



r

**SSI Rapport**

SSI report

**2004:08** SIGRID LEIDE-SVEGBORN, SÖREN MATTSSON, LENNART  
JOHANSSON OCH BERTIL NOSSLIN

## *Doskatalogen för nukleärmedicin*

*projekt SSI P 1151.99*



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Authority

**FÖRFATTARE/ AUTHOR:** Sigrid Leide-Svegborn<sup>1</sup>, Sören Mattsson<sup>1</sup> (huvudman), Lenart Johansson<sup>2</sup> och Bertil Nosslin<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>: Avdelningen för radiofysik vid Universitetssjukhuset MAS, Malmö

<sup>2</sup>: Avdelningen för radiofysik vid Norrlands Universitetssjukhus, Umeå

**AVDELNING/ DEPARTMENT:** Avdelningen för personal- och patientstrålskydd / Department of Occupational and Medical Exposures

**TITEL/TITLE:** Doskatalogen för nukleärmedicin; projekt SSI P 1151.99 ./ Absorbed Doses to Patients in Nuclear Medicine; project SSI P 1151.99

**SAMMANFATTNING:** Doskatalogen är en samling av datablad som presenterar stråldoser till olika organ och vävnader. I sin nuvarande form har de s.k. dosbladen getts ut sedan 1981 och har sedan dess reviderats och kompletterats med nya substanser

Denna nya rapport innehåller data för:

- tre substanser för PET-diagnostik (11C-acetat, 11C-metionin och 18F-DOPA),
- antikroppar märkta med 99mTc, 111In, 123I eller 131I,
- kinetikdata och dosberäkningar för fyra 14C-märkta substanser ,
- stråldoser till barn som ammas efter att modern genomgått en nukleärmedicinsk undersökning och
- noggrannheten i kvantifiering utifrån planara gammakamerabilder.

Idag finns information i Doskatalogen om upp mot 200 olika substanser och radionuklider.

Doskatalogen finns sedan 2001 tillgänglig via SSIs hemsida ([www.ssi.se](http://www.ssi.se))

**SUMMARY:** The Swedish radiation protection authority, Statens strålskyddsinstitut (SSI), has supported work on estimates of radiation doses to patients from nuclear medicine examinations since more than 20 years. A number of projects have been reported. The results are put together and published under the name "Doskatalogen" which contains data on doses to different organs and tissues from radiopharmaceuticals used for diagnostics and research.

This new report contains data on:

- three substances used in PET (11C-acetat, 11C-metionin and 18F-DOPA),
- antibodies labelled with 99mTc, 111In, 123I or 131I,
- kinetic-data and dose calculations for four 14C-labelled substances,
- doses to children from breastfeeding mothers
- accuracy in quantification of planar images

Data for almost 200 substances and radionuclides are included in the "Doskatalogen" today.

Since the year 2001 the "Doskatalogen" is available on the authority's home page ([www.ssi.se](http://www.ssi.se)).

**SSI rapport: 2004:08**

**september 2004**

**ISSN 0282-4434**

*The conclusions and viewpoints presented in the report are those of the author and do not necessarily coincide with those of the SSI.*

Författarna svarar själva för innehållet i rapporten.



Statens strålskyddsinstitut  
Swedish Radiation Protection Authority

# Innehållsförteckning

English summary .....	4
Inledning.....	5
Nya dosblad.....	6
Insamling av biokinetiska data och dosberäkning för <sup>14</sup> C-märkta substanser som används inom nuklearmedicin.....	7
Biokinetiska data och dosberäkning för <sup>14</sup> C-urea på 3-6 år gamla barn .....	8
Biokinetik och dosimetri för <sup>14</sup> C-glykocholsyra och <sup>14</sup> C-xylos .....	10
Utökad insamling av biokinetiska data och dosimetri för <sup>14</sup> C-triolein.....	12
Aktivitet i bröstmjolk och stråldoser till barn som ammas efter att modern har genomgått en nuklearmedicinsk undersökning.....	15
Noggrannheten i kvantifieringen av aktivitetsinnehållet i olika organ utifrån planara gammakamerabilder.....	17
Publicerade arbeten inom ramen för detta projekt.....	20
Övriga referenser.....	22
BILAGA 1 - DOSBLAD för <sup>11</sup> C - acetat .....	25
BILAGA 2 - DOSBLAD för <sup>11</sup> C - metionin .....	27
BILAGA 3 - DOSBLAD för <sup>18</sup> F - DOPA.....	29
BILAGA 4 - DOSBLAD för <sup>99m</sup> Tc - monoklonala antikroppar, (Hel) .....	31
BILAGA 5 - DOSBLAD för <sup>99m</sup> Tc - monoklonala antikroppar, F(ab') <sub>2</sub> .....	33
BILAGA 6 - DOSBLAD för <sup>99m</sup> Tc - monoklonala antikroppar, (Fab').....	34
BILAGA 7 - DOSBLAD för <sup>111</sup> In - monoklonala antikroppar, (Hel).....	35
BILAGA 8 - DOSBLAD för <sup>111</sup> In - monoklonala antikroppar, F(ab') <sub>2</sub> .....	37
BILAGA 9 - DOSBLAD för <sup>111</sup> In - monoklonala antikroppar, (Fab').....	38
BILAGA 10 - DOSBLAD för <sup>123</sup> I - monoklonala antikroppar, (Hel).....	39
BILAGA 11 - DOSBLAD för <sup>123</sup> I - monoklonala antikroppar, F(ab') <sub>2</sub> .....	41

BILAGA 12 - DOSBLAD för $^{123}\text{I}$ - monoklonala antikroppar (Fab').....	42
BILAGA 13 - DOSBLAD för $^{131}\text{I}$ - monoklonala antikroppar, (Hel) .....	43
BILAGA 14 - DOSBLAD för $^{131}\text{I}$ - monoklonala antikroppar, F(ab' <sub>2</sub> ).....	45
BILAGA 15 - DOSBLAD för $^{131}\text{I}$ - monoklonala antikroppar, (Fab').....	46

## English summary

The work with a Swedish catalogue of radiation absorbed doses to patients undergoing nuclear medicine investigations has continued. After the previous report in 1999, biokinetic data and dose estimates (mean absorbed dose to various organs and tissues and effective dose) have been produced for a number of substances:  $^{11}\text{C}$ -acetate,  $^{11}\text{C}$ -methionine,  $^{18}\text{F}$ -DOPA, whole antibody labelled with either  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{123}\text{I}$  or  $^{131}\text{I}$ , fragment of antibody,  $\text{F}(\text{ab}')_2$  labelled with either  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{123}\text{I}$  or  $^{131}\text{I}$  and fragment of antibody,  $\text{Fab}'$  labelled with either  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{123}\text{I}$  or  $^{131}\text{I}$ . The absorbed dose estimates for these substances have been made from published biokinetic information. For other substances of interest, e.g.  $^{14}\text{C}$ -urea (children age 3-6 years),  $^{14}\text{C}$ -glychocholic acid,  $^{14}\text{C}$ -xylose and  $^{14}\text{C}$ -triolein, sufficient literature data have not been available. Therefore, a large number of measurements on patients and volunteers have been carried out, in order to determine the biokinetics and dosimetry for these substances.

Samples of breast milk from 50 mothers, who had been subject to nuclear medicine investigations, have been collected at various times after administration of the radiopharmaceutical to the mother. The activity concentration in the breast milk samples has been measured. The absorbed dose to various organs and tissues and the effective dose to the child who ingests the milk have been determined for 17 different radiopharmaceuticals. Based on these results revised recommendations for interruption of breast-feeding after nuclear medicine investigations are suggested.

# Inledning

Doskatalogen är en samling av datablad som presenterar stråldoser till olika organ och vävnader, från ett stort antal radioaktiva läkemedel vilka används inom medicinsk diagnostik och forskning. Katalogen ger också den effektiva dosen. Syftet med doskatalogen är att ge strålskyddskommittéer, sjukhusfysiker, läkare, forskare och övriga verksamma inom området ett enkelt redskap för att uppskatta stråldosen till olika patientgrupper och försökspersoner. I sin nuvarande form har de s.k. dosbladen getts ut sedan 1981 och har sedan dess reviderats och kompletterats med nya substanser (1982, 1983, 1990, 1993, 1996 och 1999). Idag finns dosblad för över 190 olika substanser och radionuklider. Fram till 2001 har dosbladen getts ut i pappersform men kommer fortsättningsvis att vara åtkomliga på SSI's hemsida ([www.ssi.se](http://www.ssi.se)).

Projektet "Doskatalogen" har alltsedan starten och genom årens lopp stötts av SSI's forskningssekretariat. Tack vare detta stöd har också ett mångårigt engagemang inom ICRP (International Commission on Radiological Protection) varit möjligt.

Detta engagemang -Task Group on Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals - har resulterat i ICRP publikation 53 (ICRP, 1988b) med tillhörande addendum i ICRP publikation 62 (ICRP, 1993) och ICRP publikation 80 (ICRP, 1998) samt addendum 3 publicerad på ICRP's hemsida ([www.icrp.org](http://www.icrp.org)).

Vårt arbete har också haft betydelse för ICRP publikation 52 (ICRP, 1988a).

I arbetsgruppen ingår Lennart Johansson, Sören Mattsson och Bertil Nosslin samt Julian Liniecki (Lodz), Terry Smith (London) och David M Taylor (Cardiff). Gruppen har dessutom ett antal korresponderande ledamöter, från Sverige (Sigrid Leide Svegborn, Malmö) och USA (Keith F Eckerman, Oak Ridge och Mike G Stabin, Nashville). Sedan september 2002 har Dietmar Nosske (München) ersatt Terry Smith.

Utvecklingen och användningen av accelerator-masspektrometri (AMS) för studier av biokinetik och dosimetri för  $^{14}\text{C}$ -märkta substanser som  $^{14}\text{C}$ -urea,  $^{14}\text{C}$ -märkt fett och  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra och  $^{14}\text{C}$ -xylos, har även stötts av Vetenskapsrådet (tidigare MFR).

## Nya dosblad

Sedan förgående rapport 1999-05-06 har arbetet koncentrerats på att ta fram biokinetiska data och stråldosuppskattningar för ett antal nya och redan mycket använda substanser. Dosblad för dessa substanser bifogas (Bilaga 1-15):

### **<sup>11</sup>C-acetat**

Denna substans, [1-<sup>11</sup>C]-acetat, används inom PET-diagnostiken (positron emissions-tomografi), för att studera hjärtmuskelnns syre-metabolism. Substansen används även för att diagnostisera sjukdomar i njurarna, bukspottskörteln och i näsa-hals-regionen.

### **<sup>11</sup>C-metionin**

Detta är en PET-substans, L-[Methyl-<sup>11</sup>C]-metionin, som används för tumördiagnostik. Substansen används även för studier av proteinsyntes.

### **<sup>18</sup>F- DOPA**

Även detta är en PET-substans, (6- [<sup>18</sup>F] fluoro-L-dopa ) och den används för att studera dopaminmetabolismen i den friska hjärnan, samt för att diagnostisera hjärntumörer. <sup>18</sup>F- DOPA kan också utnyttjas för kvantitativa studier av Parkinsons sjukdom.

### **Antikroppar märkta med <sup>99m</sup>Tc, <sup>111</sup>In, <sup>123</sup>I, eller <sup>131</sup>I**

Antikroppar, hela eller fragment av dem, används för tumördiagnostik och för abcessdiagnostik. Märkning kan göras med en rad olika radionuklider.

Vi har inte sett det som möjligt att göra modeller för varje antikropp och varje radionuklid. Vi presenterar därför tre olika biokinetiska modeller, för: hel antikropp, större fragment, F(ab')<sub>2</sub> eller mindre fragment, Fab'. Dessa modeller antas vara oberoende av vilken radionuklid som antikroppen är märkt med. Hänsyn har dock tagits till att en viss fraktion av radionukliden kan lossna från antikroppen och resultera i t.ex. fritt perteknetat, fritt indium i jon-form eller fri jodid, i kroppen. Det är viktigt att påpeka att framtagna modeller och beräknade doser inte är användbara i samband med radionuklidterapi.

## **<sup>18</sup>F- FDG**

Trots noggrann genomgång av den vetenskapliga litteraturen har vi inte funnit någon information som ger anledning till att revidera den tidigare publicerade modellen för <sup>18</sup>F- FDG.

## **Insamling av biokinetiska data och dosberäkning för <sup>14</sup>C-märkta substanser som används inom nuklearmedicin**

Kol-14 används som radioaktivt spårämne bland annat för att kliniskt diagnostisera sjukdomar i mag-tarmkanalen men utnyttjas även i stor utsträckning inom medicinsk forskning och på frivilliga försökspersoner, t.ex. för att studera kinetiken för olika läkemedel i kroppen. <sup>14</sup>C har en lång fysikalisk halveringstid – 5730 år, och om aktiviteten av <sup>14</sup>C stannar kvar i kroppen under lång tid kan stråldosen bli ansevärd, även om det är mycket låg aktivitet. Det är därför viktigt att noggrant kartlägga biokinetiken för den aktuella substansen och fastlägga den bråkdel av den tillförda aktiviteten som stannar kvar i kroppen under lång tid. Traditionellt används vätskescintillationsteknik för att mäta <sup>14</sup>C-aktiviteten i olika prover av t.ex. urin eller utandningsluft. Det har emellertid visat sig att de vätskescintillationsdetektorer som används på våra sjukhus inte är tillräckligt känsliga för att kunna mäta de låga <sup>14</sup>C-aktivitets-koncentrationer det är frågan om, vilket är nödvändigt för att kunna göra en säker stråldosberäkning. Vi har haft möjlighet att använda accelerator-masspektrometri, AMS vilket är en utomordentligt känslig teknik, vida överlägsen andra tekniker när det gäller att mäta de låga <sup>14</sup>C-koncentrationer det handlar om när man studerar långtidsretentionen.

Vi har studerat biokinetiken och kartlagt långtidsretentionen för ett antal <sup>14</sup>C-märkta substanser som används kliniskt, för att kunna göra en säker stråldosuppskattning. Genom att utveckla accelerator-masspektrometri för analys av prover av utandningsluft, urin, faeces och vävnadsbiopsier har vi kunnat följa utsöndringsförloppet under mycket längre tid än med vätskescintillationsteknik. Exempelvis har <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> i utandningsluft kunnat följas i över fyra år med AMS medan vätskescintillationsteknik medger studier under endast 5-10 dagar. Detta har resulterat i säkrare stråldosuppskattningar än vad som tidigare varit möjligt att göra.

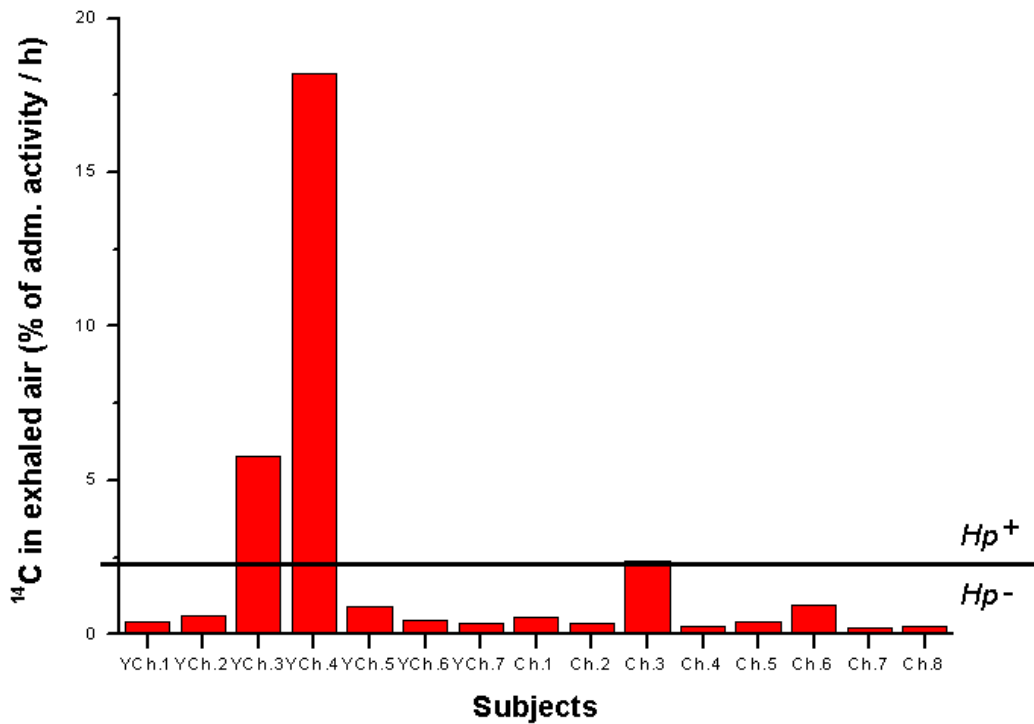


## Biokinetiska data och dosberäkning för $^{14}\text{C}$ -urea på 3-6 år gamla barn

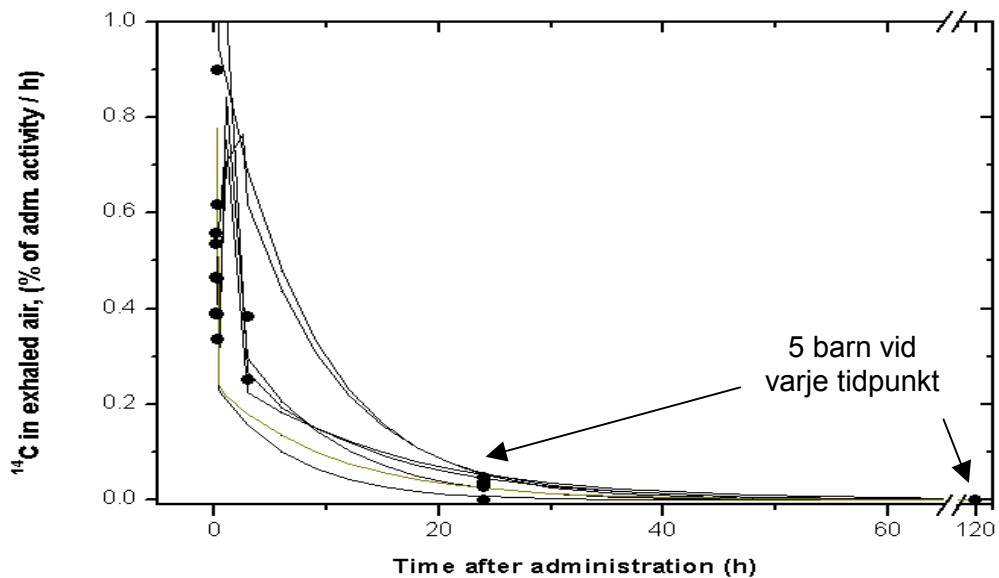
$^{14}\text{C}$ -urea är ett radioaktivt läkemedel som används i utandningstest (s.k. breath tests) för att diagnostisera förekomst av *Helicobacter pylori* (*HP*) bakterier i magen.

Bakterien ger upphov till magsår och tros även kunna vara en orsak till magsäckscancer. Bakterien är vanligt förekommande även hos barn. Tidigare har vi undersökt långtidsretentionen av  $^{14}\text{C}$  hos vuxna och hos 7-14 år gamla barn efter intag av  $^{14}\text{C}$ -urea (Leide-Svegborn *et al.*, 1999). I det nu presenterade arbetet har vi studerat om det är möjligt att administrera ultra-låga aktivitetsmängder (440 Bq, dvs. 1/250-del av vad vuxna får) på barn (7 barn, 3-6 år) och mäta  $^{14}\text{C}$ -aktiviteten i utandningsluft med accelerator-masspektrometri. Dessutom har vi på samma barn tagit urinprover och prover av utandningsluft vid ett flertal tillfällen efter intaget av  $^{14}\text{C}$ -urea, för att utreda om biokinetiken är densamma för yngre barn som för de äldre barnen. Stråldosen till olika organ och vävnader och den effektiva dosen till en 3-åring har beräknats.

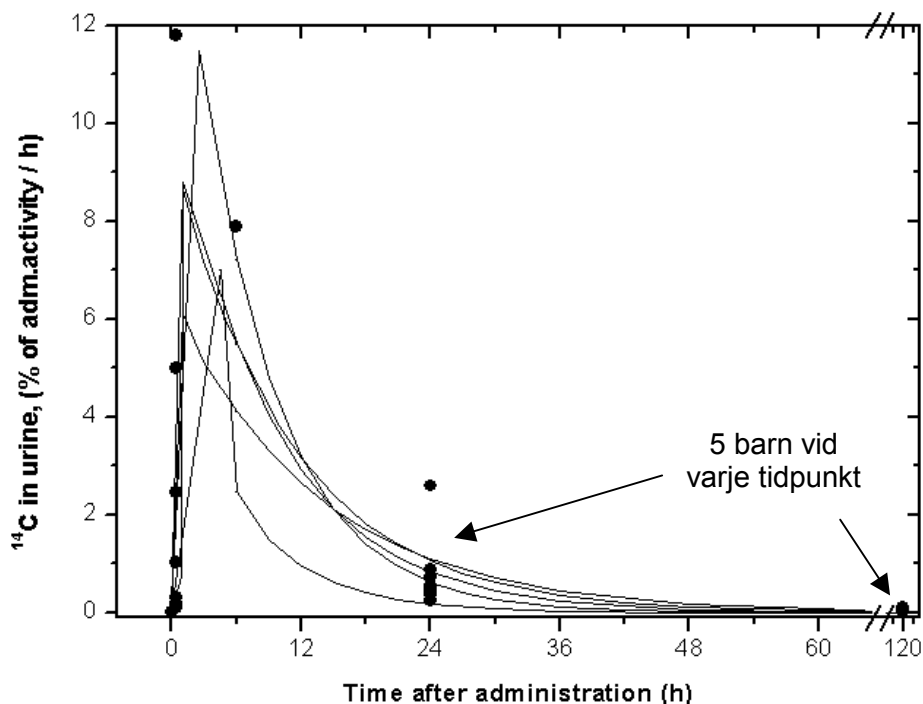
Resultatet visade att det var möjligt att mäta  $^{14}\text{C}$ -aktiviteten i proverna efter administration av ultra-låga aktivitetsmängder genom att mäta proverna med accelerator-masspektrometri. Kliniskt visade resultatet att fem av sju barn var *HP*-negativa och två var *HP*-positiva (Figur 1). När det gällde biokinetiken, d.v.s. aktivitetskoncentrationen av  $^{14}\text{C}$  i utandningsluft och urin som funktion av tiden efter intaget av aktiviteten, så stämde resultaten mycket väl överens med resultatet för de äldre barnen (Figur 2 och Figur 3). Urinblåsan var det organ som fick högst absorberad dos både för *HP*-negativa och *HP*-positiva, 0,3 mGy/MBq för en 3-åring. Den effektiva dosen till en *HP*-negativ treåring blev 0,1 mSv/MBq och till en *HP*-positiv treåring blev den 0,4 mSv/MBq. Härur följer att om man administrerar 55 kBq, vilket är normalt för ett  $^{14}\text{C}$ -urea test på äldre barn, så blir den effektiva dosen c:a 0,006 mSv (*HP*-) och c:a 0,020 mSv (*HP*+).



Figur 1.  $^{14}\text{C}$  i utandningsluft i prov taget 20 minuter efter intaget av  $^{14}\text{C}$ -urea. Med YCh menas yngre barn (3-6 år) och Ch är äldre barn (7-14 år). En relativ  $^{14}\text{C}$ -aktivitet på  $> 2,2\%$  av given aktivitet per timme indikerar att patienten är *HP*-positiv.



Figur 2.  $^{14}\text{C}$  i utandningsluft (% av given aktivitet per timme) som funktion av tiden efter tillförelse av  $^{14}\text{C}$ -urea. Linjerna motsvarar en anpassad kurva till resultaten för de äldre barnen (7-14 år) och prickarna gäller för de små barnen (3-6 år).



Figur 3.  $^{14}\text{C}$  i urin (% av given aktivitet) som funktion av tiden efter tillförelsen av  $^{14}\text{C}$ -urea. Linjerna motsvarar en anpassad kurva till resultaten för de äldre barnen (7-14 år) och prickarna gäller för de små barnen (3-6 år).

### Biokinetik och dosimetri för $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra och $^{14}\text{C}$ -xylos

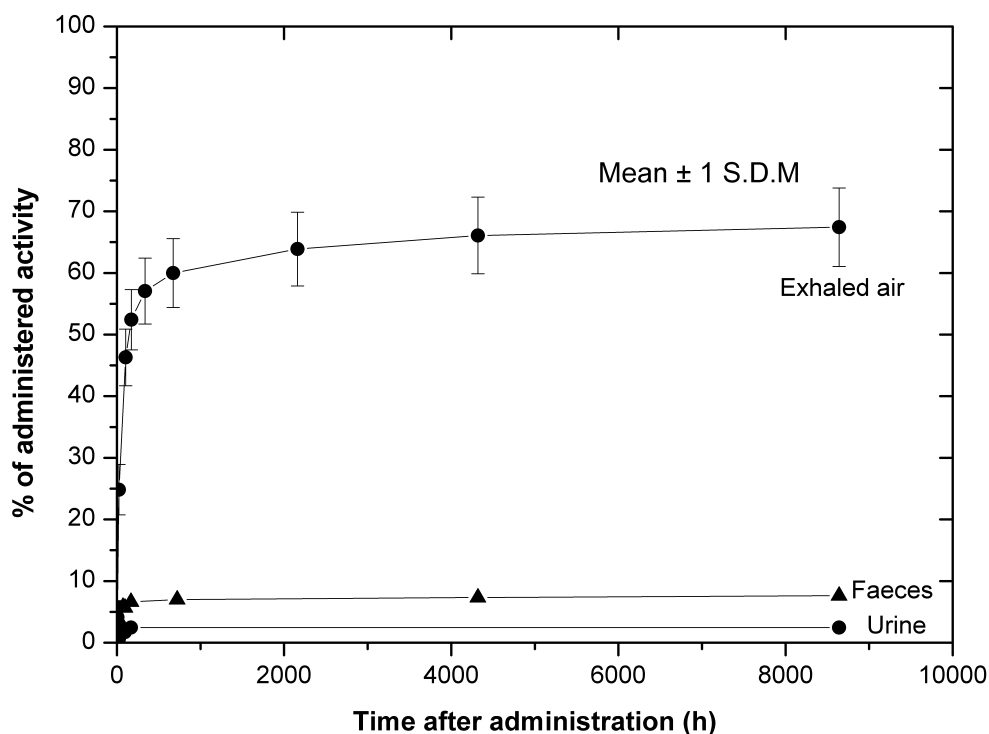
$^{14}\text{C}$ -glykocholsyra och  $^{14}\text{C}$ -xylos används kliniskt för att diagnostisera onormal förekomst av bakterier i tunntarmen.

I detta arbete har långtidsretentionen för de två substanserna studerats och stråldoserna till olika organ och vävnader samt den effektiva dosen har beräknats. Arton patienter/försökspersoner var delaktiga i studien, nio för vardera substansen. I studien med  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra fick personen efter en natts fasta (ingen frukost) äta  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra (200 kBq) blandat i välling. För  $^{14}\text{C}$ -xylos fick personen efter en fasta på 6 timmar dricka  $^{14}\text{C}$ -xylos (74 kBq) uppblandat i vatten. Därefter togs prover på utandningsluft, urin och faeces regelbundet i upp till 1 år efter intaget av substansen. Aktivitetsinnehållet av  $^{14}\text{C}$  i proverna analyserades med

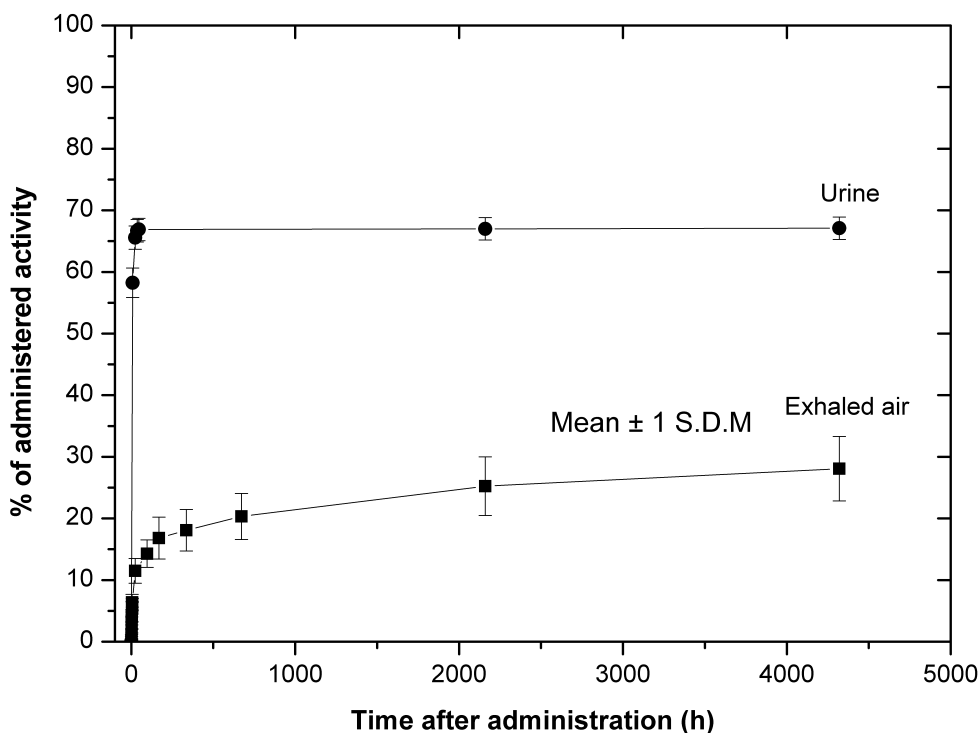
vätskescintillationsteknik och med accelerator-masspektrometri. Resultaten visade att ett år efter tillförel av  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra hade  $(67 \pm 6)$  % av den givna aktiviteten utsöndrats via utandningsluft,  $(2,4 \pm 0,4)$  % i urin och 7.6 % (en person) i faeces (Figur 4). I  $^{14}\text{C}$ -xylos-studien fann vi att den största delen av den givna aktiviteten återfanns i urin  $(66 \pm 2)$  % och att  $(28 \pm 5)$  % hade andats ut (Figur 5). Resultaten visade också att fraktionen som utsöndrades via faeces inom 72 h efter tillförel av  $^{14}\text{C}$ -xylos, var försumbar.

Resultaten från stråldosberäkningen visade att för  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra fick tjocktarmen den högsta stråldosen – 1,3 mGy/MBq. Den effektiva dosen beräknades till 0,6 mSv/MBq. För  $^{14}\text{C}$ -xylos var det fettvävnaden som erhöill högst stråldos – 0,8 mGy/MBq och den effektiva dosen blev 0,1 mSv/MBq.

En person som genomgår ett utandningstest med  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra eller  $^{14}\text{C}$ -xylos utsätts alltså för en låg stråldos (effektiv dos) – 0,12 mSv för 200 kBq  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra och 0,007 mSv för 74 kBq  $^{14}\text{C}$ -xylos.



Figur 4. Kumulerad aktivitet (fraktion av given aktivitet) i utandningsluft, urin och faeces som funktion av tiden efter intaget av 200 kBq  $^{14}\text{C}$ -glykocholsyra.

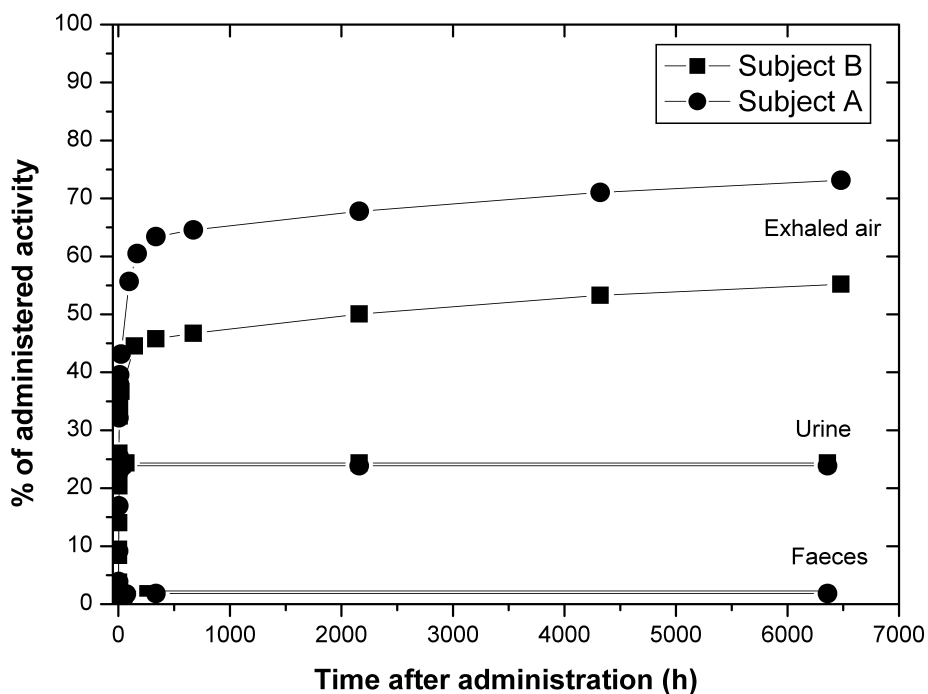


Figur 5. Kumulerad aktivitet (fraktion av given aktivitet) i utandningsluft och urin som funktion av tiden efter intaget av 74 kBq  $^{14}\text{C}$ -xylos.

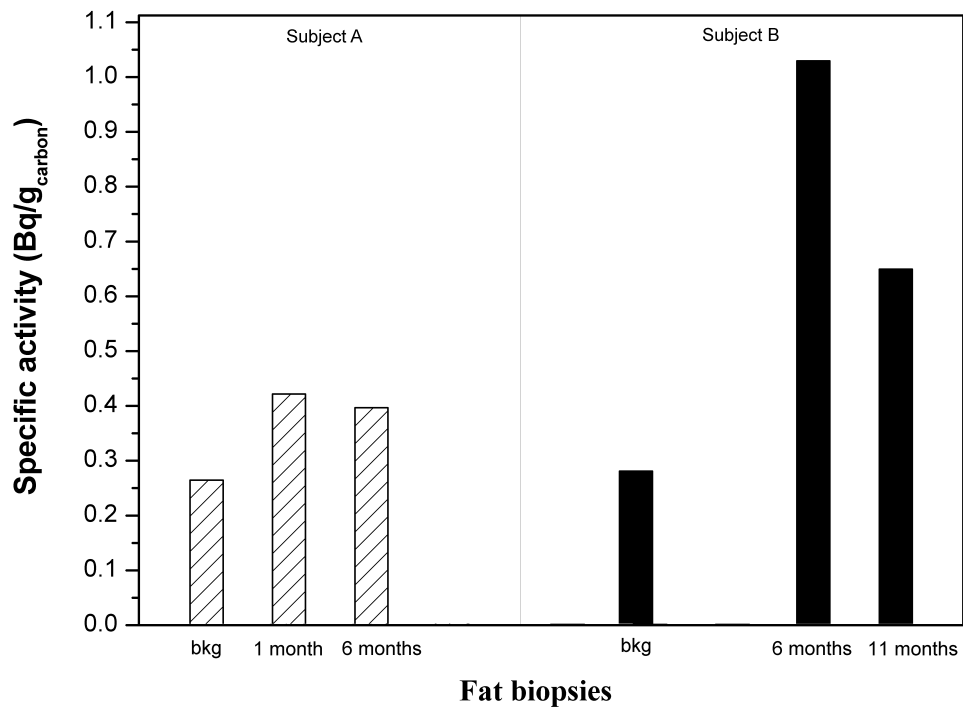
### Utökad insamling av biokinetiska data och dosimetri för $^{14}\text{C}$ -triolein

Utandningstest med glycerol-tri [ $1\text{-}^{14}\text{C}$ ] oleat ( $^{14}\text{C}$ -triolein) utnyttjas för att diagnostisera fettmalabsorption. I en tidigare studie har långtidsretentionen av  $^{14}\text{C}$  i kroppen efter intag av  $^{14}\text{C}$ -triolein studerats på en frivillig försöksperson (Stenström *et al*, 1996). Detta arbete är en uppföljning till den förra med väsentligt utökad provtagning för att studera den totala utsöndringen av  $^{14}\text{C}$  efter intag av  $^{14}\text{C}$ -triolein. Studien har utförts på två frivilliga försökspersoner och stråldosen till olika organ och vävnader samt den effektiva dosen har bestämts. Efter en natts fasta och därpå intag av 74 kBq  $^{14}\text{C}$ -triolein (droppe på sockerbit och 200 mg fettdryck) samt fortsatt 4 timmars fasta, har prover på utandningsluft, urin och faeces, samt fettbiopsier tagits. Prover har tagits regelbundet i upp till 9 månader efter intaget. Prover har också tagits under kontrollerade fasteperioder. Dessa fasteperioder var 32 timmar långa

och utfördes 1 månad och 6 månader efter intaget. Med vätskescintillationsteknik och med accelerator-masspektrometri har  $^{14}\text{C}$ -aktiviteten i proverna mätts. Utandningstestet samt mängden  $^{14}\text{C}$  i faeces, visade att ingen av försökspersonerna led av fettmalabsorption. För båda personerna återfanns den största delen av den givna aktiviteten i utandningsluft, 73 % för person A och 55 % för person B (Figur 6). Fraktionen funnen i urin var 24 % (inom 24 timmar efter intaget) för båda personerna och i faeces c:a 2 % (inom 48 timmar efter intaget). Analysen av  $^{14}\text{C}$  i fettbiopsierna visade på en något förhöjd aktivitet i fett efter intag av  $^{14}\text{C}$ -triolein (Figur 7), vilket motsvarade c:a 2 % och 7 % av tillförd aktivitet, för person A respektive person B. Den biologiska halveringstiden för utsöndringen av  $^{14}\text{C}$  i fett visade sig vara 620 dagar ( $\pm 10\%$ ) för försöksperson A och 137 dagar ( $\pm 10\%$ ) för försöksperson B. Stråldosberäkningen gav att för en person som inte lider av fettmalabsorption får fettvävnaden den högsta stråldosen 1,5–7,0 mGy/MBq och den effektiva dosen blir 0,3–0,5 mSv/MBq.



Figur 6. Kumulerad aktivitet i utandningsluft, urin och faeces (fraktion av given aktivitet) som funktion av tiden efter intaget av  $^{14}\text{C}$ -triolein.



Figur 7. Specifik aktivitet i fettbiopsier tagna på de två försökspersonerna, dels före intaget av <sup>14</sup>C-triolein och dels vid olika tillfällen efter intaget.

## Aktivitet i bröstmjolk och stråldoser till barn som ammas efter att modern har genomgått en nuklearmedicinsk undersökning

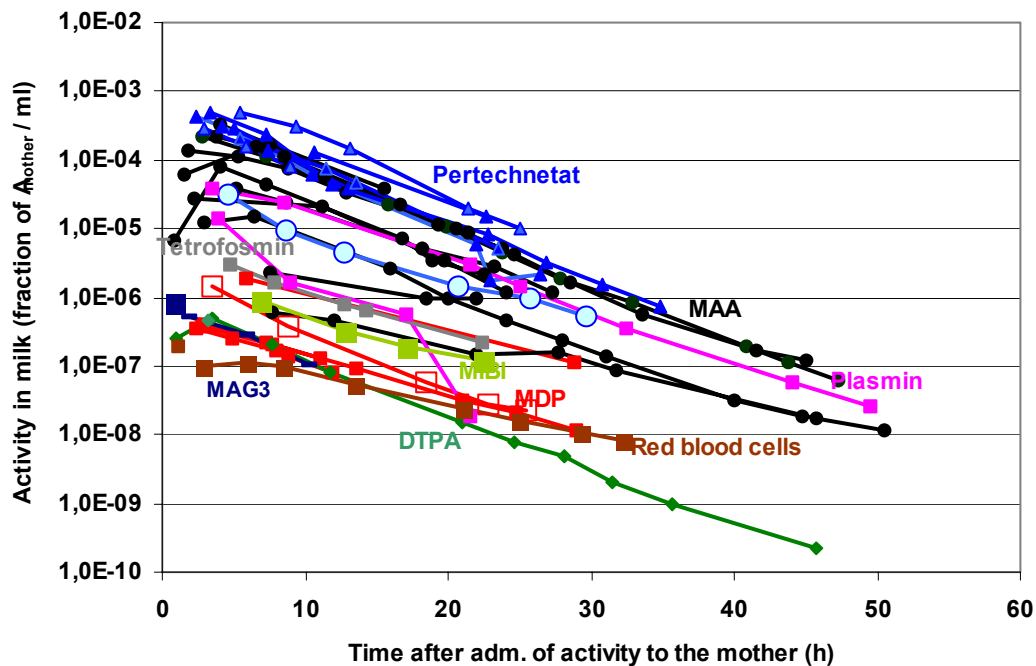
Amning är normalt kontraindicerande för nuklearmedicinska undersökningar. Syftet är att undvika onödig bestrålning av barnet, som kan få i sig det radioaktiva ämnet via bröstmjölken. Bröstmjölken är viktig för barnet och det är olyckligt om amningen avbryts i onödan. Om det bedöms nödvändigt att genomföra undersökningen behövs det klara rekommendationer och tillförlitliga data som grund för beslut om avbrott i amningen. I de flesta fall kan undersökningen genomföras om man gör ett uppehåll i amningen. Hur långt uppehållet ska vara beror på vilket radioaktivt läkemedel som används.

Vi har under lång tid samlat bröstmjölksprover från kvinnor (är nu uppe i c:a 50 patienter) som genomgått en nuklearmedicinsk undersökning (17 olika radioaktiva läkemedel). Modern har ombetts att använda en mekanisk bröstmjölkspump och pumpa ut mjölken vid barnets vanliga amningstillfällen. Aktiviteten i bröstmjölksprover tagna vid flera tillfällen efter administreringen till modern (3–11 mål, upp till 170 timmar efter administreringen), har mätts med Ge- eller NaI(Tl)-detektor. Tidpunkten och den utpumpade volymen har noterats och aktivitetskoncentrationen beräknats. För varje patient har en tid-aktivitetskoncentrations-kurva producerats och den i bröstmjölken totalt utsöndrade fraktionen av den till modern givna aktiviteten har beräknats. Med olika dosimetriska modeller (Cristy and Eckerman 1987, ICRP 1979, ICRP 1990, ICRP 1994) har stråldosen till ett 3-månaders barn beräknats med antagande att barnet dricker 850 ml /dygn (6 gånger per dygn, var fjärde timme).

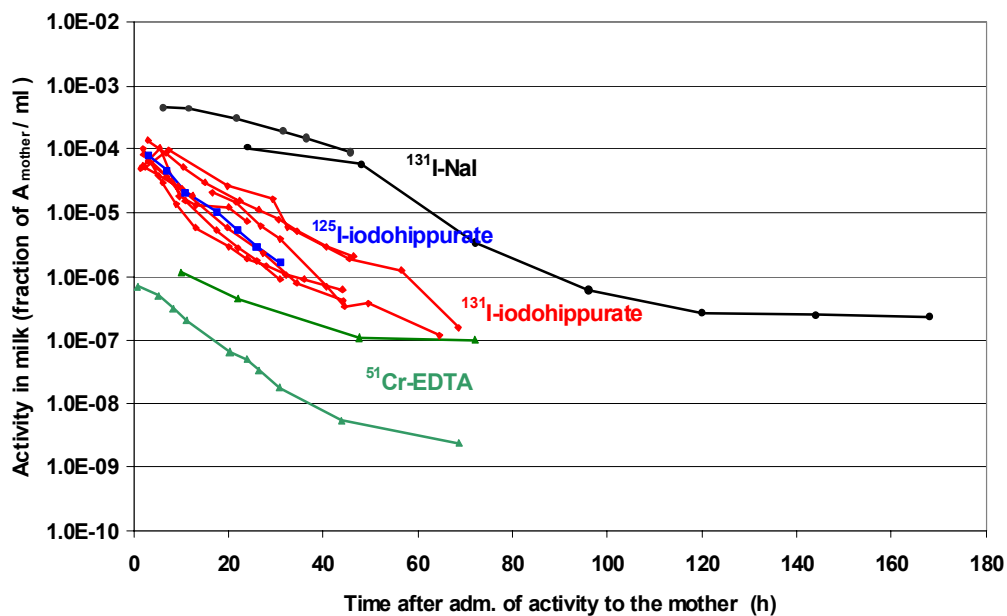
För de  $^{99m}\text{Tc}$ -märkta substanserna finner man att halveringstiden för  $^{99m}\text{Tc}$ -koncentrationen i bröstmjölken varierar mellan 3,3 och 6 h. Fraktionen som utsöndras spänner över ett större intervall –  $10^{-8}$  till  $10^{-3}$  av den tillförda aktiviteten per ml mjölk (Figur 8). Våra preliminära rekommendationer, vilka bygger på att barnet inte ska utsättas för en effektiv dos som överstiger 1 mSv, är att för Perteknetat och  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA bör ett amningsuppehåll på 12 timmar göras och således 3 mål mjölk under denna tid kasseras. För de övriga  $^{99m}\text{Tc}$ -märkta substanserna i vår studie behövs egentligen inget amningsuppehåll göras, men på grund av risken för fritt perteknetat i den  $^{99m}\text{Tc}$ -märkta substansen kan man göra ett uppehåll på 4 timmar (1 mål kasseras).



För Na<sup>131</sup>I bör amningen avbrytas helt. För jod-märkt Hippuran räcker det med ett uppehåll i 12 timmar och att tre mål mjölk kasseras. För <sup>51</sup>Cr-EDTA däremot behöver inget uppehåll alls göras.



Figur 8. Aktivitet i bröstmjölk som fraktion av den till modern givna aktiviteten per milliliter mjölk, för olika <sup>99m</sup>Tc-märkta substanser.

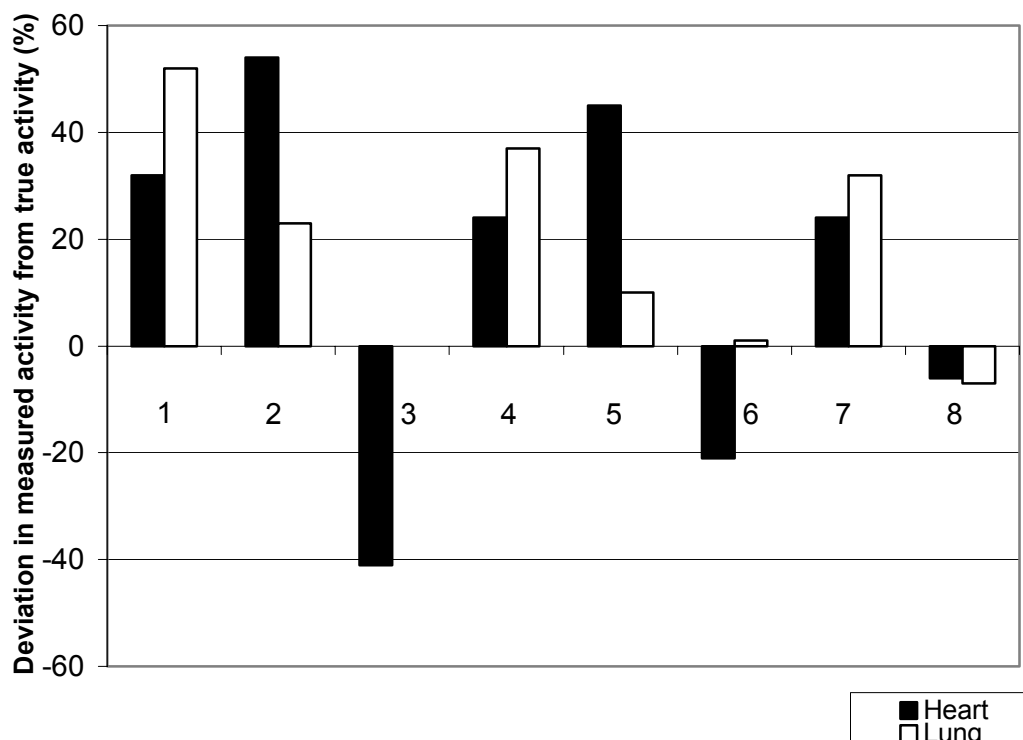


Figur 9. Aktivitet i bröstmjölk som fraktion av den till modern givna aktiviteten per milliliter mjölk, för några olika <sup>51</sup>Cr-, <sup>125</sup>I- och <sup>131</sup>I-märkta substanser. (OBS! Annan skala på x-axeln än i figur 8)

## Noggrannheten i kvantifiering av aktivitetsinnehållet i olika organ utifrån planara gammakamerabilder

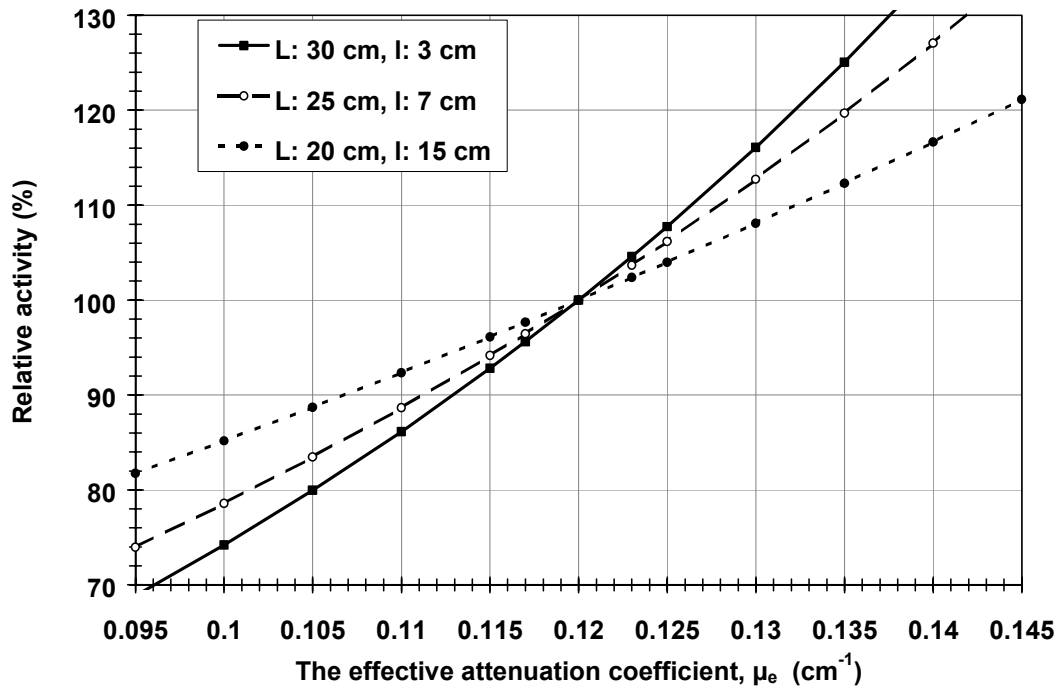
Stråldosen till patienten vid en nuklearmedicinsk undersökning är beroende av aktivitetsinnehållet i olika organ och vävnader samt på vilket sätt och hur snabbt aktiviteten försvinner från organet. Noggrannheten i stråldosbestämningen påverkas alltså direkt av noggrannheten i kvantifiering av aktivitetsinnehållet i olika organ. Därför har noggrannheten i aktivitetsbestämningen från planara gammakamerabilder studerats. Gammakamerabilder har tagits på ett vattenfyllt plastfantom innehållande plastorgan fyllda med  $^{99m}\text{Tc}$  av känd aktivitet (källorgan). Aktiviteten har sedan beräknats utifrån gammakamera-bilderna med olika metoder för bakgrundssubtraktion och attenueringskorrektion.

I jämförelsen mellan känd aktivitet och beräknad aktivitet fann vi att störst påverkan på resultatet hade bakgrundsaktivitets-korrektionen (Figur 10). Avvikelsen från den sanna aktiviteten varierade alltifrån en underskattning på c:a 40 % till en överskattning på c:a 50 % beroende på vilka korrektionsmetoder som användes. Vidare fann vi en avvikelse i aktivitetsbestämningen på 15 % för en avvikelse i effektiva attenueringskoefficienten på  $0,01 \text{ cm}^{-1}$  (Figur 11). Även tjockleksbestämningen på organen och kroppen som helhet påverkade aktivitetsbestämningen. En avvikelse med 2 cm i tjocklek för hela kroppen gav en avvikelse på 15 % på aktiviteten (Figur 12). Sammanfattningsvis kan vi konstatera att för optimal kvantifiering av aktivitetsinnehållet bör man vid attenueringskorrektionen använda sig av en transmissionsmätning av patienten tagen med gammakameran. Dessutom bör man vid en bakgrundsaktivitets-korrektion använda sig av en metod som tar hänsyn till utbredningen av källorganen.

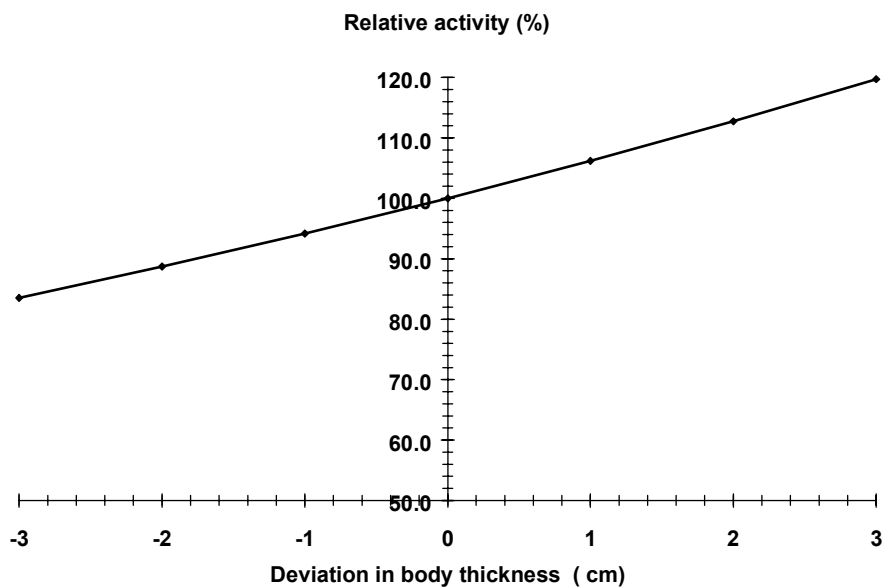


Figur 10. Avvikelse mellan beräknad aktivitet och sann aktivitet för ett hjärtfantom och ett lungfantom placerade i ett torsofantom med bakgrundsaktivitet.

1. Ingen bakgrundskorrektion och ingen attenueringskorrektion
2. Ingen bakgrundskorrektion och attenueringskorrektion med transmissionsmätning
3. Ordinär bakgrundskorrektion ( tar ej hänsyn till källorganets utbredning, bakgrundsområde i buken) och attenueringskorrektion med konstant attenueringskoefficient
4. Ordinär bakgrundskorrektion (bakgrundsområdet i thorax-regionen) och attenueringskorrektion med konstant attenueringskoefficient
5. Ordinär bakgrundskorrektion (bakgrundsområdet i thorax-regionen) och attenueringskorrektion med transmissionsmätning
6. Bakgrundkorrektion med hänsyn taget till källorganets utbredning (bakgrundsområdet i buken), konstant attenueringskoefficient
7. Bakgrundkorrektion med hänsyn taget till källorganets utbredning (bakgrundsområdet i thorax-regionen) och attenueringskorrektion med konstant attenueringskoefficient
8. Bakgrundkorrektion med hänsyn taget till källorganets utbredning (bakgrundsområdet i thorax-regionen) och attenueringskorrektion med transmissionsmätning



Figur 11. Beräknad relativ aktivitet versus effektiva attenueringskoefficienten,  $\mu_e$  (relativt  $\mu_e=0.12 \text{ cm}^{-1}$ ).  $L$  och  $l$  motsvarar tjockleken på kroppen och källorganet.



Figur 12. Beräknad relativ aktivitet versus avvikelse i kroppstjocklek. ( $\mu_e=0.12 \text{ cm}^{-1}$ ).

## Publicerade arbeten inom ramen för detta projekt

### **Gunnarsson M**

Biokinetics and radiation dosimetry of  $^{14}\text{C}$ -labelled triolein, urea, glycocholic acid and xylose in man. Studies related to "breath tests" using accelerator mass spectrometry. Thesis. Dept of Radiation Physics, Lund University, Malmö (2002)

### **Gunnarsson M, Stenström K, Leide-Svegborn S, Faarinen M, Magnusson C.E, Åberg M, Skog G, Hellborg R and Mattsson S.**

Biokinetics and radiation dosimetry for patients undergoing a glycerol tri[ $^{14}\text{C}$ ]oleate fat malabsorption breath test. *Appl. Radiat. Isot.*, **58**, 517-526, 2003

### **Norrgrén K, Leide-Svegborn S, Areberg J and Mattsson S**

Accuracy of the quantification of organ activity from planar gamma camera images. *Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals*, **18**, 125-131, 2003

### **Johansson L, Leide-Svegborn S, Mattsson S, Nosslin B and Smith T**

Biokinetics of iodide in man; a preliminary proposal to improve the current ICRP models. *Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals*, In press, 2003

### **Mattsson S, Jacobsson L and Johansson L**

Internal radionuclide dosimetry for diagnostic and therapeutic nuclear medicine and for occupational and environmental exposures: differences and similarities. *Cancer Biotherapy and Radiopharmaceuticals*, In press, 2003

### **Leide-Svegborn S, Ahlgren L, Johansson L and Mattsson S**

Activity in human breast milk and absorbed dose to the infant after a nuclear medicine investigation of the mother. 2003, Publikation under bearbetning

### **Nosslin B, Johansson L, Leide-Svegborn S, Liniecki J, Mattsson S and Taylor D.M**

A generic model for [ $^{11}\text{C}$ ]-labelled radiopharmaceuticals for imaging receptors in the human brain. *Radiat Prot Dosim*, In press, 2003

**Mattsson S**

Radiation protection in nuclear medicine – news from ICRP

Stralingshygiëne aan het begin van de 21<sup>ste</sup> eeuw. Verslag van de wetenschappelijke Lustrumvergadering op 30 en 31 maart 2000. Red van BR Vermeer. NVS-Publicatie nr 31, pp.57-68, 2001

**Gunnarsson M, Leide-Svegborn S, Stenström K, Skog G, Nilsson L E, Hellborg R and Mattsson S**

Long-term biokinetics and radiation exposure of patients undergoing <sup>14</sup>C-glycocholic acid and <sup>14</sup>C-xylose acid breath tests for diagnosis of small intestinal bacterial overgrowth. Submitted to *Appl Radiat. Isot*, 2003

**Gunnarsson M, Leide-Svegborn S, Stenström K, Skog G, Nilsson L E, Hellborg R and Mattsson S**

No radiation protection reasons for restrictions on <sup>14</sup>C-urea breath tests in children. *Br. J. Radiol*, 73, 982-986, 2002

**Gunnarsson M, Mattsson S, Stenström K, Leide-Svegborn S, Erlandsson B, Faarinen M, Hellborg R, Kiisk M, Nilsson L E, Nosslin B, Persson P, Skog G, and Åberg M.**

AMS studies of the long-term turnover of <sup>14</sup>C-labelled fat in man. *Nucl Instr Meth B*, 172: 939-949, 2000

**Leide-Svegborn S, Stenström K, Olofsson M, Mattsson S, Nilsson L.E, Nosslin B, Pau K, Johansson L, Erlandsson B, Hellborg R. and Skog G**

Biokinetics and radiation doses for carbon-14 urea in adults and children undergoing the *Helicobacter pylori* breath test. *Eur. J. Nucl. Med*, 26: 573-580, 1999

## Övriga referenser

Ahlgren L, Ivarsson S, Johansson L, Mattsson S and Nosslin B (1985). Excretion of radionuclides in human breast milk after the administration of radiopharmaceuticals. *J Nucl Med.* **26**,1085-90.

Cristy M and Eckerman KF (1987). Specific absorbed fraction of energy at various ages from internal photon sources. Report ORNL/TM-8381/V1-V7. Oak Ridge, Tennessee, USA

Fleming JS (1979). A technique for the absolute measurement of activity using a gamma camera and computer. *Phys Med Biol*; **24**: 176-180.

ICRP, (1977). *Recommendations of the ICRP*, ICRP Publication 26. Annals of the ICRP, **1** (3), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1979). *Limits for Intakes of Radionuclides by Workers*, ICRP Publication 30. Annals of the ICRP, **2** (3-4), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1988a). *Protection of the Patient in Nuclear Medicine*, ICRP Publication 52. Annals of the ICRP, **17** (4), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1988b). *Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals*, ICRP Publication 53. Annals of the ICRP, **18** (1-4), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1990). *Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1*, ICRP Publication 56. Annals of the ICRP, **20** (2), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1992). *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, ICRP Publication 60. Annals of the ICRP **21** (1-3), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1991). *Annual Limits on Intake of Radionuclides by Workers Based on the 1990 Recommendations*, ICRP Publication 61. *Annals of the ICRP* **21** (4), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1993). *Radiological Protection in Biomedical Research*, ICRP Publication 62. *Annals of the ICRP* **22** (3), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1994). *Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2*, ICRP Publication 67. *Annals of the ICRP* **23** (3/4), Pergamon Press, Oxford.

ICRP, (1998). *Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals*, ICRP Publication 80. *Annals of the ICRP* **28** (3), Pergamon Press, Oxford.

James OF, Agnew JE and Bouchier IA (1973). Assessment of the <sup>14</sup>C-glycocholic acid breath test. *Br Med J*, **3**, 191-5

King CE, Toskes PP, Spivey JC, Lorenz E and Welkos S (1979). Detection of small intestine bacterial overgrowth by means of a <sup>14</sup>C-D-xylose breath test. *Gastroenterology*, **77**, 75-82

Malmendier CL, Delcroix C and Berman M (1974). Interrelations in the oxidative metabolism of free fatty acids, glucose, and glycerol in normal and hyperlipemic patients. *J Clin Invest*, **54**, 461-476

Marshall BJ and Warren JR (1984). Unidentified curved bacilli in the stomach of patients with gastritis and peptic ulceration. *Lancet*; **1**, 1311-1315.

Newcomer D and Hofmann AF (1979). A sensitive and specific test for fat malabsorption. *Gastroenterology*, **76**, 6-13

Parkin DM, O'Moore RR, Cussons DJ, Warwick RR, Rooney P, Percy-Robb IW and Shearman DJ (1972). Evaluation of the "breath test" in the detection of bacterial colonisation of the upper gastrointestinal tract. *Lancet*, **2**, 777-780



Parsonnet J, Friedman GD, Vandersteen DP et al. (1991). *Helicobacter pylori* infection and the risk of gastric carcinoma. *N Engl J Med*; **325**:1127-1131

Pedersen NT and Marqversen J (1981). Metabolism of ingested  $^{14}\text{C}$  triolein. Estimation of radiation dose in tests of lipid assimilation using  $^{14}\text{C}$ - and  $^3\text{H}$ -labelled fatty acids. *Eur J Nucl Med*; **7**, 327-329

Stabin MG (1996) MIRDOSE: Personal computer software for internal dose assessment in nuclear medicine. *J Nucl Med*, **37**, 538 - 546

Stenström K, Leide-Svegborn S, Erlandsson B, Hellborg R, Mattsson S, Nilsson L-E, Nosslin B, Skog G and Wiebert A (1996) Application of accelerator mass spectrometry (AMS) for high sensitivity measurements of  $^{14}\text{CO}_2$  in long-term studies of fat metabolism. *Appl Radiat Isot*, **47**, 417-422

Stubbs JB and Marshall BJ (1993) Radiation dose estimates for the carbon-14-labeled urea breath test. *J Nucl Med*, **34**, 821 –825

Thomas SR, Maxon HR and Kereiakes JG (1976). *In vivo* quantitation of lesion radioactivity using external counting methods. *Med Phys*; **3**: 253-255.

20,4 min

## KOL-11 MÄRKT ACETAT

 $\beta^+$ 

Annih.stråln. 0,511 MeV (2,00)

 $^{11}\text{C}$ 

Organ		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)
Intravenöst		
Vuxna	Binjurar	0,0035
	Bukspottskörtel	0,012
	Gallblåsa	0,0035
	Hjärta	0,013
	Lever	0,014
	Lungor	0,0024
	Magsäck	0,0020
	Mjälte	0,0029
	Njurar	0,053
	Ovarier	0,0014
	Röd benmärg	0,0018
	Testiklar	0,0010
	Tjocktarm	0,0016
	Tunntarm	0,0018
	Effektiv dos	0,0035 (mSv/MBq)

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Binjurar	0,018	0,011	0,0068	0,0044	
	Bukspottskörtel	0,092	0,043	0,033	0,016	
	Gallblåsa	0,016	0,0090	0,0056	0,0040	
	Hjärta	0,076	0,042	0,027	0,017	
	Lever	0,077	0,041	0,028	0,018	
	Lungor	0,015	0,0077	0,0049	0,0031	
	Magsäck	0,011	0,0061	0,0040	0,0024	
	Mjälte	0,016	0,0091	0,0059	0,0037	
	Njurar	0,24	0,13	0,091	0,064	
	Ovarier	0,0089	0,0047	0,0029	0,0018	
	Röd benmärg	0,0094	0,0052	0,0034	0,0022	
	Testiklar	0,0066	0,0033	0,0021	0,0013	
	Tjocktarm	0,0096	0,0052	0,0033	0,0020	
	Tunntarm	0,011	0,0058	0,0036	0,0022	
	Effektiv dos	0,019	0,010	0,0067	0,0044	(mSv/MBq)

## Kortfattad biokinetisk modell för $^{11}\text{C}$ -acetat

Substansen fördelar sig som följande: Initialt 100 % ut i blodet varefter snabb utsöndringen sker (biologisk halveringstid på 1 minut), 25 % till levern, 19 % till njurarna, 4,5 % till hjärtmuskeln, 1% till bukspottskörteln och resterande c:a 50 % till övriga organ och vävnader. En upptagsfas på 1 minut antas. Utsöndringen antas vara enligt följande: Njurarna: 0,5 med  $T_{\text{bio}} = 10$  min och 0,5 med  $T_{\text{bio}} = 24$  h, levern: 10 min (0,35), 1 h (0,30) och 2 h (0,35), bukspottskörteln: 40 min (0,5) och 2 h (0,5) samt hjärtmuskel och övriga organ; 10 min (0,5) och 8 h (0,5).

**OBS!** Denna modell kan inte användas för acetat märkt med  $^{14}\text{C}$ !

## Referenser för $^{11}\text{C}$ -acetat

Armbrecht, J.J., Burton, D.B. and Schelbert, H.R. (1990). Validation of [ $1\text{-}^{11}\text{C}$ ]acetate as a tracer for non-invasive assessment of oxidative metabolism with positron emission tomography in normal, ischemic, postischemic and hyperaemic canine myocardium. *Circulation* **81**, 1594-1605.

van den Hoff, J., Burchert, W., Wolpers, H.G., Meyer G.J. and Hundeshagen, H. (1996). A kinetic model for cardiac PET with [ $1\text{-}^{11}\text{C}$ ]acetate. *J. Nucl. Med.* **37**, 521-529.

Leggett, R.W. and Williams, L.R. (1995). A proposed blood circulation model for reference man. *Health Phys.* **69**, 187-201.

Shreve, P., Chiao P.C., Humes, H.D., Schwaiger, M. and Gross, M.D. (1995) Carbon-11-acetate PET imaging in renal disease. *J. Nucl. Med.* **36**, 1595-1601.

Shreve, P. and Gross, M.D. (1997). Imaging of the pancreas and related diseases with PET carbon-11-acetate. *J. Nucl. Med.* **38**, 1305-1310.

Sun, K.T., Chen, K., Huang, S-C., Buxton, D.B., Hansen, H.W., Kim, A.S., Siegel, S., Hoi, Y., Müller, P., Phelps, M.E. and Schelbert, H.R. (1997). Compartment model for measuring myocardial oxygen consumption using [ $1\text{-}^{11}\text{C}$ ]acetate. *J. Nucl. Med.* **38**, 459-466.

Yeh, S.H., Liu, R.S., Wu, L.C., Yen, S.H., Chang, C.W. and Chen, K.Y. (1999).  $^{11}\text{C}$ -acetate clearance in nasopharyngeal carcinoma. *Nucl. Med. Commun.* **20**, 131-134.

20,4 min

## KOL-11 MÄRKT METIONIN

 $\beta^+$ 

Annih.stråln. 0,511 MeV (2,00)

 $^{11}\text{C}$ 

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)	
Organ			
Intravenöst			
Vuxna	Binjurar	0,0029	
	Bukspottskörtel	0,013	
	Gallblåsa	0,011	
	Lever	0,011	
	Lungor	0,0045	
	Njurar	0,030	
	Mjälte	0,0057	
	Ovarier	0,0034	
	Testiklar	0,0025	
	Tjocktarm	0,0029	
	Tunntarm	0,0033	
	Urinblåsa	0,091	
	Uterus	0,0057	
		Effektiv dos	0,0074

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Binjurar	0,016	0,0089	0,0057	0,0036	
	Bukspottskörtel	0,11	0,050	0,039	0,019	
	Gallblåsa	0,096	0,029	0,016	0,012	
	Lever	0,064	0,034	0,023	0,015	
	Lungor	0,029	0,015	0,0095	0,0067	
	Njurar	0,13	0,074	0,050	0,036	
	Mjälte	0,036	0,019	0,012	0,0081	
	Ovarier	0,018	0,010	0,0065	0,0043	
	Testiklar	0,017	0,0093	0,0059	0,0034	
	Tjocktarm	0,016	0,0090	0,0058	0,0037	
	Tunntarm	0,021	0,011	0,0071	0,0043	
	Urinblåsa	0,51	0,27	0,18	0,12	
	Uterus	0,029	0,017	0,011	0,0068	
		Effektiv dos	0,042	0,022	0,015	0,0097

## Kortfattad biokinetisk modell för $^{11}\text{C}$ -metionin

Substansen fördelar sig enligt följande: 22 % till levern (varav 7,7 % vidare till gallblåsan), 5 % till lungorna, 3 % till hjärnan, 2,2 % till njurarna, 1,6 % till bukspotts-körteln, 1 % till mjälten och resterande c:a 65 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara biexponentiell; 90 % med  $T_{\text{bio}} = 24$  min och 10 % med  $T_{\text{bio}} = 12$  h. Substansen lämnar kroppen framförallt via urinen (78 %) men även till viss del via magtarm-kanalen och faeces (22 %).

**OBS!** Denna modell kan inte användas för metionin märkt med  $^{14}\text{C}$ !

## Referenser för $^{11}\text{C}$ -metionin

Comar, D., Catron, J.C., Maziere, M. and Marazanop, C. (1976). Labelling and metabolism of methionine-methyl- $^{11}\text{C}$ . *Eur. J. Nucl. Med.* **1**, 11-14.

Deloar, H.M., Fujiwara, T., Nakamura, T., Itoh, M., Imai, D., Miyake M and Watanuki, S. (1998). Estimation of internal absorbed dose of L-[methyl- $^{11}\text{C}$ ]-methionine using whole body positron emission tomography. *Eur. J. Nucl. Med.* **25**, 629-633.

1,83 h

## FLUOR-18 - DOPA

 $\beta^+$  $^{18}\text{F}$ 

Annih.stråln. 0,511 MeV (2,00)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)			
Organ					
Intravenöst					
Vuxna	Binjurar	0,0096			
	Bukspottskörtel	0,010			
	Gallblåsa	0,010			
	Muskler	0,0098			
	Njurar	0,025			
	Ovarier	0,017			
	Röd benmärg	0,0097			
	Testiklar	0,013			
	Tjocktarm	0,015			
	Tunntarm	0,013			
	Urinblåsa	0,30			
	Uterus	0,028			
		Effektiv dos	0,025 (mSv/MBq)		
		1 år	5 år	10 år	15 år
Barn	Binjurar	0,055	0,030	0,019	0,012
	Bukspottskörtel	0,056	0,030	0,020	0,012
	Gallblåsa	0,050	0,028	0,019	0,012
	Muskler	0,052	0,028	0,019	0,012
	Njurar	0,11	0,063	0,042	0,030
	Ovarier	0,074	0,042	0,031	0,022
	Röd benmärg	0,047	0,026	0,018	0,012
	Testiklar	0,071	0,038	0,028	0,018
	Tjocktarm	0,063	0,036	0,026	0,018
	Tunntarm	0,065	0,035	0,025	0,016
	Urinblåsa	1,0	0,56	0,51	0,38
	Uterus	0,11	0,061	0,049	0,033
		Effektiv dos	0,10	0,056	0,045

**Kortfattad biokinetisk modell för  $^{18}\text{F}$ -DOPA**

Substansen fördelar sig homogent i hela kroppen och utsöndras via njurarna.

Utsöndringen antas vara biexponentiell; 50% med  $T_{\text{bio}} = 1$  h och 50% med

$T_{\text{bio}} = 12$  h.

## Referenser till <sup>18</sup>F-DOPA

- Boyes, R.E., Cumming, P., Martin, W.R.W. and McGeer, E.G. (1986) Determination of plasma [<sup>18</sup>F]-6-fluorodopa during positron emission tomography; elimination and metabolism in carbidopa treated subjects. *Life Sciences* **39**, 2243-2252.
- Brown, W.D., Oakes, T.R., DeJesus, O.T., Taylor, M.D., Roberts, A.D. Nickles, R.J. and Holden, J.E. (1998) Fluorine-18-fluoro-L-DOPA dosimetry with carbidopa pretreatment. *J. Nucl. Med.* **39**, 1884-1891.
- Dhawan, V., Belakhlef, A., Robeson, W., Ishikawa, T., Margouleff, C., Takikawa, S., Chaly, T., Kazumata, K., Margouleff, D. and Eidelberg, D. (1996) Bladder wall radiation dose in humans from fluorine-18-FDOPA. *J. Nucl. Med.* **37**, 1850-1852.
- Harvey, J., Firnau, G. and Garnett, E.S. (1985) Estimation of the radiation dose in man due to 6-[<sup>18</sup>F]Fluoro-L-Dopa. *J. Nucl. Med.* **26**, 931-935.
- Heiss, W.D., Wienhard, K., Wagner, R, Lanfermann, H., Thiel, A., Herhoiz, K. and Pietrak, U. (1996) F-DOPA as an amino acid tracer to detect brain tumors. *J. Nucl. Med.* **37**, 1180-1182.
- Hoffman, J.M., Melega, W.P., Hawk, T.C., Grafton, S.C., Luxen, A., Mahoney, D.K., Bardo, J.R., Huang, S.C., Mazziotta, J.C. and Phelps, M.E. (1992) The effects of carbidopa administration of 6-[<sup>18</sup>F]fluoro-L-DOPA kinetics in positron emission tomography. *J. Nucl. Med.* **33**, 1472-1477.
- Lu, E., Meyer, E., Kuwabara, H., Ma, Y., Shiraishi, M., and Evans, A.C. (1995) Reduction of radiation absorbed dose in F-18-DOPA PET studies by hydration-induced voiding. *J. Nucl. Med.* **36** (Suppl.) 98P (Abstract).
- Luxen, A., Guillaume, M., Melega, W.P., Pike, V.W., Solin, O. and Wagner, R. (1992) Production of 6-[<sup>18</sup>F]fluoro-L-DOPA and its metabolism in vivo – A critical review. *Nucl. Med. Biol.* **19**, 149-158.
- Melega, W.P., Hoffman, J.M., Luxen, A., Nissenson, C.H.K., Phelps, M.E. and Barrio, J.P. (1990) The effects of carbidopa on the metabolism of 6-[<sup>18</sup>F]fluoro-L-dopa in rats, monkeys and humans. *Life Sciences* **47**, 149-157.
- Meyer, G.J., Waters, S.L., Coenen, H.H., Luxen, A., Maziere, B and Langström, B. (1995) PET radiopharmaceuticals in Europe: current use and data relevant for the formulation of summaries of product characteristics (SPCs). *Eur. J. Nucl. Med.* **22**, 1420-1432.
- Pauwels, T., Dethy, S., Goldman, S., Monclus, M. and Luxen, A. (1994) Effect of catechol-O-methyl transferase inhibition on peripheral and central metabolism of 6-[<sup>18</sup>F]fluoro-L- DOPA. *Eur. J. Pharmacol.* **257**, 53-58.

6,02 h

## TEKNETIUMMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR (Hel)

IT

<sup>99m</sup>Tc $\gamma$  0,140 MeV (0,89)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)			
Organ					
Intravenöst					
Vuxna	Benytor	0,012			
	Binjurar	0,010			
	Bukspottskörtel	0,011			
	Gallblåsa	0,015			
	Lever	0,045			
	Lungor	0,0049			
	Magsäck	0,0084			
	Mjälte	0,060			
	Njurar	0,019			
	Ovarier	0,0040			
	Röd benmärg	0,017			
	Testiklar	0,0013			
	Tjocktarm	0,0089			
	Tunntarm	0,0056			
	Effektiv dos	0,0098 (mSv/MBq)			
		1 år	5 år	10 år	15 år
Barn	Benytor	0,10	0,044	0,026	0,016
	Binjurar	0,037	0,024	0,018	0,012
	Bukspottskörtel	0,048	0,030	0,020	0,014
	Gallblåsa	0,061	0,037	0,024	0,017
	Lever	0,21	0,12	0,085	0,058
	Lungor	0,022	0,013	0,0087	0,0063
	Magsäck	0,046	0,026	0,016	0,011
	Mjälte	0,34	0,19	0,13	0,084
	Njurar	0,074	0,045	0,032	0,022
	Ovarier	0,019	0,011	0,0076	0,0051
	Röd benmärg	0,11	0,052	0,030	0,019
	Testiklar	0,0077	0,0042	0,0026	0,0016
	Tjocktarm	0,054	0,030	0,019	0,011
	Tunntarm	0,029	0,017	0,011	0,0070
	Effektiv dos	0,054	0,030	0,019	0,012 (mSv/MBq)



## Kortfattad biokinetisk modell för $^{99m}\text{Tc}$ -märkta antikroppar

### *Hel*

Substansen fördelar sig enligt följande: 50 % till levern, 20 % till röd benmärg, 9 % till mjälten, 3 % till njurarna och resterande 18 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara biexponentiell; 50 % med  $T_{\text{bio}} = 24$  h och 50 % med  $T_{\text{bio}} = 96$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fritt perteknetat ( $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ).

### *Större fragment, $F(ab')_2$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 30 % till levern, 20 % till njurarna, 10 % till röd benmärg, 6 % till mjälten och resterande 34 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 12$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fritt perteknetat ( $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ).

### *Mindre fragment, $Fab'$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 40 % till njurarna, 10 % till levern, 3 % till röd benmärg, 2 % till mjälten och resterande 45 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 6$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fritt perteknetat ( $^{99m}\text{TcO}_4^-$ ).

## Referenser till $^{99m}\text{Tc}$ -märkta antikroppar

Britton K.E. and Granowska M. (1987). Radioimmuno scintigraphy in tumour identification. *Cancer Surveys*, **6** 247-267 (and 47 references therein)

Bischof Delaloye A. and Delaloye B. (1995) Radiolabelled monoclonal antibodies in tumour imaging and therapy: out of fashion? *Eur. J. Nucl. Med.* **22**, 571-580 (and 106 references therein)

Fishman A.J., Khaw B.A. and Strauss, H.N. (1989) Quo vadis radioimmune imaging. *J. Nucl. Med.* **20**, 1911-1915 (and 34 references therein)

ICRP (1987) Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. ICRP Publication 53. *Annals of the ICRP*, **18** (1- 4)

6,02 h

TEKNETIUMMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, F(ab')<sub>2</sub>

IT

<sup>99m</sup>Tc

γ 0,140 MeV (0,89)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)			
Organ					
Intravenöst					
Vuxna	Benytor	0,0083			
	Binjurar	0,0091			
	Bukspottskörtel	0,0094			
	Gallblåsa	0,011			
	Lever	0,023			
	Magsäck	0,013			
	Mjälte	0,034			
	Njurar	0,062			
	Ovarier	0,0056			
	Röd benmärg	0,0087			
	Sköldkörteln	0,0085			
	Testiklar	0,0020			
	Tjocktarm	0,016			
	Tunntarm	0,0081			
	Effektiv dos	0,0097 (mSv/MBq)			
		1 år	5 år	10 år	15 år
Barn	Benytor	0,056	0,026	0,016	0,010
	Binjurar	0,040	0,024	0,017	0,011
	Bukspottskörtel	0,041	0,025	0,017	0,012
	Gallblåsa	0,046	0,029	0,019	0,013
	Lever	0,11	0,061	0,043	0,029
	Magsäck	0,070	0,037	0,023	0,016
	Mjälte	0,19	0,11	0,071	0,047
	Njurar	0,25	0,15	0,10	0,074
	Ovarier	0,027	0,016	0,011	0,0071
	Röd benmärg	0,048	0,025	0,015	0,0097
	Sköldkörteln	0,080	0,043	0,020	0,013
	Testiklar	0,012	0,0063	0,0040	0,0026
	Tjocktarm	0,10	0,057	0,036	0,022
	Tunntarm	0,042	0,024	0,016	0,010
	Effektiv dos	0,052	0,029	0,018	0,012 (mSv/MBq)

6,02 h

## TEKNETIUMMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, Fab'

IT

<sup>99m</sup>Tc $\gamma$  0,140 MeV (0,89)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)			
Organ					
Intravenöst					
Vuxna	Binjurar	0,0084			
	Bukspottskörtel	0,0081			
	Gallblåsa	0,0087			
	Lever	0,0087			
	Magsäck	0,016			
	Mjälte	0,014			
	Njurar	0,089			
	Ovarier	0,0068			
	Sköldkörtel	0,012			
	Testiklar	0,0025			
	Tjocktarm	0,023			
	Tunntarm	0,010			
	Urinblåsa	0,010			
		Effektiv dos	0,011 (mSv/MBq)		
		1 år	5 år	10 år	15 år
Barn	Binjurar	0,042	0,024	0,016	0,011
	Bukspottskörtel	0,035	0,022	0,015	0,010
	Gallblåsa	0,036	0,024	0,017	0,011
	Lever	0,040	0,024	0,017	0,011
	Magsäck	0,090	0,046	0,029	0,021
	Mjälte	0,070	0,041	0,028	0,018
	Njurar	0,37	0,21	0,15	0,11
	Ovarier	0,033	0,019	0,013	0,0086
	Sköldkörtel	0,12	0,062	0,029	0,019
	Testiklar	0,014	0,0075	0,0049	0,0032
	Tjocktarm	0,15	0,080	0,049	0,030
	Tunntarm	0,052	0,030	0,020	0,013
	Urinblåsa	0,037	0,020	0,017	0,013
		Effektiv dos	0,059	0,032	0,020

2,83 d

## INDIUMMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR (Hel)

EC

<sup>111</sup>In $\gamma$  0,172 MeV (0,90)

0,247 MeV (0,94)

Organ		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)
Intravenöst		
Vuxna	Benytor	0,39
	Binjurar	0,31
	Bukspottskörtel	0,29
	Gallblåsa	0,38
	Lever	1,1
	Lungor	0,14
	Magsäck	0,16
	Mjälte	1,1
	Njurar	0,80
	Ovarier	0,12
	Röd benmärg	0,57
	Testiklar	0,048
	Tjocktarm	0,14
	Tunntarm	0,15
	Effektiv dos	0,24 (mSv/MBq)

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Benytor	3,3	1,4	0,81	0,51	
	Binjurar	1,2	0,72	0,53	0,37	
	Bukspottskörtel	1,3	0,80	0,53	0,35	
	Gallblåsa	1,6	0,92	0,60	0,43	
	Lever	4,8	2,8	2,0	1,4	
	Lungor	0,67	0,38	0,26	0,18	
	Magsäck	0,83	0,48	0,31	0,20	
	Mjälte	5,9	3,4	2,2	1,5	
	Njurar	3,1	1,9	1,3	0,95	
	Ovarier	0,55	0,33	0,22	0,15	
	Röd benmärg	3,4	1,7	0,97	0,62	
	Testiklar	0,27	0,15	0,095	0,062	
	Tjocktarm	0,69	0,42	0,27	0,17	
	Tunntarm	0,71	0,43	0,28	0,18	
	Effektiv dos	1,3	0,69	0,45	0,30	(mSv/MBq)

## Kortfattad biokinetisk modell för $^{111}\text{In}$ -märkta antikroppar

### *Hel*

Substansen fördelar sig enligt följande: 50 % till levern, 20 % till röd benmärg, 9 % till mjälten, 3 % till njurarna och resterande 18 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara biexponentiell; 50 % med  $T_{\text{bio}} = 24$  h och 50 % med  $T_{\text{bio}} = 96$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fritt  $^{111}\text{In}$  i jonform.

### *Större fragment, $F(ab')_2$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 30 % till levern, 20 % till njurarna, 10 % till röd benmärg, 6 % till mjälten och resterande 34 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 12$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fritt  $^{111}\text{In}$  i jonform.

### *Mindre fragment, $Fab'$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 40 % till njurarna, 10 % till levern, 3 % till röd benmärg, 2 % till mjälten och resterande 45 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 6$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fritt  $^{111}\text{In}$  i jonform.

## Referenser till $^{111}\text{In}$ -märkta antikroppar

Samma referenser som för teknettiummärkta antikroppar

ICRP (1987) Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. ICRP publication 53. *Annals of the ICRP* **18** (1-4)

2,83 d

INDIUMMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, F(ab')<sub>2</sub>

EC

<sup>111</sup>In

γ 0,172 MeV (0,90)

0,247 MeV (0,94)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)			
Organ					
Intravenöst					
Vuxna	Benytor	0,39			
	Binjurar	0,27			
	Bukspottskörtel	0,23			
	Gallblåsa	0,29			
	Lever	0,67			
	Lungor	0,12			
	Magsäck	0,14			
	Mjälte	0,49			
	Njurar	1,2			
	Ovarier	0,13			
	Röd benmärg	0,56			
	Testiklar	0,058			
	Tjocktarm	0,14			
	Tunntarm	0,15			
	Effektiv dos	0,22	(mSv/MBq)		
		1 år	5 år	10 år	15 år
Barn	Benytor	3,3	1,4	0,80	0,50
	Binjurar	1,1	0,66	0,47	0,33
	Bukspottskörtel	1,0	0,62	0,41	0,28
	Gallblåsa	1,1	0,70	0,46	0,33
	Lever	3,0	1,7	1,3	0,86
	Lungor	0,59	0,33	0,23	0,16
	Magsäck	0,68	0,40	0,27	0,17
	Mjälte	2,6	1,5	1,0	0,67
	Njurar	4,6	2,7	1,9	1,4
	Ovarier	0,57	0,34	0,23	0,16
	Röd benmärg	3,3	1,6	0,95	0,61
	Testiklar	0,31	0,17	0,11	0,073
	Tjocktarm	0,64	0,39	0,26	0,17
	Tunntarm	0,67	0,41	0,28	0,18
	Effektiv dos	1,1	0,61	0,39	0,26

2,83 d

## INDIUMMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, Fab'

EC

<sup>111</sup>In $\gamma$  0,172 MeV (0,90)

0,247 MeV (0,94)

Organ		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)	
Intravenöst			
Vuxna	Benytor	0,39	
	Binjurar	0,26	
	Bukspottskörtel	0,22	
	Gallblåsa	0,27	
	Lever	0,59	
	Lungor	0,12	
	Magsäck	0,13	
	Mjälte	0,34	
	Njurar	1,3	
	Ovarier	0,13	
	Röd benmärg	0,57	
	Testiklar	0,059	
	Tjocktarm	0,14	
	Tunntarm	0,15	
	Effektiv dos	0,22	(mSv/MBq)

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Benytor	3,3	1,4	0,81	0,51	
	Binjurar	1,1	0,64	0,46	0,32	
	Bukspottskörtel	0,94	0,58	0,39	0,26	
	Gallblåsa	1,0	0,65	0,43	0,30	
	Lever	2,6	1,5	1,1	0,75	
	Lungor	0,57	0,32	0,22	0,15	
	Magsäck	0,64	0,38	0,25	0,16	
	Mjälte	1,7	1,0	0,68	0,45	
	Njurar	4,9	2,9	2,0	1,5	
	Ovarier	0,57	0,35	0,23	0,16	
	Röd benmärg	3,4	1,7	0,97	0,62	
	Testiklar	0,32	0,18	0,11	0,075	
	Tjocktarm	0,62	0,39	0,25	0,17	
	Tunntarm	0,66	0,40	0,27	0,18	
	Effektiv dos	1,1	0,60	0,39	0,26	(mSv/MBq)

13,2 h

## JODMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR (Hel)

EC

<sup>123</sup>I $\gamma$  0,159 MeV (0,83)

0,529 MeV (0,014)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)			
Organ					
Intravenöst					
Vuxna	Benytor	0,039			
	Binjurar	0,027			
	Bukspottskörtel	0,030			
	Gallblåsa	0,040			
	Lever	0,15			
	Magsäck	0,015			
	Mjälte	0,20			
	Njurar	0,059			
	Ovarier	0,0094			
	Röd benmärg	0,053			
	Testiklar	0,0043			
	Tjocktarm	0,012			
	Tunntarm	0,012			
	Urinblåsa	0,024			
	Effektiv dos	0,028	(mSv/MBq)		
		1 år	5 år	10 år	15 år
Barn	Benytor	0,36	0,15	0,084	0,052
	Binjurar	0,11	0,069	0,050	0,034
	Bukspottskörtel	0,15	0,089	0,058	0,037
	Gallblåsa	0,19	0,10	0,067	0,048
	Lever	0,73	0,40	0,29	0,19
	Magsäck	0,092	0,051	0,032	0,019
	Mjälte	1,2	0,67	0,44	0,29
	Njurar	0,25	0,15	0,10	0,072
	Ovarier	0,050	0,028	0,018	0,012
	Röd benmärg	0,34	0,17	0,093	0,058
	Testiklar	0,026	0,014	0,0087	0,0056
	Tjocktarm	0,068	0,039	0,024	0,014
	Tunntarm	0,069	0,039	0,024	0,015
	Urinblåsa	0,085	0,047	0,040	0,031
	Effektiv dos	0,16	0,084	0,054	0,035



## Kortfattad biokinetisk modell för $^{123}\text{I}$ -märkta antikroppar

### *Hel*

Substansen fördelar sig enligt följande: 50 % till levern, 20 % till röd benmärg, 9 % till mjälten, 3 % till njurarna och resterande 18 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara biexponentiell; 50 % med  $T_{\text{bio}} = 24$  h och 50 % med  $T_{\text{bio}} = 96$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fri  $^{123}\text{I}$ -jodid.

### *Större fragment, $F(ab')_2$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 30 % till levern, 20 % till njurarna, 10 % till röd benmärg, 6 % till mjälten och resterande 34 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 12$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fri  $^{123}\text{I}$ -jodid.

### *Mindre fragment, $Fab'$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 40 % till njurarna, 10 % till levern, 3 % till röd benmärg, 2 % till mjälten och resterande 45 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 6$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fri  $^{123}\text{I}$ -jodid.

## Referenser till $^{123}\text{I}$ -märkta antikroppar

Samma referenser som för teknetiummärkta antikroppar

ICRP (1987) Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. ICRP publication 53. *Annals of the ICRP* 18 (1-4)

13,2 h

JODMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, F(ab')<sub>2</sub>

EC

<sup>123</sup>I

γ 0,159 MeV (0,83)

0,529 MeV (0,014)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)			
Organ					
Intravenöst					
Vuxna	Benytor	0,021			
	Binjurar	0,021			
	Bukspottskörtel	0,020			
	Gallblåsa	0,023			
	Lever	0,060			
	Magsäck	0,012			
	Mjälte	0,093			
	Njurar	0,17			
	Ovarier	0,010			
	Röd benmärg	0,021			
	Testiklar	0,0064			
	Tjocktarm	0,011			
	Tunntarm	0,011			
	Urinblåsa	0,048			
	Effektiv dos	0,019	(mSv/MBq)		
		1 år	5 år	10 år	15 år
Barn	Benytor	0,16	0,072	0,043	0,027
	Binjurar	0,11	0,061	0,042	0,027
	Bukspottskörtel	0,10	0,060	0,039	0,025
	Gallblåsa	0,10	0,060	0,040	0,028
	Lever	0,29	0,16	0,12	0,077
	Magsäck	0,067	0,038	0,025	0,016
	Mjälte	0,53	0,30	0,20	0,13
	Njurar	0,72	0,42	0,29	0,21
	Ovarier	0,055	0,030	0,020	0,013
	Röd benmärg	0,12	0,063	0,037	0,023
	Testiklar	0,037	0,020	0,013	0,0083
	Tjocktarm	0,060	0,034	0,022	0,014
	Tunntarm	0,064	0,036	0,023	0,015
	Urinblåsa	0,16	0,085	0,078	0,061
	Effektiv dos	0,096	0,052	0,036	0,024

13,2 h

## JODMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, Fab'

EC

<sup>123</sup>I $\gamma$  0,159 MeV (0,83)

0,529 MeV (0,014)

		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)
Intravenöst		
Vuxna	Benytor	0,014
	Binjurar	0,018
	Bukspottskörtel	0,015
	Gallblåsa	0,014
	Lever	0,018
	Magsäck	0,011
	Mjälte	0,031
	Njurar	0,22
	Ovarier	0,011
	Testiklar	0,0072
	Tjocktarm	0,011
	Tunntarm	0,011
	Urinblåsa	0,061
	Uterus	0,013
	Effektiv dos	0,017 (mSv/MBq)

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Benytor	0,087	0,043	0,027	0,018	
	Binjurar	0,10	0,055	0,036	0,023	
	Bukspottskörtel	0,074	0,043	0,029	0,018	
	Gallblåsa	0,061	0,040	0,026	0,018	
	Lever	0,089	0,050	0,035	0,023	
	Magsäck	0,053	0,031	0,021	0,013	
	Mjälte	0,17	0,096	0,064	0,041	
	Njurar	0,92	0,53	0,36	0,26	
	Ovarier	0,056	0,031	0,020	0,013	
	Testiklar	0,041	0,022	0,014	0,0093	
	Tjocktarm	0,055	0,031	0,021	0,014	
	Tunntarm	0,060	0,033	0,022	0,014	
	Urinblåsa	0,19	0,10	0,099	0,078	
	Uterus	0,063	0,035	0,025	0,017	
	Effektiv dos	0,078	0,044	0,031	0,021	(mSv/MBq)

8,04 d

## JODMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR (Hel)

 $\beta^-$  $^{131}\text{I}$  $\gamma$  0,284 MeV (0,060)

0,364 MeV (0,81)

0,637 MeV (0,065)

Organ		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)	
Intravenöst			
Vuxna	Benytor	0,72	
	Binjurar	0,26	
	Bukspottskörtel	0,27	
	Gallblåsa	0,35	
	Lever	2,4	
	Magsäck	0,16	
	Mjälte	4,0	
	Njurar	0,99	
	Ovarier	0,11	
	Röd benmärg	1,3	
	Testiklar	0,064	
	Tjocktarm	0,13	
	Tunntarm	0,13	
	Urinblåsa	0,49	
	Effektiv dos	0,50	(mSv/MBq)

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Benytor	8,0	3,1	1,6	0,98	
	Binjurar	1,1	0,66	0,47	0,32	
	Bukspottskörtel	1,3	0,78	0,51	0,33	
	Gallblåsa	1,6	0,85	0,54	0,39	
	Lever	14	7,3	4,9	3,2	
	Magsäck	0,93	0,50	0,31	0,20	
	Mjälte	26	14	9,0	5,8	
	Njurar	4,4	2,5	1,7	1,2	
	Ovarier	0,61	0,34	0,22	0,14	
	Röd benmärg	9,4	4,5	2,4	1,4	
	Testiklar	0,41	0,21	0,13	0,083	
	Tjocktarm	0,73	0,40	0,26	0,16	
	Tunntarm	0,75	0,42	0,27	0,17	
	Urinblåsa	1,8	0,94	0,85	0,64	
	Effektiv dos	3,1	1,6	0,99	0,62	(mSv/MBq)

## Kortfattad biokinetisk modell för $^{131}\text{I}$ -märkta antikroppar

### *Hel*

Substansen fördelar sig enligt följande: 50 % till levern, 20 % till röd benmärg, 9 % till mjälten, 3 % till njurarna och resterande 18 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara biexponentiell; 50 % med  $T_{\text{bio}} = 24$  h och 50 % med  $T_{\text{bio}} = 96$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fri  $^{131}\text{I}$ -jodid.

### *Större fragment, $F(ab')_2$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 30 % till levern, 20 % till njurarna, 10 % till röd benmärg, 6 % till mjälten och resterande 34 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 12$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fri  $^{131}\text{I}$ -jodid.

### *Mindre fragment, $Fab'$*

Substansen fördelar sig enligt följande: 40 % till njurarna, 10 % till levern, 3 % till röd benmärg, 2 % till mjälten och resterande 45 % till övriga organ och vävnader. Utsöndringen antas vara monoexponentiell med  $T_{\text{bio}} = 6$  h. I dosberäkningen har hänsyn tagits till bidraget från fri  $^{131}\text{I}$ -jodid.

## Referenser till $^{131}\text{I}$ -märkta antikroppar

Samma referenser som för teknettiummärkta antikroppar

ICRP (1987) Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals. ICRP publication 53. *Annals of the ICRP* **18** (1-4)

8,04 d

JODMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, F(ab')<sub>2</sub> $\beta^-$ <sup>131</sup>I $\gamma$  0,284 MeV (0,060)

0,364 MeV (0,81)

0,637 MeV (0,065)

Organ		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)
Intravenöst		
Vuxna	Benytor	0,13
	Binjurar	0,10
	Bukspottskörtel	0,098
	Gallblåsa	0,10
	Lever	0,40
	Magsäck	0,071
	Mjälte	0,73
	Njurar	1,5
	Ovarier	0,066
	Röd benmärg	0,20
	Testiklar	0,050
	Tjocktarm	0,067
	Tunntarm	0,069
	Urinblåsa	0,56
Effektiv dos	0,15 (mSv/MBq)	

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Benytor	1,2	0,49	0,28	0,17	
	Binjurar	0,52	0,29	0,19	0,13	
	Bukspottskörtel	0,51	0,29	0,19	0,12	
	Gallblåsa	0,49	0,28	0,18	0,12	
	Lever	2,3	1,2	0,82	0,53	
	Magsäck	0,40	0,22	0,14	0,087	
	Mjälte	4,8	2,6	1,7	1,1	
	Njurar	6,6	3,7	2,5	1,7	
	Ovarier	0,37	0,20	0,13	0,084	
	Röd benmärg	1,3	0,65	0,36	0,22	
	Testiklar	0,31	0,16	0,10	0,064	
	Tjocktarm	0,38	0,21	0,13	0,084	
	Tunntarm	0,40	0,22	0,14	0,088	
	Urinblåsa	1,9	1,0	0,95	0,73	
Effektiv dos	0,81	0,42	0,28	0,19	(mSv/MBq)	

8,04 d

## JODMÄRKTA MONOKLONALA ANTIKROPPAR, Fab'

 $\beta^-$  $^{131}\text{I}$  $\gamma$  0,284 MeV (0,060)

0,364 MeV (0,81)

0,637 MeV (0,065)

Organ		Absorberad dos per adm. aktivitet (mGy/MBq)
Intravenöst		
Vuxna	Binjurar	0,072
	Bukspottskörtel	0,066
	Gallblåsa	0,063
	Lever	0,087
	Magsäck	0,054
	Mjälte	0,16
	Njurar	1,5
	Ovarier	0,057
	Testiklar	0,045
	Tjocktarm	0,055
	Tunntarm	0,057
	Urinblåsa	0,57
	Uterus	0,068
	Effektiv dos	0,11 (mSv/MBq)

		1 år	5 år	10 år	15 år	
Barn	Binjurar	0,42	0,23	0,14	0,091	
	Bukspottskörtel	0,36	0,20	0,13	0,082	
	Gallblåsa	0,31	0,18	0,12	0,077	
	Lever	0,47	0,26	0,17	0,11	
	Magsäck	0,30	0,16	0,11	0,066	
	Mjälte	0,97	0,53	0,34	0,22	
	Njurar	6,7	3,7	2,5	1,8	
	Ovarier	0,32	0,17	0,11	0,073	
	Testiklar	0,28	0,14	0,093	0,058	
	Tjocktarm	0,31	0,17	0,11	0,070	
	Tunntarm	0,33	0,18	0,11	0,072	
	Urinblåsa	1,9	1,0	0,97	0,74	
	Uterus	0,35	0,19	0,13	0,085	
	Effektiv dos	0,54	0,29	0,20	0,14	(mSv/MBq)

### **2004:01 Further AMBER and Ecolego**

#### **Intercomparisons**

SKI nr 2004:05

SSI och SKI

### **2004:02 Strengthening the Radiation Protection System in Cuba (SRPS – Cuba), A co-operation project between Cuban and Swedish institutions, February 2001–June 2003**

Avdelningen för avfall och miljö.

Rodolfo Avila, Carl-Magnus Larsson, Miguel Prendes

och Juan Tomás Zerquera 80 SEK

### **2004:03 Friklassning av material från rivning av kärntekniska anläggningar i Sverige – en utredning om EU:s rekommenderade regler är tillämpbara i Sverige**

Avdelningen för avfall och miljö.

Gunilla Hamrefors 210 SEK

### **2004:04 Säkerhets och strålskyddsläget vid de svenska kärnkraftverken 2003**

SSI och SKI

### **2004:05 Detektion av radioaktivt material och kärnämne vid svensk gränskontroll - en pilotstudie**

SSI och SKI (SKI nr 2004:22)

Anders Ringbom, Klas Elmgren och Lena Oliver

### **2004:06 SSI and SKI's Review of SKB's Updated Final Safety Report for SFR I -Review Report**

SSI och SKI (SKI nr 2004:20)

Björn Dverstorp och Benny Sundström et. al.

### **2004:07 Personalstrålskydd inom kärnkraftindustrin under 2003**

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd

Stig Erixon, Peter Hofvander, Ingemar Lund, Lars Malmqvist,

Ingela Thimgren och Hanna Ölander Gür 70 SEK

### **2004:08 Doskatalogen för nukleärmedicin; projekt SSI P 1151.99**

Avdelningen för personal- och patientstrålskydd

Sigrid Leide-Svegborn, Sören Mattsson, Lennart Johanson

och Bertil Nosslin 120 SEK





**S**TATENS STRÅLSKYDDSIKSTITUT, SSI, är central tillsynsmyndighet på strålskyddsområdet. Myndighetens verksamhetsidé är att verka för ett gott strålskydd för människor och miljö nu och i framtiden.

SSI är ansvarig myndighet för det av riksdagen beslutade miljömålet *Säker strålmiljö*.

SSI sätter gränser för stråldoser till allmänheten och för dem som arbetar med strålning, utfärdar föreskrifter och kontrollerar att de efterlevs. Myndigheten inspekterar, informerar, utbildar och ger råd för att öka kunskaperna om strålning. SSI bedriver också egen forskning och stöder forskning vid universitet och högskolor:

SSI håller beredskap dygnet runt mot olyckor med strålning. En tidig varning om olyckor fås genom svenska och utländska mätstationer och genom internationella varnings- och informationssystem.

SSI medverkar i det internationella strålskydssamarbetet och bidrar därigenom till förbättringar av strålskyddet i främst Baltikum och Ryssland.

Myndigheten har idag ca 110 anställda och är belägen i Stockholm.

**THE SWEDISH RADIATION PROTECTION AUTHORITY, SSI,** is the government regulatory authority for radiation protection. Its task is to secure good radiation protection for people and the environment both today and in the future.

The Swedish parliament has appointed SSI to be in charge of the implementation of its environmental quality objective *Säker strålmiljö* ("A Safe Radiation Environment").

SSI sets radiation dose limits for the public and for workers exposed to radiation and regulates many other matters dealing with radiation. Compliance with regulations is ensured through inspections.

SSI also provides information, education, advice, carries out its own research and administers external research projects.

SSI maintains an around-the-clock preparedness for radiation accidents. Early warning is provided by Swedish and foreign monitoring stations and by international alarm and information systems.

The Authority collaborates with many national and international radiation protection endeavours. It actively supports the on-going improvements of radiation protection in Estonia, Latvia, Lithuania, and Russia.

SSI has about 110 employees and is located in Stockholm.



*Statens strålskyddsinstitut*  
Swedish Radiation Protection Authority

**Address:** Statens strålskyddsinstitut; S-171 16 Stockholm

**Besöksadress:** Solna strandväg 96

**Telefon:** 08-729 71 00, Fax: 08-729 71 08

**Address:** Swedish Radiation Protection Authority  
SE-171 16 Stockholm; Sweden

**Visiting address:** Solna strandväg 96

**Telephone:** + 46 8-729 71 00, Fax: + 46 8-729 71 08

**www.ssi.se**