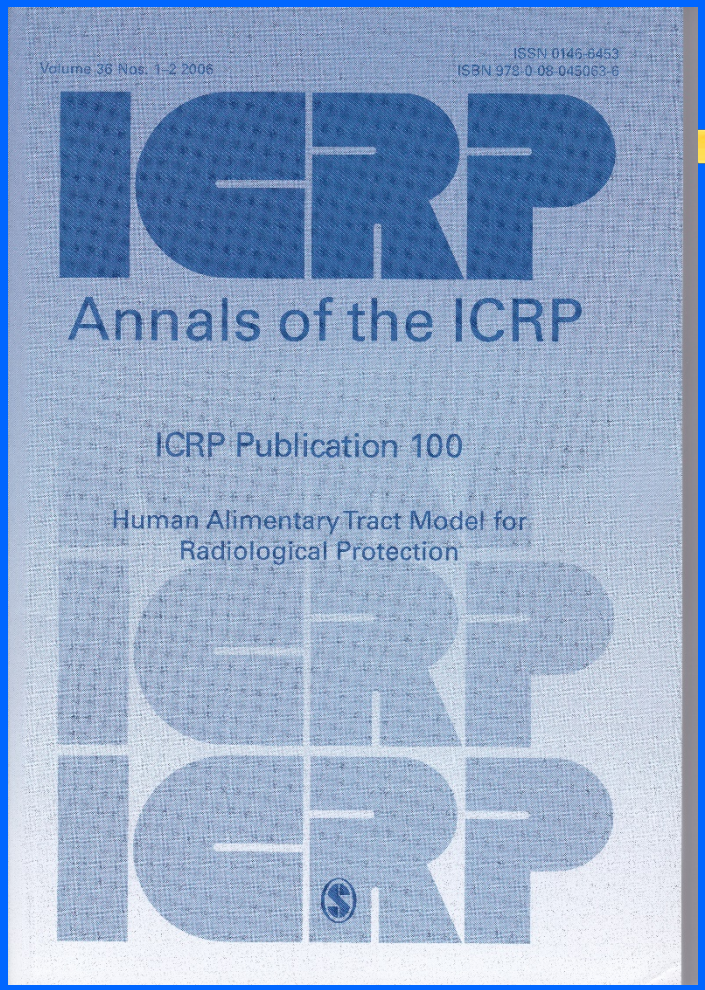
Stralingshygiënisch model voor het spijsverteringskanaal

A.S. Keverling Buisman

Human Alimentary Tract Model



ICRP-100

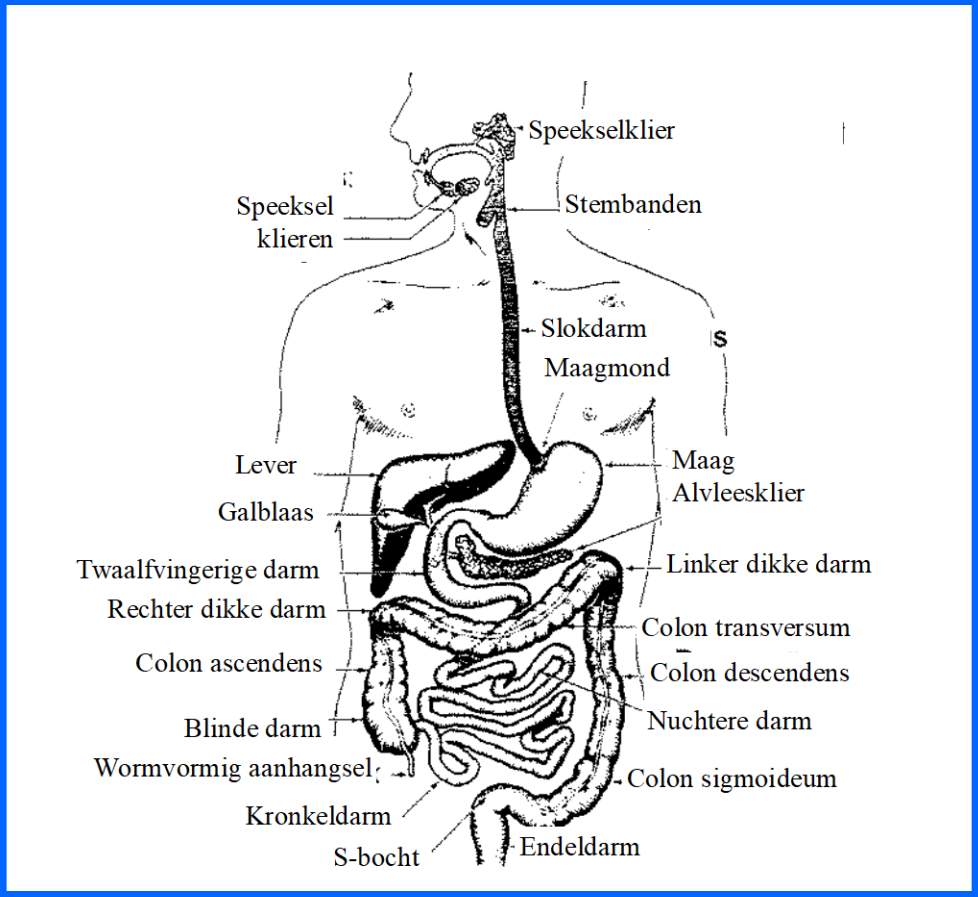
Bekend als HATM

van 2006

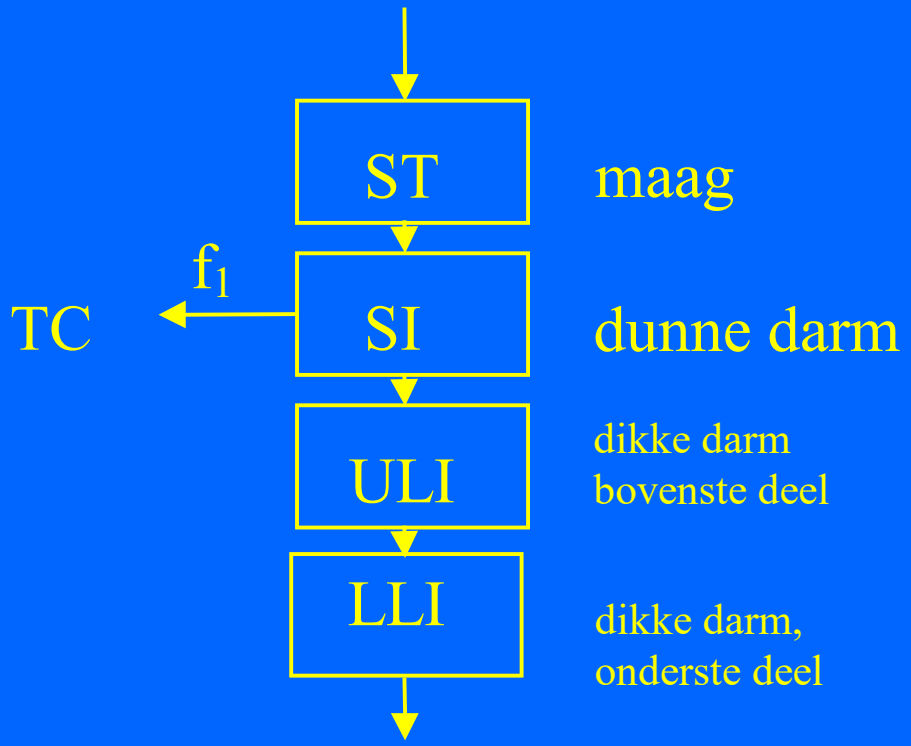
Overzicht

- Spijsverteringskanaal
- Oude maag-darm-model
- HATM: compartimenten
- Voorbeeld
- Weefselweegfactoren
- Implementatie
- Samenvatting

Spijsverteringskanaal Overzicht



Oude model
Overzicht



Figuur 10.6.1 Model van het maagdarmkanaal
TC - transfercompartiment = bloed

Oude model

Gemiddelde verblijftijden T_m (h)

Maag	1
Dunne darm	4 $(1-f_1)$
Dikke darm (ULI)	13
Dikke darm (LLI)	24

Het nieuwe model met 7 compartimenten

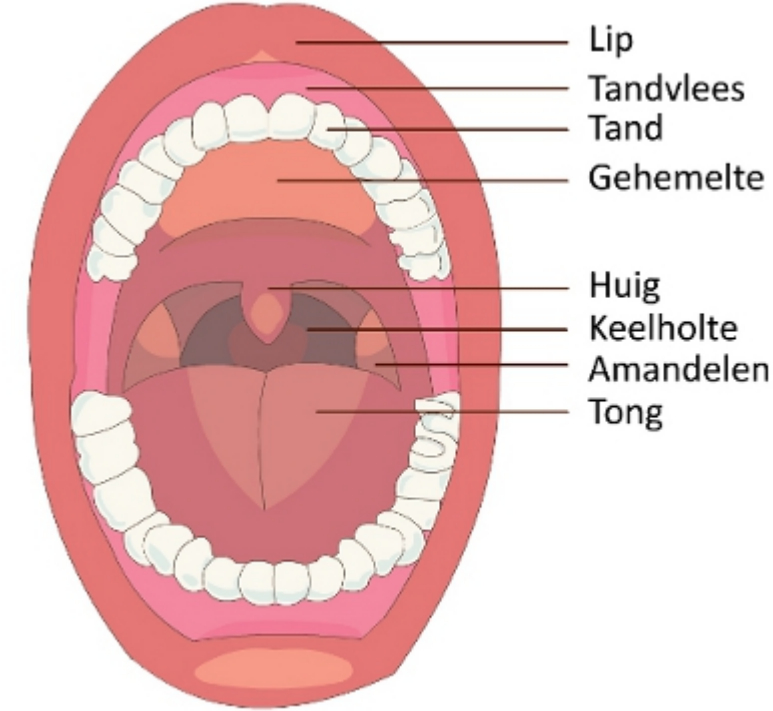


Het nieuwe model met 7 compartimenten

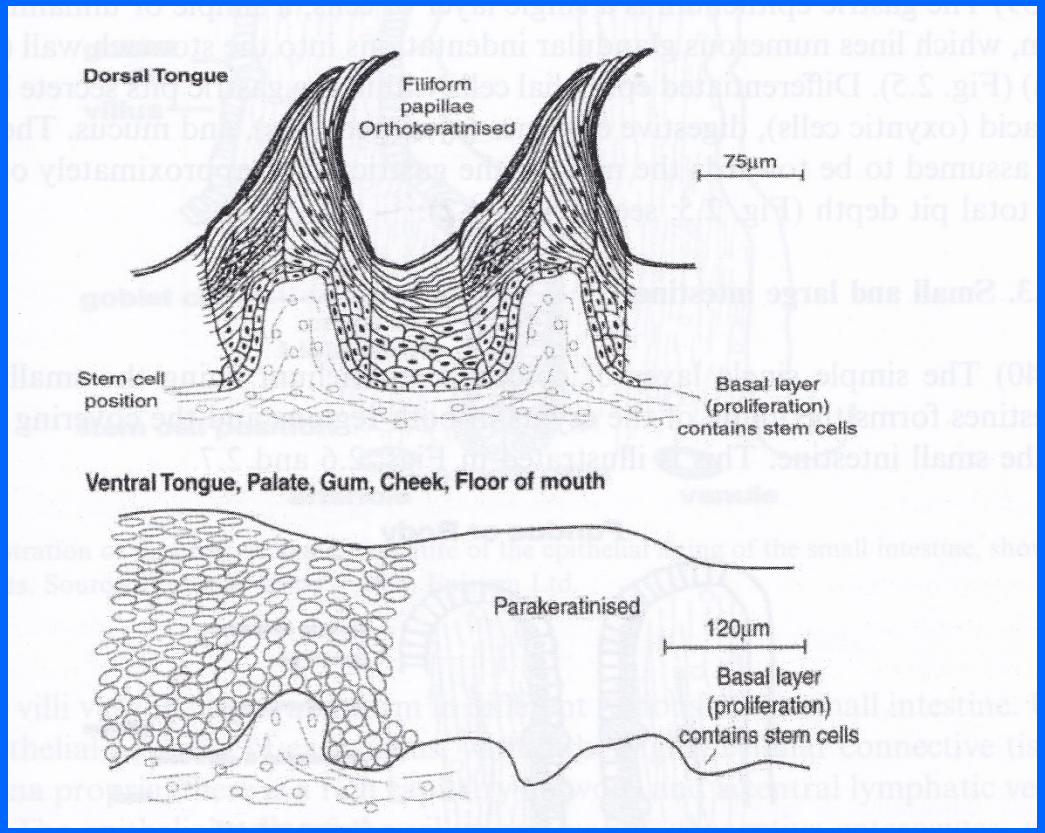
Voor elk compartiment:

- **Anatomie**
- **Gevoelige cellen**
- **Model**
- **Verblijftijd**

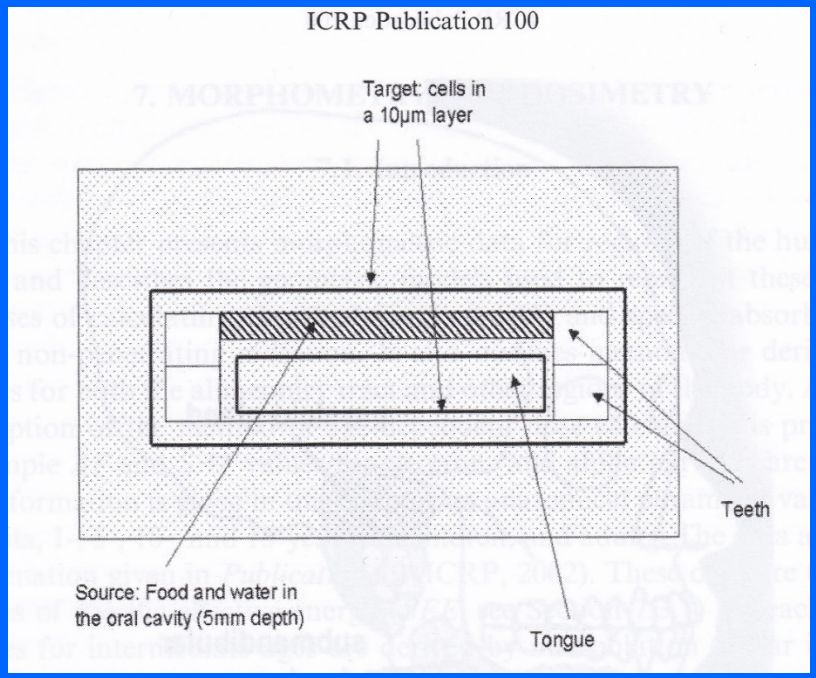
Mond: Anatomie



Mond: Micro-anatomie



Mond: Model



Gevoelige cellen:

Diepte 190-200 μm

Massa: 0,23 g

Mond: Verblijftijden

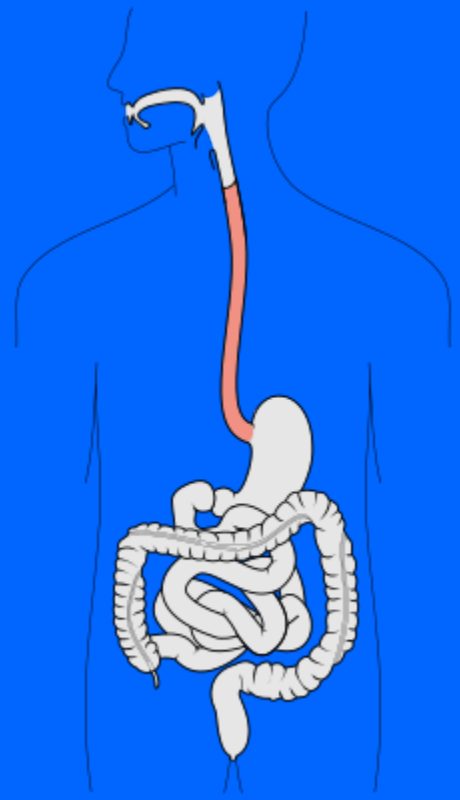
Vaste stof: 15 s

Vloeistof: 2 s

Gewogen gemiddelde:

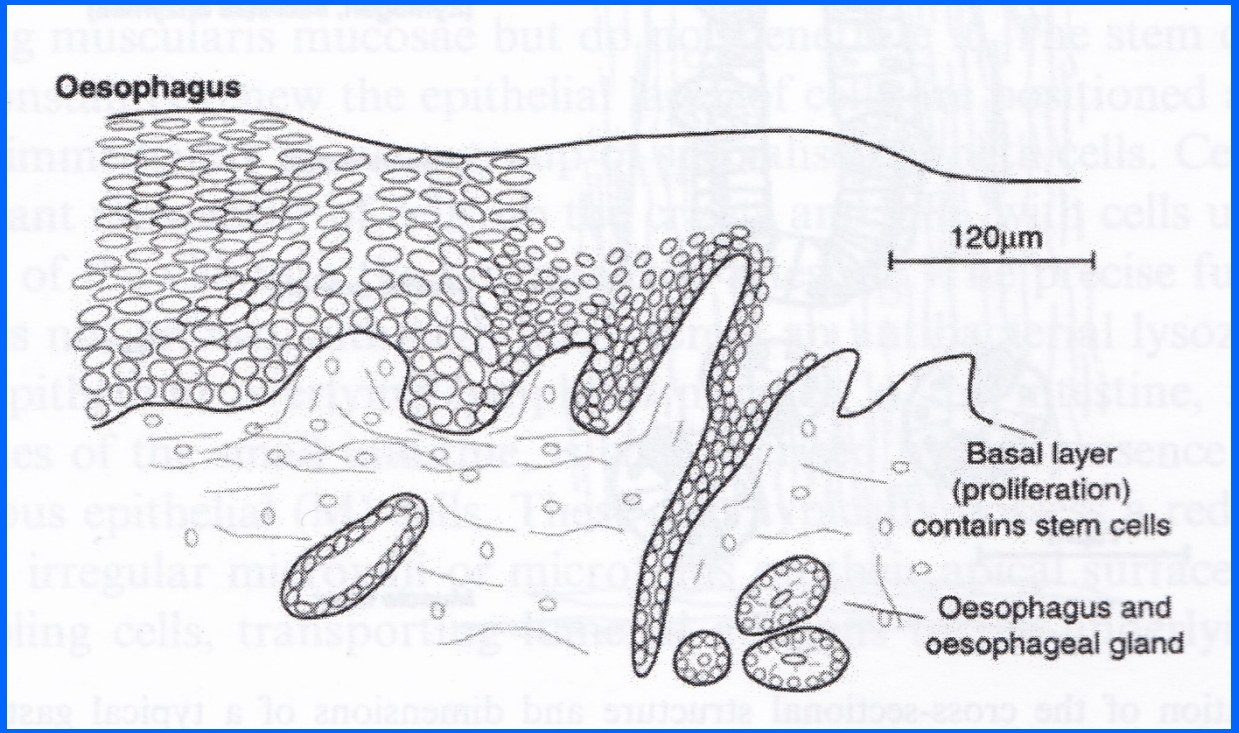
12 s

Slokdarm: Anatomie

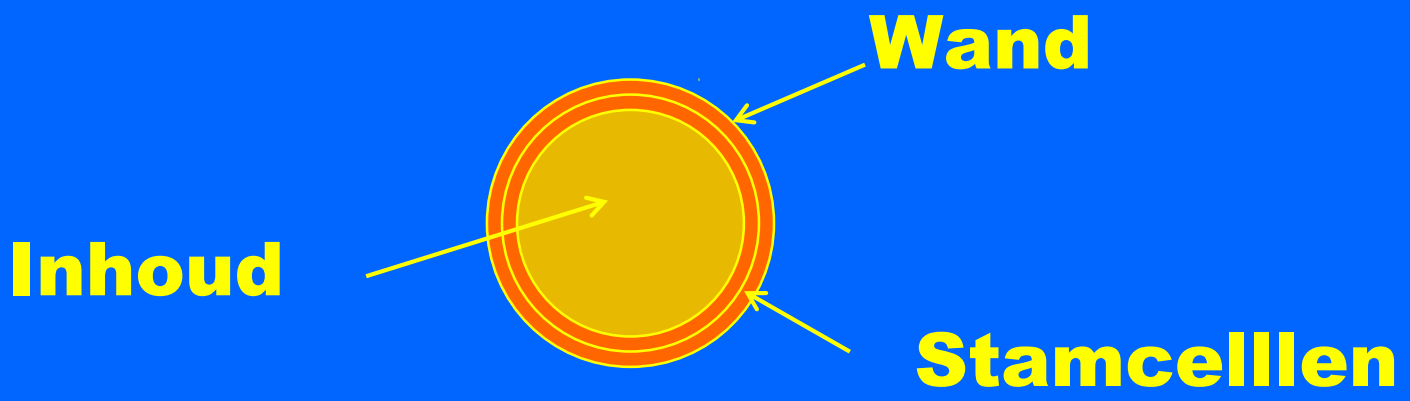


Lengte in cm		Diam
• Zuigeling	10	0,5
• 1 j	13	0,6
• 5 j	18	0,7
• 10 j	23	0,8
• 15 j, v	26	1
• 15 j, m	27	1
• V	26	1
• M	28	1

Slokdarm: Micro-anatomie



Slokdarm: Model



Gevoelige cellen:

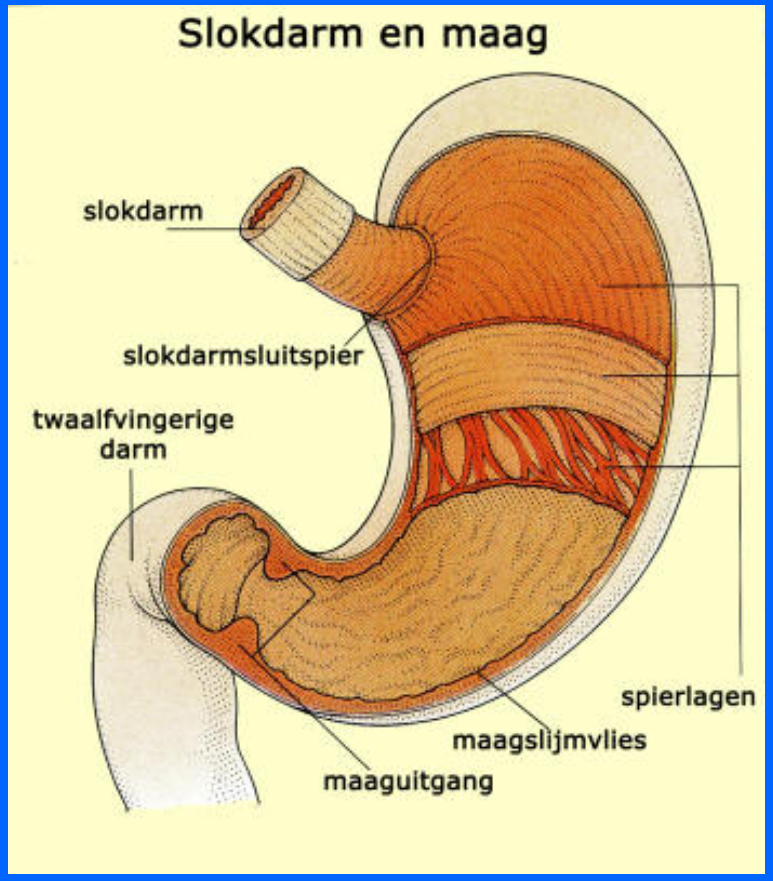
Diepte 190-200 µm

Massa: 0,091 g (m); 0,085 g (v)

Slokdarm: Verblijftijden

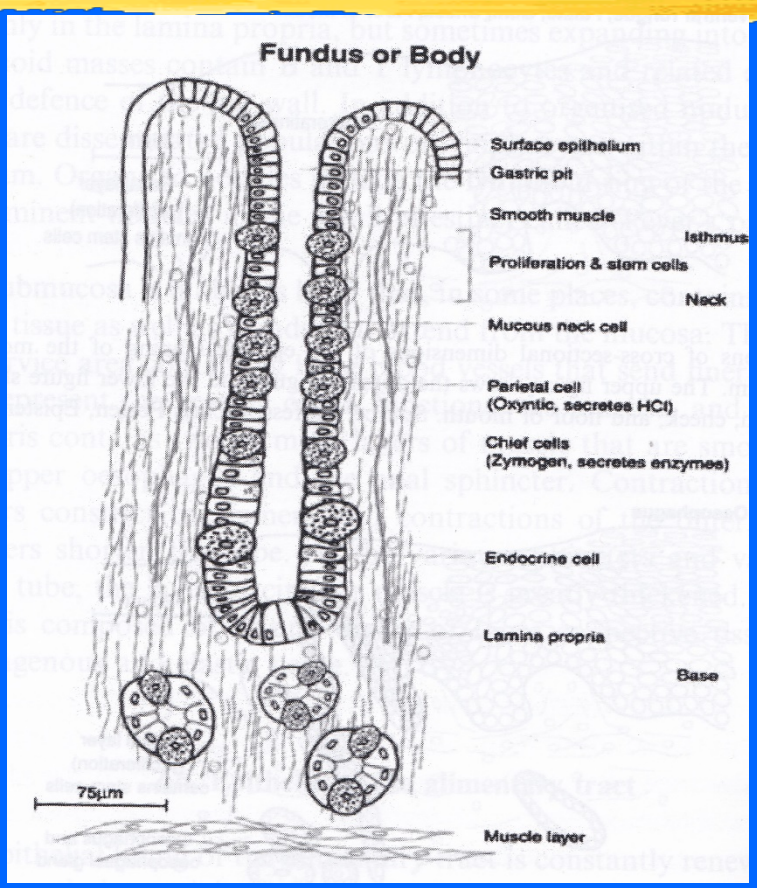
	90%	10%
• Vloeibaar:	5 s	30 s
• Vast :	8 s	45 s
• Dieet :	7 s	40 s
		10,3 s

Maag: Anatomie



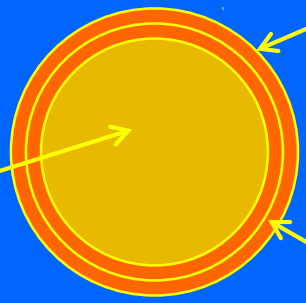
- **Volume volwassenen:**
- **175 cm^3**

Maag: Micro-anatomie



Maag: Model

Bol met volume 175 cm^3



Gevoelige cellen:

Diepte 60-100 µm

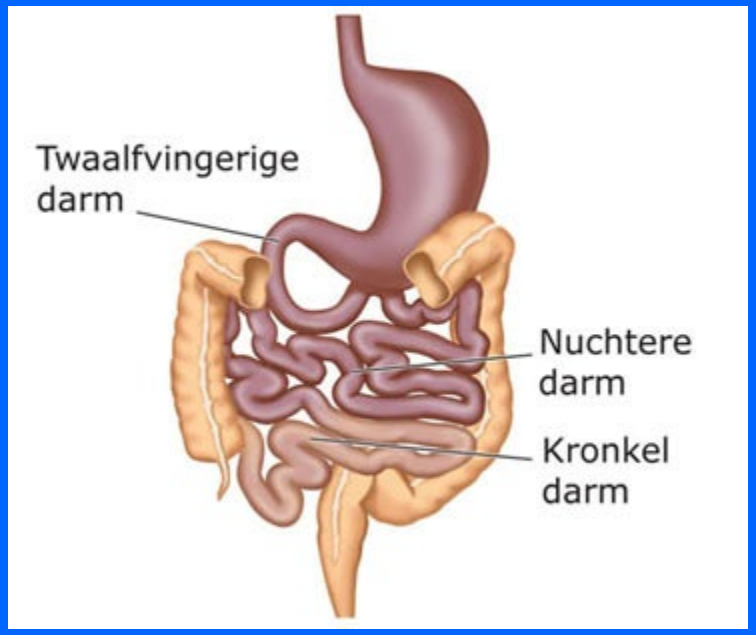
Massa: 0,62 g

Maag: Verblijftijd

- Voor normaal dieet
- Zuigeling 75 min
- 15 jarige 70 min
- Man 70 min
- Vrouw 95 min

- (in oude model 60 min)

Dunne darm: Anatomie



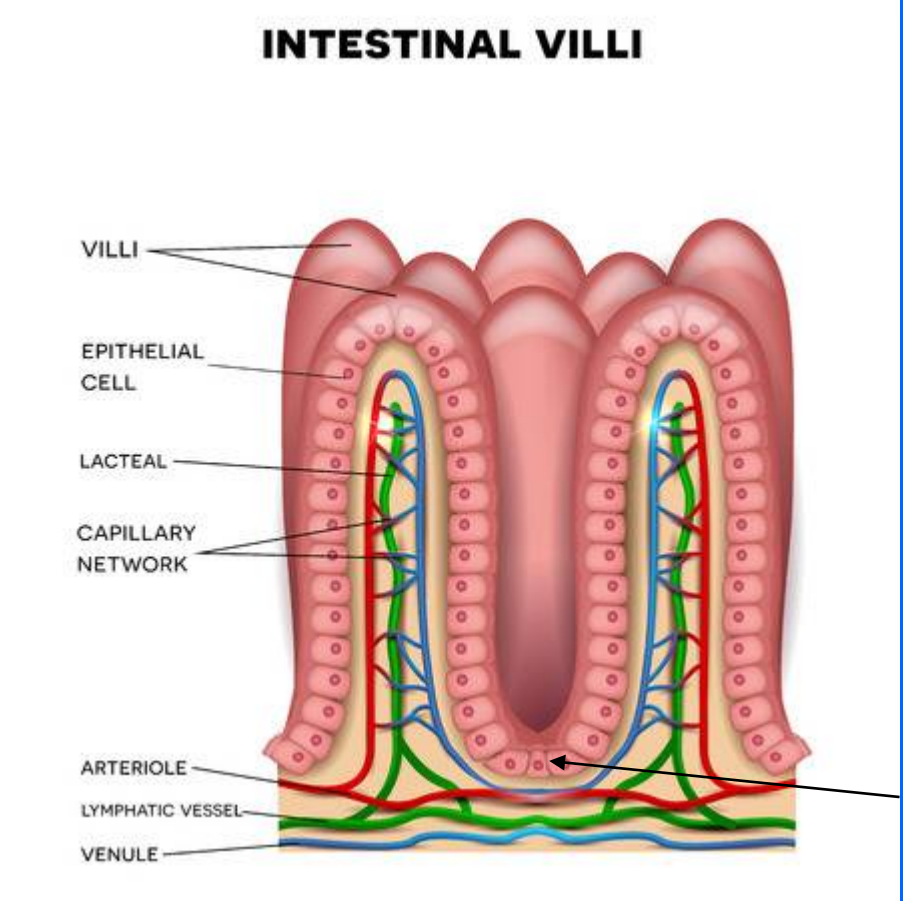
Lengte:

Man: 280 cm

Vrouw: 260 cm

Diameter: 2 cm

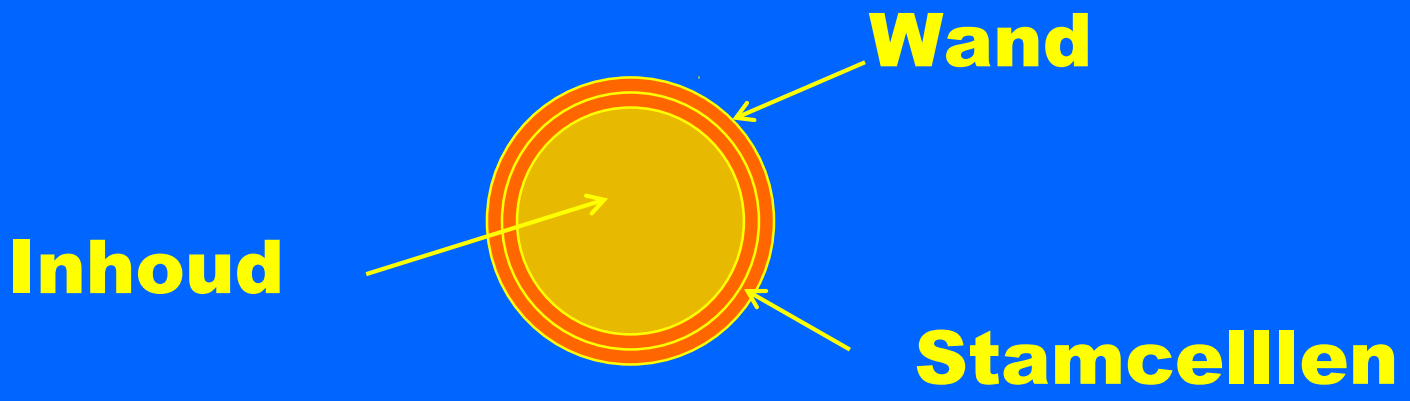
Dunne darm: Micro-anatomie



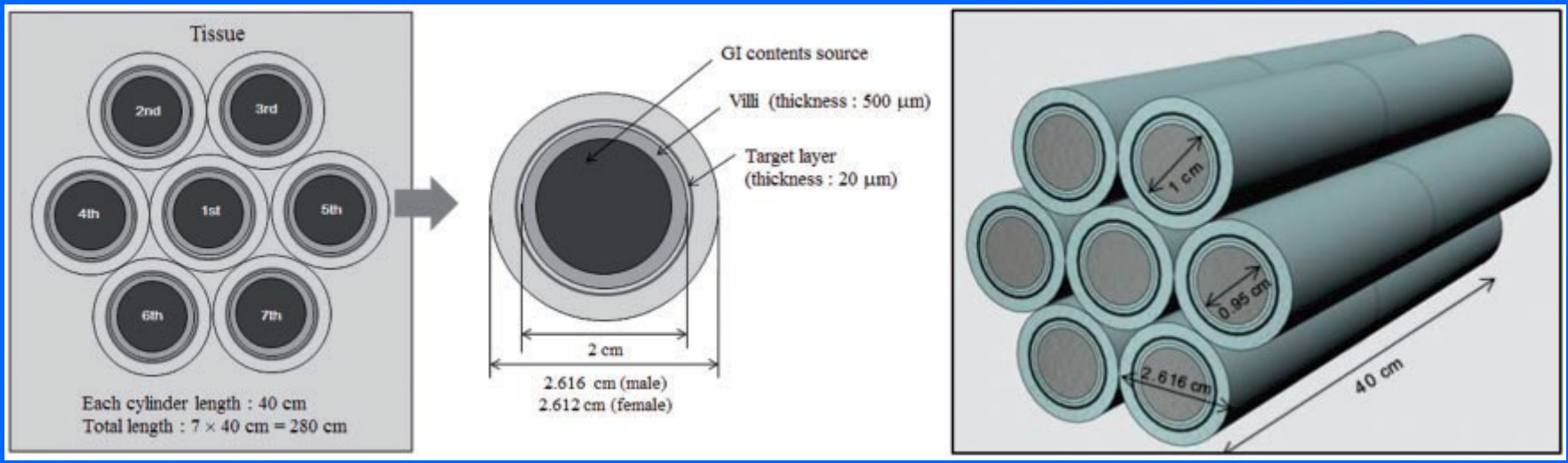
Stamcellen

Dunne darm: Model

Cylinder met 2 cm diameter



Dunne darm: Model



Gevoelige cellen:

Diepte 130-150 μm

Massa: 3,6 g (man); 3,3 g (v)

Dunne darm: Verblijftijd

Voor alle leeftijden:

4 uur

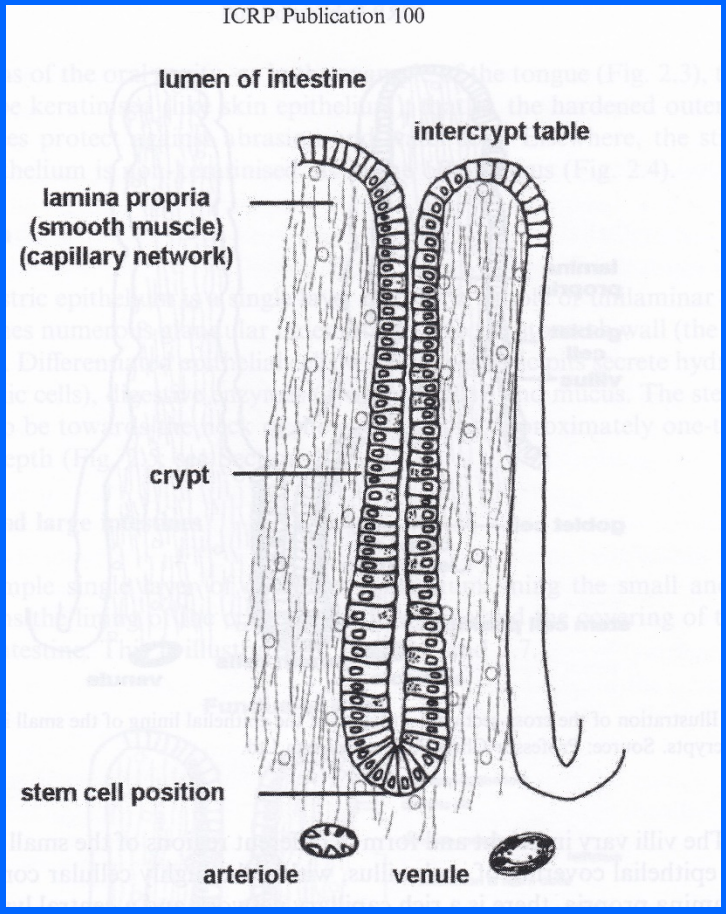
Dikke darm: Anatomie



Compartimenten:

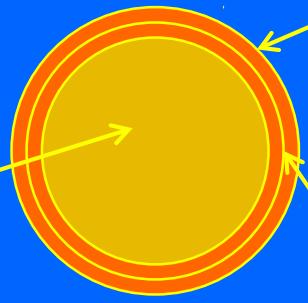
- **Rechter colon**
- **Linker colon**
- **Rectosigmoid**

Dikke darm: Cellen



Dikke darm: Model

Cylinder



Dikke darm: Model

Cylinder		Man		Vrouw	
	Dia(cm)	L(cm)	m(g)	L(cm)	m(g)
RC	6	34	1,3	30	1,1
LC	5	38	1,2	35	1,1
RS	3	38	0,73	35	0,67

Dikke darm: Verblijftijden

In uren	Man	Vrouw
RC	12	16
LC	12	16
RS	12	16

(was ULI 13 h; LLI 24 h)

Overzicht Stamceldieptes

Compartiment	Diepte (µm)
Mondholte	190-200
Slokdarm	190-200
Maag	60-100
Dunne darm	130-150
Colon (RC, LC, RS)	280-300

Stamceldiepte gevolg

Lokalisatie stamcellen:

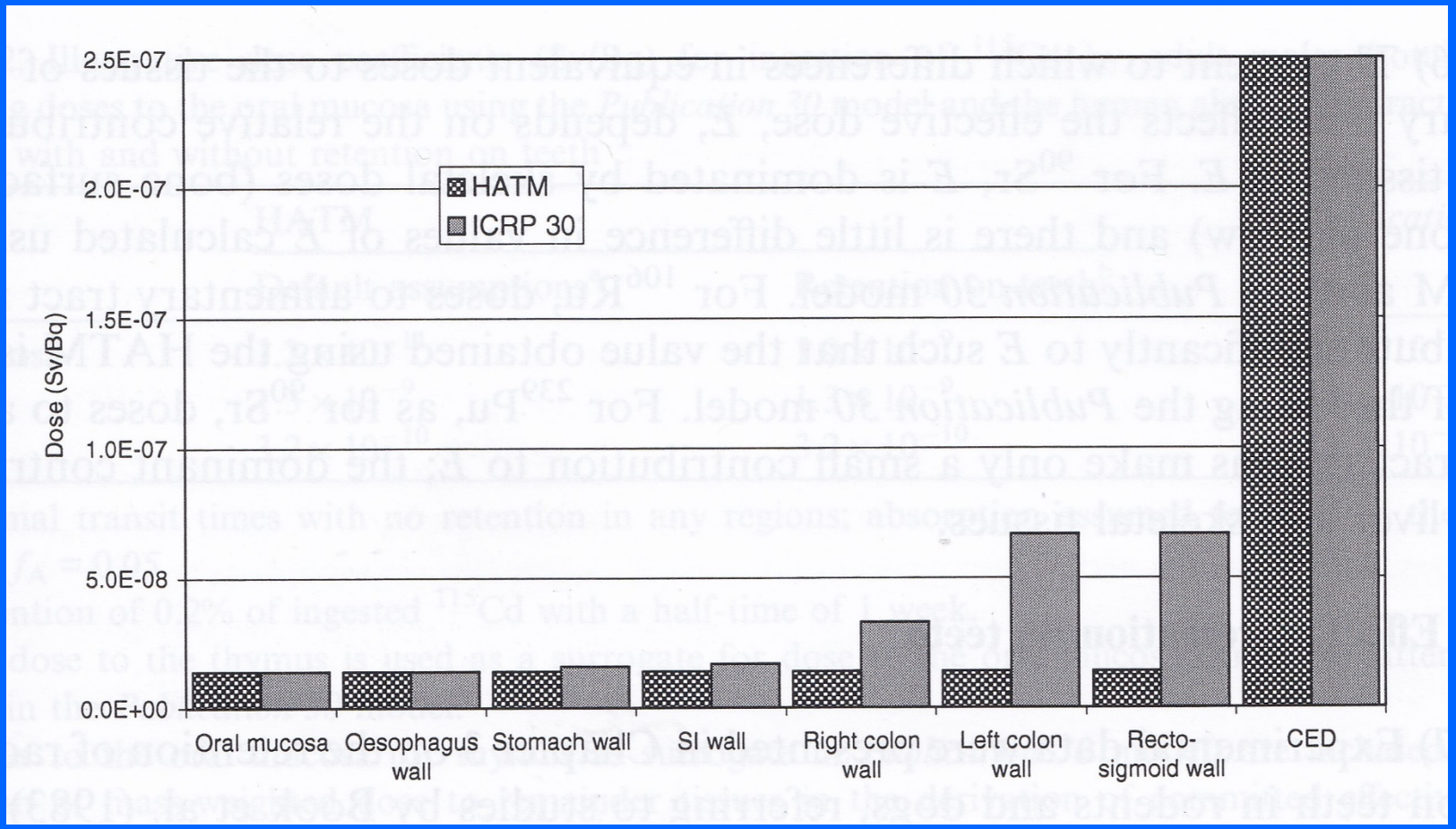
Alfa's bereiken stamcel niet

dracht 7 MeV in water: 53 µm
AF(inhoud → stamcel) = 0

Wél dosis via opname in bloed!

Geldt ook voor zachte bèta's!

Voorbeeld alfa-straler ^{239}Pu



Voorbeeld hypothetisch nuclide ^{151}Hy

Eigenschappen ^{151}Hy:

- $T_{1/2}$ >> 1 dag (Géén verval)
- f_A = 0 (Géén opname in bloed)
- Straling:
- 1 MeV elektron, y = 1, w_R =1

Dosis voor spijsverteringsorganen

Dosisberekening effectieve volgdosis voor ingestie van 1 Bq ^{151}Hy:

$$H = \frac{T_m EAF(inh - wand)}{m}$$

T in s; E in J; m in kg; H in Sv/Bq

Massa stamcellen in gram uit geometrie

	Man	Vrouw
Mond	0,23	0,23
Slokdarm	0,091	0,084
Maag	0,62	0,62
SI	3,6	3,3
RC	1,3	1,1
LC	1,2	1,1
RS	0,73	0,67

Geabsorbeerde fractie AF Inhoud →Stamcellen

	1 MeV elektron
Mond	$1{,}9 \times 10^{-3}$
Slokdarm	$1{,}6 \times 10^{-3}$
Maag	$1{,}6 \times 10^{-3}$
SI	$1{,}7 \times 10^{-3}$
RC	$5{,}3 \times 10^{-4}$
LC	$6{,}4 \times 10^{-4}$
RS	$1{,}6 \times 10^{-3}$

Uit tabel F1 van ICRP-100

Dosis in nSv/Bq voor spijsverteringsorganen

	Man	Vrouw	Gem/MV
Mond	0,015	0,015	0,015
Slokdarm	0,029	0,031	0,030
Maag	1,7	2,3	2,0
SI	1,1	1,1	1,1
RC	2,8	4,4	3,6*
LC	3,7	4,9	4,3*
RS	10	14,6	12,3*

Bijdrage tot effectieve volgdosis e(50) ^{151}Hy

	H_{org}	W_T
Mond	0,015	Restorgaan
Slokdarm	0,030	0,04
Maag	2,0	0,12
SI	1,1	Restorgaan
RC	*	
LC	*	0,12 (colon)
RS	*	

Weefselweegfactoren

Er zijn drie soorten weefsel/orgaan:

Met eigen w_T

Rest-organen

Niet genoemde organen

Weefselweegfactoren

Eigen weefselweegfactor:

Long, maag, colon, beenmerg, borst	0,12
Gonaden	0,08
Schildklier, slokdarm, blaas, lever	0,04
Botopp, huid, hersens, speekselklier	0,01

Weefselweegfactoren

Restorganen/weefsels (14x):

W_{rest} = 0,12

Bijnieren, ET, galblaas, hart, nier, lymfeknopen, spierweefsel, mondslijmvlies, alvleesklier, prostaat (♂), dunne darm, milt, zwezerik, baarmoeder/-hals (♀).

Weefselweegfactoren

Alle niet-genoemde organen of weefsels:

Geen weefselweegfactor ($w_T = 0$).

Voorbeelden:

Vetweefsel, geel beenmerg, kraakbeen, vaatvlies v/h oog, zenuwweefsel...

Weefselweegfactoren

Restorganen/weefsels (13x):

W_T = 0,12 voor $H_{rest} = \sum H_{org}/13$

Dus bijdrage aan effectieve volgdosis: $\Delta E = 0{,}12 \sum H_{org}/13 = 0{,}12/13 (H_1 + H_2 + \ldots)$

Weefselweegfactoren

Netto W_T voor restorganen:

$W_T = 0{,}12/13 \approx 0{,}01$!!

Weefselweegfactoren

Berekening colondosis ICRP:

$$H_{COLON} = \frac{m_{RC}H_{RC}+m_{LC}H_{LC}+m_{RS}H_{RS}}{m_{RC}+m_{LC}+m_{RS}} \qquad (1)$$

N.B.! $m_{org}H_{org} = EE_{abs,org}$ **!**

$H_{COLON} = EE_{abs,rc+lc+rs}/m_{rc+lc+rs} = (1)$

$H_{COLON} = ½[\ H_{COLON,man} + H_{COLON,vrouw}]$

Weefselweegfactoren

Berekening colondosis :

$W_{colon} = 0,12$

Benadering via deelweegfactoren

$w_{RC} \approx 0,05$

$w_{LC} \approx 0,04$

$w_{RS} \approx 0,03$

Colondosisequivalent

	RC	LC	RS	Colon
Man	2,8	3,7	10	4,8 nSv/Bq
Vrouw	4,4	4,9	14,9	7,0 nSv/Bq
Gemiddeld (mv)				5,9 nSv/Bq

Dosisconversiecoëfficiënt e(50) in nSv/Bq ^{151}Hy

	H_{org}	W_T	E
Mond	0,015	0,01	0,00015
Slokdarm	0,030	0,04	0,0012
Maag	2,0	0,12	0,24
SI	1,1	0,01	0,011
Colon	5,9	0,12	0,71
Effectieve dosis nSv/Bq			0,96

Volgens oude model e(50) ^{151}Hy

	H_{org}	W_T	E
Mond	0	0,01	0
Slokdarm	0	0,04	0
Maag	1,1	0,12	0,14
SI	2,9	0,01	0,03
Colon	30,4	0,12	3,65
Effectieve dosis nSv/Bq			3,8

Bijzondere zaken

- **Opname in tanden:**
  - Dosimetrisch niet van belang
- **Opname in orgaanwand**
  - Kan eenvoudig toegepast worden
- **Terugopname vanuit lichaam**
  - Valt onder metabool model

Samenvatting Model spijsverteringskanaal

- **Uitbreiding met mond en slokdarm**
  (dosimetrisch verwaarloosbaar)
- **Dikke darm in drieën: RC, LC, RS.**
- **Voor man, vrouw en kind apart**
- **Locatie stralingsgevoelige cellen**
  (belangrijk voor dosimetrie)
- **Opname f_A vanuit andere organen dan dunne darm**

Einde

Dank voor uw aandacht!