

# **Rapport om strålskyddsinformation till patienter och anhöriga i samband med nuklearmedicinska undersökningar**

Nationell arbetsgrupp tillsatt av Svensk Förening för Nuklearmedicin

2013-06-05

## Innehåll

Inledning.....	3
Lagstiftning .....	3
Rekommendationer.....	3
Uppskattning av stråldoser .....	4
Doserater.....	4
Uppehållsfaktorer.....	4
Radiofarmaka .....	5
Beräkningar .....	5
Resultat.....	5
Reseintyg .....	9
Diskussion.....	9
Tack till.....	10
Källförteckning.....	11
Arbetsgruppens medlemmar .....	12
Beräkningsunderlag.....	13
Farmakokinetiska data och principer för dosberäkning.....	13
Förslag på formuleringar att använda vid vissa bestämda undersökningar och doser .....	15
PET-FDG .....	16
Skelettscintigrafi.....	17
Myocardscintigrafi.....	18
MUGA .....	19
Regionalt cerebralt blodflöde rCBF (Hjärna) .....	20
Somatostatinreceptorscintigrafi .....	21
Dopamintransporterscintigrafi.....	22
Binjuremägscintigrafi .....	23
Tumörlokalisering.....	24
Bilaga 4 .....	25
Travelling document: After Nuclear Medicine Examination .....	25

## Inledning

Vid Svensk Förening för Nuklearmedicins vårmöte 2010 i Göteborg var temat för utbildningsdagen "Strålsäkerhet". En nationell enkätundersökning angående strålskyddsinformation till patienter och anhöriga visade att det, bland de sjukhus som besvarat enkäten, fanns stor variation både i hur man informerade och i vilken information som gavs. Vid vårmötet framkom önskemål om gemensamma riktlinjer gällande strålskyddsinformation som riktar sig till personer i patientens omgivning.

En nationell grupp (hädanefter kallad arbetsgruppen) tillsattes av Svensk Förening för Nuklearmedicin.

Gruppens uppdrag var att ta fram *Nationella riktlinjer för information till patienter och anhöriga om strålskydd i samband med nuklearmedicinska undersökningar*.

Rekommendationer till personal som medverkar vid nuklearmedicinska undersökningar eller handhar patienter som genomgått dessa undersökningar behandlas ej i denna rapport.

Gruppens medlemmar presenteras i Bilaga 1.

Vid arbetet har hänsyn tagits till Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM) dosgränser. Möjliga doser har räknats fram för att kunna bestämma i vilka fall som begränsningar i kontakten mellan patienten, barn, partner och allmänhet kan behövas. Rekommendationer för när patienten kan behöva reseintyg har också tagits fram. Rapporten är avsedd som ett hjälpmedel för personal på en nuklearmedicinsk avdelning, den är inte tänkt att läsas av patienter och anhöriga.

Förslag på hur strålskyddsinformationen kan formuleras till patienten presenteras i Bilaga 3.

## Lagstiftning

Enligt SSM ska en person som frivilligt och utanför sin yrkesutövning hjälper och stödjer en patient informeras muntligen och skriftligen om lämpliga åtgärder för att minimera exponeringen. Stråldosen till den hjälpende personen ska vara så liten som rimligt är möjligt med hänsyn till omständigheterna [1].

I föreskriften om grundläggande bestämmelser för skydd av arbetstagare och allmänhet [2] kan läsas att summan av dosbidrag från verksamheter med joniserande strålning till individer ur allmänheten inte bör överskrida 1 mSv per år. Denna dosgräns inkluderar även barn och gravida [2]. När en patient har genomgått en nuklearmedicinsk behandling ska det vara osannolikt att den effektiva dosen till någon person ur allmänheten överskrider 0,3 mSv [3]. Den finska strålskyddsmyndigheten (STUK) anger samma dosgräns till allmänheten efter nuklearmedicinska behandlingar men till skillnad från Sverige gäller denna även för undersökningar [4].

Stråldoser och dosgränser i detta dokument anges i storheten effektiv dos.

## Rekommendationer

Strålskyddsinformationen i rapporten förmedlas i form av rekommendationer. Det är inte ovanligt att patienter genomgår upprepade nuklearmedicinska undersökningar.

Arbetsgruppen har därför bedömt det som rimligt att välja ca en tredjedel (0,3 mSv) av myndighetens gräns (1 mSv) som gränsvärde för när rekommendationer bör förmedlas till anhöriga och allmänhet.

## **Uppskattning av stråldoser**

För att göra en bedömning av möjliga stråldoser till anhöriga och allmänhet i olika situationer behövs information om mängden strålning (dosraten) som utsänds från patienten på olika avstånd och helkroppsaktivitet vid olika tidpunkter. Denna information behövs för varje typ av radiofarmaka. Det krävs också information om hur patienten uppehåller sig i relation till andra personer, uppehållsfaktorer, vilket är en uppskattning av vad som bedöms som rimliga tider och avstånd i umgänget mellan patienten och personer i dess omgivning.

### ***Dosrater***

Uppmätta dosrater för olika radiofarmaka har använts vid uppskattningen av stråldoser. Dessa finns redovisade i Bilaga 2. De dosrater som beräkningarna grundas på är uppmätta på vuxna patienter. Dessa rekommendationer kan därför inte appliceras på pediatrika patienter där mätningar för närvarande saknas.

### ***Upphållsfaktorer***

De uppehållsfaktorer som använts vid dosberäkningarna är hämtade ur vetenskapliga artiklar [5,6]. I vissa fall är dessa modifierade av arbetsgruppen. De har sedan använts för beräkningar av dosen under fyra halveringstider.

Upphållsfaktorerna är baserade på ett normalförfarande för varje radiofarmaka avseende tid mellan injektion och undersökning.

Upphållsfaktorerna redovisas nedan. För barn tillämpas två åldersindelningar; småbarn och barn. Till gruppen "småbarn" räknas barn under tre år där ett större omvårdnadsbehov rimligen bedöms föreligga. Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt. Till gruppen "barn" räknas barn som är tre år och uppåt.

#### **Följande uppehållsfaktorer har använts:**

- **Småbarn:** Första timmen efter injektionen träffar barnet inte patienten/föräldern. Därefter beräknas barnet att under dagtid varje timme ha kontakt på 1 cm avstånd med förälder i 35 minuter. Barnet sover därefter under natten varav 8 timmar tätt intill patienten. Separata beräkningar har även gjorts där barnet sover i egen säng med nära kontakt i 35 min var fjärde timme (nattmatning).
- **Barn:** Första timmen efter injektionen träffar barnet inte patienten/föräldern. Därefter beräknas barnet att under dagtid varje timme ha kontakt på 10 cm avstånd med förälder i 20 minuter och kontakt på 1 meters avstånd resterande 40 minuter. Sista timmen före sänggående spenderar barnet på ett konstant avstånd av 10 cm från patienten (tandborstning/godnattsaga). Barnet sover därefter under natten varav 8 timmar tätt intill patienten. Separata beräkningar har även gjorts där barnet sover i egen säng hela natten.

- **Partner:** Beräknas att under dagtid befinna sig på 1 m avstånd (från injektion och 8 timmar framåt), för att sedan befinna sig på 50 cm avstånd i 2 timmar (tv-tittande/kväll) följt av 10 cm avstånd i 8 timmar (natt).
- **Gravid:** En gravid kvinna beräknas inte ha närmare kontakt med patienten än en icke gravid partner och samma uppehållsfaktor används därför för dessa grupper.
- **Väntrum:** Patienten antas befinna sig i avdelningens väntrum under hela tiden mellan injektion och undersökning, med undantag för undersökningar där bildtagning sker dagen efter injektion. Avståndet till andra patienter och anhöriga antas vara 10 cm.
- **Resa:**
  - Under **kollektiv resa** antas ett avstånd på 10 cm mellan patient och allmänhet.
  - Under **privat transport** antas ett avstånd på 50 cm mellan patient och allmänhet.
- **Arbete:** Patienten förväntas gå direkt till arbetet efter undersökning och håller ett avstånd på 1 meter till sina arbetskamrater under en 8 timmars arbetsdag.

### **Radiofarmaka**

De radiofarmaka som rekommendationerna framtagits för är de i Sverige mest förekommande enligt SSM:s isotopstatistik [7]. För varje radiofarmaka bygger dosberäkningarna på standardvärden av administrerad aktivitet. I första hand har de referensnivåer som anges i SSM:s bilaga till föreskrift om diagnostiska referensnivåer inom nukleärmedicin [8] använts. Där referensnivåer saknas används rekommenderade aktiviteter från EANM guidelines [9] samt SSM:s isotopstatistik för nuklearmedicinsk verksamhet [7].

### **Beräkningar**

Utöver befintliga dosratsdata och uppehållsfaktorer krävs uppgifter om ackumulerad helkroppsaktivitet för att uppskatta den totala dosen från patienter som administrerats med radiofarmaka. Den ackumulerade aktiviteten beräknas genom integrering av tidskurvor för helkroppsaktivitet. Noggrannare beskrivning av beräkningarna redovisas i bilaga 2.

### **Resultat**

Gruppens arbete har resulterat i rekommendationer i hur patienten ska förhålla sig till allmänhet och anhöriga efter sin nuklearmedicinska undersökning. Värdena redovisas per radiofarmaka i tabell 1 och 2 nedan. Här anges den tid under vilken småbarn, barn och partner bör undvika nära kontakt med patienten samt hur länge patienten kan uppehålla sig nära personer ur allmänheten under resor och i väntrum. Nära kontakt definieras som ett avstånd på <1 m där inget annat anges. Där inga värden anges i tabellen krävs inga rekommendationer på grund av att den valda dosgränsen inte överskrids. För vissa radiofarmaka gäller rekommendationen bara om barn och partner inte sover i samma säng som patienten. De rekommendationer detta gäller är markerade med \* i tabellen. För alla radiofarmaka förutom <sup>111</sup>In gäller detta bara första natten efter radiofarmakaadministrering.

För <sup>111</sup>In undersökning gäller dock att barn och småbarn bör undvika att dela säng med patienten under fyra respektive fem nätter och för en vuxen partner gäller detta under två nätter.

I Tabell 1 finns vid några tillfällen 0\* timmar rekommenderat. Detta för att understryka att en förutsättning för att ingen tidsrestriktion ska gälla är att barnet sover i egen säng under den eller de nätter som krävs. Se ovan.

Vid beräkningarna förutsätts att barn och småbarn inte har kontakt med patienten under den första timmen efter injektion.

Vid resor förväntas patienten inleda resan tidigast efter undersökningens slut, den rekommenderade maxtiden nära allmänheten påbörjas då. Sker undersökningen dagen efter radiofarmakaadministrering beräknas den första restiden påbörjas direkt efter injektion. Detta är aktuellt vid <sup>123</sup>I-MIBG och <sup>111</sup>In-octreotid undersökningar.

Exempel på hur dessa rekommendationer kan formuleras till patienten presenteras i Bilaga 3.

**Tabell 1.** Tiderna i tabell anger hur länge (timmar) nära kontakt till anhöriga ska undvikas

# Beräkningar gjorda för; MAG3, DMSA, MAA, Technegas, Perthechnetat.

\*Gäller om patienten inte sover i samma säng som barnet/partnern under den första natten efter injektionen.

För In-111 gäller för småbarn och barn 5 respektive 4 nätter och partner 2 nätter.

Radionuklid	Radiofarmaka	Undersökning	Aktivitet (MBq)	Rekommendationer timmar (tim)		
				Småbarn Undvik nära kontakt (<1m)	Barn Undvik nära kontakt (<1m)	Partner Undvik nära kontakt (<1m)
<sup>18</sup> F	FDG	FDG-PET	350	<b>4 tim</b>	<b>2 tim</b>	-
<sup>123</sup> I	Ioflupan (ex. DtScan)	Dopamintransporter-scintigrafi	185	<b>6* tim</b>	<b>0* tim</b>	-
<sup>123</sup> I	NaI	Tumörlokalisering	185	<b>4 tim</b>	-	-
<sup>123</sup> I	mIBG	Binjuremärg-scintigrafi	200	<b>3* tim</b>	<b>5 tim</b>	-
<sup>111</sup> In	Octreotid	Somatostatin-receptorscintigrafi	170	<b>113* tim</b>	<b>88* tim</b>	<b>59* tim</b>
<sup>99m</sup> Tc	Samtliga mindre än 200 MBq #	Samtliga mindre än 200 MBq #	< 200	-	-	-
<sup>99m</sup> Tc	Sestamibi/tetrofosmin	Myokardscintigrafi (2 dagars)	600	<b>6* tim</b>	<b>0* tim</b>	-
<sup>99m</sup> Tc	Difosfonater (ex. MDP, HDP, DPD)	Skelettscintigrafi	600	<b>4 tim</b>	-	-
<sup>99m</sup> Tc	Red Blood Cells	MUGA	800	<b>7* tim</b>	<b>2* tim</b>	<b>0* tim</b>
<sup>99m</sup> Tc	HMPAO	rCBF	1000	<b>7* tim</b>	<b>2* tim</b>	<b>0* tim</b>

**Tabell 2.** Tiderna i tabell anger (för varje radiofarmaka) hur länge (timmar, minuter) patienten får vistas i väntrum eller spendera på resa. # Beräkningar gjorda för; MAG3, DMSA, MAA, Technegas, Perthechnetat.

Radionuklid	Radiofarmaka	Undersökning	Aktivitet (MBq)	Maximal tid timmar (tim), minuter (min)			
				Väntrum Maxtid nära andra (10 cm)	Resa – kollektiv Maxtid nära andra (10 cm)	Resa – privat Maxtid nära andra (50 cm)	Arbete
<sup>18</sup> F	FDG	FDG-PET	350	<b>45 min</b>	<b>1.5 tim</b>	-	-
<sup>123</sup> I	Ioflupan (ex. DatScan)	Dopamintransporter-scintigrafi	185	-	-	-	-
<sup>123</sup> I	NaI	Thyroidea-scintigrafi	185	-	-	-	-
<sup>123</sup> I	mIBG	Binjuremärg-scintigrafi	200	-	-	-	-
<sup>111</sup> In	Octreotid	Somatostatin-receptorscintigrafi	170	-	<b>1.5 tim</b>	-	-
<sup>99m</sup> Tc	Samtliga mindre än 200 MBq #	Samtliga mindre än 200 MBq #	< 200	-	-	-	-
<sup>99m</sup> Tc	Sestamibi/tetrofosmin	Myokardscintigrafi (2 dagars)	600	<b>3 tim</b>	<b>3 tim</b>	-	-
<sup>99m</sup> Tc	Difosfonater (ex. MDP, HDP, DPD)	Skelettsintigrafi	600	<b>3 tim</b>	-	-	-
<sup>99m</sup> Tc	RBC-MUGA	MUGA	800	<b>2 tim</b>	<b>2 tim</b>	-	-
<sup>99m</sup> Tc	HMPAO	rCBF	1000	<b>1.5 tim</b>	<b>1.5 tim</b>	-	-



## Reseintyg

Patienter som planerar att resa utomlands efter att ha genomgått en undersökning med ett radioaktivt läkemedel kan behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid eventuella gränskontroller. Enligt ICRP är lägsta detektionsgräns 10 kBq på 2- 3 meters avstånd [10]. Tabell 3 ger en vägledning om när ett sådant dokument kan behövas. Tiden är beräknad utifrån enbart fysikalisk halveringstid och för angiven mängd aktivitet. Förslag på reseintyg som kan utfärdas till patienten finns i bilaga 4.

**Tabell 3.** Tabellen beskriver under vilken tidsperiod som reseintyg kan behövas för olika radionuklider.

Radionuklid	Aktivitet (MBq)	Fysikalisk halveringstid	Reseintyg kan behövas vid resa inom:
<sup>18</sup> F	350	110 minuter	<b>24 timmar</b>
<sup>99m</sup> Tc	1000	6 timmar	<b>4 dygn</b>
<sup>123</sup> I	200	13 timmar	<b>1 vecka</b>
<sup>111</sup> In	170	67 timmar	<b>1 månad</b>

## Diskussion

Arbetsgruppens beräkningar har vid de flesta undersökningar resulterat i att rekommendationer inte krävs mer än för patienter med barn i sin omgivning. Ett effektivt sätt att hålla de rekommenderade tiderna rimligt låga är att undvika att barnet exponeras för strålningen från sin förälder när aktivitetsnivån är som högst, dvs. nära in på injektion och innan blåstömning. En allmän rekommendation om att inte ta med små barn till en nuklearmedicinsk avdelning kan således vara lämplig. Små barn på avdelningen kan också verka störande för andra patienter.

Vid utförda beräkningarna har arbetsgruppen gjort en mängd antaganden. Uppehållsfaktorer för barn och partner förutsätter att man spenderar hela dagen tillsammans och då inte är på t.ex. jobb, dagis eller skola. Blåstömning förutsätts ske en timme efter injektion och därefter var tredje timme under vaken tid. Tätare eller glesare blåstömning kan väsentligen minska resp. öka stråldosen till omgivningen. Dosratsmätningar från skelettscintigrafiundersökningar (MDP/HDP) har använts vid dosberäkningarna för samtliga <sup>99m</sup>Tc-radiofarmaka. Detta innebär en överskattning av dosen för de flesta radiofarmaka. Ytterligare information om beräkningar och felkällor beskrivs i bilaga 2.

Val av uppehållsfaktorer som används i beräkningarna påverkar de resulterande doserna avsevärt. Arbetsgruppen har därför spenderat mycket tid på att granska faktorer som använts vid liknande beräkningar i litteraturen. I vissa fall har det inte tydligt framgått hur dessa ska appliceras, information som tid efter injektion och fördelning över dygnet saknas. Gruppen har därför gjort justeringar efter bästa förmåga i syfte att så långt som möjligt beskriva verkligheten.

Dosratsmätningar är utförda med strålskyddsinstrument som mäter dosrat i miljödosekvivalent H\*(10). Dessa dosrater har sedan i beräkningarna direkt översatts till effektiv dos med antagande om helkroppsbestrålning. Detta leder till en viss överskattning av den effektiva dosen vid de energier (140-511 keV) som mätningarna är utförda i enligt

konversionsfaktorer definierade i ICRU [11]. Vid de perioder då patienten uppmanas undvika nära kontakt med personer i sin omgivning har antagits ett permanent avstånd på 1 meter dagtid och >> 1 meter nattetid vid utförda beräkningar. Rekommendationen bör därför bli att patienten ska hålla ett avstånd på minst 1 meter under det rekommenderade tidsintervallet.

Många barn sover delar av natten i samma säng som förälder/patient. Beräkningar har därför utförts både av den dos som barnet kan få i de fall där delar av natten spenderas med patienten och när barnet sover hel natt utan närhet till injicerad patient. För att hålla det rekommenderade kontaktuppehållet så kort som möjligt har det mest lämpliga av dessa alternativ valts för respektive radiofarmaka.

Den tid som en injicerad patient uppehåller sig på avdelningen är också den tid då dosbelastningen till andra personer är som högst. I arbetsgruppens förslag på formuleringar av rekommendationer ges patienten instruktioner i hur långt avstånd som bör hållas till eventuell följeslagare. Andra personer som kan uppehålla sig i väntrum etc. nämns inte utan det förutsätts att eventuella åtgärder i dessa fall hanteras av personalen på avdelningen.

### ***Tack till***

Arbetsgruppen vill uttrycka sitt djupt kända tack till Svensk förening för nuklearmedicin som har möjliggjort en djupdykning i detta intressanta område. Vi vill också tacka Sigrid Leide Svegborn och Per Grybäck för deras granskning av och synpunkter på rapporten samt ett stort tack till de kliniker som har bidragit med dosratsmätningar.

## Källförteckning

1. SSM FS 2008:35. Föreskrift om allmänna skyldigheter vid medicinsk och odontologisk verksamhet med joniserande strålning. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
2. SSM FS 2008:51. Föreskrift om grundläggande bestämmelser för skydd av arbetstagare och allmänhet vid verksamhet med joniserande strålning. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
3. SSM FS 2008:34. Föreskrift om nukleärmedicin. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
4. Direktiv ST 6.3/14.1.2013. Strålsäkerhet inom nukleärmedicin. Helsingfors: Strålsäkerhetscentralen.
5. Mountford PJ, O`Doherty MJ. Exposure of critical groups to nuclear medicine patients. *Applied Radiation and isotopes*. 1999; 50:89-111.
6. Cronin B, Marsden PK, O`Doherty MJ. Are restrictions to behaviour of patients required following fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomographic studies? *European Journal of Nuclear Medicine*. 1999; 26: 121-128.
7. Strålsäkerhetsmyndigheten. SSM:s Isotopstatistik för nukleärmedicinsk verksamhet; [läst 2013-04-02]. Tillgänglig: [http://apps.stralsakerhetsmyndigheten.se/isotop/index\\_nomenu.asp](http://apps.stralsakerhetsmyndigheten.se/isotop/index_nomenu.asp)
8. SSM FS 2008:4. Föreskrift om diagnostiska referensnivåer inom nukleärmedicin. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten.
9. European Association of Nuclear Medicine: EANM Guidelines; [cited 2013 Mars 11]. Available from: <http://www.eanm.org/>
10. International Commission on Radiological Protection. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, ICRP Publication 53. Oxford: Elsevier Ltd, 1987.
11. International Commission on Radiation units and Measurements. Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, Report 57. 1998.
12. Gomez-Palacios M, Terrón JA, Domínguez P, Vera DR, Osuna RF. Radiation doses in the surroundings of patients undergoing nuclear medicine diagnostic studies. *Health Physics*. 2005; 89(2 Suppl): 27-34.
13. Benatar NA, Cronin BF, O`Doherty MJ. Radiation dose rates from patients undergoing PET: implications for technologists and waiting areas. *European Journal of Nuclear Medicine*. 2000; 27: 583-589.
14. International Commission on Radiological Protection. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, Appendum2 to ICRP Publication 53, ICRP Publication 80. Oxford: Elsevier Ltd, 1998.
15. International Commission on Radiological Protection. Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals, Addendum3 to ICRP Publication 53, ICRP Publication 106. Oxford: Elsevier Ltd, 2008.

## Arbetsgruppens medlemmar

### **Heléne Brundin**

Biomedicinsk analytiker  
Fysiologiska kliniken, Nuklearmedicin  
Universitetssjukhuset i Linköping  
Linköping

### **Henrik Båvenäs**

Sjukhusfysiker  
Radiofysik och röntgenteknik  
Västmanlands sjukhus  
Västerås

### **Lena Engelin**

Röntgensjuksköterska, Strålsäkerhetssamordnare  
Sektionen för Bild och Funktionsfysik inkl Nuklearmedicin, Solna  
Verksamhetsområde Sjukhusfysik  
Karolinska Universitetssjukhuset  
Stockholm

### **Lena Monryd**

Biomedicinsk analytiker  
Fysiologiska kliniken, Nuklearmedicin  
Universitetssjukhuset i Linköping  
Linköping

### **Agnetha Norén**

Onkologisjuksköterska  
Nuklearmedicinska avdelningen, Bild- och Funktionsmedicin Västerbotten  
Norrlands Universitetssjukhus  
Umeå

### **Eva Persson**

PhD, Överläkare  
BFC Klinisk fysiologi och nuklearmedicin  
Skånes universitetssjukhus  
Lund

### **Eleonor Vestergren**

PhD, 1:e sjukhusfysiker  
Medicinsk fysik och teknik  
Sahlgrenska Universitetssjukhuset  
Göteborg

### **Disa Åstrand**

Sjukhusfysiker  
Sektionen för Bild och Funktionsfysik inkl Nuklearmedicin, Solna  
Verksamhetsområde Sjukhusfysik  
Karolinska Universitetssjukhuset  
Stockholm

## Beräkningsunderlag

### Dosrater

De dosrater som ligger till grund för stråldosuppskattningarna finns listade i Tabell 4. Nedan följer en beskrivning över hur dosraterna är uppmätta för respektive radiofarmaka.

#### <sup>99m</sup>Tc och <sup>111</sup>In

Mätningar vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset på 1, 50 resp. 100 cm avstånd från 10-15 vuxna patienter direkt efter injektion av <sup>99m</sup>Tc-märkta difosfonatföreningar resp. <sup>111</sup>In-octeotrid. Tillgängliga mätningar för andra <sup>99m</sup>Tc-föreningar är gjorda efter bildtagning och därmed inte fullt tillämpliga för stråldosberäkning till anhörig/medföljande. Mätningar enligt Gomez et al. [12] stödjer antagandet att fosfonatföreningar är en god representant för dosrat från de vanligast förekommande <sup>99m</sup>Tc-föreningarna. En överskattning av dosrat på större avstånd är dock trolig p.g.a den tämligen homogena fördelningen av fosfonater i kroppen.

#### <sup>123</sup>I

Mätningar på 1, 10, 50 resp. 100 cm från vuxna patienter som administrerats med

<sup>123</sup>I-NaI - 6 patienter vid Norrlands Universitetssjukhus,

<sup>123</sup>I-DatScan - 9 patienter vid Linköpings Universitetssjukhus och

<sup>123</sup>I-mIBG - 2 patienter vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset.

#### <sup>18</sup>F

Mätningar vid Karolinska Universitetssjukhuset Solna direkt intill 10 vuxna patienter som administrerats med <sup>18</sup>F-FDG. För större avstånd 10, 50 respektive 100 cm har data från Benatar, Cronin och O`Doherty [13] använts.

Tabell 4. Beskriver dosrater för olika radiofarmaka på olika avstånd från patienten direkt efter injektion.

\*Beräknat värde som utgår från att förhållandet mellan dosrat på 1 och 10 cm är detsamma som för <sup>123</sup>I-NaI.

Radiofarmaka	Uppmätt dosrat /MBq anteriort på olika avstånd från patientens hud ( $\mu\text{Sv/h/MBq}$ )			
	1 cm	10 cm	50 cm	100 cm
<sup>18</sup> F-FDG	2.50	1.28	0.40	0.15
<sup>99m</sup> Tc – samtliga föreningar	0.38	0.20*	0.04	0.02
<sup>111</sup> In-octreotid	1.18	0.69	0.19	0.06
<sup>123</sup> I-DatScan	0.50	0.24	0.06	0.02
<sup>123</sup> I-mIBG	0.44	0.26	0.12	0.04
<sup>123</sup> I-NaI	0.44	0.23	0.06	0.03

### Farmakokinetiska data och principer för dosberäkning

Tidskurvor för organ- och helkroppsaktivitet (exklusive urinblåsa) har beräknats från farmakokinetiska data i ICRP Publikation 53, 80 och 106 [10, 14, 15].

En typisk tid-aktivitetsfunktion  $A(t)$  för ett organ som tar upp och utsöndrar ett radioaktivt läkemedel visas nedan. Biologiska halveringstider för upptag/eliminering samt fraktion av aktivitet som upptas/elimineras med specifik hastighet ges av ICRP Publikation 53, 80 och 106 [10, 14, 15].

Stråldosen på specifikt avstånd och tidsintervall  $a$ - $b$  ges som produkten av aktuell dosrat och summan av tid-aktivitetintegralerna (se nedan) för aktivitetupptagande organ.

*Exempel: Leveraktivitet (momentan resp. ackumulerad) efter intravenös administrering av  $^{99m}\text{Tc-MAA}$*

$$A(t) = A_0 F_s a_1 a_2 (e^{-(\lambda_2 + \lambda_f)t} - e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_f)t})$$

$$\tilde{A} = \int_a^b A(t) dt = A_0 F_s a_1 a_2 \left[ \frac{e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_f)t}}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_f} - \frac{e^{-(\lambda_2 + \lambda_f)t}}{\lambda_2 + \lambda_f} \right]_a^b$$

, där  $\lambda_n = \ln 2 / T_{1/2n}$  = biologisk upptags-/elimineringskonstant med halveringstid  $T_{1/2n}$ .

$\lambda_f$  = fysikalisk halveringstid för  $^{99m}\text{Tc}$

$A_0$  = administrerad aktivitet

$F_s$  = andel av  $A_0$  som tas upp i levern

$a_1$  = fraktion av  $F_s$  som tas upp i levern med biologisk upptagskonstant  $\lambda_1$

$a_2$  = fraktion av  $F_s$  som utsöndras från levern med biologisk elimineringskonstant  $\lambda_2$

## **Förslag på formuleringar att använda vid vissa bestämda undersökningar och doser**

Det är en fördel om nuklearmedicinska avdelningar nationellt kan ha så likartad strålskyddsinformation som möjligt. Därför är det arbetsgruppens förhoppning att rapporten ska fungera som en hjälp i arbetet på en nuklearmedicinsk avdelning.

Arbetsgruppen vill poängtera att nedanstående formuleringar är förslag på hur innehållet i rapporten kan förmedlas till patienter och anhöriga. Det är upp till varje enskild arbetsplats att besluta om och hur man vill använda dem.

## **PET-FDG**

<sup>18</sup>F-FDG, 350 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med småbarn (0-3 år) under de närmaste fyra timmarna efter läkemedelsinjektionen. \*
- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med barn (>3år) under de närmaste två timmarna efter läkemedelsinjektionen.
- Om du har vuxet sällskap med dig till undersökningen bör du hålla ett avstånd på minst 0,5 m till dem under den tid ni vistas på avdelningen.
- När du lämnar avdelningen bör du undvika att resa kollektivt om resan tar längre tid än en och en halv timme. Om du reser i privatbil eller i taxi och/eller håller ett avstånd på minst 0,5 m till dina medresenärer finns det ingen sådan begränsning.
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför extra dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygienen efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands det närmaste dygnet efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.



## ***Skelettscintigrafi***

<sup>99m</sup>Tc-difosfonater (ex. MDP, HDP, DPD), 600 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med småbarn (0-3 år) under de närmaste fyra timmarna efter läkemedelsinjektionen. \*
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför extra dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygienen efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands de närmaste fyra dygnet efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.

## **Myocardscintigrafi**

<sup>99m</sup>Tc-sestamibi /tetrofosmin, 600 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Om du som patient har ett barn i din närhet bör du inte dela säng med barnet den första natten.\*
- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med småbarn (0-3 år) under de närmaste sex timmarna efter läkemedelsinjektionen.
- När du lämnar avdelningen bör du undvika att resa kollektivt om resan tar längre tid än tre timmar. Om du reser i privatbil eller i taxi och/eller håller ett avstånd på minst 0,5 m till dina medresenärer finns det ingen sådan begränsning.
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför extra dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygien efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands de närmaste fyra dygnet efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.

## MUGA

### <sup>99m</sup>Tc Red Blood Cells, 800 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Om du som patient har ett barn i din närhet bör du inte dela säng med barnet den första natten.\*
- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med småbarn (0-3 år) under de närmaste sju timmarna efter läkemedelsinjektionen.
- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med större barn under de närmaste två timmarna efter läkemedelsinjektionen.
- Du bör undvika att dela säng med din partner den första natten efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.
- Om du har sällskap med dig till undersökningen bör du hålla ett avstånd på minst 0,5 m till dem under de första två timmarna efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.
- När du lämnar avdelningen bör du undvika att resa kollektivt om resan tar längre än två timmar. Om du reser i privatbil eller i taxi och/eller håller ett avstånd på minst 0,5 m till dina medresenärer finns det ingen sådan begränsning.
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför rikligt med dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygien efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands de närmaste fyra dygnet efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.

## **Regionalt cerebralt blodflöde rCBF (Hjärna)**

<sup>99m</sup>Tc HMPAO, 1000 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Om du som patient har ett barn i din närhet bör du inte dela säng med barnet den första natten.\*
- För småbarn (0-3 år) ska nära kontakt (< 1 m) undvikas under sju timmar efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.
- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med större barn under de närmaste två timmarna efter läkemedelsinjektionen.
- Om du har sällskap med dig till undersökningen bör du hålla ett avstånd på minst 0,5 m till dem under de första en och en halv timmarna efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.
- När du lämnar avdelningen bör du undvika att resa kollektivt om resan tar längre än en och en halv timme. Om du reser i privatbil eller i taxi och/eller håller ett avstånd på minst 0,5 m till dina medresenärer finns det ingen sådan begränsning.
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför rikligt med dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygien efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands de närmaste fyra dyggen efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.

## **Somatostatinreceptorscintigrafi**

<sup>111</sup>In- octreotid, 170 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Om du som patient har ett litet barn (0-3 år) i din närhet bör du undvika nära kontakt (< 1 m) med barnet de första fem dygnet.\*
- Du bör undvika nära kontakt (< 1 m) med större barn de första fyra dygnet.
- Du bör undvika att nära kontakt (<1m) med din partner de första två dygnet efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.
- När du lämnar avdelningen bör du undvika att resa kollektivt om resan tar längre än en och en halv timme. Om du reser i privatbil eller i taxi och/eller håller ett avstånd på minst 0,5 m till dina medresenärer finns det ingen sådan begränsning.
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför rikligt med dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygienen efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands den första månaden efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.

## **Dopamintransporterscintigrafi**

<sup>123</sup>I- ioflupan (DatScan), 185 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Om du som patient har ett barn i din närhet bör du inte dela säng med barnet den första natten.\*
- För småbarn (0-3 år) ska nära kontakt (< 1 m) undvikas under sex timmar efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför rikligt med dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygienen efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands den närmaste veckan efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.

## ***Binjuremärgscintigrafi***

<sup>123</sup>I- mIBG, 200 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Om du som patient har ett litet barn (0-3 år) i din närhet bör du inte dela säng med barnet den första natten.\*
- Om du som patient har ett litet barn (0-3 år) i din närhet bör du inte ha nära kontakt (< 1 m) med barnet under de närmaste tre timmarna efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.\*
- Om du som patient har ett större barn i din närhet bör du inte ha nära kontakt (< 1 m) med barnet under den närmaste fem timmarna efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför rikligt med dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygienen, efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands den närmaste veckan efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.

## **Tumörlokalisering**

<sup>123</sup>I- NaI, 185 MBq

Det radioaktiva läkemedel som du får i samband med denna undersökning ger förutom en förhållandevis låg stråldos till dig själv, även en liten stråldos till personer i din omgivning. Detta gäller framförallt personer som vistas på nära håll. För att dosen till personer i din omgivning ska bli så låg som möjligt följer här några rekommendationer för hur du bör umgås med andra, efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet.

- Om du som patient har ett litet barn (0-3 år) i din närhet bör du undvika nära kontakt (< 1 m) med barnet under de närmaste fyra timmarna efter injektion av det radioaktiva läkemedlet.\*
- Det radioaktiva läkemedel du fått utsöndras främst via njurar och urinblåsa. Genom att dricka extra och tömma blåsan ofta försvinner det snabbare ur kroppen. Vi rekommenderar därför rikligt med dryck och täta blåstömningar. Var extra noga med handhygien efter toalettbesök.
- Om du planerar att resa utomlands den närmaste veckan efter injektionen av det radioaktiva läkemedlet kan du behöva ett intyg att visa upp för att underlätta vid gränskontroller. Informera oss om du planerar att resa så ordnar vi ett intyg åt dig om det behövs.

\* Till denna grupp bör även räknas barn i andra åldrar som av olika anledningar har ett större behov av nära kontakt.



## Travelling document: After Nuclear Medicine Examination

To whom it may concern:

The signer of this document certify that the patient

---

has been given the following radiotracer for medical examination:

Date: \_\_\_\_\_ Radionuclide: \_\_\_\_\_ Activity: \_\_\_\_\_ MBq

With sensitive detectors at, for example airports and harbours, remainder of this radioactivity may be detected for several days / weeks.

---

Responsible Physician / Medical Physicist, signature:

For further information, please contact:

Department of NN

City

Sweden

Phone +46 XXX

*Instructions in Swedish to the patient and the issuer of the certificate*

*Till patienten:* Detta dokument intygar att Du har fått en behandling med ett radioaktivt läkemedel. Med känsliga detektorer, vid t.ex. flygplatser och hamnar, kan rester av denna radioaktivitet ge utslag under flera dagar / veckor. Visa då fram detta intyg.

*Till intygsgivaren:* Fyll i patientens namn och födelsedatum samt uppgifter om undersökningstyp. Markera också om Du är läkare eller sjukhusfysiker.