

RIVM rapport 300081001/2007

Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen 2006
Medische stralingsbelasting in Nederland

EJ Meeuwsen

Contact: EJ Meeuwsen
Laboratorium voor Stralingsonderzoek
els.meeuwsen@rivm.nl



Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Directie Geneesmiddelen en Medische Technologie van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS), in het kader van project V/300081, 'Advisering Medische Stralingstoepassingen'.

Rapport in het kort

Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen - Stralingsbelasting in Nederland

In de periode 2002 – 2005 is in Nederland per inwoner de stralingsdosis als gevolg van medische onderzoeken met 25 procent gestegen van 0,52 naar 0,65 mSv. Ontwikkelingen in de techniek maken het mede mogelijk dat er meer, waaronder meer gecompliceerde onderzoeken worden uitgevoerd.

In opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport verzamelt en analyseert het RIVM gegevens over medische stralingstoepassingen, zoals röntgen- en nucleair geneeskundig onderzoek. Het is de bedoeling dat deze informatie een optimaal gebruik van straling in de gezondheidszorg stimuleert. De belangrijkste oorzaak van de toegenomen stralingsbelasting is de stijging van het aantal onderzoeken. Vooral de toename van het aantal CT-scans is van belang. Deze scans hebben met 0,27 mSv een groot aandeel in bovengenoemde dosis van 0,65 mSv. In de onderzochte periode is de stralingsbelasting door CT-scans met 42 procent gestegen. Het aandeel van PET-onderzoeken is klein, maar de cijfers laten een sterke toename van deze onderzoeken zien. Daardoor leveren ze in vergelijking met 2002 een belangrijke bijdrage aan de dosis afkomstig van nucleair geneeskundige onderzoeken.

Het rapport doet verslag van de recent verzamelde gegevens waarmee de website Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen (IMS; <http://www.rivm.nl/ims>) is geactualiseerd. Daarnaast biedt het achtergrondinformatie over de verschillende informatiebronnen.

Voor meer informatie zie de IMS-website; <http://www.rivm.nl/ims>.

Trefwoorden: medische stralingsbelasting, bevolkingsblootstelling, effectieve dosis, röntgenonderzoeken, CT-scan, radiologie, nucleaire geneeskunde, radiotherapie, bevolkingsonderzoek borstkanker, TBC-screening

Abstract

Information system on Medical Radiation Applications - Radiation exposure in the Netherlands

In the period 2002 – 2005 the medical radiation exposure in the Netherlands increased by 25 per cent from 0.52 up to 0.65 mSv per caput. Technological development makes it possible to perform more, including more complicated, examinations.

Under the authority of the Ministry of Health, Welfare and Sport, RIVM collects and analyses information on medical radiation applications, such as radiological and nuclear medicine examinations. This information is intended to stimulate optimal use of radiation in health care. The main cause of the increase in radiation exposure is the increase in the examinations, especially important is the increase in the number of CT examinations. Of the above-mentioned 0.65 mSv, 0.27 mSv is due to CT examinations. In the period investigated, the radiation exposure from CT examinations increased by 42 per cent. PET examinations only make a small contribution, but their numbers show a sharp rise. This means that PET examinations make a significantly more important contribution to the radiation exposure caused by nuclear medicine examinations in 2005 than in 2002.

In this report, recently collected information used for updating the Information system on Medical Radiation Applications (IMS) website (<http://www.rivm.nl/ims> in Dutch) is presented and background information on sources supplied. For more information see the IMS website: <http://www.rivm.nl/ims> (in Dutch).

Key words: medical radiation exposure, population exposure, effective dose, X-ray, CT, radiology, nuclear medicine, radiotherapy, mammography screening, tuberculosis screening

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding en afbakening.....	9
1.2 Historie	9
1.3 Maat voor de stralingsbelasting.....	10
1.4 Leeswijzer	11
2 Gegevensbronnen	13
2.1 Gegevens	13
2.1.1 Ziekenhuisenquêtes.....	13
2.1.2 Publicaties en Jaarverslagen	13
2.1.3 Persoonlijke communicatie.....	14
2.1.4 Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie	14
2.1.5 Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde	14
2.2 Ontbrekende gegevens	14
2.2.1 Intramurale verrichtingen.....	14
2.2.2 Extramurale verrichtingen	15
2.2.3 Dosisgegevens.....	15
3 Radiologie intramuraal.....	17
3.1 Röntgenverrichtingen (exclusief CT).....	17
3.1.1 Aantal verrichtingen.....	17
3.1.2 Dosis	17
3.2 Computer Tomografie	19
3.2.1 Aantal verrichtingen.....	19
3.2.2 Dosis	20
4 Extramurale röntgentoepassingen.....	23
4.1 Bevolkingsonderzoek borstkanker	23
4.1.1 Aantal onderzoeken	23
4.1.2 Gemiddelde effectieve dosis	24
4.2 Tuberculosescreening.....	24
4.2.1 Aantal onderzoeken	25
4.2.2 Dosis	25
5 Nucleaire geneeskunde	27
5.1 Aantal verrichtingen.....	27
5.2 Radionuclide gebruik	28
5.3 Dosis.....	28
6 Overzicht medische stralingsbelasting	31
6.1 Veranderde stralingsbelasting als gevolg van röntgenonderzoeken (exclusief CT)	31
6.2 Veranderde stralingsbelasting als gevolg van Computer Tomografie	32
6.3 Veranderde stralingsbelasting als gevolg van nucleair geneeskundige onderzoeken	33
7 Therapie	35
7.1 Radiotherapie	35

7.2	Nucleair geneeskundige therapie	36
8	Onzekerheden.....	39
9	Conclusies en aandachtspunten	41
	Literatuur.....	43
	Bijlage 1: Lijst met afkortingen	45
	Bijlage 2: Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek.....	46

Samenvatting

Het grootste deel van de kunstmatig veroorzaakte stralingsbelasting in Nederland is afkomstig van medische blootstellingen. In het Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu worden gegevens over aard en omvang van medische stralingsblootstelling bijeengebracht. In dit rapport wordt verslag gedaan van recent verzamelde gegevens, waarop de vierde versie van de website www.rivm.nl/ims is gebaseerd. Inzicht in de bijdrage aan de stralingsbelasting van de verschillende onderzoeken is van belang voor het stellen van prioriteiten bij rechtvaardiging en optimalisatie van medische stralingstoepassingen.

De stralingsbelasting in 2005 als gevolg van medische diagnostiek in Nederland bedraagt 0,65 mSv gemiddeld per inwoner. Dit is een toename van 25 procent ten opzichte van 2002 toen de vorige dosisschatting is gemaakt. De stijging van de dosis is het gevolg van een stijging van het aantal onderzoeken. CT-onderzoeken alleen leveren dezelfde bijdrage aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner als alle andere intramurale röntgenverrichtingen bij elkaar, 42 procent. Nucleair geneeskundige onderzoeken leveren een bijdrage van 14 procent en de extramurale röntgenverrichtingen een bijdrage van 2 procent.

De stralingsbelasting in Nederland als gevolg van radiodiagnostiek in 2005 is in kaart gebracht op basis van onder andere de resultaten van het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie en de Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek. Voor het in kaart brengen van de stralingsbelasting door nucleair geneeskundige verrichtingen is met name gebruikgemaakt van de Aanbevelingen van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde en wederom de Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek. De geschatte stralingsbelasting wordt vergeleken met de voorgaande schatting die voor 2002 is gemaakt. Van de extramurale röntgenverrichtingen zijn de gegevens over het bevolkingsonderzoek naar borstkanker en de tuberculosescreening vernieuwd.

De belangrijkste aanbeveling in dit rapport is de ontwikkelingen op het gebied van de patiëntendosis door zogenaamde hoge-dosis verrichtingen zoals CT, PET-CT en geavanceerde röntgenverrichtingen (angiografie en interventies) nauwlettend te volgen. Daarbij is van belang dat ziekenhuizen gehouden worden aan de verplichting tot levering van patiëntendosisgegevens, zoals vastgelegd in het Besluit stralingsbescherming. Landelijke implementatie van een geschikte methodiek voor het bepalen van deze gegevens is daarvoor nodig.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en afbakening

Medische toepassingen zijn verantwoordelijk voor het grootste deel van kunstmatig veroorzaakte stralingsbelasting. Artikel 12 van de Europese richtlijn over medische stralingstoepassingen, 97/43/Euratom [1], verplicht lidstaten om ramingen te maken van de bevolkingsdoses als gevolg van deze toepassingen. De Europese richtlijn is in Nederland in het Besluit stralingsbescherming (Bs) geïmplementeerd [2]. In Hoofdstuk 6 van het Bs, medische stralingstoepassingen en bescherming, is in artikel 74 vastgelegd dat gegevens over patiëntdoses aangeleverd moeten worden door de ondernemers. Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport (VWS) een Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen (IMS) opgezet waarin de gegevens verzameld en geanalyseerd worden [3]. De Euratom richtlijn maakt geen onderscheid aangaande dosisramingen als gevolg van diagnostiek of therapie. In dit rapport, en het IMS, betreft de dosisschatting diagnostische verrichtingen. Dit betekent alle medische verrichtingen waarbij ioniserende straling wordt gebruikt voor beeldvorming. Radiologische interventies en hartcatheterisaties worden hier dus ook gerekend tot diagnostische verrichtingen. De diagnostische verrichtingen zijn onder te verdelen in radiologische en nucleair geneeskundige verrichtingen, waarbij de radiologische nog weer te verdelen zijn in intra- en extramuraal verrichtingen. Deze onderverdeling is ook in dit rapport toegepast. Voor therapeutische toepassingen worden geen dosisgegevens verzameld. De informatie over therapie is daarom beperkt tot de aard en omvang, zoals trends in aantallen en therapievormen. Dit is in overeenstemming met internationale inventarisaties van medische stralingstoepassingen en -belasting (zie onder andere [4]). Jaarlijks vindt er een update plaats van het IMS. In dit rapport wordt de dataverzameling voor het IMS beschreven en worden de resultaten over 2005 gepresenteerd. Deze gegevens zijn ook te vinden op versie 4.0 van de website van het IMS; <http://www.rivm.nl/ims>.

1.2 Historie

Al ongeveer vanaf de ontdekking van de röntgenstraling, meer dan 100 jaar geleden, wordt er aandacht geschonken aan de effecten van ioniserende straling. Het was al snel bekend dat naast de voordelen van ioniserende straling er ook nadelen aan het toepassen ervan verbonden zijn. Van kunstmatige bronnen leveren medische stralingstoepassingen de hoogste bijdrage aan de blootstelling van de bevolking. Dit zijn redenen voor het regelmatig uitvoeren van studies naar de omvang en de mogelijke effecten van medische blootstellingen. Deze studies werden al uitgevoerd voordat hiervoor een wettelijke verplichting bestond. Vanaf eind jaren '50 tot in de jaren '80 werd er vooral gekeken naar de genetische effecten van straling en werd de Genetische Significante Dosis (GSD) berekend. Vanaf de jaren '80 wordt gebruikgemaakt van de effectieve dosis als maat voor de totale stralingsbelasting omdat met deze maat verschillende vormen van blootstelling aan ioniserende straling met elkaar kunnen worden vergeleken (zie paragraaf 1.3). Hieronder wordt in het kort een aantal studies aangehaald die in Nederland in het verleden zijn uitgevoerd.

In Nederland heeft Beekman [5] in 1959 al een schatting gemaakt van de GSD. Hoewel deze studie slechts betrekking had op de populatie van twee steden in Nederland, is het een studie die inzicht geeft in de toen bestaande radiodiagnostische praktijk. De gonadendoses werden voor verschillende soorten onderzoeken gemeten met behulp van een weefsequivalent fantoom. Voor 1967 heeft Beentjes [6] een schatting van de GSD als gevolg van röntgendiagnostiek voor de gehele Nederlandse bevolking gemaakt. In 1975 is een rapport gepubliceerd van Koen en Huyskens over de gonadendoses bij mannen tengevolge van röntgendiagnostiek [7]. Beentjes et al. [8] hebben een schatting gemaakt van de GSD in 1980. In 1984 is door Beekhuis een schatting van de dosis gemaakt als gevolg van nucleair geneeskundige verrichtingen [9] en voor datzelfde jaar hebben Beentjes en Timmermans een schatting gemaakt voor röntgendiagnostiek en radiotherapie [10]. In 1988 is in het kader van de schatting van de blootstelling van de bevolking aan alle verschillende bronnen van ioniserende straling ook een inventarisatie van de medische stralingsbelasting gemaakt [11].

Met de invoering van de EU richtlijn 97/43/Euratom in 1997, welke in Nederland is geïmplementeerd in het Bs, is de wettelijke verplichting ontstaan om de dosis waaraan de bevolking wordt blootgesteld door medische toepassingen te schatten. Deze wettelijke verplichting is de basis voor het IMS en hierdoor is de aanpak van gegevensverzameling en dosisschattingen meer structureel geworden (<http://www.rivm.nl/ims>).

Brugmans et al. hebben een schatting van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner gemaakt voor 1998 [12]. Voor 2002 is een hernieuwde schatting gemaakt [13 en 14] en dit rapport beschrijft hoe de schatting van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner voor 2005 tot stand is gekomen.

1.3 Maat voor de stralingsbelasting

Als maat voor blootstelling van personen aan ioniserende straling is de grootte *effectieve dosis* gedefinieerd, met als eenheid millisievert (mSv). Deze grootte, aangeduid met E , maakt het mogelijk verschillende blootstellingen onderling met elkaar te vergelijken. In het concept ligt besloten dat personen met dezelfde effectieve dosis ongeveer hetzelfde risico lopen op negatieve gevolgen van de stralingsblootstelling op de langere termijn (voornamelijk verhoogd risico op kanker). Omdat de effectieve dosis niet direct gemeten kan worden, wordt deze berekend uit de geabsorbeerde doses in de verschillende organen en de benodigde weegfactoren. Hoewel deze grootte voor medische blootstellingen zijn beperkingen heeft, bestaat er consensus dat er geen betere dosismaat is waarmee verschillende blootstellingen met elkaar vergeleken kunnen worden.

Per type onderzoek kan de gemiddelde effectieve dosis voor de patiënt worden bepaald. Hoe belangrijk het aandeel van dat onderzoek in de totale stralingsbelasting van de bevolking is, hangt echter ook af van het aantal onderzoeken dat wordt uitgevoerd. In het IMS worden aantallen verrichtingen doorgaans uitgedrukt naar rato van de bevolking (aantal verrichtingen per 1000 inwoners). Door het product van de verrichtingenfrequentie en de effectieve dosis per onderzoek te delen door het aantal inwoners wordt de gemiddelde effectieve dosis per inwoner bepaald. Echter, de stralingsbelasting door medische toepassingen is niet evenredig over de bevolking verdeeld. Blootstelling gebeurt doorgaans op medische indicatie en ouderen zijn sterk oververtegenwoordigd in de blootgestelde groep. Ook in het kader van het bevolkingsonderzoek borstkanker wordt een specifieke groep blootgesteld.

1.4 Leeswijzer

In dit rapport worden de wijze waarop gegevens worden verzameld en de meest recent verzamelde gegevens voor het IMS op een rijtje gezet. In hoofdstuk 2 worden de verschillende gegevensbronnen en ontbrekende gegevens besproken. In de hoofdstukken 3 tot en met 5 zijn overzichten gemaakt per diagnostische categorie, volgens dezelfde indeling als op de IMS-website. Dit betekent röntgenonderzoeken zowel intra-, als extramuraal en nucleair geneeskundige onderzoeken. In hoofdstuk 6 worden de verschillende diagnostische categorieën samengevoegd en wordt er een totaal overzicht van de stralingsbelasting gegeven. In dit hoofdstuk worden ook de verschillen tussen 2002 en 2005 weergegeven. Hoofdstuk 7 beschrijft de gegevens over therapeutische toepassingen, radiotherapie en nucleaire geneeskunde, in het IMS. In hoofdstuk 8 wordt in het kort beschreven welke onzekerheden er spelen bij het maken van een schatting van de stralingsbelasting. Ten slotte worden de conclusies en aandachtspunten besproken in hoofdstuk 9. In Bijlage 1 is een lijst met afkortingen te vinden en in Bijlage 2 is een voorbeeld opgenomen van de Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek. Voor meer informatie wordt verwezen naar de IMS-website (<http://www.rivm.nl/ims>).

2 Gegevensbronnen

2.1 Gegevens

Om te komen tot een dosisschatting zijn gegevens verzameld afkomstig van verschillende bronnen. Hieronder worden de belangrijkste bronnen besproken.

2.1.1 Ziekenhuisenquêtes

Jaarlijks worden door Prismant* diverse enquêtes afgenomen bij de ziekenhuizen. In opdracht van de Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen (NVZ) worden gegevens over productie bij algemene en categorale ziekenhuizen verzameld door middel van de Enquête Jaarcijfers Ziekenhuizen (EJZ). Deze enquête bevat onder andere totale aantallen röntgen-, computer tomografie (CT)-, nucleair geneeskundige en radiotherapeutische verrichtingen. Sinds 2001 wordt als aanvulling op deze enquête de Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek (JBD) afgenomen. Met deze enquête wordt een meer gedetailleerde onderverdeling van aantallen verrichtingen bij radiologie en bij nucleaire geneeskunde verkregen. Bij nucleaire geneeskunde geeft de JBD ook inzicht in de bij de onderzoeken gebruikte radionucliden en de uitgevoerde therapieën. Met de enquêtes worden geen gegevens over patiëntendoses verzameld.

In opdracht van de Nederlandse Federatie van Universitair medische centra (NFU) neemt Prismant bij academische ziekenhuizen de Jaarenquête Academische Ziekenhuizen (JAZ) af, een gelijksoortige enquête als de EJZ. Een verschil met de EJZ is dat er sinds enkele jaren in de JAZ niet gevraagd wordt naar gegevens over nucleair geneeskundige verrichtingen. Gedetailleerdere gegevens, zoals die waarnaar in de JBD gevraagd wordt, worden door de academische ziekenhuizen nog niet systematisch aangeleverd. Tot nu toe hebben enkele academische ziekenhuizen aantallen en doses gerapporteerd via het jaarverslag stralingshygiëne. Er wordt gewerkt aan een systeem om tot een eenduidige manier van gegevensverzameling bij de academische ziekenhuizen te komen.

De wijze van gegevensverzameling zoals die in de afgelopen jaren heeft plaatsgevonden met behulp van de JBD zal in 2007 gaan veranderen. Het Ministerie van VWS is bezig een enquête samen te stellen die via een internetapplicatie voor de betreffende instellingen toegankelijk zal worden gemaakt. Het is de bedoeling dat hierin ook de vragen over beeldvormende diagnostiek worden opgenomen. Daarmee zal de JBD komen te vervallen.

2.1.2 Publicaties en Jaarverslagen

Jaarverslagen van instellingen zijn een andere bron van gegevens; deze worden alleen niet structureel verzameld. Instellingen hebben hun eigen manier van rapporteren in een jaarverslag en het is arbeidsintensief om de verschillende gegevens, die voor het IMS van belang zijn, hieruit te destilleren.

Van radiotherapeutische instellingen zijn de jaarverslagen een bron van informatie met betrekking tot radiotherapeutische gegevens in het IMS (zie paragraaf 7.1). Voor het overige deel zijn de radiotherapeutische gegevens afkomstig uit de EJZ en de JAZ.

* Prismant: zakelijke dienstverlener voor de Nederlandse gezondheidszorg.

Om het beeld van röntgen- en nucleair geneeskundige onderzoeken zoveel mogelijk te completeren is ook voor een aantal ziekenhuizen het (stralingshygiënisch) jaarverslag gebruikt om gegevens te verzamelen.

Het Landelijk Evaluatie Team voor bevolkingsonderzoek naar Borstkanker (LETB) rapporteert met enige regelmaat gegevens over de borstkankerscreening in Nederland. Van deze gegevens is in dit rapport gebruikgemaakt [15].

2.1.3 Persoonlijke communicatie

Enkele gegevens zijn verzameld door telefonisch of e-mail-contact met een instelling of beroepsvereniging. Er is onder andere contact opgenomen met het KNCV-Tuberculosefonds om informatie in te winnen over de tuberculosescreening in Nederland.

2.1.4 Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie

De dosisgegevens die gebruikt worden voor de radiologische verrichtingen in dit rapport zijn voor een groot deel afkomstig van het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie. Dit, door ZonMw gefinancierde project, met de titel 'Nederlands demonstratieproject voor het vastleggen en evalueren van klinische blootstelling en technieken bij radiologische verrichtingen', is uitgevoerd door het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) en afgerond in 2004 [16]. De dosismetingen die verricht zijn binnen dit project zijn voor het grootste deel uitgevoerd in 2002. In dit rapport zijn de gebruikte dosisgegevens voor radiologische verrichtingen dezelfde dosisgegevens als die gebruikt zijn voor de vorige dosisschatting die gemaakt is voor 2002.

2.1.5 Aanbevelingen Nucleaire Geneeskunde

De dosis van nucleair geneeskundige onderzoeken volgt uit de combinatie van de hoeveelheid activiteit die wordt toegediend en het radiofarmacon dat wordt gebruikt. Een eerdere studie [12] en het boek 'Aanbevelingen nucleaire geneeskunde' van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde (NVNG) [17] zijn gebruikt om informatie over de hoeveelheid toegediende activiteit te verkrijgen.

2.2 Ontbrekende gegevens

Ondanks de uitgebreide gegevensverzameling zijn er ook gegevens die ontbreken. Om toch een zoveel mogelijk compleet beeld te geven moeten er op basis van beschikbare gegevens en aannames schattingen gemaakt worden.

2.2.1 Intramurale verrichtingen

Voor 2005 zijn er zeven algemene en vier categorale ziekenhuizen die de EJZ niet of gedeeltelijk hebben ingevuld. De JBD is door elf algemene en twee categorale ziekenhuizen niet of maar gedeeltelijk ingevuld. Door een combinatie te maken van de EJZ met de JBD ontbreken uiteindelijk nog de gegevens van drie algemene ziekenhuizen en één categoriaal ziekenhuis. Van vier van de acht academische ziekenhuizen ontbreken gegevens over nucleair geneeskundige verrichtingen. Deze ziekenhuizen hebben geen gedetailleerde gegevens over aantal en doses ten aanzien van medische toepassingen opgenomen in het stralingshygiënisch jaarverslag. Hierdoor ontbreken de onderverdelingen, zoals bijvoorbeeld in de JBD worden gemaakt, in verschillende soorten onderzoek.

2.2.2 Extramurale verrichtingen

De meest recente gegevens van het LETB ten aanzien van de borstkankerscreening zijn over 2003. Er zijn nog geen gegevens over 2005 beschikbaar. Ook voor de tandheelkunde is gebruikgemaakt van gegevens over 2003. Het totaal van deze tandheelkundige gegevens is gebaseerd op een steekproef uit de tandartsenpraktijken [18]. Van de ontbrekende gegevens is een schatting gemaakt. Ten aanzien van de TBC-screening zijn de meest recent verkregen gegevens van 2004. Verder ontbreken de verrichtingen die worden uitgevoerd in private instellingen zoals bijvoorbeeld de zogenaamde Zelfstandige BehandelCentra (ZBC).

2.2.3 Dosisgegevens

Voor een groot aantal röntgenverrichtingen zijn dosisgegevens beschikbaar uit het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16]. Deze gegevens zijn uit 2002. Voor de verrichtingen waarvan uit het Demonstratieproject geen dosisgegevens beschikbaar zijn, zijn schattingen gemaakt of andere studies gebruikt. Meer recente en representatieve dosisgegevens voor de radiologie ten aanzien van de praktijk in Nederland zijn niet voorhanden.

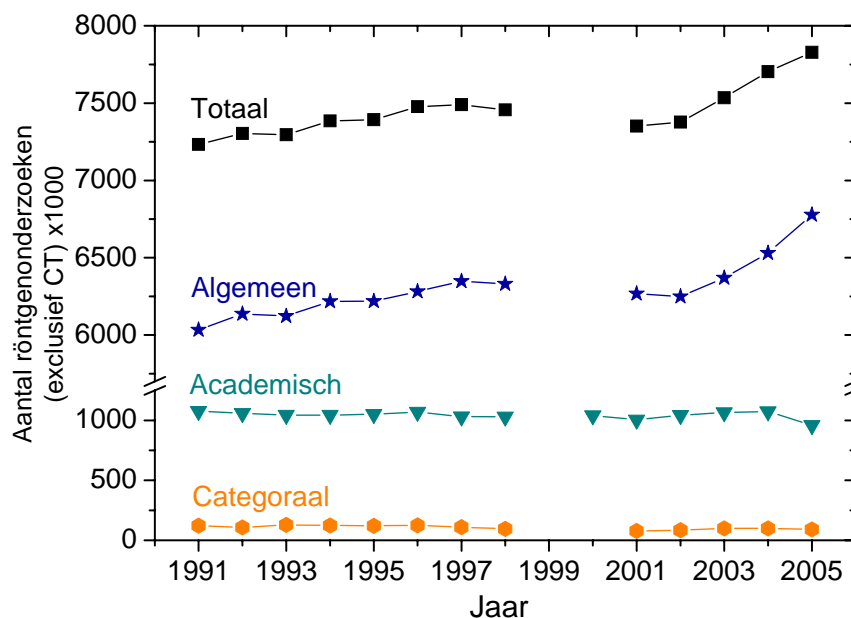
3 Radiologie intramuraal

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gepresenteerd van de aantallen radiologische verrichtingen uitgevoerd binnen ziekenhuizen en de gemiddelde effectieve dosis als gevolg van die verrichtingen.

3.1 Röntgenverrichtingen (exclusief CT)

3.1.1 Aantal verrichtingen

In 2005 zijn er in de Nederlandse ziekenhuizen ongeveer 7,8 miljoen röntgenverrichtingen (exclusief CT) uitgevoerd (Figuur 1). Vanaf 2002 is er een stijgende trend waar te nemen die voor rekening van de algemene ziekenhuizen komt.



Figuur 1 Het aantal röntgenonderzoeken (exclusief CT) in algemene, academische en categorale ziekenhuizen en het totaal (bronnen: EJZ, JAZ, JBD en jaarverslagen).

3.1.2 Dosis

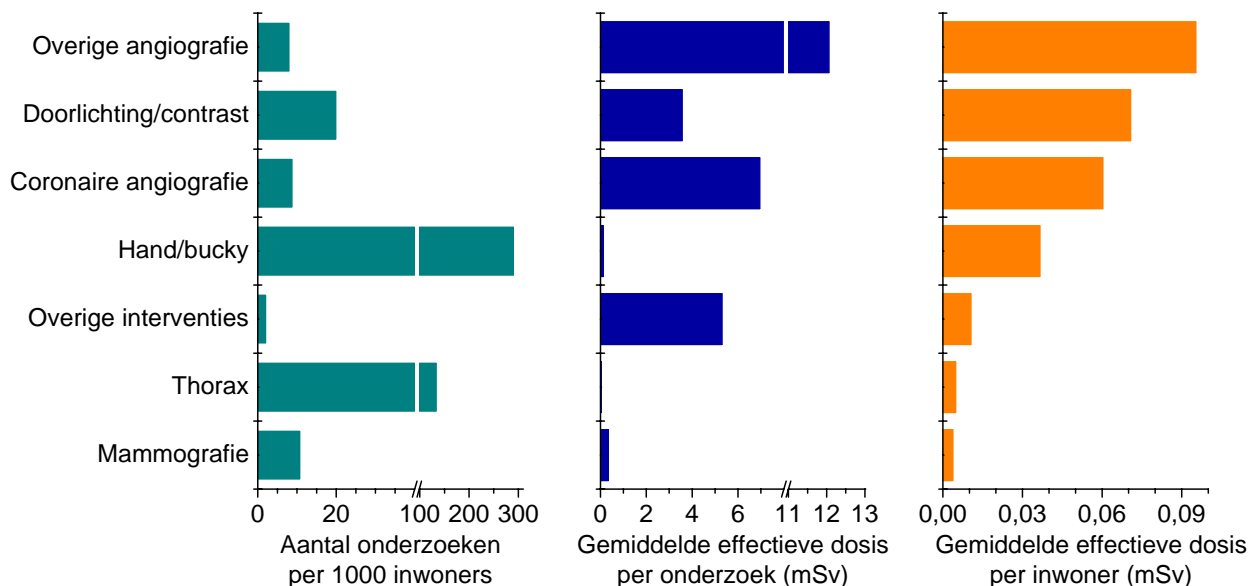
In Nederland worden dosisgegevens van röntgenverrichtingen niet structureel verzameld. Zoals in paragraaf 2.1.4 is te lezen is voor het schatten van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner voor 2005 gebruikgemaakt van doses verkregen uit het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16]. In Tabel 1 is voor enkele (categorieën) onderzoeken de gemiddelde effectieve dosis gegeven.

Tabel 1 Gemiddelde effectieve dosis voor verschillende typen röntgenonderzoeken.

Onderzoek	Gemiddelde effectieve dosis (mSv)
Hand/bucky (excl. thorax)	0,13
X-thorax	0,04
Klinische mammografie	0,35
Doorlichting/contrast	3,6
Coronaire angiografie	6,9
Overige angiografie	12
X-geleide interventies	5,3

De doses in Tabel 1 zijn gewogen gemiddelde effectieve doses. De doses verkregen uit het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie zijn gewogen met het aantal uitgevoerde verrichtingen.

Voor 2005 is de gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van intramurale röntgenverrichtingen (exclusief CT) geschat op 0,27 mSv. Dit is 42% van de totale gemiddelde effectieve dosis als gevolg van medische diagnostiek. In Figuur 2 is te zien hoe de dosis verdeeld is over de verschillende onderzoeken. 'Hand/bucky' (exclusief thorax) onderzoeken worden het meest uitgevoerd, maar omdat de onderzoeken in deze categorie een lage gemiddelde effectieve dosis geven dragen ze maar beperkt bij aan de totale stralingsbelasting. (Hand/bucky opnames zijn röntgenfoto's waarbij de beeldplaat (röntgenfilm / digitale detector) met de hand is geplaatst of zich in een statief bevindt (bucky)). De angiografie-onderzoeken (diagnostisch en interventies) die veel minder frequent worden uitgevoerd, dragen door hun relatief hoge dosis in veel grotere mate bij aan de stralingsbelasting.



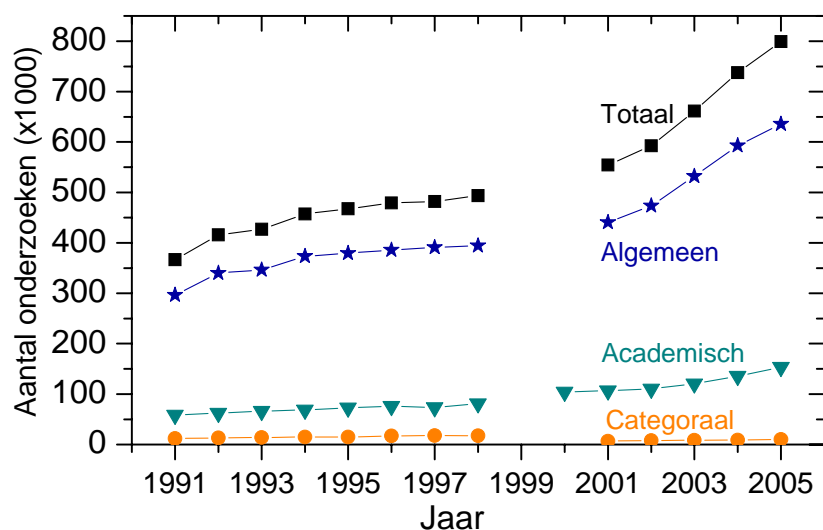
Figuur 2 Overzicht van onderzoeksfrequentie (links), de gemiddelde effectieve dosis per verrichting (midden) en de gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2005 voor verschillende radiologische onderzoeken. (Bronnen: Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie en Jaarenquêtes ziekenhuizen).

Mammografie levert van de intramurale röntgenonderzoeken (exclusief CT) de kleinste bijdrage aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner (Figuur 2). Dit zijn hier alleen de mammografieën die in de ziekenhuizen worden uitgevoerd. De onderzoeken die worden verricht in het kader van het bevolkingsonderzoek naar borstkanker worden in paragraaf 4.1 behandeld.

3.2 Computer Tomografie

3.2.1 Aantal verrichtingen

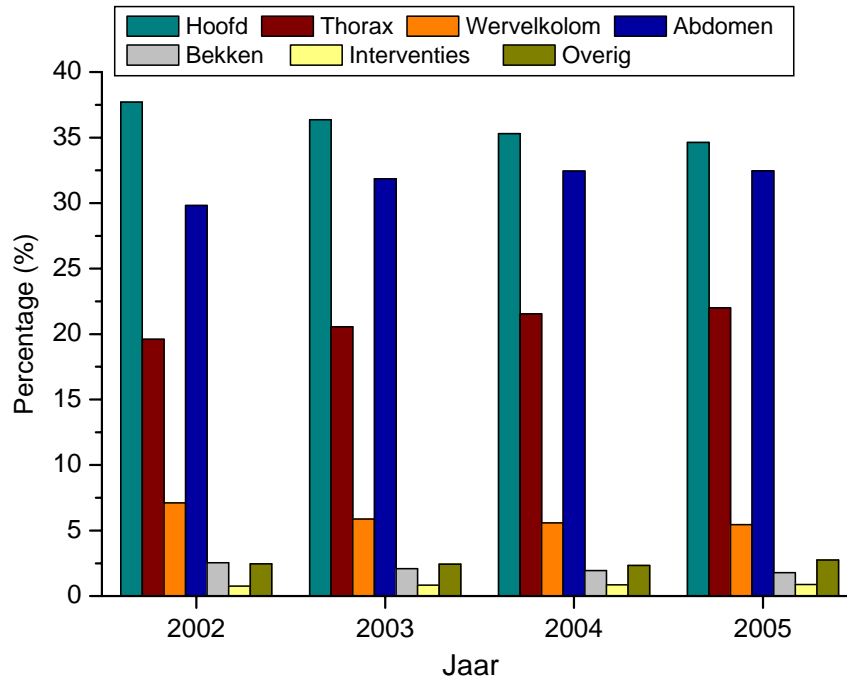
In Figuur 3 is het totale aantal CT-onderzoeken te zien vanaf 1991 tot en met 2005. Sinds begin jaren '90 is het aantal CT-onderzoeken meer dan verdubbeld, tot bijna 800 duizend onderzoeken in 2005. In de jaren '90 zijn in de ziekenhuizen in Nederland in snel tempo CT-scanners geplaatst, eind jaren '90 had vrijwel ieder ziekenhuis een eigen CT-scanner. Hierna is de ontwikkeling in de CT-apparatuur verder gegaan en zijn de mogelijkheden voor het gebruik van CT verder toegenomen. Voor de academische ziekenhuizen is, door middel van de JAZ, bekend hoeveel CT-scanners er in de ziekenhuizen staan. In 2000 stonden er in de academische ziekenhuizen 23 CT-scanners en in 2005 waren dat er 26. Het soort CT-scanner (single-, dual-, multislice) is niet bekend. In 2005 is voor het eerst ook in de JBD naar het aantal CT-scanners gevraagd. Voor de algemene ziekenhuizen is het aantal CT-scanners voor 2005, na correctie voor ontbrekende gegevens, geschat op 134.



Figuur 3 Aantal CT-onderzoeken in algemene, academische en categorale ziekenhuizen en het totaal van 1991 tot en met 2005 (bronnen: EJZ, JAZ, JBD en jaarverslagen).

Figuur 4 laat de verdeling zien in verschillende CT-onderzoeken in algemene ziekenhuizen volgens de JBD van 2002 tot en met 2005. Deze verdeling is niet bekend voor de academische ziekenhuizen, waar deze verdeling mogelijk anders is. Om de totale aantallen (Figuur 5) van de verschillende CT-onderzoeken te schatten wordt dus de verdeling zoals deze in de algemene ziekenhuizen voorkomt gebruikt. Het aandeel CT-onderzoeken van het hoofd is in alle vier de jaren het grootst, rond de 35%. Al is er in de vier jaren wel een lichte daling waar te nemen. Het CT-onderzoek van het abdomen komt op de tweede plaats en het aandeel, 32%, is in 2005 bijna gelijk aan die van CT-onderzoeken van het hoofd. Het percentage CT-onderzoeken van de thorax is in de vier jaar licht toegenomen, tot ongeveer 22% in 2005. Daarnaast is te zien dat CT-

onderzoeken van de wervelkolom en van het bekken een geringer aandeel hebben en deze zijn in de vier jaren iets gedaald tot respectievelijk 5% en 2%. CT-geleide interventies vormen maar een klein aandeel, ongeveer één procent van het totaal aan CT-onderzoeken in de algemene ziekenhuizen. Het totaal geschatte aantal interventies is in de periode van 2002 -2005 wel het meest gestegen, met 64%. Het aantal CT-onderzoeken van de thorax is in die periode met 52% toegenomen en die van het abdomen met 47%.



Figuur 4 Verdeling van de verschillende categorieën CT-onderzoeken in algemene ziekenhuizen van 2002 tot en met 2005 volgens de JBD.

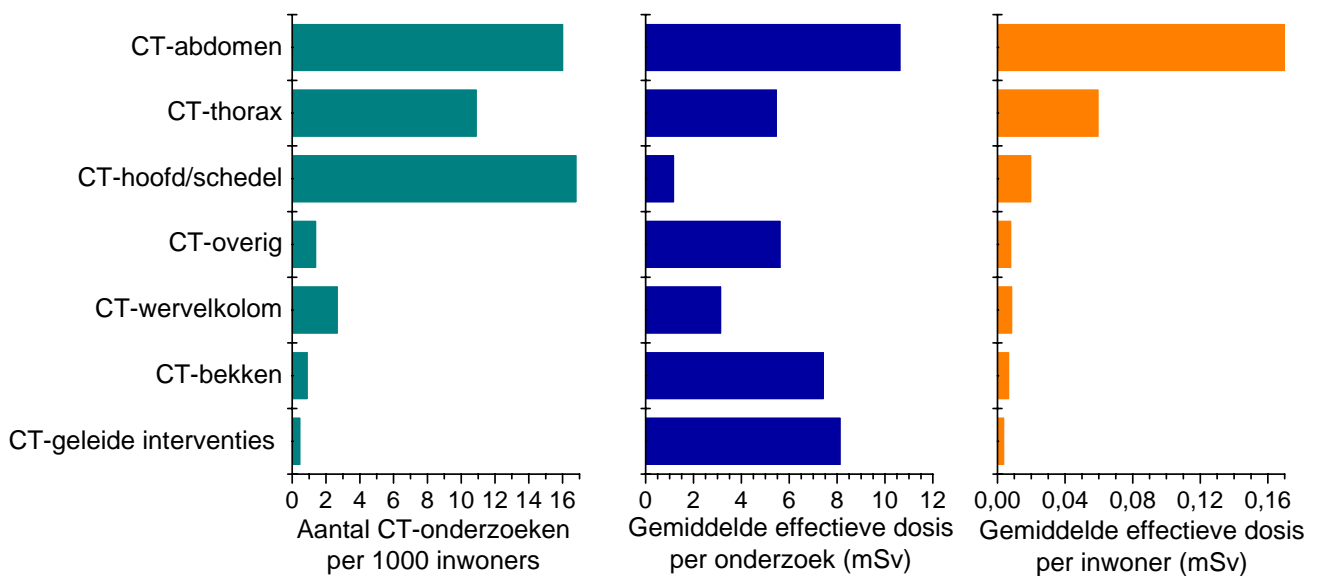
3.2.2 Dosis

Voor de CT-onderzoeken is net als voor de andere röntgenverrichtingen gebruikgemaakt van dosisgegevens zoals die verkregen zijn uit het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16]. In Tabel 2 zijn de gewogen gemiddelde effectieve doses voor de verschillende CT-onderzoeken weergegeven.

Tabel 2 Gemiddelde effectieve dosis per CT-onderzoek.

CT- onderzoek	Gemiddelde effectieve dosis (mSv)
Hoofd	1,2
Thorax	5,5
Wervelkolom	3,1
Abdomen	11
Bekken	7,4
CT geleide interventies	8,1

De gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van CT-onderzoeken in 2005 is geschat op 0,27 mSv. Dit is 42% van de totale gemiddelde effectieve dosis als gevolg van medische diagnostiek. In Figuur 5 is de frequentie van de verschillende CT-onderzoeken te zien met daarbij de gemiddelde effectieve dosis van het betreffende onderzoek. De combinatie van deze gegevens levert samen de gemiddelde effectieve dosis per inwoner voor de diverse onderzoeken. In Figuur 5 is ook te zien dat CT-hoofd het meest uitgevoerde CT-onderzoek is. De gemiddelde effectieve dosis voor dit onderzoek is het laagst: 1,2 mSv (Tabel 2). CT-onderzoeken van het abdomen worden iets minder frequent uitgevoerd maar hebben de hoogste gemiddelde effectieve dosis per verrichting (11 mSv) en leveren de grootste bijdrage aan de effectieve dosis per inwoner door CT-onderzoeken.



Figuur 5 Onderzoeksfrequentie van de verschillende CT-onderzoeken (links) met de gemiddelde effectieve dosis per onderzoek (midden) en de gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2005. (Bronnen: Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie, Jaarenquêtes ziekenhuizen).

4 Extramurale röntgentoepassingen

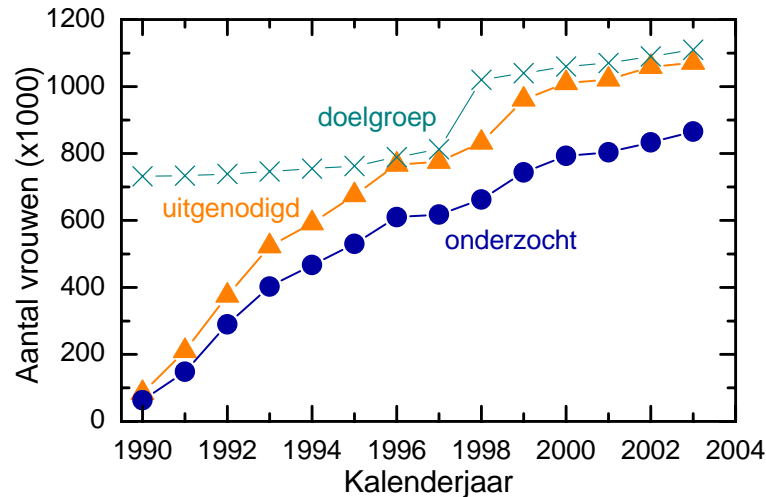
Voor het schatten van de stralingsbelasting van de bevolking zijn tot nu toe drie belangrijke blootstellingen die extramuraal plaatsvinden, meegenomen: (1) mammografiescreening, (2) tandheelkundige röntgenfoto's door tandartsen en orthodontisten en (3) thoraxopnamen voor TBC-screening van risicogroepen. Hieronder worden hernieuwde gegevens ten aanzien van de mammografie-, en de TBC-screening gepresenteerd. De tandheelkundige verrichtingen zijn in een vorig rapport [19] uitgebreid aan de orde geweest en worden hier alleen in het kader van de totale stralingsbelasting besproken (zie hoofdstuk 6). Binnen de ontwikkelingen in de Nederlandse gezondheidszorg is er een toename van het aantal zelfstandige behandelcentra waar te nemen. Een deel van deze centra voert, in toenemende mate, röntgenverrichtingen uit. De Nederlandse Vereniging voor Radiologie (NVvR) heeft in een nummer van het tijdschrift Memorad speciaal aandacht besteed aan 'Commercie in de radiologie' [20]. Voor het schatten van de dosis voor 2005 zijn de verrichtingen die worden uitgevoerd binnen deze categorie van instellingen nog niet meegenomen, maar in de toekomst zal hier zeker aandacht aan moeten worden besteed.

4.1 Bevolkingsonderzoek borstkanker

Al ruim 16 jaar bestaat in Nederland het landelijk bevolkingsonderzoek naar borstkanker. Sinds begin 2006 ligt de coördinatie van het bevolkingsonderzoek bij het RIVM, voorheen lag deze bij het College voor Zorgverzekeringen (CVZ). Het bevolkingsonderzoek wordt uitgevoerd door 63 screeningseenheden, waarvan er 54 mobiel zijn. Gegevens over het bevolkingsonderzoek worden onder andere gepubliceerd door het LETB en de meest recente gegevens, gebruikt voor dit rapport, zijn die voor 2003 [15].

4.1.1 Aantal onderzoeken

Een aanzienlijk deel van de vrouwelijke bevolking komt in aanmerking voor deelname aan het bevolkingsonderzoek. In 2003 was het aantal ongeveer 1,1 miljoen en ongeveer 97% van deze vrouwen werd daadwerkelijk uitgenodigd [15]. Van de uitgenodigde vrouwen nam 80% deel aan het bevolkingsonderzoek. In Figuur 6 is te zien dat in 1998 de doelgroep voor het bevolkingsonderzoek in Nederland werd uitgebreid. Tot en met 1997 was de doelgroep alle vrouwen in de leeftijd van 50-69 jaar, vanaf 1998 is de leeftijdsgrens verhoogd tot 75 jaar.



Figuur 6 Overzicht van de doelgroep, de uitgenodigde en de onderzochte vrouwen in het kader van de borstkankerscreening vanaf 1990 tot en met 2003 (bron: LETB XI [15]).

In 2003 werden meer dan 865 duizend onderzoeken uitgevoerd. Hiervan waren ongeveer 113 duizend onderzoeken bij vrouwen die voor de eerste keer deelnamen aan het bevolkingsonderzoek, de andere onderzoeken waren vervolgonderzoeken [15]. Dit is van belang om te weten bij het maken van een schatting van de dosis omdat bij een eerste screening er twee opnames per borst worden gemaakt, cranio-caudaal en medio-lateraal oblique, en bij een vervolgonderzoek in het algemeen maar één opname per borst, alleen medio-lateraal oblique. Extra opnames bij een vervolgonderzoek worden alleen gemaakt op indicatie, naar schatting in ongeveer 20-30% van de gevallen. Hierdoor komt het aantal opnames dat gemaakt is in 2003 op ruim 2,3 miljoen en het gemiddeld aantal opnames per borst komt op 1,35.

4.1.2 Gemiddelde effectieve dosis

Een recente studie naar de gemiddelde geabsorbeerde dosis in klierweefsel bij het borstkankeronderzoek in Nederland geeft een gemiddelde glandulaire dosis van 1,3 mGy per opname [21]. Met dit gegeven en de weefselweefactor uit ICRP 60 [22] is de gemiddelde effectieve dosis per onderzoek berekend. De gemiddelde effectieve dosis per screeningsonderzoek komt hiermee op 0,18 mSv. De combinatie van het aantal onderzoeken met de dosis resulteert in een gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2003 van 0,01 mSv.

Binnen de borstkankerscreening is een toename van het aantal onderzoeken te zien. Maar de dosis per opname is afgenomen ten opzichte van de vorige schatting voor 2000, deze was toen 1,47 mGy per opname [23]. De gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van het bevolkingsonderzoek naar borstkanker is hierdoor vrijwel gelijk gebleven.

4.2 Tuberculosescreening

In Nederland vindt geen algemene screening van de bevolking op tuberculose (TBC) plaats, deze is in 1982 gestopt. Momenteel vindt TBC-screening alleen nog plaats onder speciale doelgroepen;

- risicogroepen (bijvoorbeeld asielzoekers, immigranten, nieuw gedetineerden, buitenlandse zeevarenden)
- vermoede risicogroepen (bijvoorbeeld dak- en thuislozen, drugsverslaafden en illegalen)

- contactgroepen (personen die in contact komen met mensen uit risicogroepen of met TBC-bacillen in microbiologische laboratoria)
- bron- en contactopsporing (opsporing van infectiebronnen en screening van personen die contact hebben (gehad) met geïnfecteerde patiënten)

Sinds 1992 worden wekelijks alle nieuw binnengekomen asielzoekers op tuberculose onderzocht met een mobiele röntgenunit (MRU) [24]. De dekkingsgraad van deze verplichte vorm van actieve opsporing schommelde in de periode 1993-2003 tussen de 90% en 100%. Daarnaast wordt aan vreemdelingen die langer dan 3 maanden in Nederland verblijven, twee jaar lang, ieder half jaar een tuberculosescreeening aangeboden, deze is niet verplicht. Sinds 1992 worden ook gedetineerden bij aanvang van hun detentie onderzocht op tuberculose met een MRU. In 2003 werd 77% van de nieuw gedetineerden op deze wijze gescreend [24].

4.2.1 Aantal onderzoeken

In 2004 is het aantal thoraxfoto's voor TBC-screening geschat op 140.000 [25]. Bij de screening op TBC wordt er normaal gesproken één röntgenopname van de thorax gemaakt. Alleen op indicatie worden er extra opnames gemaakt, hoe vaak dit gebeurt is niet bekend. In 2004 werden er in opvangcentra voor asielzoekers 5.821 eerste screeningsonderzoeken verricht [26]. In penitentiaire inrichtingen werden in 2004 37.752 thoraxopnames gemaakt [27].

4.2.2 Dosis

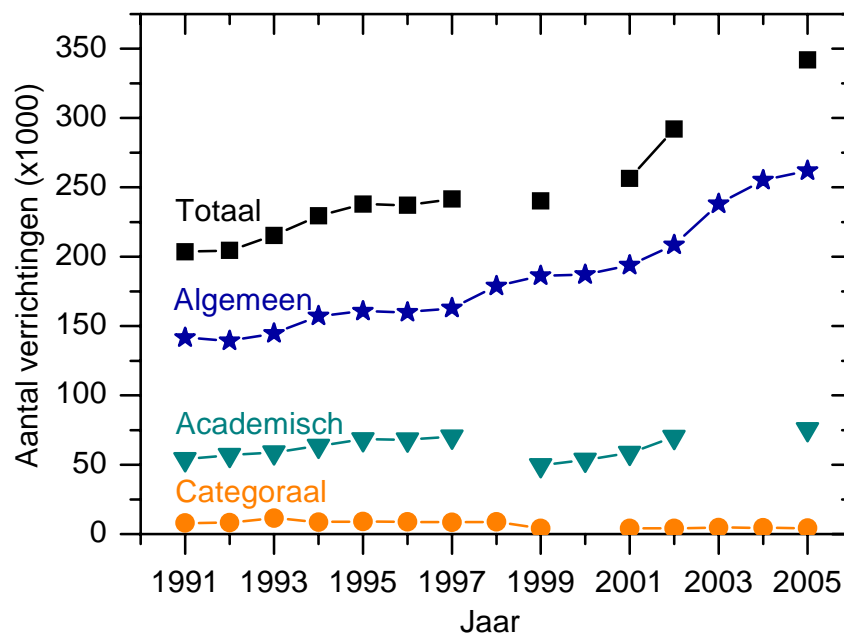
Bij het maken van de schatting van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner is er vanuit gegaan dat één onderzoek één röntgenopname betekent. Buiten de screening bestaat een onderzoek van de thorax meestal uit twee röntgenopnames. De gemiddelde effectieve dosis voor één opname van de thorax is ongeveer 0,02 mSv. Deze dosis is gebaseerd op de metingen die in ziekenhuizen zijn verricht in het kader van het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16]. De combinatie van het aantal onderzoeken met de dosis resulteert in een gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van de TBC-screening in 2004 van 0,0002 mSv.

5 Nucleaire geneeskunde

Nucleaire geneeskunde vindt in Nederland plaats in ziekenhuizen en daarnaast is er één radiotherapeutisch instituut waar nucleair geneeskundige onderzoeken en behandelingen worden uitgevoerd. Niet ieder ziekenhuis heeft een afdeling nucleaire geneeskunde. Nucleair geneeskundig onderzoek maakt geen gebruik van röntgenstraling maar gebruikt een radioactieve stof (radiofarmacon) welke, via de mond of door een injectie, aan de patiënt wordt toegediend. Afhankelijk van het metabolisme hoopt het radiofarmacon zich op in een specifiek orgaan of in een bepaald type weefsel. Met behulp van een zogenaamde gammacamera is het dan mogelijk om afbeeldingen te maken. Deze vorm van diagnostiek verschaft voornamelijk functionele informatie over het betreffende orgaan of weefsel.

5.1 Aantal verrichtingen

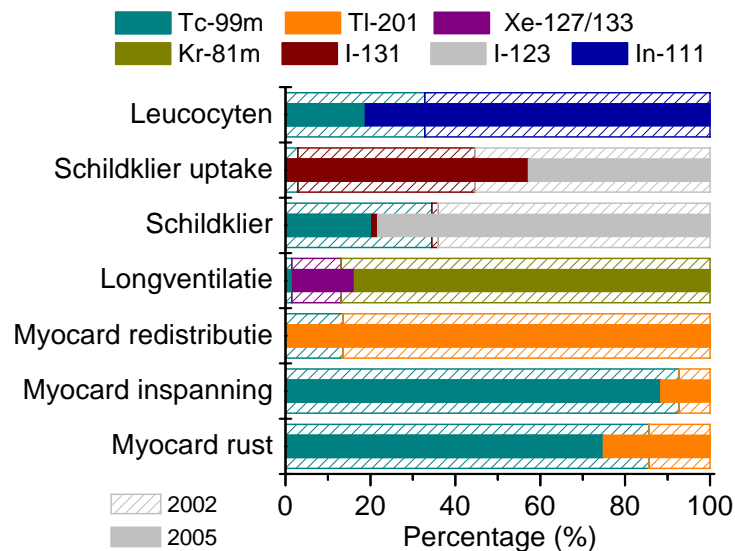
Het aantal nucleair geneeskundige onderzoeken in de Nederlandse ziekenhuizen is in de afgelopen jaren toegenomen. In 2005 ligt het totaal op ongeveer 342.000 onderzoeken. Figuur 7 laat zien dat de stijging van het aantal verrichtingen met name in algemene ziekenhuizen plaatsvindt. In de categorale ziekenhuizen blijft het aantal ongeveer gelijk de laatste jaren. Voor de academische ziekenhuizen ontbreken de gegevens van verschillende jaren en zijn voor 2005 beperkt gegevens beschikbaar. Het totale aantal verrichtingen in de academische ziekenhuizen is daarom geschat op basis van de gegevens die wel beschikbaar waren van enkele academische ziekenhuizen.



Figuur 7 Het aantal nucleair geneeskundige onderzoeken in algemene, academische en categorale ziekenhuizen en het totaal (bronnen: EJZ, JAZ, JBD en jaarverslagen).

5.2 Radionuclide gebruik

Voor nucleair geneeskundige onderzoeken kunnen vaak verschillende radionucliden (radiofarmaca) worden gebruikt. Het schildklierscintigram kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd met I-123, I-131 of met Tc-99m. Omdat de effectieve dosis onder andere afhangt van het gebruikte nuclide, is inzicht in het gebruik van de verschillende nucliden nodig om de gemiddelde effectieve dosis per onderzoek te kunnen schatten. In Figuur 8 is voor enkele onderzoeken het radionuclidegebruik in algemene ziekenhuizen, in 2002 en 2005 weergegeven. Het zijn die onderzoeken waarbij verschillend nuclidegebruik het meest frequent voorkomt (bron: JBD).



Figuur 8 Radionuclidegebruik (uitgedrukt in percentage onderzoeken) in algemene ziekenhuizen bij verschillende nucleair geneeskundige onderzoeken in 2002 (gearceerd) en 2005 (bron: JBD).

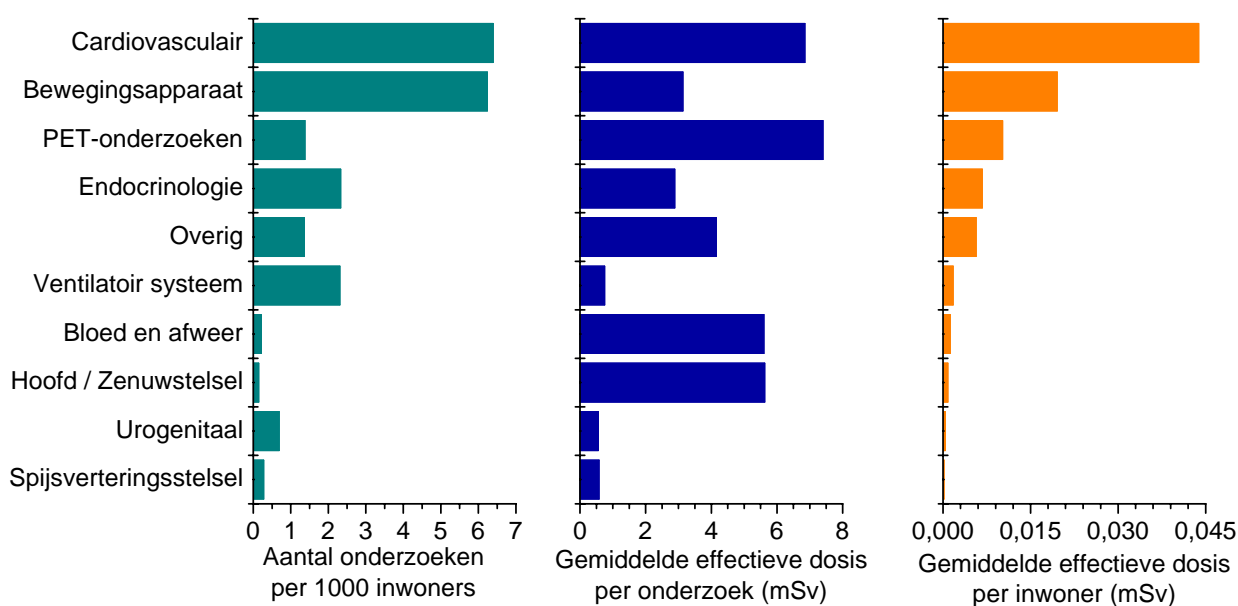
5.3 Dosis

De gemiddelde effectieve dosis per nucleair geneeskundig onderzoek is voor 2005 geschat op 4,2 mSv. Ten opzichte van 2002 is dit een stijging van ongeveer 10%. De verandering in dosis ontstaat omdat de dosis per onderzoek gewogen is met het aantal onderzoeken en er ten opzichte van 2002 enige verschuiving zit in het nuclide gebruik. Voor leucocytenscintigrafie, schildklierscintigrafie en schildklier-uptake wordt er in 2005 ten opzichte van 2002 relatief gezien meer gebruikgemaakt van het nuclide dat leidt tot een hogere effectieve dosis dan het mogelijk alternatieve nuclide, Tc-99m (Figuur 8). Dit geldt ook voor de myocardonderzoeken waarbij TI-201 in 2005 relatief vaker wordt gebruikt dan Tc-99m.

De onderzoeken die door de algemene ziekenhuizen zijn opgegeven als PET-CT onderzoeken zijn geteld als PET-onderzoeken met een gemiddelde effectieve dosis van 7,4 mSv per onderzoek [28]. Als er bij een PET-CT onderzoek naast de PET ook een diagnostische CT wordt gemaakt wordt waarschijnlijk zowel een PET als een CT-onderzoek opgegeven. Brix et al. [29] hebben in Duitsland voor enkele 'whole body' PET-CT protocollen variabelen gemeten en de effectieve dosis berekend. In hun studie is de effectieve dosis per onderzoek in veel gevallen

meer dan 20 mSv. De dosis bij deze protocollen was altijd hoger dan in gevallen waar alleen een CT- of een PET-onderzoek zou worden uitgevoerd. Zij concluderen dan ook dat er bij iedere aanvraag voor een PET-CT onderzoek een goede afweging moet worden gemaakt of een dergelijk onderzoek geïndiceerd is. Als er alleen een PET-onderzoek wordt uitgevoerd waarbij de CT gebruikt wordt voor attenuatie correctie of als anatomische correlatie met de PET afbeeldingen is het zeer waarschijnlijk dat dit alleen als een PET-onderzoek wordt geregistreerd. Ook een dergelijk PET-CT onderzoek geeft volgens de literatuur een hogere dosis dan een PET-onderzoek alleen. Tung-Hsin Wu et al. [30] vinden een hogere dosis voor een PET-scan als de CT gebruikt wordt voor transmissiemetingen in plaats van de, zoals vaak gebruikt bij een PET-scan, op germanium gebaseerde technieken. Specifieke dosisgegevens die representatief zijn voor de Nederlandse praktijk van PET-CT onderzoeken waren nog niet voorhanden zodat de gemiddelde effectieve dosis voor een PET-scan van 7,4 mSv is gebruikt.

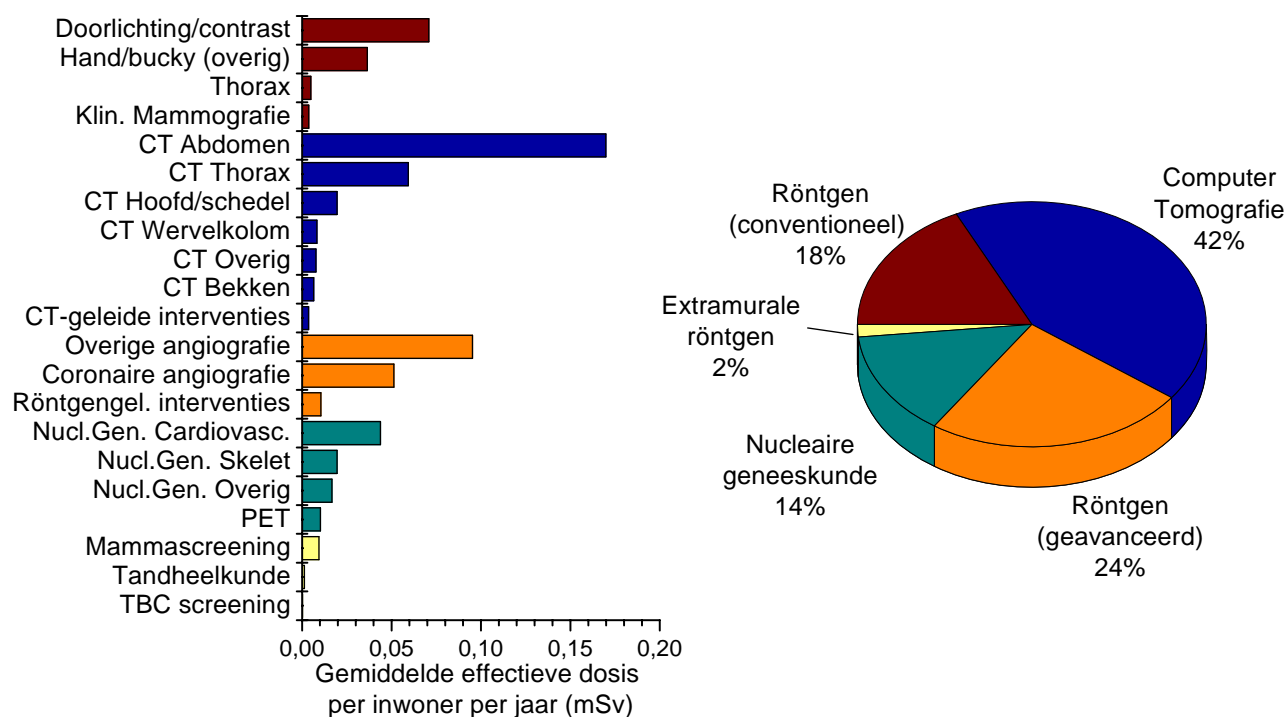
De gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2005 als gevolg van nucleair geneeskundige onderzoeken is geschat op 0,09 mSv. De gemiddelde effectieve dosis is berekend door voor de verschillende typen onderzoeken de aantallen te combineren met de gemiddelde effectieve dosis per onderzoek, zie Figuur 9. Van de verschillende typen onderzoeken worden cardiovasculaire onderzoeken het meest frequent uitgevoerd. Deze onderzoeken leveren ook de grootste bijdrage aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner. Naast de cardiovasculaire onderzoeken en onderzoeken van het bewegingsapparaat dragen ook PET-onderzoeken voor een belangrijk deel bij aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van nucleair geneeskundige onderzoeken.



Figuur 9 Onderzoeksfrequentie (links) van de verschillende categorieën nucleair geneeskundig onderzoek met de gemiddelde effectieve dosis per onderzoek (midden) en per inwoner(rechts) in 2005.

6 Overzicht medische stralingsbelasting

In 2005 is de gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van medische diagnostiek geschat op 0,65 mSv. Dit is een stijging van 25% ten opzichte van 2002 toen de dosis is geschat op 0,52 mSv [31]. De stijging van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner is met name toe te schrijven aan het toegenomen aantal verrichtingen. De gemiddelde effectieve dosis per onderzoek is in 2005 vrijwel niet veranderd ten opzichte van 2002. Voor de radiologie zijn dezelfde dosisgegevens als in 2002, uit het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16] gebruikt. In Figuur 10 is te zien hoe groot de bijdrage is van de verschillende categorieën van medische toepassingen. Deze categorieën zijn nog verder onderverdeeld in de linkerfiguur. Het aandeel aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner door conventionele röntgen is afgenomen van 24% in 2002 naar 18% in 2005. Het aandeel geavanceerde röntgen is iets toegenomen, het aandeel nucleaire geneeskunde en extramuraal röntgen zijn beide gelijk gebleven. Het aandeel van CT is het toegenomen met 5% ten opzichte van 2002.

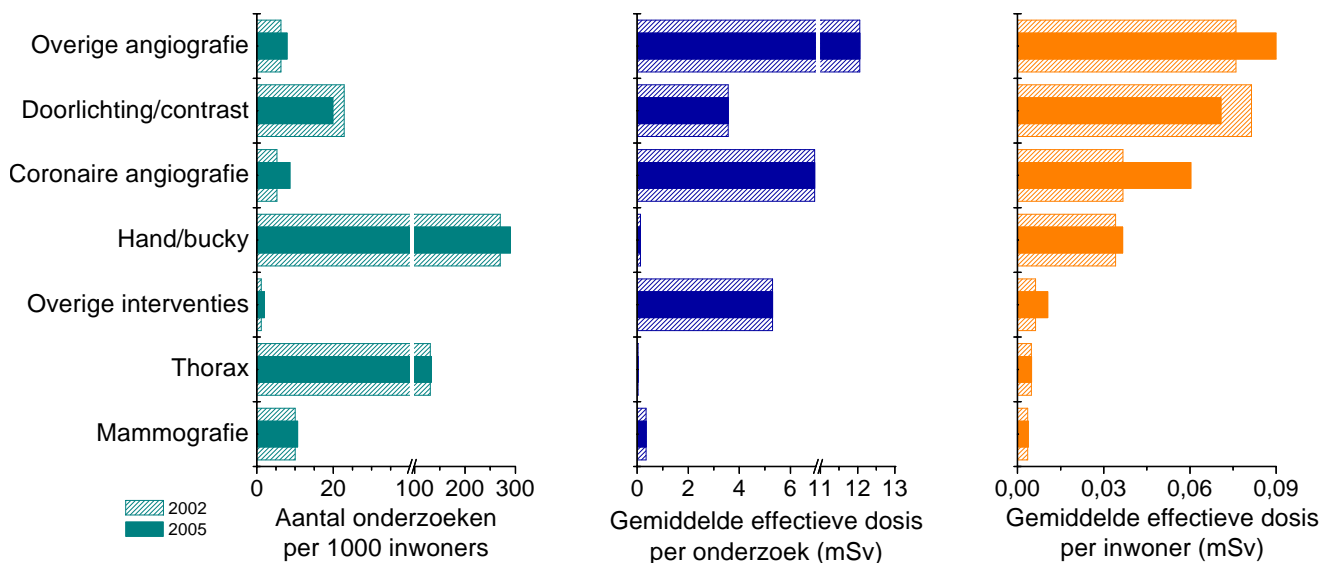


Figuur 10 Verdeling van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2005 als gevolg van medische diagnostiek over verschillende typen onderzoeken. De vijf hoofdgroepen in het taartdiagram zijn verder uitgesplitst in het linkerfiguur. De totale gemiddelde effectieve dosis per inwoner bedraagt 0,65 mSv.

6.1 Veranderde stralingsbelasting als gevolg van röntgenonderzoeken (exclusief CT)

De gemiddelde effectieve dosis als gevolg van intramuraal radiologie, röntgen exclusief CT, is voor 2005 geschat op 0,27 mSv, een stijging van 12% ten opzichte van 2002. Deze stijging is te

danken aan een toename van het aantal verrichtingen. In Figuur 11 zijn de verschillen tussen 2002 en 2005 te zien. Door de stijging van het aantal onderzoeken in de categorie ‘overige angiografie’ heeft deze categorie in 2005 het grootste aandeel in de gemiddelde effectieve dosis per inwoner door intramurale röntgenonderzoeken (exclusief CT). Onder ‘overige angiografie’ worden hier zowel diagnostische als interventie angio’s verstaan, uitgezonderd die van het hart (coronair). In 2002 hadden de ‘doorlichting/contrast’-onderzoeken de grootste bijdrage. Naast de stijging van het aantal ‘overige angiografieën’ is ook het aantal ‘coronaire angiografieën’ en ‘overige interventie-onderzoeken’ gestegen. De gemiddelde effectieve dosis per onderzoek is niet gewijzigd want zowel in 2002 als in 2005 is gebruikgemaakt van de dosisgegevens uit het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16].

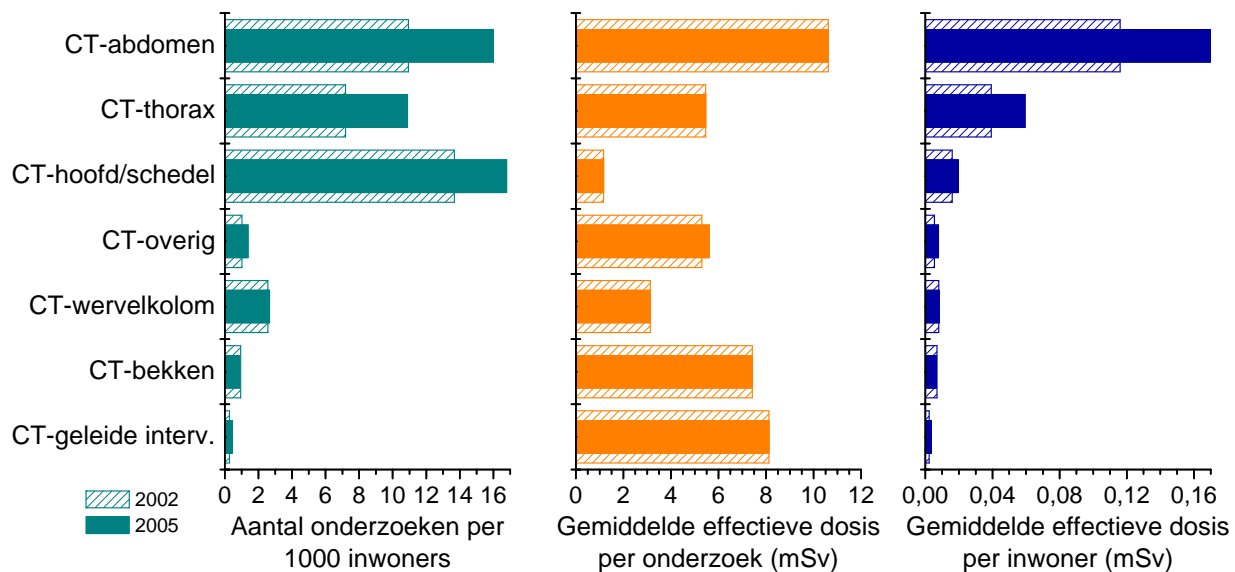


Figuur 11 Overzicht van onderzoeksfrequentie, de gemiddelde effectieve dosis per verrichting en de gemiddelde effectieve dosis per inwoner voor verschillende radiologische onderzoeken in 2002 (gearceerd) en 2005 (Bronnen: Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16], Jaarenquêtes ziekenhuizen en jaarverslagen).

6.2 Veranderde stralingsbelasting als gevolg van Computer Tomografie

De gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van CT-onderzoeken in 2005 is geschat op 0,27 mSv. Dit is een stijging van 42% ten opzichte van 2002, toen de dosis 0,19 mSv was. In Figuur 12 is te zien dat deze stijging het gevolg is van het toegenomen aantal onderzoeken. Voor de gemiddelde effectieve dosis per CT-onderzoek is dezelfde dosis gebruikt als in 2002. Alleen de dosis van de categorie ‘overig’ is iets toegenomen omdat deze dosis het, met het aantal verrichtingen gewogen, gemiddelde van de andere categorieën is.

CT-onderzoeken van het hoofd worden nog altijd het meest uitgevoerd al is het verschil met het aantal CT-onderzoeken van het abdomen niet zo groot in 2005. Zowel in 2002 als in 2005 levert CT-abdomen de grootste bijdrage aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner.

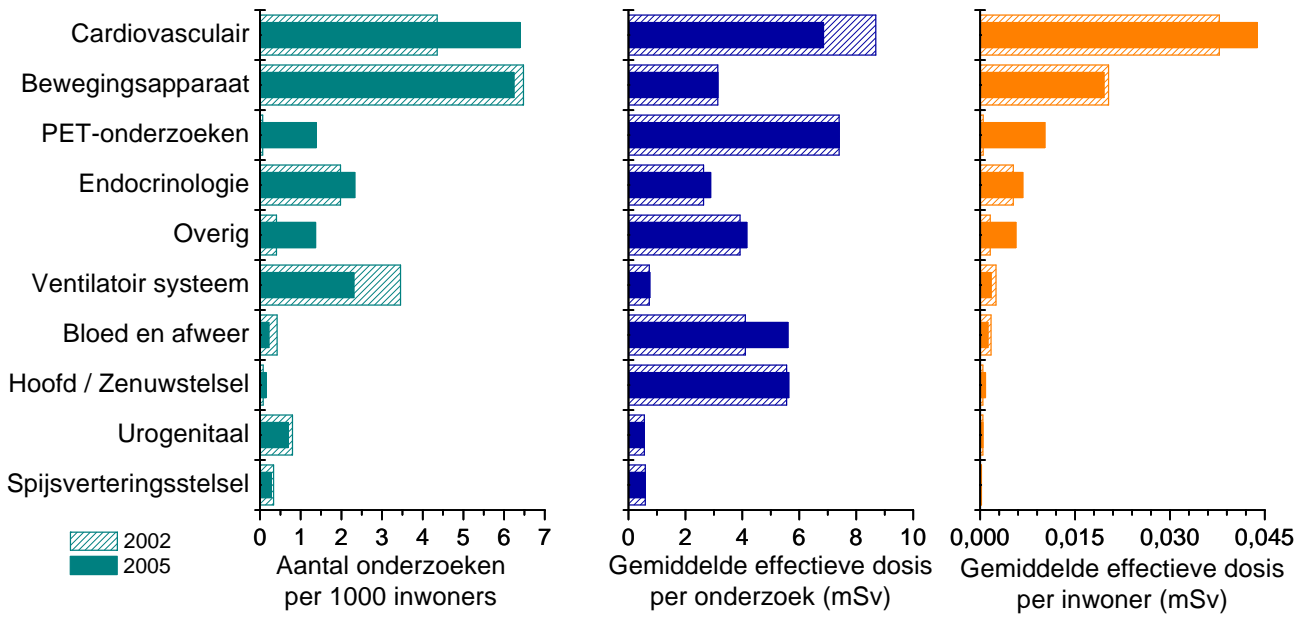


Figuur 12 Overzicht van onderzoeksfrequentie, de gemiddelde effectieve dosis per verrichting en de gemiddelde effectieve dosis per inwoner voor verschillende CT onderzoeken in 2002 (gearceerd) en 2005 (Bronnen: Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie [16], Jaarenquêtes ziekenhuizen en jaarverslagen).

6.3 Veranderde stralingsbelasting als gevolg van nucleair geneeskundige onderzoeken

De gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van nucleair geneeskundige diagnostiek in 2005 is 0,09 mSv. Dit is een stijging van bijna 30% ten opzichte van 2002. Een belangrijke bijdrage aan deze stijging wordt geleverd door de stijging van het aantal cardiovasculaire, en het aantal PET-onderzoeken. De gemiddelde effectieve dosis per cardiovasculair onderzoek is afgenomen, maar door de toename van het aantal onderzoeken is de gemiddelde effectieve dosis per inwoner door cardiovasculaire onderzoeken ten opzichte van 2002 toegenomen. Het aantal PET-onderzoeken is ten opzichte van 2002 duidelijk toegenomen. Hierbij zijn de, door ziekenhuizen opgegeven PET-CT onderzoeken ook als een PET onderzoek geteld (zie paragraaf 5.3). De gemiddelde effectieve dosis voor PET-onderzoeken van 7,4 mSv is zowel voor 2002 als voor 2005 gebruikt. Verder moet worden opgemerkt dat de gegevens over het aantal PET-onderzoeken in academische ziekenhuizen in 2005 uitgebreider waren dan in 2002 wat van invloed kan zijn op de schatting van het totale aantal. In 2002 is waarschijnlijk een onderschatting gemaakt van het aantal PET-onderzoeken in academische ziekenhuizen.

De gemiddelde effectieve dosis voor de verschillende nucleair geneeskundige categorieën is in 2005, in tegenstelling tot die van de radiologische verrichtingen, wel gewijzigd ten opzichte van 2002 (Figuur 13). De gemiddelde effectieve dosis voor de cardiovasculaire onderzoeken bijvoorbeeld is in 2005 gedaald ten opzichte van 2002. Dit komt omdat er binnen deze categorie meer onderzoeken worden uitgevoerd met Tc-99m, vooral hartfunctie-onderzoeken, en minder met Tl-201. De categorie 'bloed en afweer' laat een stijging zien van de gemiddelde effectieve dosis. Binnen deze categorie is het aandeel onderzoeken dat met Tc-99m wordt uitgevoerd afgenomen en het aandeel van onderzoeken uitgevoerd met In-111 toegenomen waardoor het gewogen gemiddelde is gestegen.



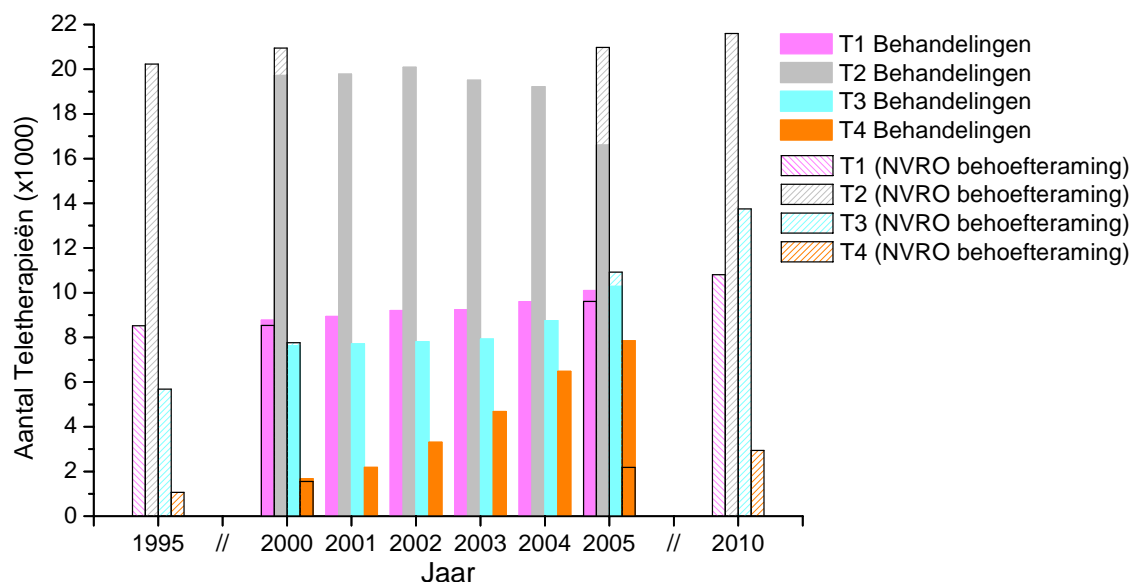
Figuur 13 Overzicht van onderzoeksfrequentie, de gemiddelde effectieve dosis per verrichting en de gemiddelde effectieve dosis per inwoner voor verschillende nucleair geneeskundige onderzoeken in 2002 (gearceerd) en 2005 (Bronnen: Jaarenquêtes ziekenhuizen, jaarverslagen, [17] en [32]).

7 Therapie

Radiotherapie (met toestellen en gesloten bronnen) en nucleair geneeskundige therapie (met open bronnen) maken beide gebruik van ioniserende straling. De stralingsdosis is bedoeld om een therapeutisch effect te bewerkstelligen. Dit is wezenlijk anders dan bij de diagnostiek waarbij het eventuele schadelijke stralingseffect een bijwerking is van de toepassing. In het IMS beperkt het overzicht van therapeutische stralingstoepassingen zich tot de aard en omvang van deze blootstellingen. Conform internationale wetenschappelijke inventarisaties maakt stralingstherapie geen deel uit van de geschatte medische stralingsbelasting van de bevolking [33].

7.1 Radiotherapie

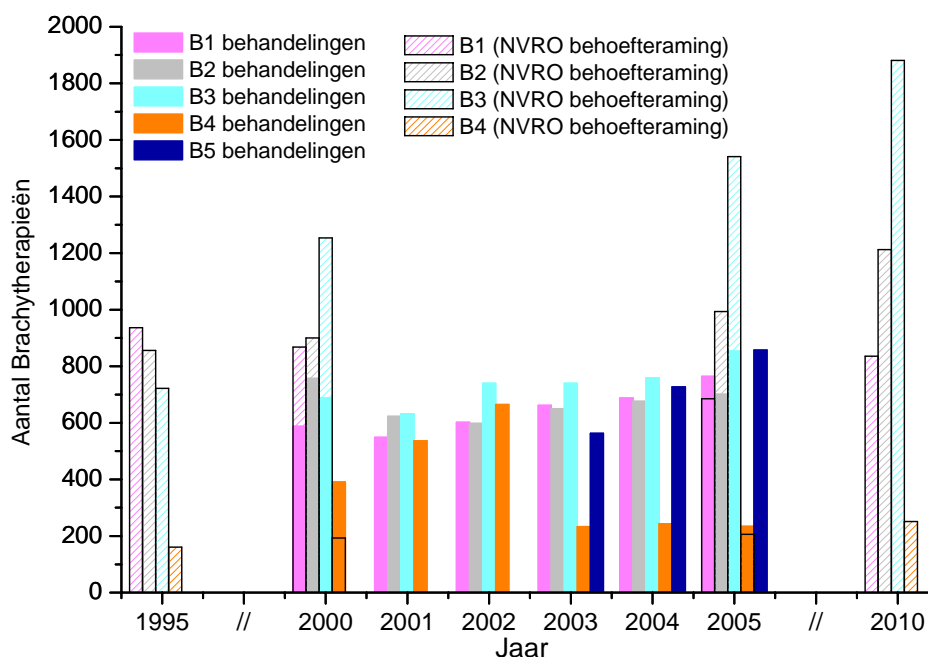
Radiotherapie is te verdelen in therapie met uitwendige bronnen (teletherapie) en therapie met ingekapselde bronnen (brachytherapie). Sinds 1999 is er een onderverdeling in moeilijkheidsgraad (werklast) gemaakt [34]: (1) eenvoudig, (2) standaard, (3) intensief en (4) bijzonder. Deze verdeling geldt voor zowel teletherapie (T1-T4) als brachytherapie (B1- B4). In 2003 is hier nog een categorie bijgekomen, B5; brachytherapie van de prostaat. Teletherapie omvat zowel megavolt als orthovolt behandelingen. De verdeling die voorheen bestond binnen de radiotherapie in bestralingsseries en bestralingssitzingen is komen te vervallen, al worden deze aantallen door een enkele instelling nog wel gerapporteerd.



Figuur 14 Aantal teletherapieën, onderverdeeld in de categorieën T1-T4, in de jaren 2000 tot en met 2005 en de geschatte aantallen uit de behoefteeraming van de NVRO voor 1995 (aantallen uit 1996), 2000, 2005 en 2010 (gearceerd en zwart omljnd) [34].

In Figuur 14 en Figuur 15 zijn respectievelijk het aantal tele- en brachytherapieën in de jaren 2000 tot en met 2005 te zien. De aantallen zijn afkomstig uit jaarverslagen, de EJZ en de JAZ. In 2005 werden in totaal bijna 45 duizend teletherapieën uitgevoerd en iets meer dan 34 honderd

brachytherapieën. In 2000 heeft de Nederlandse Vereniging voor Radiotherapie en Oncologie (NVRO), de commissie Actualisatie, een rapport uitgebracht waarin de te verwachten ontwikkeling van de radiotherapie tot aan 2010 werd beschreven [34]. Deze verwachte ontwikkeling is ook weergegeven in Figuur 14 en Figuur 15. Het totaal aan therapieën, zowel brachy-, als teletherapie, dat door de NVRO werd geraamd voor 2005 komt vrij goed overeen met de werkelijk uitgevoerde behandelingen. Wat opvalt is dat bij teletherapie het aantal bijzondere behandelingen, T4, veel sterker is toegenomen dan werd verwacht door de NVRO. T2 behandelingen daarentegen zijn in aantal duidelijk achtergebleven. Voor brachytherapie (Figuur 15) is het wat lastiger aan te geven wat precies de verschillen zijn tussen wat er verwacht werd en wat daadwerkelijk is uitgevoerd omdat vanaf 2003 de categorie B5 is toegevoegd die bij het maken van de ramingen door de NVRO nog niet bestond. Het totale aantal brachytherapieën komt wel vrij goed overeen.

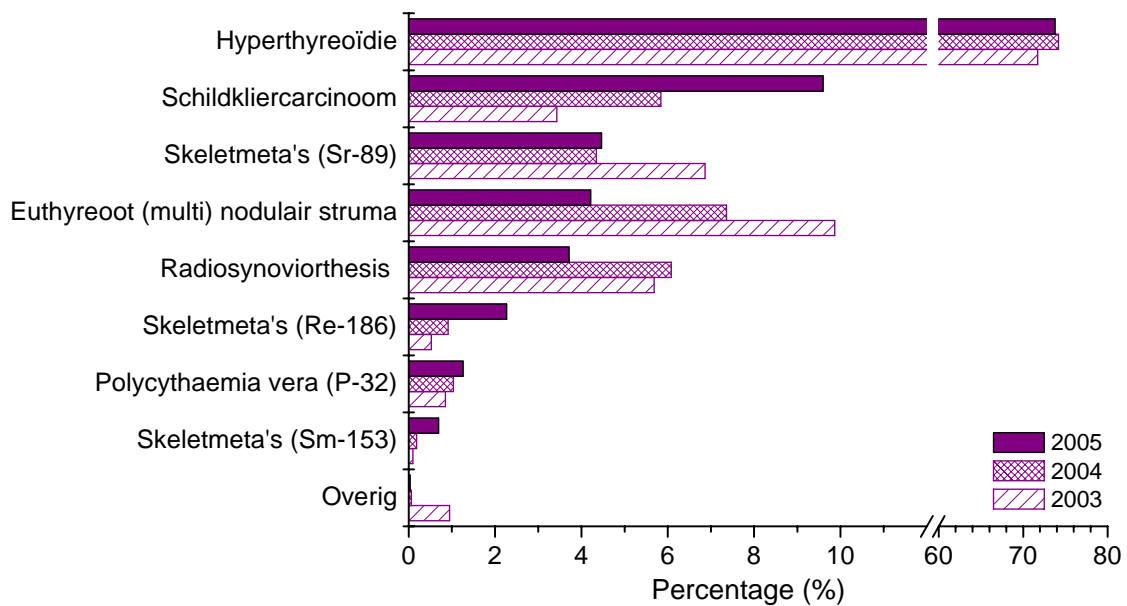


Figuur 15 Aantal brachytherapieën in de jaren 2000 tot en met 2005 en de geschatte aantallen uit de behoefte-raming van de NVRO voor 1995 (aantallen 1996), 2000, 2005 en 2010 (gearceerd en zwart omlijnd) [34]. Vanaf 2003 is er voor het eerst sprake van de categorie B5.

7.2 Nucleair geneeskundige therapie

Bij nucleair geneeskundige therapie worden patiënten behandeld door toediening van een radioactieve stof. De in Nederland gangbare therapieën staan beschreven in de aanbevelingen van de NVNG [17], zoals behandeling van skeletmetastasen (Sr-89, Re-186, Sm-153), schildklierandoeningen (I-131) en radiosynoviorthese (Y-90, Re-186, Er-169). Andere therapieën zijn behandeling van pleura-exsudaat /ascites met radioactief colloid, polycythaemia vera met P-32 en neuro-endocriene tumoren (MIBG met I-131).

Door middel van de JBD worden gegevens verzameld over het aantal en de soort therapie. De relatieve verdeling van de therapieën in algemene ziekenhuizen is voor 2003, 2004 en 2005 weergegeven in Figuur 16.



Figuur 16 Verdeling van nucleair geneeskundige therapieën in algemene ziekenhuizen in 2003, 2004 en 2005 (bron: JBD). Let op de onderbreking in de x-as.

De meest voorkomende behandelingen zijn de behandelingen van de schildklier: hyperthyreoïdie, euthyreoot (multi)nodulair struma en schildkliercarcinoom. In 2005 is het aantal schildklierbehandelingen ongeveer 85% van het totale aantal behandelingen. Dit percentage is ongeveer gelijk aan voorgaande jaren. In Figuur 16 is te zien dat de behandeling van hyperthyreoïdie veruit het meest wordt uitgevoerd. Het percentage behandelingen van het schildkliercarcinoom neemt in de jaren 2003 tot en met 2005 toe, terwijl de behandeling van het euthyreoot (multi)nodulair struma in deze periode afneemt.

Het totale aantal nucleair geneeskundige therapieën in 2005 is niet bekend. De belangrijkste reden hiervan is dat sinds enkele jaren de gegevens van academische ziekenhuizen ontbreken. In de algemene ziekenhuizen is in 2005 het aantal iets toegenomen ten opzichte van 2002. In 2002 was de schatting 2500-3000 behandelingen en voor 2005 is het aantal geschat op 3500.

8 Onzekerheden

Het getal van 0,65 mSv per inwoner in 2005 is het resultaat van de combinatie van vele gegevens met diverse onzekerheden. Om de stralingsbelasting als gevolg van medische toepassingen te bepalen zou het ideaal zijn als het totaal van alle uitgevoerde verrichtingen met de daarbij behorende effectieve dosis bekend zou zijn. Deze gegevens zijn in werkelijkheid niet beschikbaar, maar er is gebruikgemaakt van de meest uitgebreide en beschikbare gegevens die voorhanden waren. Hieronder volgt een beschrijving van een aantal van de onzekerheden bij het maken van de dosisschatting.

Voor ziekenhuizen die de jaarenquêtes niet hebben ingevuld moet het aantal verrichtingen worden geschat. Dit gebeurt op basis van de gegevens van de ziekenhuizen die de enquêtes wel hebben ingevuld en het aantal ziekenhuisopnames, dat voor elk ziekenhuis bekend is.

Door het, voor een groot deel, ontbreken van gedetailleerde gegevens van academische ziekenhuizen is de onderverdeling in onderzoeken overgenomen zoals deze in de algemene ziekenhuizen voorkomt volgens de JBD. Het is zeer waarschijnlijk dat deze onderverdeling in academische ziekenhuizen afwijkt van die in algemene ziekenhuizen.

Door het invullen van de JBD op basis van CTG-coderingen (College Tarieven Gezondheidszorg), welke in eerste instantie bedoeld zijn om verrichtingen te declareren bij ziektekostenverzekeraars, vallen soms meerdere uitvoeringen of onderzoeken onder één codering.

De gebruikte dosisgegevens voor de radiologische verrichtingen zijn voornamelijk afkomstig uit het Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie, waardoor de dosisgegevens al weer enkele jaren oud zijn. Met de snelle ontwikkelingen in de techniek, onder andere de digitalisering en de multi-slice CT, is het niet uit te sluiten dat de dosisgegevens niet meer up-to-date zijn voor verschillende verrichtingen. Verder is het onbekend hoe representatief de dosisgegevens uit het Demonstratieproject voor de gehele Nederlandse praktijk zijn. Academische ziekenhuizen (2 van de 11) waren in het Demonstratieproject sterker vertegenwoordigd dan landelijk (8 van de 96 in 2005, categorale ziekenhuizen niet meegerekend). Vanwege de methode van selectie van de ziekenhuizen die hebben deelgenomen (vrijwillige deelname) is het mogelijk dat de dosiswaarden gemiddeld in Nederland wat hoger zijn, omdat ziekenhuizen met minder aandacht voor stralingsbescherming van de patiënt mogelijk ontbreken. Daarnaast is in het Demonstratieproject de dosis niet bepaald voor alle verrichtingen, waardoor een schatting van de gemiddelde patiëntendosis op basis van andere gegevens nodig was. De dosis per categorie van verrichtingen is een schatting waarbij verschillende dosisgegevens gewogen zijn met het aantal verrichtingen. Deze aantallen verrichtingen zijn voor de ziekenhuizen uit het Demonstratieproject speciaal opgevraagd voor 2002. In de afgelopen jaren kan de verdeling van het aantal specifieke verrichtingen binnen een categorie verschoven zijn.

Bij het gebruik van dosisgegevens voor nucleair geneeskundige verrichtingen is ervan uitgegaan dat afdelingen nucleaire geneeskunde de hoeveelheid activiteit gebruiken die door de NVNG wordt aanbevolen [17]. Of dit in de praktijk overal gebeurt is niet bekend. Welk nuclide gebruikt wordt bij een onderzoek is gebaseerd op de verdeling in de algemene ziekenhuizen, zoals die volgt uit de JBD. Voor de academische ziekenhuizen is deze verdeling niet bekend. Verder is de berekende dosis, de dosis voor een volwassen persoon met een normaal biologisch gedrag.

PET-CT onderzoeken zijn als PET-onderzoeken geteld bij het schatten van de gemiddelde effectieve dosis. Dit geeft waarschijnlijk een onderschatting van de dosis als gevolg van deze onderzoeken.

De invoering van de Diagnose Behandel Combinatie (DBC) in 2005 voor het declareren van medische handelingen bij ziektekostenverzekeraars kan mogelijk geleid hebben tot wijzigingen in de administratie van ziekenhuizen. Of en hoe de invoering van de DBC van invloed is geweest op het invullen van de JBD is onbekend. Al lijken er geen opvallende veranderingen te zijn opgetreden in 2005 ten opzichte van de jaren ervoor.

Voor de extramurale verrichtingen zijn schattingen gemaakt voor 2003 (tandheelkunde en mammografiescreening) en 2004 (TBC-screening). Het totale aantal tandheelkundige verrichtingen is gebaseerd op een steekproef uit de tandartspraktijken [18]. Op basis van gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) over het aantal personen dat per jaar een tandarts bezoekt is het overige deel geschat. Het aantal TBC-screeningen is door het KNCV-Tuberculosefonds geschat; hoe groot de onzekerheid in dit getal is, is niet bekend. De extramurale verrichtingen dragen beperkt bij aan de gemiddelde effectieve dosis per inwoner. Dat gegevens over 2005, als deze beschikbaar zouden zijn, een duidelijk verschil zouden maken lijkt niet waarschijnlijk, maar het is niet geheel uit te sluiten.

Een beperkt aantal ZBC's verricht röntgenonderzoeken. Sinds kort vinden hier ook CT-onderzoeken plaats. Deze verrichtingen zijn niet meegeteld bij het berekenen van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner voor 2005. Tot nog toe is aangenomen dat de bijdrage van deze categorie gering is, gezien de omvang en het soort verrichtingen.

9 Conclusies en aandachtspunten

Hieronder volgen puntsgewijs de belangrijkste conclusies en aandachtspunten op basis van de gepresenteerde gegevens in voorgaande hoofdstukken.

- De gemiddelde effectieve dosis per inwoner als gevolg van medische diagnostiek in 2005 is geschat op 0,65 mSv. Dit is een stijging van 25% ten opzichte van de schatting voor 2002.
- De stijging van de gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2005 ten opzichte van 2002 wordt voornamelijk veroorzaakt door een toename van het aantal verrichtingen.
- De gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2005 als gevolg van intramurale röntgenonderzoeken (exclusief CT) is 0,27 mSv. Dit is een stijging van meer dan 10% ten opzichte van 2002.
- Ook CT-onderzoeken geven een gemiddelde effectieve dosis per inwoner van 0,27 mSv. Dit is een stijging van ruim 40% ten opzichte van 2002.
- De gemiddelde effectieve dosis per inwoner in 2005 als gevolg van nucleair geneeskundige onderzoeken is 0,09 mSv. Dit is een stijging van bijna 30% ten opzichte van 2002. Het aandeel van nucleair geneeskundige verrichtingen aan de totale medische stralingsbelasting, 14%, is niet gewijzigd ten opzicht van 2002.
- Extramuraal röntgenverrichtingen dragen voor ongeveer 2% bij aan de totale medische stralingsbelasting, dit is niet veranderd ten opzichte van 2002.
- Naast de cardiovasculaire-, en skeletonderzoeken hebben PET/ PET-CT-onderzoeken een belangrijk aandeel in de dosis als gevolg van nucleair geneeskundige onderzoeken. Gezien de ontwikkelingen op het gebied van PET-CT verdient deze groep extra aandacht in de toekomst.
- Dosisgegevens van röntgenverrichtingen moeten worden herzien. De snelle technische ontwikkelingen in de laatste jaren zijn van invloed op de patiëntendosis. Aan te bevelen is om allereerst de dosis van zogenaamde hoge-dosis verrichtingen opnieuw in kaart te brengen (CT-, interventie-, en angiografie-onderzoeken).
- Gezien de ontwikkelingen binnen zelfstandige behandelcentra zullen de gegevens van deze centra bij een volgende dosisschatting ook in kaart moeten worden gebracht.

Literatuur

1. Richtlijn 97/43/Euratom van de Raad van 30 juni 1997 betreffende de bescherming van personen tegen de gevaren van ioniserende straling in verband met medische blootstelling en tot intrekking van richtlijn 84/466/Euratom; Publicatieblad Nr. L 180 van 09/07/1997 blz. 0022 - 0027.
2. Besluit stralingsbescherming; Staatsblad, 2002, 81.
3. Lembrechts J, Brugmans MJP en de Vries LJ. Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen: een definitiestudie. RIVM rapport 610059007, 2001.
4. UNSCEAR 2000 report, Sources and effects of ionizing radiation. United Nations, 2000.
5. Beekman ZM. Genetically significant dose from diagnostic roentgenology (A study concerning a defined population in the Netherlands). Neder. Inst. v. Praevent. Geneesk. Thesis, Leiden 1962.
6. Beentjes LB. An estimate of the genetically significant dose due to medical x-ray dose in the Netherlands. Thesis, Utrecht 1969.
7. Koen JA, Huyskens CJ. Gonadendoses bij mannen tengevolge van röntgendiagnostiek. IRI rapport 190-75-05, Delft 1975.
8. Beentjes LB, Duijsings JH, Zuur C. Genetically Significant Diagnostic X-ray dose in the Netherlands. *Diagn. Imag. clin. Med.* 55: 360-363, 1986.
9. Beekhuis H. Population radiation absorbed dose from nuclear medicine procedures in the Netherlands. *Health Physics*, Vol. 54, No. 3, 287-291, 1988.
10. Beentjes LB, Timmermans CWM. Patient doses in the Netherlands. *Rad Prot Dos*, Vol. 36, No. 2/4, 265-268, 1991.
11. Blaauboer RO, Vaas LH, Leenhouts HP. Stralingsbelasting in Nederland in 1988. RIVM rapport 249103001, 1991.
12. Brugmans MJP, Buijs WCAM, Geleijns J, Lembrechts J. Population exposure to diagnostic use of ionizing radiation in the Netherlands. *Health Phys.* 82(4):500-509, 2002.
13. Brugmans M, Meeuwssen E. Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen: hernieuwd overzicht van de medische stralingsbelasting in Nederland. NVS nieuws 2004/4.
14. Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen. Bilthoven: RIVM, <http://www.rivm.nl/ims> versie 2.0, 2004.
15. Landelijk Evaluatie Team voor bevolkingsonderzoek naar Borstkanker. Het elfde evaluatierapport, LETB (XI), Rotterdam 2005.
16. Geleijns K, et al. Demonstratieproject patiëntendosimetrie radiologie. Eindverslag ZonMw project, september 2004.
17. Blokland JAK, Wiarda KS (red). Aanbevelingen nucleaire geneeskunde. Commissie kwaliteitsbevordering van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde, Delft 2000. ISBN 90-5166-796-5.

18. Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde. Cijfers van, over en voor tandartsen, Terugkijken en vooruitzien bij tien jaar NMT-Peilstations, 2005.
19. Meeuwse EJ. Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen: Aard en omvang. RIVM rapport 610059010, 2005.
20. Nederlandse Vereniging voor Radiologie. Memorad, jaargang 11, nummer 4, 2006.
21. Zoetelief J, et al. Stralingsbelasting bij het bevolkingsonderzoek naar borstkanker in Nederland. Eindrapport CVZ project, 2005.
22. ICRP, 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60, 1991.
23. Engen van R. Landelijk Referentie Centrum voor Bevolkingsonderzoek op borstkanker, persoonlijke communicatie, december 1999.
24. Erkens CGM, Kalisvaart NA, Slump E. 'Tuberculose in Nederland 2003-2004', Surveillancerapport over de tuberculosesituatie in Nederland. KNCV Tuberculosefonds, 2006.
25. Erkens C. KNCV Tuberculosefonds. Persoonlijke communicatie, 23 november 2006.
26. GGD Flevoland en GGD Hart voor Brabant. Jaarverslag tuberculose screening asielzoekers in opvangcentra, 2004.
27. GGD Flevoland en GGD Hart voor Brabant. Jaarverslag tuberculose-onderzoek in penitentiaire inrichtingen, 2004.
28. Brugmans MJP, Lembrechts J. Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen: een pilotstudie. RIVM rapport 610059008, 2001.
29. Brix G, Lechel U, Glatting G, Ziegler SI, Munzing W, Muller SP, Beyer T. Radiation exposure of patients undergoing whole-body dual-modality 18F-FDG PET/CT examinations. J Nucl Med. Vol 46 (4):608-13, 2005.
30. Tung-Hsin Wu, Yung-Hui Huang, Jason JS. Lee, Shih-Yuan Wang, Su-Cheng Wang, Cheng-Tau Su, Liang-Kung Chen, Tieh-Chi Chu. Radiation exposure during transmission measurements: comparison between CT- and germanium-based techniques with a current PET scanner. European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, Vol. 31, No. 1, 2004.
31. Brugmans MJP, Meeuwse EJ. Bijdrage diagnostische verrichtingen aan de gemiddelde effectieve dosis. In: Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen. Bilthoven: RIVM, <<http://www.rivm.nl/ims>> Diagnostiek, 15 december 2004.
32. Camps JAJ, Broek van den WJM, Kroonenburgh van MJP, Urk van P (red). Leerboek Nucleaire geneeskunde. Elsevier gezondheidszorg, Maarssen 2003. ISBN 90 352 2567 8.
33. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 2000 Report, Volume I: Sources, Annex D: Medical radiation exposures, 2000.
34. Nederlandse Vereniging voor Radiotherapie en Oncologie, Commissie Actualisatie. Radiotherapie: onze zorg. Een actualisatie van de ontwikkelingen in de radiotherapie voor de periode 2000-2010, 2000.

Bijlage 1: Lijst met afkortingen

Bs	Besluit stralingsbescherming
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CT	Computer Tomografie
CTG	College Tarieven Gezondheidszorg
CVZ	College Voor Zorgverzekeringen
DBC	Diagnose Behandel Combinatie
EJZ	Enquête Jaarcijfers Ziekenhuizen
EU	Europese Unie
GSD	Genetische Significante Dosis
ICRP	International Commission on Radiological Protection
IMS	Informatiesysteem Medische Stralingstoepassingen (http://www.rivm.nl/ims)
JAZ	Jaarenquête Academische Ziekenhuizen
JBD	Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek
KNCV	Koninklijke Nederlandse Centrale Vereniging voor de bestrijding der tuberculose (tegenwoordig KNCV Tuberculosefonds)
LETB	Landelijk Evaluatie Team voor bevolkingsonderzoek naar Borstkanker
LSO	Laboratorium voor Stralingsonderzoek van RIVM
LUMC	Leids Universitair Medisch Centrum
MIBG	meta-jodo-benzyl-guanidine
mSv	millisievert
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MRU	Mobiele Röntgen Unit
NFU	Nederlandse Federatie van Universitair medische centra
NMT	Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde
NVNG	Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde
NVRO	Nederlandse Vereniging voor Radiotherapie en Oncologie
NVvR	Nederlandse Vereniging voor Radiologie
NVZ	Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen
PET	Positron Emissie Tomografie
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
TBC	Tuberculose
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
ZBC	Zelfstandig Behandelcentrum

Bijlage 2: Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek

NEDERLANDSE VERENIGING VAN ZIEKENHUIZEN (EIGENAAR)

PRISMANT (BEWERKER)

Jaarenquête Beeldvormende Diagnostiek 2005

in samenwerking met: - Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu

gele velden ==> in te vullen door ziekenhuis
blauwe velden => automatische totaal telling
groene velden => in te vullen door RIVM/Prismant
rode velden => verplichte invulling
grijze velden => nieuwe codes

1. ADMINISTRATIEVE GEGEVENS

1.1. Deze enquête is afkomstig van:

jaar inst.nr.

2005

Naam ziekenhuis:

Adres:

Postcode:

Plaats van vestiging:

Telefoonnummer (alg.):

1.2. Welke functionaris kan zonodig meer inlichtingen omtrent de invulling van de enquête verstrekken?

Naam:

Functie:

Doorkiesnummer:

E-mail adres:

Onder ziekenhuis wordt verstaan elke instelling die ex. art. 8 A.W.B.Z. als ziekenhuis toegelaten is, hetzij als zelfstandige

eenheid, hetzij als onderdeel van een groter complex.

Deze enquête dient beantwoord te worden naar de toestand per 31 december 2005, tenzij anders vermeld en dient uitsluitend betrekking te hebben op het ziekenhuis.

U wordt verzocht de ingevulde enquête te **mailen** naar **jan.roerhorst@prismant.nl** of op diskette te zenden aan Prismant, t.a.v. J.C. Roerhorst, afdeling Informatieproductie, Postbus 85200, 3508 AE Utrecht, voor 1 mei 2006.

INLICHTINGEN over het **technische** deel van de enquête zijn te verkrijgen via e-mail adres: servicedesk@prismant.nl of via het centrale nummer van de Servicedesk: 030 - 2345 800.

TOELICHTINGEN over de **inhoud** van de enquête zijn te verkrijgen bij mevrouw E. Meeuwsen van het RIVM, e-mail adres: els.meeuwsen@rivm.nl

2. RADIOLOGIE / RADIODIAGNOSTIEK 1)

	code	1 = ja 2 = nee
2.1.. Beschikt het ziekenhuis over een eigen röntgenafdeling?	510010	
Over hoeveel röntgenapparaten (excl. CT scanners) beschikt het ziekenhuis?	510020	
Over hoeveel CT scanners beschikt het ziekenhuis?	510030	
2.2. Totaal aantal röntgenonderzoeken en -interventies in ziekenhuis (excl. CT) 2):		
(zie voor vragen 2.2 t/m 2.5 vertaaltabel op werkblad CTG-codes radiologie!)	code	totaal aantal verrichtingen
Conventioneel in / buiten de bucky:		
- thorax onderzoeken	510111	
- cervicale / thoracale wervelkolom onderzoeken	510115	
- wervelkolom totaal / lumbaal / SI-gewrichten	510112	
- mammografie onderzoeken	510113	
- overige onderzoeken	510114	
TOTAAL aantal conventionele röntgenonderzoeken	510110	0
		Herstel..
Verrichtingen met angiografie 3):		
- coronaire diagnostische angiografie	510131	
- overige diagnostische angiografie	510132	
- coronaire interventie angiografie	510133	
- overige interventie angiografie	510134	
SUBTOTAAL verrichtingen met angiografie	510130	0
		Herstel..
Overige onderzoeken met contrast en/of onder doorlichting	510140	
Overige röntgengeleide interventies 4)	510150	

TOTAAL aantal röntgenonderzoeken en interventies	510100	0	Herstel..
2.3. Totaal aantal onderzoeken en interventies met computertomografie (CT) 2)			
	code	totaal aantal verrichtingen	
Hoofd/schedel onderzoeken	510210		
Thorax onderzoeken	510220		
Wervelkolom onderzoeken	510230		
Abdomen onderzoeken	510240		
Bekken onderzoeken	510250		
CT-geleide interventies 4)	510260		
Overige CT onderzoeken	510270		
TOTAAL aantal onderzoeken en interventies met CT	510200	0	Herstel..
2.4. PET-CT onderzoeken			
	code	1 = ja 2 = nee	
Worden er op de afdeling radiologie PET-CT onderzoeken uitgevoerd?	510610		
Aantal PET-CT onderzoeken, indien uitgevoerd op afdeling radiologie 5)	510620		
2.5. Totaal aantal overige verrichtingen met beeldvormende technieken in ziekenhuis 2)			
	code	totaal aantal verrichtingen	
Botdichtheidsmetingen 6)	510310		
Echo onderzoeken en interventies	510320		
MRI onderzoeken en interventies	510330		
2.6. Personeel afdeling röntgen / radiologie / radiodiagnostiek in FTE:			
	code	aantal in fte	
Aantal medisch specialisten	510410		

Aantal arts-assistenten 7)	510420	
Aantal radiagnostisch laboranten	510430	
Aantal klinisch fysici	510440	
Aantal klinisch fysici in opleiding	510450	
Aantal technici	510460	

- 1) **Voor de vragen onder 2.2 - 2.5 is op het volgende werkblad ("CTG-codes radiologie") een vertaaltabel gegeven met corresponderende CTG-verrichtingen codes, die bij het invullen gebruikt kan worden.**
- 2) Aantal verrichtingen uitgevoerd binnen het gehele ziekenhuis, inclusief onderzoeken voor derden
- 3) Inclusief DSA.
- 4) Zoals: drainage, puncties, steenverwijderen.
- 5) Alleen het aantal onderzoeken dat op de afdeling radiologie (zie anders onderdeel nucleaire geneeskunde) wordt uitgevoerd en die niet worden meegeteld bij CT en/of PET onderzoeken.
- 6) Met DEXA of een andere röntgentechniek. Echografie niet meetellen.
- 7) Som van te's assistenten wel en niet in opleiding

3. NUCLEAIRE GENEESKUNDE 1)

		code	1 = ja 2 = nee			
3.1.	Beschikt het ziekenhuis over een afdeling nucleaire geneeskunde voor in vivo isotopenonderzoek?	520010				
3.2.	Nucleair geneeskundige onderzoeken 2)					
(zie voor vragen 3.2 t/m 3.5 vertaaltabel op werkblad CTG-codes nucleaire geneeskunde!)	code	1e nuclide 3)	aantal onderzoeken 4)	2e nuclide 3)	aantal onderzoeken 4)	totaal aantal onderzoeken
		1	2	3	4	5
Bewegingsapparaat: - skelet scintigrafie 5)	520100	1				0
Cardiovasculair: - myocard scintigrafie: 6)						Herstel..
- in rust	520211	1				0
- bij inspanning	520212	1				0
- bij inspanning MET redistributie	520213	3				0
SUBTOTAAL myocard scintigrafie	520210		0		0	0
- hartfunctie scintigrafie	520220	1				0
- alle overige cardiovasculaire onderzoeken	520230	1				0
SUBTOTAAL cardiovasculair	520200		0		0	0

3.2. Vervolg: Nucleair geneeskundige onderzoeken 2)

Bloed en afweer:						
- leucocyten scintigrafie	520820	2				0
- lymfeklier scintigrafie	520910	1				0
- beenmerg scintigrafie	520840	1				0
- alle overige onderzoeken bloed/afweer	520850	1				0
SUBTOTAAL Bloed en afweer	520800			0	0	0
						Herstel..
PET onderzoeken	521100	9				0
						Herstel..
Totaal van alle onderzoeken die niet bij één van bovenstaande categorieën zijn ingevuld	521200					
TOTAAL in vivo isotopen onderzoek	520000					0
						Herstel..

3.3. PET-CT onderzoeken

	code	1 = ja 2 = nee
Beschikt het ziekenhuis over een PET-CT scanner?	540010	
Aantal PET-CT onderzoeken, indien uitgevoerd op afdeling nucleaire geneeskunde 7)	540020	
	code	1 = ja 2 = nee
3.4. Worden er bij de afdeling nucleaire geneeskunde botdichtheidsmetingen met DEXA (of een andere röntgentechniek) gedaan?	530110	
Zo ja, hoeveel onderzoeken? 8)	530120	
3.5. Worden in het ziekenhuis nucleair-geneeskundige behandelingen uitgevoerd?	530210	

3.6. Aantal nucleair geneeskundige therapieën		
	code	aantal behandelings
Behandelingen met jodium:		
- behandelingen schildkliercarcinoom	530311	
- behandelingen hyperthyreoidie	530312	
- behandelingen met MIBG	530313	
- behandelingen euthyreoot (multi)nodulair struma	530314	
SUBTOTAAL behandelingen met jodium	530310	0
		Herstel..
Behandelingen van skelet-metastasen:		
- met strontium (Sr-89)	530321	
- met rhenium (Re-186)	530322	
- met samarium (Sm-153)	530323	
SUBTOTAAL behandelingen skelet-metastasen	530320	0
		Herstel..
Behandelingen van synovia (radiosynoviorthesis)	530330	
Behandelingen met fosfor (P-32)	530340	
Overige behandelingen	530350	
TOTAAL aantal behandelingen	530300	0
		Herstel..
3.7. Personeel afdeling nucleaire geneeskunde in FTE		
	code	aantal in fte
Aantal medisch specialisten	530410	
Aantal arts-assistenten 9)	530420	
Aantal medisch nucleair werkers	530430	
Aantal klinisch fysici	530440	
Aantal klinisch fysici in opleiding	530450	
Aantal technici	530460	

- 1) Voor de vragen onder 3.2 - 3.5 is op het werkblad "CTG-codes nucleaire geneeskunde" een vertaaltabel gegeven met corresponderende CTG-verrichtingen codes, die bij het invullen gebruikt kan worden.
- 2) Per type onderzoek wordt gevraagd naar het gebruikte nuclide en het aantal onderzoeken met dat nuclide. Per soort onderzoek kunnen twee nucliden met bijbehorende aantallen onderzoeken worden opgegeven, de meest gebruikte nuclide is in de eerste kolom reeds aangegeven. Gebruikt u bij één onderzoek 2 nucliden? Geef het totaal aantal onderzoeken op bij één van de gebruikte nucliden en geef in de derde kolom het tweede nuclide aan zonder de aantallen onderzoeken in te vullen bij de vierde kolom.

- 3) Gebruik de volgende nummers voor radiofarmaca gebaseerd op de volgende nucliden:
 - (1) Tc-99m
 - (2) In-111
 - (3) Tl-201
 - (4) I-123
 - (5) I-131
 - (6) Kr-81m
 - (7) Xe-127 / Xe-133
 - (8) Ga-67
 - (9) F-18
 - (10) Co-57
 - (11) Cr-51
 - (12) I-125
 - (13) C-14

- 4) Onderzoeken waarbij over meerdere dagen wordt gescand, na een eenmalige toediening van activiteit, tellen als één onderzoek.

- 5) Meer-fasen skelet onderzoeken tellen als één onderzoek

- 6) Myocardonderzoeken bestaande uit een rust- en een inspanningsdeel, waarbij voor beide delen activiteit wordt toegediend, tweemaal meetellen: eenmaal bij vraagcode 520211 en eenmaal bij vraagcode 520212.

- 7) Alleen het aantal onderzoeken dat op de afdeling nucleaire geneeskunde (zie anders onderdeel radiologie) wordt uitgevoerd en die niet worden meegeteld bij PET en/of CT onderzoeken.

- 8) Met DEXA of een andere röntgentechniek, echografie niet meetellen.

- 9) Som van fe's assistenten wel en niet in opleiding