronderstelling (wat als)

Stel 1 MBq ^{14}C een flesje valt stuk

Stel je ademt hiervan 10% in.

Dan wordt de effectieve volg dosis:

$$\begin{aligned} E &= 0,1 \times 1 \text{ MBq} \times e(50) \text{ (Sv/Bq)} = \\ &= 1 \times 10^5 \text{ Bq} \times 5,8 \times 10^{-10} \text{ (Sv/Bq)} = \\ &= 5,8 \times 10^{-5} \text{ Sv} = 0,06 \text{ mSv.} \end{aligned}$$

Neusuitstrijkje

- Depositie in ET1: 34% van de inhalatie
- Neusuitstrijkje bevat hiervan een deel
- Veilige schatting: 5%
- Inname schatting: $A_{\text{uitstrijk}} \times 20$
- Meest gebruikt voor uitsluiting

Uit luchtconcentratie

- Als C Bq/m³ dan
- $A = C [\text{Bq/m}^3] \times 1,2 [\text{m}^3/\text{h}] \times t [\text{h}]$
- C bepalen uit monitor of verzamelfilter.
- $E(50) [\text{Sv}] = e(50) [\text{Sv/Bq}] \times A [\text{Bq}]$

Uit totale-lichaams- of schildklier-telling

- Meting van $A(t)$
- Terugrekenen naar $t=0$ met retentiefunctie
- of Handboek Radionucliden
- $E(50) = e(50) \times A(0)$



Uit urine-analyse

- Meting urineconcentratie $C_u(t)$
- Terugrekenen naar $A(t)$ of $A(0)$ via uitscheidingsfunctie of Handboek
- $E(50) = e(50) \times A(0)$

Anders

- Quicky-counter = romptelling in 10 s (!)
- Feaces-analyse: gebeurt in NL niet
- Longtelling: in NL niet beschikbaar

- Validatie U/Pu-besmetting door autopsie in VS

Opgave

- Een medewerker wordt ernstig besmet bij een bewerking met $^{51}\text{CrCl}_3$. Diezelfde dag blijkt dat hij een besmetting van 20.000 Bq ^{51}Cr in zijn lichaam heeft.
- Hoe groot schat u de volgdosis?

Radionuclide Handbook

N = 27

⁵¹Cr

Gegeven:
Dezelfde dag in lichaam
A = 20 kBq ⁵¹Cr

Biokinetic behaviour (from ICRP-30)

Chromium in the bloodstream is transferred to excretion (30%), to bone tissue (5%, 1000 d). The rest is distributed homogeneously to other tissues.

Effective committed dose conversion coefficients (from ICRP-119 and -128)

Ingestion			
Compound		f _i	e(50) (Sv/Bq)
Chromium-III		0,01	3,7×10 ⁻¹¹
Chromium-VI		0,1	3,8×10 ⁻¹¹
⁵¹ Cr-EDTA		0,0	3,1×10 ⁻¹¹
Inhalation			
Compound	Class	AMAD(μm)	e(50) (Sv/Bq)
Unspecified	F	1	2,1×10 ⁻¹¹
	F	5	3,0×10 ⁻¹¹
⁵¹ CrCl ₃ , ⁵¹ Cr(NO ₃) ₃	M	1	3,1×10 ⁻¹¹
	M	5	3,4×10 ⁻¹¹
⁵¹ Cr ₂ O ₃ , ⁵¹ CrO ₃ , ⁵¹ Cr(OH) ₃	S	1	3,6×10 ⁻¹¹
	S	5	3,6×10 ⁻¹¹
Injection			
Compound			e(50) (Sv/Bq)
⁵¹ Cr-EDTA, normal renal function			2,0×10 ⁻¹²
⁵¹ Cr-EDTA, abnormal renal function			4,7×10 ⁻¹²
⁵¹ Cr other compounds			5,6×10 ⁻¹¹

Data for whole body counting (Bq in body per Bq inhaled by workers)

t (d)	F	M	S
0,25	7,3×10 ⁻¹	7,3×10 ⁻¹	7,4×10 ⁻¹
1	5,0×10 ⁻¹	4,8×10 ⁻¹	4,8×10 ⁻¹
2	3,1×10 ⁻¹	2,6×10 ⁻¹	2,5×10 ⁻¹
3	2,2×10 ⁻¹	1,5×10 ⁻¹	1,5×10 ⁻¹
5	1,6×10 ⁻¹	9,1×10 ⁻²	8,4×10 ⁻²
7	1,3×10 ⁻¹	7,6×10 ⁻²	7,0×10 ⁻²

Uitwerking

Inhalatie van CrCl_3

Cl^- = halogenide

Dus klasse M

In lichaam na 0,25 d:

$7,3 \times 10^{-1}$ (= 73%)

Inname was: 20.000/0,73

27400 Bq

$E(50) = 27400 \times 3,4 \times 10^{-11}$

$= 9,3 \times 10^{-7} \text{ Sv} = 1 \mu\text{Sv} !$

N = 27

^{51}Cr

Biokinetic behaviour (from ICRP-30)

Chromium in the bloodstream is transferred to excretion (30%), to bone tissue (5%, 1000 d). The rest is distributed homogeneously to other tissues.

Effective committed dose conversion coefficients (from ICRP-119 and -128)

Ingestion			
Compound		f_1	$e(50)$ (Sv/Bq)
Chromium-III		0,01	$3,7 \times 10^{-11}$
Chromium-VI		0,1	$3,8 \times 10^{-11}$
^{51}Cr -EDTA		0,0	$3,1 \times 10^{-11}$
Inhalation			
Compound	Class	AMAD(μm)	$e(50)$ (Sv/Bq)
Unspecified	F	1	$2,1 \times 10^{-11}$
	F	5	$3,0 \times 10^{-11}$
$^{51}\text{CrCl}_3$, $^{51}\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	M	1	$3,1 \times 10^{-11}$
	M	5	$3,4 \times 10^{-11}$
$^{51}\text{Cr}_2\text{O}_3$, $^{51}\text{CrO}_3$, $^{51}\text{Cr}(\text{OH})_3$	S	1	$3,6 \times 10^{-11}$
	S	5	$3,6 \times 10^{-11}$
Injection			
Compound			$e(50)$ (Sv/Bq)
^{51}Cr -EDTA, normal renal function			$2,0 \times 10^{-12}$
^{51}Cr -EDTA, abnormal renal function			$4,7 \times 10^{-12}$
^{51}Cr other compounds			$5,6 \times 10^{-11}$

Data for whole body counting (Bq in body per Bq inhaled by workers)

t (d)	F	M	S
0,25	$7,3 \times 10^{-1}$	$7,3 \times 10^{-1}$	$7,4 \times 10^{-1}$
1	$5,0 \times 10^{-1}$	$4,8 \times 10^{-1}$	$4,8 \times 10^{-1}$
2	$3,1 \times 10^{-1}$	$2,6 \times 10^{-1}$	$2,5 \times 10^{-1}$
3	$2,2 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^{-1}$	$1,5 \times 10^{-1}$
5	$1,6 \times 10^{-1}$	$9,1 \times 10^{-2}$	$8,4 \times 10^{-2}$
7	$1,3 \times 10^{-1}$	$7,6 \times 10^{-2}$	$7,0 \times 10^{-2}$

Opgave

- Een dakventilatieuitlaat met een debiet van $5400 \text{ m}^3/\text{h}$ zonder filtering is uitgerust met een deelstroom pomp met filtertje waardoor $1 \text{ m}^3/\text{h}$ gezogen wordt. Na 168 uur belading wordt op het filtertje $450 \text{ Bq } ^{137}\text{Cs}$ gevonden.
- Welke schatting kunt u maken van de lozing en van de volgdosis voor de werkers in de betrokken week?
- $e(50, ^{137}\text{Cs}, \text{inh F}) = 6,7 \times 10^{-9} \text{ Sv/Bq}$

Uitwerking

Op filtertje: 450 Bq ^{137}Cs van 168 h in
luchtstroom van 1 m³/h

Dus de gemiddelde concentratie over die week
was: 450 Bq / (168 h x 1 m³/h) = 2,7 Bq/m³

Lozing: 5400 m³/h x 168 h x 2,7 Bq/m³ =
6,6x10⁶ Bq = 6,6 MBq

Inname in die week bij 2,7 Bq/m³ bij 40-urige
werkweek:

2,7 Bq/m³ x 1,2 m³/h x 40 h = 130 Bq

Effectieve voldosis: $A_{in} \times e(50) =$

130 Bq x 6,7·10⁻⁹ Sv/Bq = 8,7x10⁻⁷ Sv = **1 μSv**

Opgave

- De gemiddelde concentratie van ^{85}Kr in de buitenlucht bedraagt 1 Bq/m^3 .
- Hoe groot is de effectieve dosis hiervan per jaar?
- Gegeven: $e(^{85}\text{Kr}) = 9,2 \times 10^{-13} \text{ Sv/h per Bq/m}^3$

Uitwerking

Concentratie van ^{85}Kr : 1 Bq/m^3

Dosistempocoëfficiënt: $9,2 \times 10^{-13} \text{ Sv/h per Bq/m}^3$

Effectief dosistempo: $9,2 \times 10^{-13} \times 1 = 9,2 \times 10^{-13} \text{ Sv/h}$

Effectieve dosis in één jaar = $8760 \text{ h/j} \times 9,2 \times 10^{-13} \text{ Sv/h} =$

$$\mathbf{8 \times 10^{-9} \text{ Sv} = 8 \text{ nSv}}$$

Opgave

De EU-limiet voor ^{137}Cs in voedsel is 600 Bq/kg.
Wat is de E(50) voor 150 g besmet vlees?
En voor 5-jarigen?

Gegevens voor ingestie van ^{137}Cs (ICRP-119):

Table F.1. Effective dose coefficients (e) for ingestion of radionuclides for members of the public to 70 years of age.

Nuclide	$T_{1/2}$	Infant		f_1 ≥ 1 year	e (Sv/Bq)				
		f_1	e (Sv/Bq)		1 year	5 years	10 years	15 years	Adult
Cs-137	30.0 y	1.0	1.1E-08	1.0	1.2E-08	9.6E-09	1.0E-08	1.3E-08	1.3E-08
Cs-138	32.2 m	1.0	8.1E-09	1.0	5.9E-10	2.9E-10	1.7E-10	1.2E-10	9.2E-11

Uitwerking

Dosisconversiecoëfficiënt voor ingestie van ^{137}Cs
door volwassenen: $1,3 \times 10^{-8} \text{ Sv/Bq}$

door 5-jarigen: $9,6 \times 10^{-9} \text{ Sv/B}$

Inname

$$A_{\text{in}} = 0,150 \text{ kg} \times 600 \text{ Bq/kg} = 90 \text{ Bq}$$

Effectieve volg dosis $= A_{\text{in}} \times e(\tau)$

Volwassenen: $1,2 \times 10^{-6} \text{ Sv} = \mathbf{1,2 \mu\text{Sv}}$

5-jarigen: $8,6 \times 10^{-7} \text{ Sv} = \mathbf{0,9 \mu\text{Sv}}$