



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu

*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Radiologisch onderzoek bij kinderen – Inventarisatie van de Nederlandse praktijk met de focus op dosis-reducerende maatregelen**

RIVM Rapport 2014-0071





Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

**Radiologisch onderzoek bij kinderen –  
Inventarisatie van de Nederlandse  
praktijk met de focus op dosis-  
reducerende maatregelen**

RIVM Rapport 2014-0071

## Colofon

© RIVM 2015

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Harmen Bijwaard en Doreth Valk

Contact:

Harmen Bijwaard

Centrum Veiligheid

harmen.bijwaard@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de Inspectie voor de Gezondheidszorg, in het kader van Opdracht 8.137

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

In opdracht van de Inspectie voor de Gezondheidszorg heeft het RIVM onderzoek gedaan naar stralingsbescherming in de kinderradiologie. Volgens recente wetenschappelijke inzichten zijn de risico's van ioniserende straling voor kinderen namelijk groter dan eerder werd gedacht.

Ten eerste valt op hoe verschillend ziekenhuizen te werk gaan. Zo worden in kinderziekenhuizen speciale kinderprotocollen voor radiologische verrichtingen gebruikt, in algemene ziekenhuizen gebeurt dat niet altijd. Ook zijn er grote verschillen in het gebruik van tegen straling beschermende maatregelen.

Daarnaast is het aantal verrichtingen waarbij relatief hoge doses straling worden gebruikt de afgelopen jaren sterk gestegen. Voorbeelden zijn CT-scans en zogenoemde doorlichtonderzoeken, waarbij de patiënt *real time* wordt bekeken tijdens een ingreep. Vooral de toename met grofweg 80% van het aantal CT-scans ten opzichte van 2005 is opmerkelijk. Overigens doet deze stijging zich ook onder volwassenen voor.

Ten slotte worden in ongeveer de helft van de ziekenhuizen de gebruikte doses niet vergeleken met de zogeheten Diagnostische Referentieniveaus (DRN's) voor kinderen. Dit komt waarschijnlijk door het geringe aantal kinderen dat wordt onderzocht; voor deze toets is een minimaal aantal van twintig kinderen nodig. In de ziekenhuizen waar die vergelijking wel wordt gemaakt, worden deze waarden in gemiddeld een op de vijf gevallen overschreden. DRN's zijn bedoeld als indicatie voor een aanvaardbare dosis waarmee een goed radiologisch beeld kan worden verkregen bij radiologische handelingen. Bij zware patiënten en complexe procedures kunnen DRN's overschreden worden. Afdelingen radiologie zijn niet verplicht zich aan de waarden te houden.

De redenen van het toegenomen aantal verrichtingen bij kinderen zijn niet bekend. Het is van belang dit nader uit te zoeken. Ook het geringe aantal vergelijkingen met de DRN's en de regelmatige overschrijding ervan verdienen aandacht. Verder wordt aanbevolen om de kennis bij de kinderziekenhuizen breder uit te dragen naar de algemene ziekenhuizen, opdat alle ziekenhuizen bij kinderen gebruik maken van *state-of-the-art*-kinderradiologie.

Voor deze studie is literatuuronderzoek gedaan naar de *state of the art* in kinderradiologie. Daarnaast is een digitale enquête gehouden onder alle zeven kinderziekenhuizen in Nederland en bij 22 algemene ziekenhuizen.

Trefwoorden: radiologie, kinderen, stralingsbescherming

## Abstract

By order of the Health Inspectorate, the National Institute for Public Health and the Environment has investigated radiation protection in paediatric radiology. This research was motivated by recent scientific findings that indicate that the radiation hazards for children are higher than previously thought.

A striking observation from this research are the large differences in practices between hospitals. Paediatric hospitals use special child protocols for radiological examinations, whereas general hospitals not always have these. Apart from that, radiation protection measures differ between hospitals.

Furthermore, the number of high dose examinations has risen sharply over the past years. Examples are CT scans and fluoroscopic procedures, in which the patient is imaged in real time during an operation. Especially the rise in the number of CT scans by 80% with respect to 2005, is remarkable. This rise has also been observed for examinations of adults.

Finally, in approximately half of the hospitals the applied doses are not compared to the so-called Diagnostic Reference Levels (DRLs) for children. This is probably due to the small number of children that is being examined: for this comparison a minimum of 20 children is needed. In hospitals that do compare to the DRLs, these are exceeded in one in five cases. DRLs are meant to give an indication of an acceptable dose, with which an appropriate radiological image can be obtained. For heavy patients and complex procedures DRLs can be exceeded. Radiology departments are not obliged to adhere to the DRLs.

The reasons for the rise in paediatric examinations are unknown. It is important to clarify these. Apart from that, the small number of comparisons to the DRLs and their regular exceedance, deserve further attention. In addition, it is recommended to spread the knowledge of paediatric hospitals to the general hospitals in order to bring all hospitals up to date with the state of the art.

For this investigation a literature study was conducted for the state of the art in paediatric radiology. Apart from that, a digital survey was held among all 7 paediatric hospitals in the Netherlands and 22 general hospitals.

Keywords: radiology, children, radiation protection

## Inhoudsopgave

### **Inhoudsopgave – 5**

#### **Samenvatting – 6**

#### **1 Inleiding – 7**

1.1 Aanleiding – 7

1.2 Werkwijze – 7

1.3 Leeswijzer – 7

#### **2 Het literatuuronderzoek – 9**

#### **3 De enquête – 11**

#### **4 Resultaten – 13**

4.1 Algemene informatie – 13

4.2 Röntgenfoto's – 19

4.3 CT-scans – 20

4.4 Doorlichting en Interventie – 23

#### **5 Discussie – 25**

5.1 Aantallen verrichtingen – 25

5.2 Beschikbaarheid en toepassingen kinderprotocollen – 26

5.3 Speciale voorzieningen voor kinderen – 27

5.4 Onderlinge variatie tussen ziekenhuizen – 27

5.5 Anesthesie tijdens onderzoeken – 27

5.6 Overmaken van opnames – 27

5.7 Rechtvaardiging – 28

5.8 Aanpassing scanparameters – 28

5.9 Toetsing aan Diagnostische Referentieniveaus – 28

#### **6 Conclusies en aanbevelingen – 31**

6.1 Conclusies – 31

6.2 Aanbevelingen – 31

#### **Dankwoord – 33**

#### **Literatuur – 34**

#### **Bijlage 1 Enquête – 35**

#### **Bijlage 2 Afkortingenlijst – 41**

## Samenvatting

In opdracht van de Inspectie voor de Gezondheidszorg heeft het RIVM onderzoek gedaan naar stralingsbescherming in de kinderradiologie. Recente wetenschappelijke artikelen waaruit blijkt dat de risico's van ioniserende straling voor kinderen groter zijn dan eerder gedacht, vormen de aanleiding voor dit onderzoek. Daarnaast is deze studie een vervolg op een eerder onderzoek naar kinderradiologie door het RIVM dat in 2006 is gepubliceerd.

Voor deze studie is literatuuronderzoek gedaan naar de state of the art in kinderradiologie en is er een digitale enquête gehouden onder alle zeven kinderziekenhuizen in Nederland en bij een steekproef van 22 algemene ziekenhuizen. Alle kinderziekenhuizen en twintig algemene ziekenhuizen hebben de enquête ingevuld en geretourneerd. De respons is daarmee 93%.

Uit de antwoorden op de enquête en een vergelijking met de resultaten uit 2006 komt het volgende beeld naar voren. Het aantal onderzoeken met relatief hoge doses, CT-scans en doorlichtonderzoeken, is naar schatting sinds 2006 met respectievelijk 83% en 24% toegenomen. Deze stijging volgt voor CT de trend voor de hele bevolking. Voor doorlichting is de toename bij kinderen lager dan die voor de hele bevolking. Speciale voorzieningen voor kinderen worden ook breder toegepast dan in 2006. In kinderziekenhuizen worden voor verrichtingen speciale kinderprotocollen gebruikt, maar in algemene ziekenhuizen is dat niet altijd het geval. In algemene ziekenhuizen wordt soms afscherming toegepast (gonadenbescherming) die in kinderziekenhuizen niet meer wordt gebruikt. Sowieso is er een grote variatie in praktijkvoering tussen de ziekenhuizen. Geen van de deelnemende ziekenhuizen kan aangeven hoeveel opnames bij kinderen opnieuw worden gemaakt. Rechtvaardiging van CT-onderzoek vindt plaats door screening door een radioloog. Het gebruik van vastgestelde richtlijnen of beslisregels komt weinig voor. Het toetsen van doses aan de Diagnostische Referentieniveaus (DRN's) voor kinderen wordt in ongeveer de helft van de ziekenhuizen niet uitgevoerd, waarschijnlijk vanwege het geringe aantal kinderen dat wordt opgenomen. In de ziekenhuizen waar wel aan DRN's wordt getoetst, worden deze in gemiddeld een op de vijf gevallen overschreden. Hier kan een goede reden voor zijn - een DRN is immers geen dosislimiet - maar dit moet verder uitgezocht worden.

De uitkomsten van dit onderzoek leiden tot de volgende aanbevelingen. Omdat het aantal verrichtingen bij kinderen lijkt toe te nemen, lijkt het gerechtvaardigd om dit te gaan monitoren en om te onderzoeken wat de redenen voor de toename zijn. Ook het geringe aantal toetsingen aan de DRN's en de regelmatige overschrijding ervan verdienen aandacht, juist omdat kinderen extra gevoelig zijn voor straling. Ten slotte wordt aanbevolen om de kennis die aanwezig is bij de kinderziekenhuizen breder uit te dragen naar de algemene ziekenhuizen, opdat alle ziekenhuizen voor kinderen gebruik maken van *state-of-the-art*-kinderradiologie. Dit is des te belangrijker, omdat de meeste radiologische verrichtingen bij kinderen in algemene ziekenhuizen lijken plaats te vinden.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De belangrijkste aanleiding voor dit onderzoek vormt de recente publicatie van de resultaten van een grootschalige epidemiologische studie naar de risico's voor kinderen van blootstelling aan ioniserende straling (Mathews et al., 2013). Het was al bekend dat kinderen gevoeliger zijn voor ioniserende straling dan volwassenen, omdat zij over meer sneldelend weefsel beschikken. Ook is de kans op nadelige effecten groter, omdat hun levensverwachting langer is en deze effecten dus meer tijd hebben om op te treden. Uit deze nieuwe studie blijkt echter dat het risico op kanker met 24% toeneemt als er in de eerste negentien levensjaren één enkele CT-scan wordt gedaan. Dit effect is groter dan eerder werd gedacht. Tevens blijkt uit een recent nieuwsbericht uit het Verenigd Koninkrijk dat daar het aantal CT-scans dat bij kinderen wordt gemaakt in tien jaar tijd is verdubbeld naar 100.000 scans in 2012 (Mundasad, 2014). In Nederland is ook een stijgende trend in het aantal CT-scans waarneembaar (Bijwaard, Pruppers & de Waard-Schalkx, 2014; Pruppers, de Waard-Schalkx & Bijwaard, 2013), maar specifieke cijfers voor kinderen ontbreken vooralsnog.

Dit alles was reden voor de Inspectie voor de Gezondheidszorg (IGZ) om aan het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) te vragen na te gaan wat in Nederland de radiologische stralingsbelasting is voor kinderen en te inventariseren welke maatregelen genomen worden om die te minimaliseren. Dit rapport vormt de beantwoording van deze vraag.

## 1.2 Werkwijze

Het RIVM heeft de opdracht van de IGZ gesplitst in: (1) een literatuuronderzoek naar de state of the art in pediatrie radiologie en (2) een enquête onder alle kindziekenhuizen en een steekproef uit de overige ziekenhuizen om inzicht te krijgen in de praktijk van kinderradiologie in Nederland.

Voor het eerste deel is een zoekstring geformuleerd waarmee in de PubMed-database wetenschappelijke artikelen zijn getraceerd. De titels zijn op relevantie gescoord en voor de meest relevante artikelen zijn *abstracts* en eventueel *full texts* opgevraagd en bekeken.

Met behulp van de gevonden informatie en mede op basis van een eerder RIVM-rapport over kinderradiologie (Stoop & Bijwaard, 2006) is vervolgens een conceptenquête opgesteld die is voorgelegd aan de Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde en de Sectie Kinderradiologie van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie. De finale versie van de enquête is daarna gedigitaliseerd en uitgestuurd naar 29 ziekenhuizen. 27 ziekenhuizen hebben uiteindelijk de enquête ingevuld en geretourneerd. De resultaten van deze enquête zijn door het RIVM geanalyseerd en worden in dit rapport gepresenteerd. De tekst van de enquête is opgenomen in Bijlage 1.

## 1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt beschreven hoe het literatuuronderzoek is uitgevoerd en wat de belangrijkste uitkomsten daarvan zijn. Vervolgens gaat Hoofdstuk 3 in op de opzet en uitvoering van de enquête. In Hoofdstuk 4 volgen daarvan de uitkomsten, die in Hoofdstuk 5 worden bediscussieerd. Ten slotte volgen in Hoofdstuk 6 de conclusies en aanbevelingen.



## 2 Het literatuuronderzoek

Om recente ontwikkelingen op het gebied van stralingsbescherming voor kinderen mee te kunnen nemen in de enquête is een beperkt literatuuronderzoek uitgevoerd. Voor dit literatuuronderzoek is de onderstaande zoekstring opgesteld en uitgevoerd in de literatuurdatabase PubMed op 24 maart 2014:

*(paediatric[Title] OR pediatric[Title] OR child\*[Title]) AND (radiolog\*[Title] OR x-ray[Title/] OR CT[Title/] OR computed tomography[Title/] OR PET[Title/] OR nuclear medicine[Title/] OR radiodiagnostic[Title])*

Deze zoekstring is gecombineerd met de artikeltypering *Review*, de periode *24/3/2009-1/1/2013*, de publicatietaal *English* en het onderzoeksonderwerp *Humans*. Dit gaf 112 hits.

Daarnaast is dezelfde zoekstring gebruikt zonder de artikeltypering *Review*, met de publicatietaal *English* en het onderzoeksonderwerp *Humans*, voor de periode vanaf *1/1/2013*. Dit gaf 192 hits.

Met de bovenstaande zoekstrategie is naar verwachting de meest relevante wetenschappelijke literatuur van de laatste vijf jaar boven tafel gekomen. Van de resulterende 304 artikelen zijn in eerste instantie de titels gescand om na te gaan of deze werkelijk van toepassing zijn op het onderwerp, en indien nodig zijn de *abstracts* bekeken. In 44 gevallen zijn de *full texts* opgevraagd en doorgenomen.

De belangrijkste bevindingen uit de literatuur zijn de volgende: in de landen om ons heen neemt het aantal radiologische onderzoeken bij kinderen toe. Mede als reactie daarop gaan veel van de gevonden artikelen in op mogelijkheden om de stralingsdoses bij deze onderzoeken te beperken. Opties die daarbij aan bod komen zijn:

- verlaging van de buisstroom en/of de buisspanning;
- modulatie van de buisstroom op basis van de doorsnede van de patiënt;
- extra aandacht voor het centreren van de patiënt bij een scan;
- extra aandacht om kinderen en ouders goed te instrueren zodat foto's en scans in één keer tot een goed resultaat leiden;
- het gebruik van iteratieve reconstructietechnieken om met minder straling toch een goed beeld te vormen;
- aandacht voor goede verwijs- en beslisregels zodat foto's en scans alleen gemaakt worden indien noodzakelijk;
- de inzet van alternatieve modaliteiten (zoals echografie en MRI) om ioniserende straling te vermijden;
- mogelijkheden voor diagnostiek zonder expliciete beeldvorming;
- het al dan niet gebruiken van stroostralenroosters;
- het vermijden van meerfasenscans;
- de juiste toepassing van sedatie en anesthesie (om kinderen stil te laten liggen en bewegingsartefacten te vermijden);
- alternatieve methoden om kinderen rustig te krijgen (speelgoed, audiovisuele hulpmiddelen, etc.);
- het gebruik van technieken als gepulste doorlichting;
- last image hold bij doorlichting;
- dynamische collimatie bij CT-scans.

Naar aanleiding van de gevonden mogelijkheden zijn diverse vragen in de enquête geformuleerd om na te gaan in hoeverre in Nederland van deze mogelijkheden gebruik wordt gemaakt om de doses voor kinderen te minimaliseren.



### 3 De enquête

In 2005 heeft het RIVM ook een studie naar kinderradiologie uitgevoerd (Stoop & Bijwaard, 2006). Daarvoor is toentertijd een vragenlijst opgesteld die is gebruikt bij mondelinge interviews in twintig ziekenhuizen. Uit het oogpunt van efficiëntie is er bij het voorliggende onderzoek voor gekozen om een digitale vragenlijst (enquête) uit te sturen. Als basis voor deze vragenlijst dienen de vragen die in 2005 ook gesteld zijn, maar deze zijn aangevuld met de bevindingen uit het literatuuronderzoek.

De volledige enquête is weergegeven in Bijlage 1. Zoals aangegeven is de inhoud opgesteld in samenspraak met de IGZ, de Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde (NVK) en de sectie kinderradiologie van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie (NVvR). De opbouw is als volgt: de enquête begint met een korte inleiding en het doel van de vragenlijst. Daarin wordt ook uitgelegd dat de enquête in opdracht van de IGZ wordt uitgevoerd door het RIVM. Dan volgt een eerste blok vragen ter identificatie van de invuller en het ziekenhuis. Vervolgens worden in een tweede vragenblok enkele algemene vragen gesteld om een indruk te krijgen van de omvang van de kinderradiologie in het betreffende ziekenhuis. Daarnaast worden vragen gesteld over protocollen voor kinderen, beschermingsmiddelen en -maatregelen, alternatieven voor beeldvorming zonder ioniserende straling en of opnames geregeld opnieuw moeten worden gemaakt. In het derde blok volgen specifieke vragen over de röntgenfoto's die gemaakt worden bij kinderen. Hierin wordt onder andere gevraagd of aan de Diagnostische Referentieniveaus (DRN's) getoetst wordt en welke maatregelen worden genomen om de dosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden. Het vierde blok stelt vervolgens soortgelijke vragen over CT-scans bij kinderen, maar gaat ook in op mogelijke alternatieven en wanneer scanparameters worden aangepast. Het vijfde en laatste blok behandelt ten slotte interventieradiologie bij kinderen en gaat onder andere in op dosisreducerende maatregelen en toetsing aan het DRN bij interventie- en doorlichtingsprocedures.

De enquête is op 22 juli 2014 verstuurd naar de afdelingen radiologie en de directies van 29 ziekenhuizen (7 kinderziekenhuizen en 22 algemene ziekenhuizen). Daarbij is aangegeven dat de opgestuurde gegevens vertrouwelijk worden behandeld. Daarom wordt in Tabel 1 alleen een lijst van de deelnemende ziekenhuizen gegeven en zijn de resultaten van het onderzoek in de rest van dit rapport geanonimiseerd.

De algemene ziekenhuizen zijn random gekozen uit het cohort Nederlandse ziekenhuizen. Hierbij is een weging toegepast met het aantal opnames op jaarbasis. Op deze wijze is ervoor gezorgd dat de selectie ook enkele grotere ziekenhuizen omvat. Uiteindelijk hebben 27 ziekenhuizen de enquête ingevuld en geretourneerd (waaronder alle kinderziekenhuizen). Daarmee is de respons 93%.

**Tabel 1: Ziekenhuizen die de enquête hebben geretourneerd**

<b>Naam ziekenhuis</b>	<b>Plaats</b>
Academisch Medisch Centrum (AMC)	Amsterdam
Academisch Ziekenhuis Maastricht	Maastricht
Albert Schweitzer Ziekenhuis	Dordrecht/Zwijndrecht
Amphia Ziekenhuis	Breda/Oosterhout
Antonius Ziekenhuis	Sneek
Beatrix Ziekenhuis	Gorinchem
Bethesda Ziekenhuis	Hoogeveen
Canisius-Wilhelmina Ziekenhuis	Nijmegen
Diaconessenhuis	Leiden
Erasmus MC - Daniel den Hoed	Rotterdam
Franciscus Ziekenhuis	Roosendaal
Haga Ziekenhuis	Den Haag
Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC)	Leiden
Orbis Medisch Centrum	Sittard
Refaja Ziekenhuis	Stadskanaal
Rijnstate Ziekenhuis	Arnhem/Velp/Zevenaar
Saxenburgh Groep	Coevorden/Hardenberg
Scheper Ziekenhuis	Emmen
Slingeland Ziekenhuis	Doetinchem
Slotervaartziekenhuis	Amsterdam
St. Elisabeth Ziekenhuis	Tilburg
Universitair Medisch Centrum Groningen (UMCG)	Groningen
Universitair Medisch Centrum St Radboud	Nijmegen
Universitair Medisch Centrum Utrecht	Utrecht
VU Medisch Centrum	Amsterdam
Westfriesgasthuis	Hoorn
Ziekenhuis Lievensberg	Bergen op Zoom

De 27 ziekenhuizen die de enquête hebben geretourneerd vertegenwoordigen bijna 40% van alle ziekenhuisopnames in Nederland (inclusief volwassenen). Omdat alle kindziekenhuizen hebben meegedaan, is de verwachting dat de respons meer dan 40% van de kinderopnames vertegenwoordigt.

## 4 Resultaten

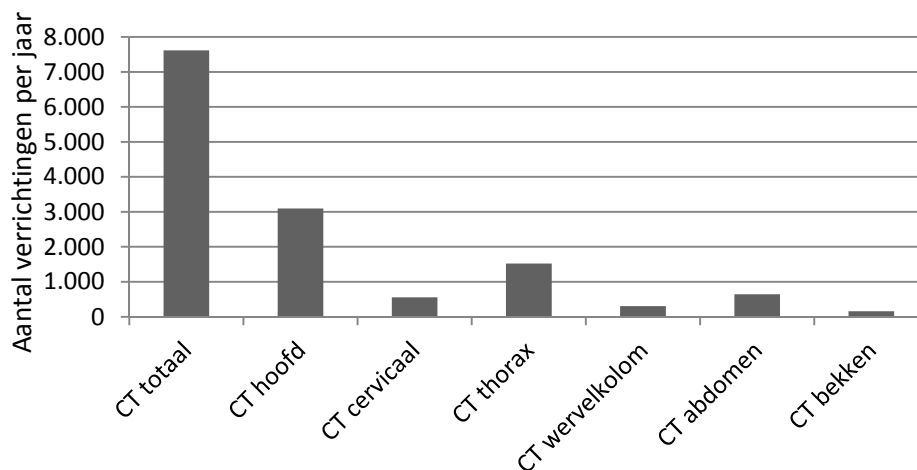
Zoals aangegeven hebben 27 van de 29 aangeschreven ziekenhuizen de enquête geretourneerd. Hierna zijn de resultaten verzameld en geanalyseerd in een Microsoft Excelbestand. De resultaten daarvan zijn in dit hoofdstuk samengevat. Daarbij wordt aan elk blok vragen een paragraaf besteed met uitzondering van het eerste blok dat alleen informatie over de respondent bevat.

### 4.1 Algemene informatie

De eerste vraag inventariseerde het aantal radiologen met het aandachtsgebied kinderradiologie in fte per radiologieafdeling. Van de kinderziekenhuizen heeft één kinderziekenhuis hier geen antwoord op gegeven, de zes overige kinderziekenhuizen hebben gemiddeld 2,4 fte met een spreiding van 1,1 tot 3,5 fte. De overige ziekenhuizen hebben een gemiddelde van 1,4 (0,0-4,5) fte. Eenzelfde vraag is gesteld voor het aantal laboranten met het aandachtsgebied kinderradiologie in fte per radiologieafdeling. De zes kinderziekenhuizen die hier antwoord op hebben gegeven hebben gemiddeld 9 (0-24) fte. De overige ziekenhuizen hebben een gemiddelde van 3,3 (0-35) fte.

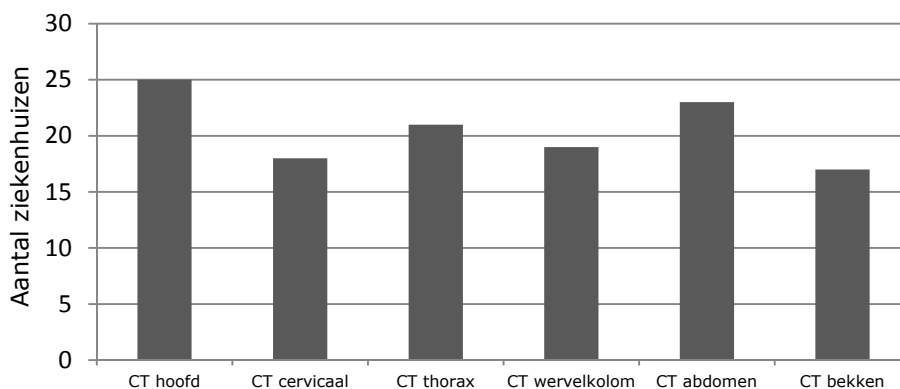
Voor de afbakening van het onderzoek is het belangrijk om te weten tot welke leeftijd patiënten als kind worden aangemerkt; bij vraag 2.3 konden de ziekenhuizen dit aangeven. Dertien ziekenhuizen rekenen patiënten tot kinderen als deze jonger zijn dan achttien jaar, drie ziekenhuizen jonger dan zeventien, vier ziekenhuizen jonger dan zestien, twee ziekenhuizen jonger dan dertien, in één ziekenhuis krijgen kinderen tussen de vijftien en achttien de keus of ze als kind willen worden aangemerkt en tot slot zijn er drie ziekenhuizen geweest die niets hebben ingevuld.

Om een idee te krijgen van het aantal onderzoeken dat in Nederland wordt uitgevoerd bij kinderen is er onder de deelnemende ziekenhuizen geïnventariseerd hoeveel zij er in één jaar hebben uitgevoerd. Dit is onderzocht voor een selectie van de meest voorkomende onderzoeken. Figuur 1 geeft een overzicht van uitgevoerde CT-onderzoeken bij kinderen. Er worden ongeveer 7.600 CT-onderzoeken per jaar uitgevoerd in de deelnemende ziekenhuizen (waarvan 4.421 in de zes kinderziekenhuizen die gegevens hebben aangeleverd), exclusief de onderzoeken van vier ziekenhuizen die geen gegevens hebben doorgegeven. Hierbij moet worden opgemerkt dat het voldoende was om een orde van grootte van het aantal onderzoeken op te geven. Het betreft hier dus een schatting, geen exact aantal.



*Figuur 1: Aantal CT-onderzoeken bij kinderen per jaar. Let op: de kolom 'CT totaal' is niet de som van de andere kolommen, maar staat voor alle CT-onderzoeken in de praktijk.*

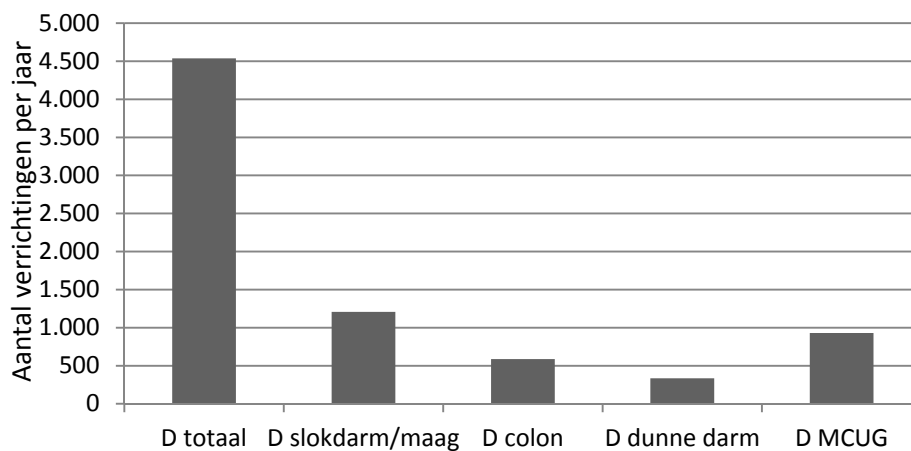
Figuur 2 geeft voor de uitgevraagde CT-onderzoeken weer hoeveel ziekenhuizen rapporteren dat zij een speciaal protocol voor kinderen hanteren. Hierbij moet worden opgemerkt dat alle kinderziekenhuizen voor alle genoemde CT-scans een kinderprotocol hanteren, met uitzondering van één kinderziekenhuis dat geen kinderprotocol voor CT bekken hanteert.



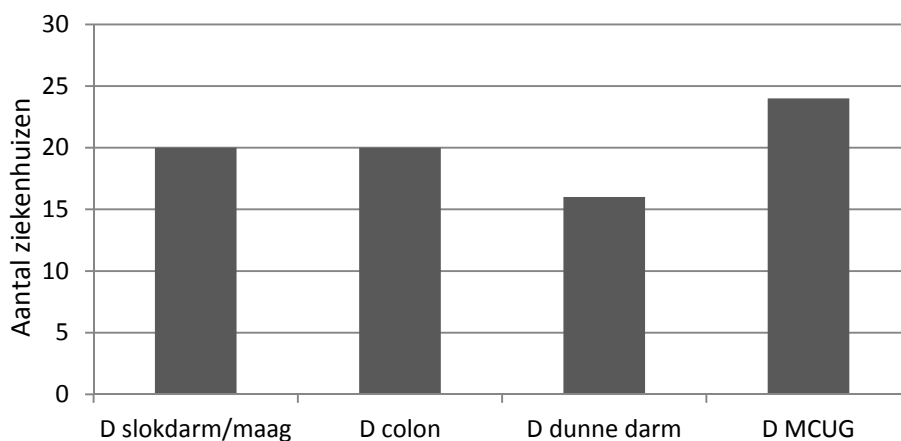
*Figuur 2: Ziekenhuizen met een kinderprotocol voor CT-scans (uit 27 respondenten).*

Dezelfde vragen werden ook gesteld voor een aantal onderzoeken met doorlichting (interventieradiologie) en voor een aantal verschillende typen röntgenfoto's. De resultaten hiervan staan in Figuur 3 tot en met 6. In totaal werden 4.538 doorlichtingsonderzoeken gerapporteerd, waarvan 3.140 in de zes kinderziekenhuizen die gegevens hebben aangeleverd. Zes van de zeven kinderziekenhuizen gebruiken kinderprotocollen voor doorlichting van slokdarm/maag, dunne darm en colon. Voor Mictie-cysto-urethrogrammen (MCUG) gebruiken alle kinderziekenhuizen een kinderprotocol.



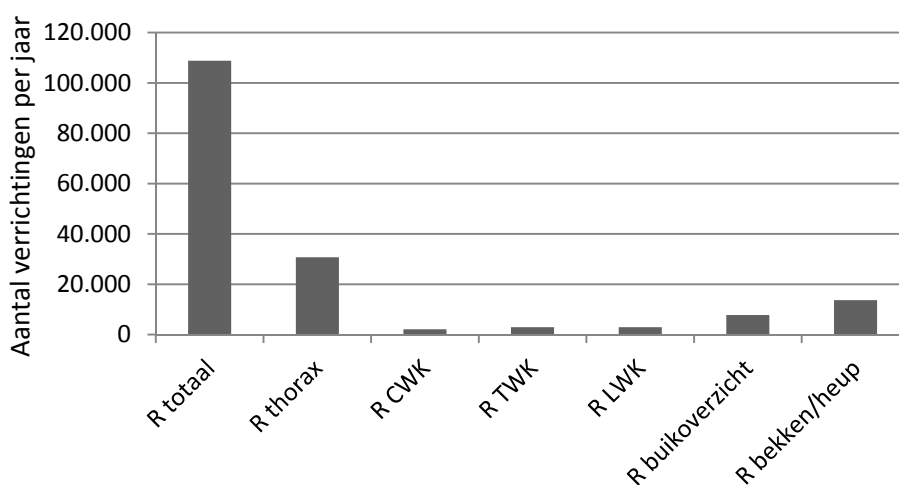


Figuur 3: Aantal Doorlichtingsonderzoeken (D) bij kinderen per jaar. Let op: de kolom 'D totaal' is niet de som van de andere kolommen, maar staat voor alle doorlichtings-onderzoeken in de praktijk.

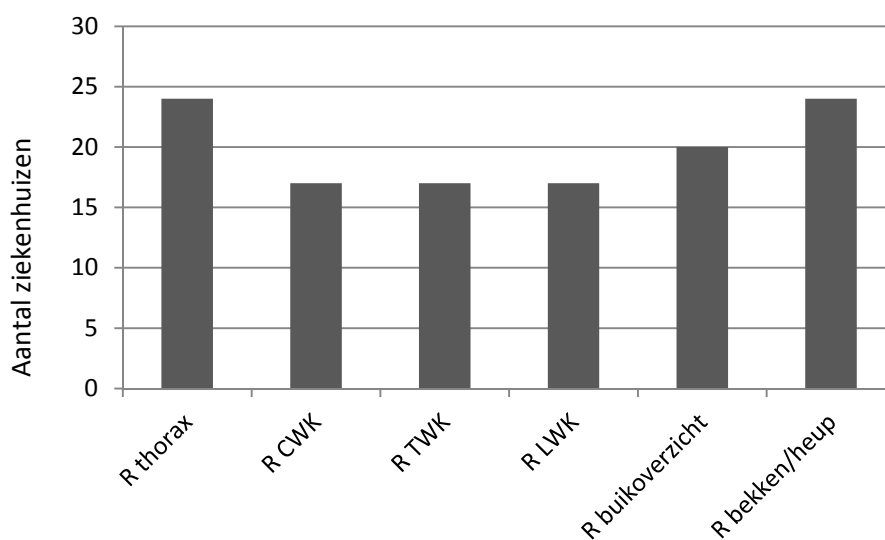


Figuur 4: Ziekenhuizen met een kinderprotocol voor Doorlichtingen (D) (uit 27 respondenten).

In totaal werden 108.809 röntgenfoto's gerapporteerd, waarvan 52.641 in de zes kindziekenhuizen die gegevens hebben aangeleverd. Alle kindziekenhuizen gebruiken kinderprotocollen voor alle genoemde typen röntgenfoto's.



Figuur 5: Aantallen Röntgenfoto's (R) bij kinderen per jaar. Let op: de kolom 'R totaal' is niet de som van de andere kolommen, maar staat voor alle röntgenfoto's in de praktijk.



Figuur 6: Ziekenhuizen met een kinderprotocol voor Röntgenfoto's (R) (uit 27 respondenten).

Ten slotte werd nog gevraagd naar het aantal PET-CT-scans dat jaarlijks bij kinderen wordt uitgevoerd. In totaal gaat het dan om 383 scans waarvan er 315 door de zes kinderziekenhuizen die deze gegevens hebben aangeleverd worden gemaakt.

Vraag 2.5 tot en met 2.7 betreffen de herziening van kinderprotocollen. Negen ziekenhuizen gaven aan dit minder vaak dan jaarlijks te doen, zeven vaker dan jaarlijks en tien gaven er een ander antwoord. Van de tien die een ander antwoord gaven, meldden zes dat de herziening eens in de twee jaar plaatsvindt en een eens in de drie jaar. De rest herzielt de protocollen als daar aanleiding toe is.

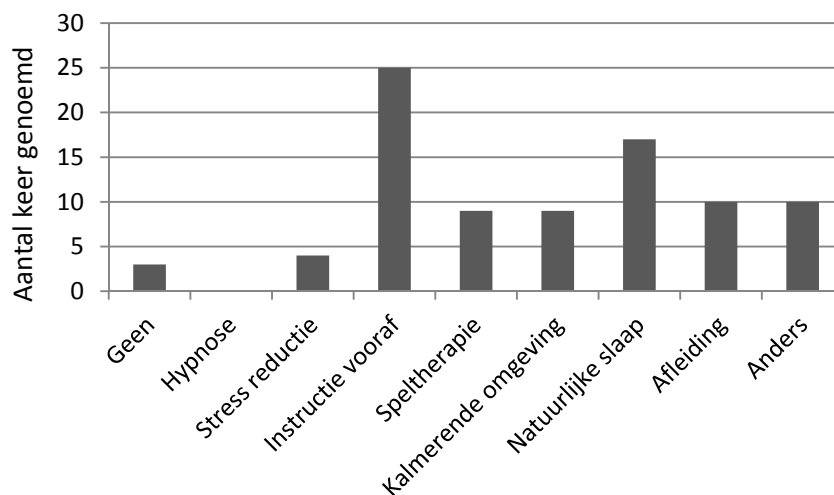
Bij de herziening is in 25 gevallen een radioloog of kinderradioloog betrokken, in 21 gevallen een radiodiagnostisch laborant en in 10 gevallen een klinisch fysicus. Acht keer worden anderen genoemd, namelijk het afdelingshoofd, de teamleider, de stralingsdeskundige, de applicatiespecialist, de kwaliteitsfunctionaris, een kerngroeplid, de protollencommissie en een zogenaamde aandachtsvelder.

Ten slotte werd gevraagd welke informatiebronnen er worden gebruikt voor de herziening. Hierbij meldden de respondenten 25 keer de wetenschappelijke literatuur, 21 keer eigen inzichten en 21 keer de ervaringen van andere ziekenhuizen. Ook werd er elf keer iets anders genoemd, namelijk overleg met de verwijzer, de applicatiespecialist (2x) of kinderarts (2x), vormen van nascholing (2x), congressen, eigen onderzoek (2x) en informatie van de fabrikant.

Vraag 2.8 en 2.9 gingen over materialen die gebruikt worden. Alle ziekenhuizen gaven aan gebruik te maken van immobilisatiemiddelen. Negen ziekenhuizen beschikken over een kindvriendelijke scanomgeving (waarvan zes kinderziekenhuizen). Veertien ziekenhuizen gebruiken audiovisuele hulpmiddelen (film en/of muziek). Zes ziekenhuizen meldden nog andere zaken: speelgoed (2x), voorlichtingsmateriaal (3x) en een handswitch CT (voor een opname als het kind stil ligt).

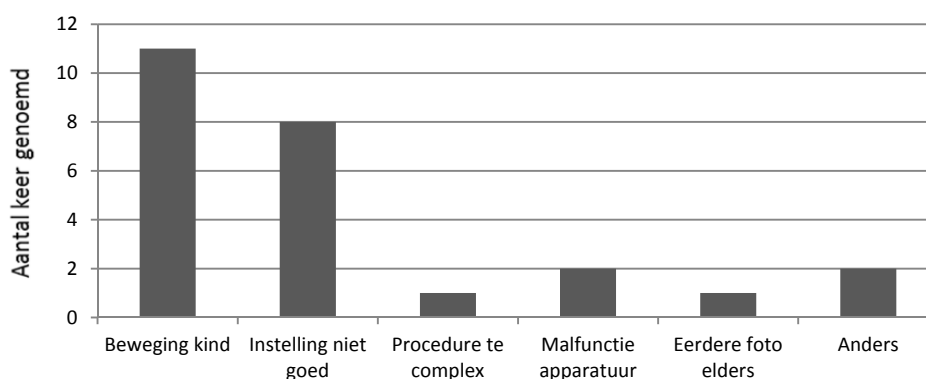
Bij de vraag naar de gebruikte afscherming werd gonadenbescherming negen keer genoemd, maar niet in de kinderziekenhuizen. Geen van de ziekenhuizen maakt gebruik van schildklier- of oogbescherming. Elf ziekenhuizen gaven expliciet aan geen afscherming te gebruiken; twee meldden daarbij dat dit volgens wetenschappelijk onderzoek ook geen voordeel biedt. Eén ziekenhuis gaf nog aan loodschorten te gebruiken, maar het is onduidelijk of dit alleen voor het personeel is of ook voor de patiënt.

Vraag 2.10 tot en met 2.12 betroffen methoden om kinderen niet te laten bewegen tijdens opnames. De eerste twee daarvan gingen over vormen van verdoving. 26 ziekenhuizen hebben deze vragen beantwoord. Twintig ziekenhuizen gebruiken geen sedatie zonder de aanwezigheid van een anesthesioloog. Vijf ziekenhuizen doen dat incidenteel wel en een doet dat regelmatig. Tien ziekenhuizen maken regelmatig gebruik van sedatie of narcose door een anesthesioloog en tien ziekenhuizen doen dat incidenteel. Van de zes ziekenhuizen die geen anesthesioloog inzetten, gebruiken er vier in het geheel geen sedatie of narcose; een daarvan is een kinderziekenhuis. Vraag 2.12 ging over andere middelen om kinderen stil te laten liggen. De resultaten daarvan staan samengevat in Figuur 7. In de categorie 'anders' werd drie keer voeding vlak voor de opname genoemd (bij zuigelingen), twee keer een vacuümkussen/-matras, drie keer de aanwezigheid/hulp van ouders/verzorgers, één keer werd aangegeven dat er meer tijd wordt ingepland en één keer werd gemeld dat de gebruikte CT-scanner zo snel is dat bewegingsartefacten niet meer voorkomen.



Figuur 7: Methoden om kinderen niet te laten bewegen tijdens opnames.

Vraag 2.13 en 2.14 gingen over mislukte opnames. 26 ziekenhuizen rapporteerden dat niet wordt bijgehouden hoeveel opnames er worden overgemaakt. Eén ziekenhuis houdt dat wel bij, maar rapporteerde geen percentage. De redenen waarom opnames worden overgemaakt staan samengevat in Figuur 8. In de categorie 'anders' werd melding gemaakt van opnames zonder diagnostische waarde en van aanvullende verzoeken van de radioloog.

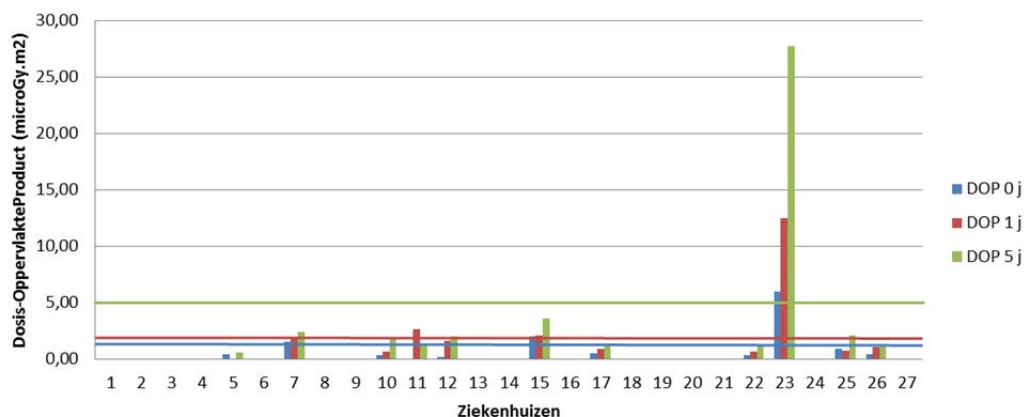


Figuur 8: Redenen waarom opnames worden overgemaakt.

De laatste twee vragen van het blok gingen over de kritische beoordeling van aanvragen voor radiologisch onderzoek. Bij vraag 2.15 gaven drie respondenten aan dat alle onderzoeken op relevantie door een radioloog worden gescreend. Vijftien respondenten meldden dat dit alleen voor de CT-scans geldt. Bij vijf wordt dit ook voor doorlichtingsonderzoeken gedaan. Drie respondenten meldden dat dit in het geheel niet of niet structureel gebeurt. In één ziekenhuis vindt vooraf overleg met de kinderarts plaats. Vrijwel alle ziekenhuizen (26) geven aan dat bij de aanvraag niet-ioniserende alternatieven worden aangeboden. Eén ziekenhuis meldt dat dat soms gebeurt.

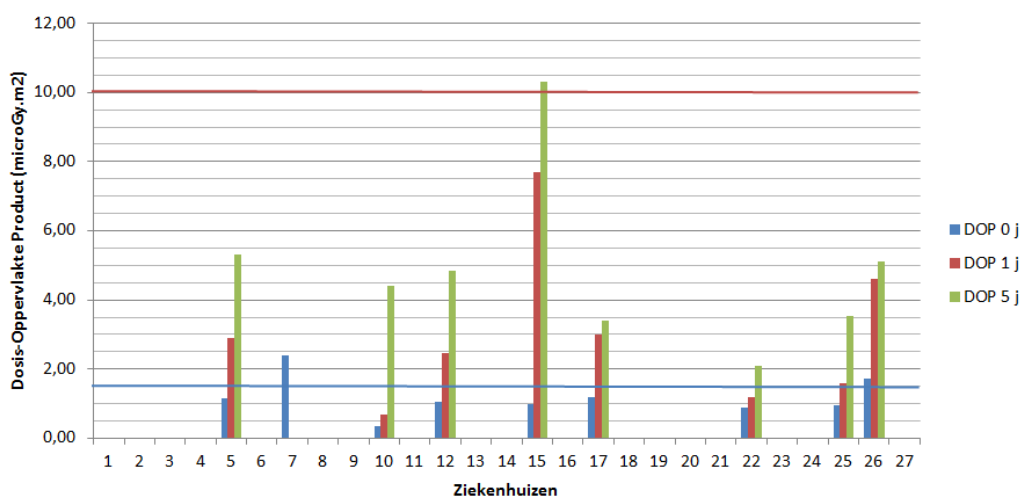
## 4.2 Röntgenfoto's

De eerste twee vragen van blok 3 betroffen de toetsing van de dosis ten gevolge van röntgenfoto's aan het Diagnostische Referentieniveau (DRN). Voor de thoraxfoto's wordt in vijftien gevallen wel en in elf gevallen niet aan het DRN getoetst. Eén ziekenhuis heeft deze vraag niet beantwoord. De gerapporteerde dosisgegevens staan in Figuur 9.



Figuur 9: Gerapporteerde DOP-waarden voor X-thorax bij kinderen van 0, 1 en 5 jaar oud en de bijbehorende DRN's als horizontale lijnen in de corresponderende kleur (1,5/2,0/5,0  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ).

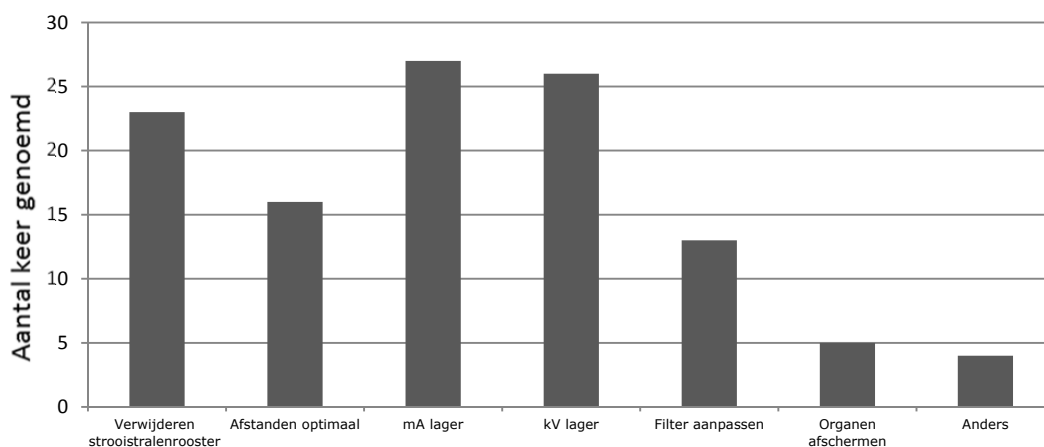
Voor de buikfoto's (X-abdomen) wordt in dertien ziekenhuizen wel getoetst aan het DRN en in dertien niet. Eén ziekenhuis heeft geen antwoord gegeven op deze vraag. Een overzicht van de gerapporteerde dosisgegevens staat in Figuur 10.



Figuur 10: Gerapporteerde DOP-waarden voor X-abdomen bij kinderen van 0, 1, en 5 jaar oud en de bijbehorende DRN's als horizontale lijnen in de corresponderende kleur (1,5/10,0/25,0  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$ ).

Vraag 3.3 inventariseerde welke aanpassingen er worden gedaan aan de opnamenprotocollen om de dosis voor kinderen zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden. De resultaten van deze vraag zijn weergegeven in Figuur 11. In de categorie 'anders' zijn antwoorden gegeven als: aanpassen van veldgrootte, gebruik stroostralenrooster afhankelijk van het kind, wijzigingen in

protocol op indicatie (bijvoorbeeld controle heupdysplasie met extra lage dosis) en fosforplaatopname in plaats van bucky-opname.



Figuur 11: Aanpassingen in opnameprotocollen om dosis te verlagen voor kinderen.

### 4.3

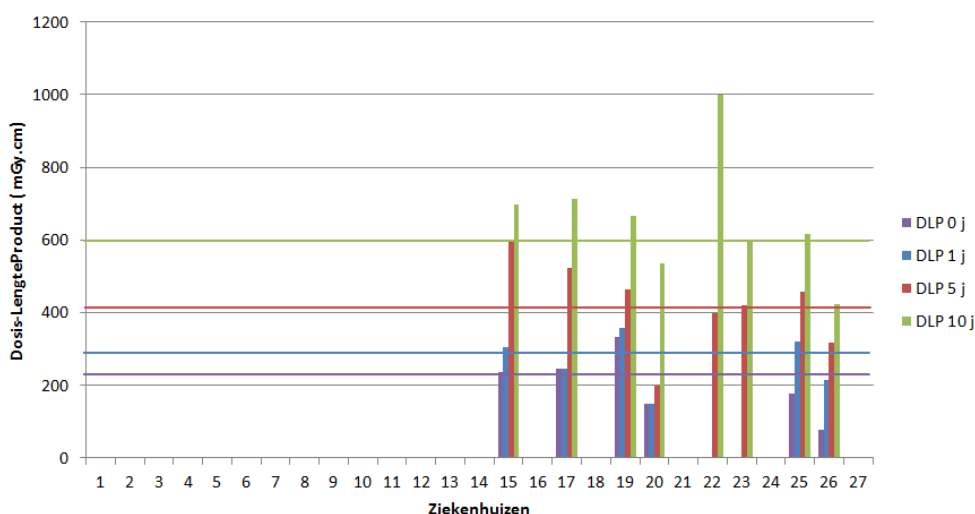
#### CT-scans

De eerste vraag van dit blok ging na of de ziekenhuizen vastgestelde richtlijnen of beslisregels hebben die bepalen of er bij een indicatie een CT-scan wordt gemaakt en of deze mogelijke alternatieven bieden zonder ioniserende straling. Acht ziekenhuizen geven aan dat ze richtlijnen hebben en dat deze ook alternatieven bieden. Eén ziekenhuis geeft aan richtlijnen te hebben, maar geen alternatieven hierin aan te bieden. Zes ziekenhuizen geven aan geen richtlijnen te hebben en één ziekenhuis heeft geen antwoord gegeven.

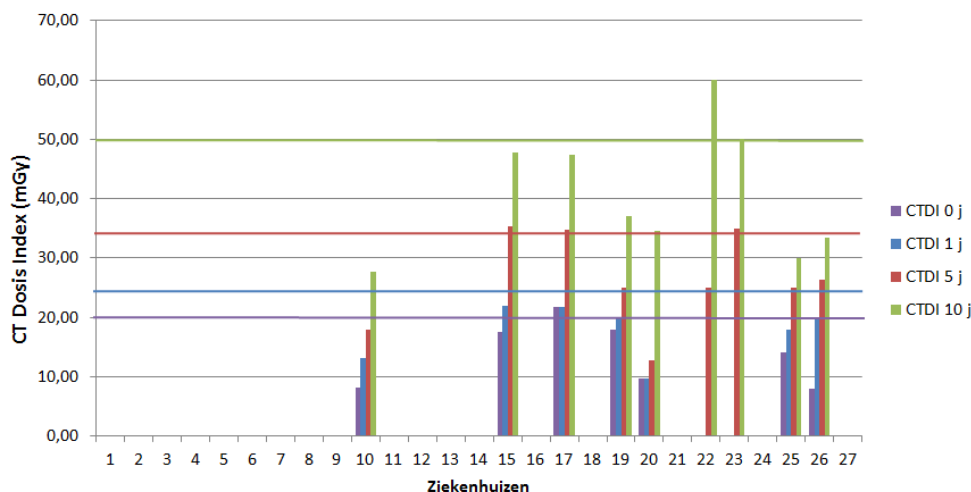
De overige elf ziekenhuizen hebben 'anders' aangegeven. In dat geval wordt over het algemeen vermeld dat er overleg plaatsvindt met de radioloog en er daarna wordt besloten of er een CT-scan wordt uitgevoerd. Vraag 4.2 was eenzelfde vraag, maar dan specifiek of er richtlijnen worden toegepast op de spoedeisende hulp. Hierop hebben zestien ziekenhuizen aangegeven richtlijnen te hebben op de spoedeisende hulp. Verder hebben zes ziekenhuizen geen richtlijnen, twee ziekenhuizen gaven aan dit niet te weten en drie ziekenhuizen gaven 'anders' aan, wat ook hier weer neerkomt op overleg met de radioloog.

Vraag 4.3 ging na of protocollen worden aangepast als er sprake is van een follow-up-CT. Twee ziekenhuizen gaven aan dat dit bijna nooit voorkomt. Tien ziekenhuizen gaven aan dat de protocollen niet worden aangepast bij een follow-up-CT. De overige Vijftien ziekenhuizen gaven aan dit wel aan te passen, namelijk door te kiezen voor een lagere dosis, het aantal scanfases te verminderen, het scangebied aan te passen, voor bepaalde CT-scans geen contrast te gebruiken en te kiezen voor MRI of echo. Enkele voorbeelden van follow-up-CT-scans waarbij aanpassingen worden gedaan, zijn: indicatie hydrocephalus, oncologische follow-up, CT schedel en CT thorax.

Vraag 4.4 betrof de toetsing van de dosis ten gevolge van CT-hoofdschans aan het DRN bij kinderen. In twaalf ziekenhuizen wordt er wel getoetst aan het DRN en in vijftien ziekenhuizen niet. De gerapporteerde dosisgegevens staan in Figuur 12 en 13.

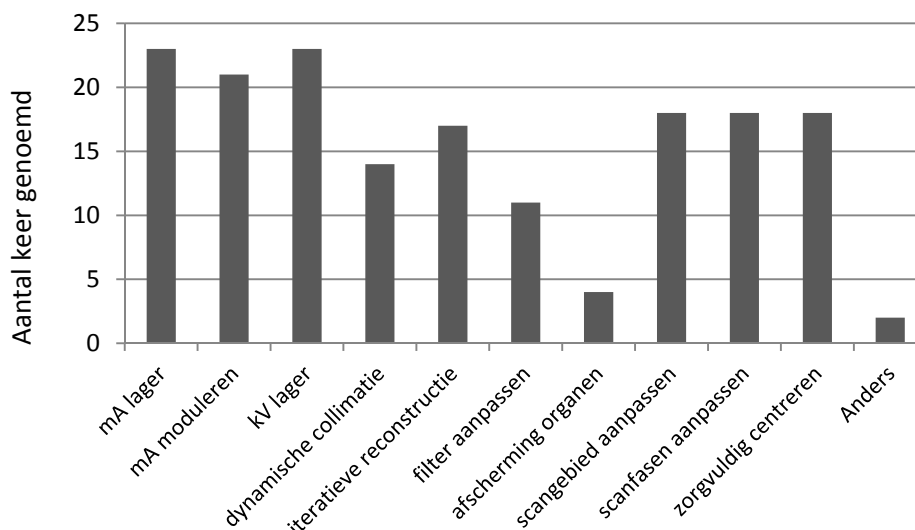


Figuur 12: Gerapporteerde DLP-waarden voor CT-hoofd bij kinderen van 0, 1, 5 en 10 jaar oud en de bijbehorende DRN's als horizontale lijnen in de corresponderende kleur (240/300/420/600 mGy.cm).



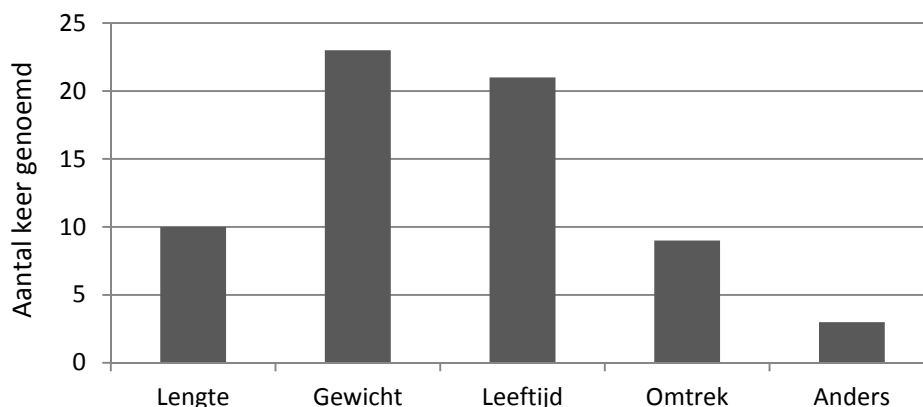
Figuur 13: Gerapporteerde CTDI-waarden voor CT-hoofd bij kinderen van 0, 1, 5 en 10 jaar oud en de bijbehorende DRN's als horizontale lijnen in de corresponderende kleur (20/25/35/50 mGy).

Vraag 4.5 tot en met 4.7 gingen over het aanpassen van de scanprotocollen voor kinderen. Alle 27 ziekenhuizen passen de scanparameters aan voor kinderen. Welke aanpassingen dit zijn, is samengevat in Figuur 14. In de categorie 'anders' zijn antwoorden gegeven als: automatic exposure control en kinder-CT-protocollen.



Figuur 14: Aanpassingen in scanprotocollen om dosis te verlagen voor kinderen.

Op basis waarvan de scanprotocollen worden aangepast is weergegeven in Figuur 15. In de categorie 'anders' zijn antwoorden gegeven als: automatic exposure control, aan de hand van de vraagstelling, op basis van gewicht in verband met contrastgebruik en op basis van de scout.



Figuur 15: Aanpassingen van scanprotocollen op basis van lengte, gewicht, leeftijd en omtrek.

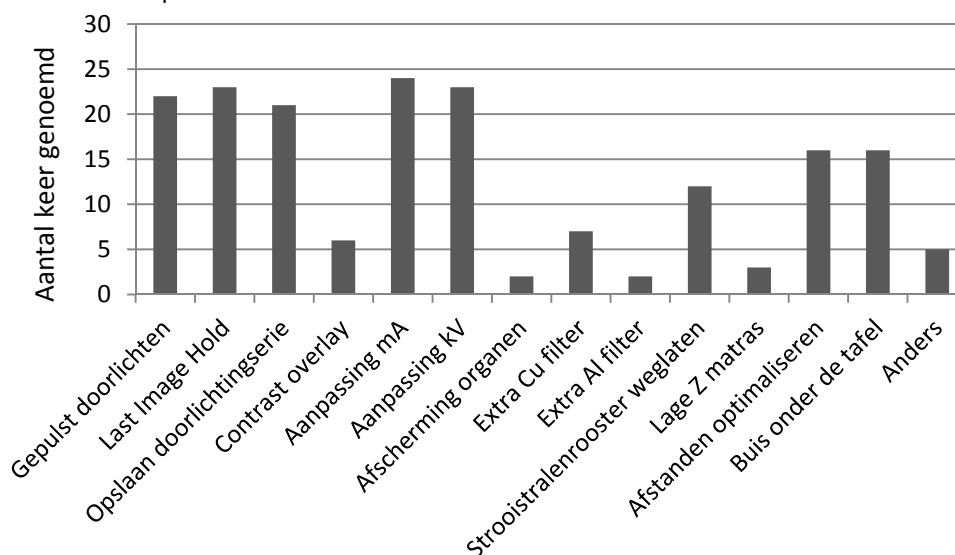
Vraag 4.8 en 4.9 gingen over CT-scans waarbij contrast wordt gebruikt. Als eerste is nagegaan of er gebruik wordt gemaakt van bolus tracking. Vijftien ziekenhuizen geven aan hier gebruik van te maken; dit is inclusief alle kindziekenhuizen. Ze geven hierbij wel aan dat dit afhangt van de indicatie en dat er gebruik wordt gemaakt van bolus tracking om een optimale aankleuring van de bloedvaten te bewerkstelligen. Twaalf ziekenhuizen gaven aan geen gebruik te maken van bolus tracking; als reden werd hier vaak de extra dosis die de bolus tracking geeft genoemd. Ten tweede is er nagegaan of de buisstroom wordt verlaagd bij CT-scans met contrast. Dertien ziekenhuizen gaven aan de buisstroom te verlagen en veertien gaven aan dit niet te doen. De ziekenhuizen die het wel verlagen, gaven aan dit te doen om de straling te verminderen; de ziekenhuizen die de buisstroom niet verlagen, gaven aan dit wel generiek te doen, maar niet specifiek bij onderzoeken met contrast.



#### 4.4 Doorlichting en Interventie

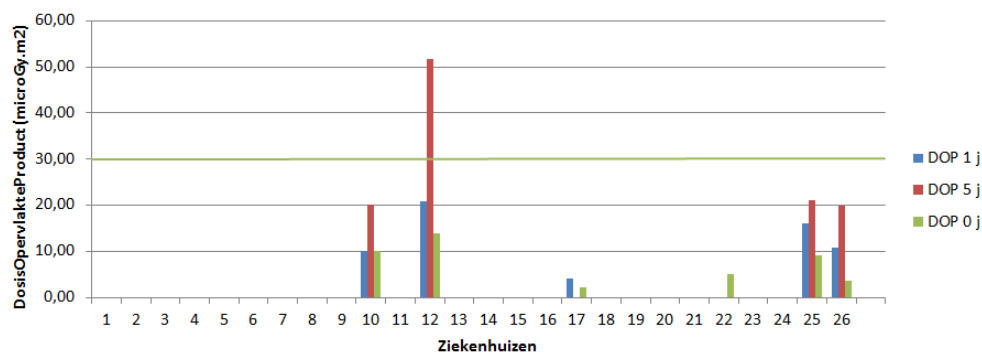
De eerste twee vragen van dit blok gingen na of protocollen voor doorlichting en interventie worden aangepast om de dosis voor kinderen te verlagen.

26 ziekenhuizen lieten weten andere parameters voor kinderen te gebruiken en één ziekenhuis gaf aan dit niet te doen. Welke aanpassingen de ziekenhuizen toepassen om de dosis te verlagen is weergegeven in Figuur 16. Van de zeven ziekenhuizen die hebben aangegeven een extra koperfilter te gebruiken hebben er vijf de dikte in millimeter doorgegeven, namelijk: 0,1, 0,3, 0,3, 0,6 en 1 mm. Van de twee ziekenhuizen die aangeven een extra aluminium filter te gebruiken heeft één ziekenhuis de dikte van het filter doorgegeven, namelijk 1 mm aluminium. In de categorie 'anders' zijn antwoorden gegeven als: belichtingsautomaat aanpassen, diafragmering, automatische aanpassing van filters aan de hand van instellingen en automatische gelijktijdige aanpassing van verschillende parameters.



Figuur 16: Aanpassingen van doorlichtings- en interventieprotocollen om dosis te verlagen voor kinderen.

De laatste vraag van dit blok inventariseerde de toetsing aan DRN's voor Mictie-Cysto-Urethrogrammen (MCUG) bij kinderen. In negen ziekenhuizen wordt er wel getoetst aan het DRN, zestien ziekenhuizen gaven aan dit niet te doen en twee ziekenhuizen hebben geen antwoord gegeven op deze vraag. Figuur 17 geeft een overzicht van de gerapporteerde dosisgegevens.

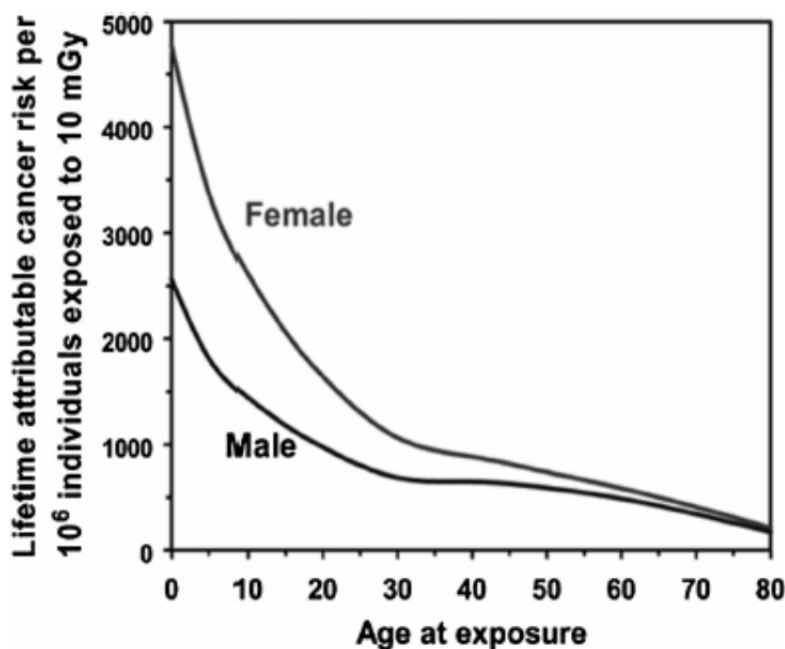


*Figuur 17: Gerapporteerde DOP-waarden voor MCUG bij kinderen van 0, 1 en 5 jaar oud en de bijbehorende DRN voor 0-jarigen als horizontale lijn in groen ( $30 \mu\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ ). De andere DRN's ( $70$  en  $80 \mu\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ ) vallen buiten het bereik van de grafiek.*

Aan het einde van de vragenlijst was er ruimte voor verdere opmerkingen. Hier hebben zeven ziekenhuizen aangegeven dat het aantal onderzoeken die worden uitgevoerd bij kinderen te laag is om aan het DRN te toetsen. Vaak willen ze wel toetsen aan DRN's, maar halen ze de twintig patiëntjes niet die als basis nodig zijn om aan de DRN's te toetsen.

## 5 Discussie

Indicaties in recente wetenschappelijke publicaties dat de risico's van ioniserende straling voor kinderen groter zijn dan eerder gedacht, waren een belangrijke aanleiding voor dit onderzoek. Volgens Weiser e.a. (2013) is het risico voor kinderen jonger dan vijf jaar vijf keer zo groot als dat voor volwassenen ouder dan vijftig jaar. In hun artikel staat ook de onderstaande grafiek die ook aangeeft dat er groot verschil in risico bestaat tussen jongens en meisjes. De laatsten hebben voornamelijk een hoger risico op borst- en schildklierkanker.



Figuur 18: Levenslang risico op kanker na blootstelling aan 10 mGy per miljoen blootgestelden voor mannen en vrouwen (overgenomen uit Weiser e.a., 2013)

Het is daarom belangrijk de (medische) blootstelling van met name kinderen aan ioniserende straling zo laag als redelijkerwijs mogelijk te houden. Dat betekent in veel gevallen dat speciale maatregelen en middelen nodig zijn voor diagnostiek bij kinderen. Dat komt ook tot uitdrukking in de nieuwe Europese richtlijn (2013/59/Euratom) in artikel 61, lid a: "*Member States shall ensure that appropriate medical radiological equipment, practical techniques and ancillary equipment is used in medical exposure of children*".

De zeer goede respons op de enquête en de gegeven antwoorden geven in het algemeen ook aan dat de ondervraagde ziekenhuizen zich hier terdege van bewust zijn en dat dit onderwerp bij hen leeft.

### 5.1 Aantallen verrichtingen

Dit onderzoek is deels een vervolg op het RIVM-rapport over kinderradiologie uit 2006 (Stoop & Bijwaard, 2006). Daarin werd een schatting gemaakt van het totale aantal CT-scans en doorlichtingen bij kinderen (in 2005), namelijk 5000 van elk in de algemene ziekenhuizen en 2000 CT-scans en 1100 doorlichtingen in de twee bezochte kindziekenhuizen. Als we aannemen dat in de overige vijf kindziekenhuizen evenveel verrichtingen plaatsvinden, kunnen we dit extrapoleren naar 7000 CT-scans en 3850 doorlichtingen in zeven

kinderziekenhuizen. Dit zou betekenen dat er in totaal 12.000 CT-scans en 8850 doorlichtingen bij kinderen plaatsvonden in 2005. Uit de enquêteresultaten van het voorliggende onderzoek blijkt dat er 4421 CT-scans in zes kinderziekenhuizen gerapporteerd worden en 3196 CT-scans in zeventien algemene ziekenhuizen. De zeventien algemene ziekenhuizen vertegenwoordigen vijftien ziekenhuisorganisaties. In totaal waren er in Nederland in 2014 85 ziekenhuisorganisaties, waarvan er dus 78 zonder kinderziekenhuis ([www.zorgatlas.nl](http://www.zorgatlas.nl)). Als de aantallen verrichtingen lineair geëxtrapoleerd worden naar zeven kinderziekenhuizen en 78 algemene ziekenhuizen (zonder rekening te houden met de onderlinge verschillen), zouden er jaarlijks bijna 22.000 CT-scans bij kinderen gemaakt worden in Nederlandse ziekenhuizen. Daarvan wordt 76% gemaakt in algemene ziekenhuizen. Dat is 10.000 meer dan in 2006 geschat werd (een stijging met 83%). Een soortgelijk sommetje kan gemaakt worden voor het aantal doorlichtingen: 3140 in zes kinderziekenhuizen en 1398 in vijftien algemene ziekenhuisorganisaties leiden dan tot bijna 11.000 doorlichtingen in totaal bij kinderen in Nederlandse ziekenhuizen (waarvan 66% in algemene ziekenhuizen). Dat is ruim 2000 meer dan in 2006 geschat werd (een stijging met 24%). Deze stijging kan worden vergeleken met de toename in het totale aantal CT-verrichtingen en doorlichtingen zoals die wordt gemonitord op [www.rivm.nl/ims](http://www.rivm.nl/ims). Het aantal CT-verrichtingen is in de periode 2005-2012 toegenomen met 61%. Als we deze ontwikkeling lineair doortrekken naar 2014, zou de toename 78% bedragen en lijkt de geschatte stijging in het aantal CT-scans bij kinderen hiermee in overeenstemming (zeker gezien de onzekerheden in die schatting). Het aantal doorlichtonderzoeken is in de periode 2005-2012 toegenomen met 54%. Als we deze ontwikkeling lineair doortrekken naar 2014, zou de toename 70% bedragen en is de toename van doorlichtonderzoeken bij kinderen (24%) dus relatief bescheiden. Uit de beschikbare gegevens is overigens niet af te leiden of het aantal onderzoeken per kind ook is toegenomen. Vanwege technologische ontwikkelingen in de laatste jaren hoeft een toename van het aantal verrichtingen ook niet te betekenen dat de blootstelling toeneemt. Met name het toenemende gebruik van zogenaamde flat panels en nieuwe (iteratieve) reconstructietechnieken leidt tot lagere doses per verrichting. Mede daarom is in de enquête ook expliciet naar de uitgedeelde doses gevraagd (in relatie tot de DRN's, zie paragraaf 5.9).

## 5.2 Beschikbaarheid en toepassingen kinderprotocollen

De belangrijkste bevinding in het rapport uit 2006 was dat de doses voor kinderen waarschijnlijk omlaag zouden kunnen door meer gebruik te maken van speciale voorzieningen voor kinderen en door kinderprotocollen te hanteren. In een deel van de algemene ziekenhuizen bleken geen kinderprotocollen aanwezig te zijn voor CT- en doorlichtingsonderzoeken (11% resp. 33%). In het voorliggende onderzoek is daarom voor een aantal veelvoorkomende CT- en doorlichtingsonderzoeken gevraagd naar de aanwezigheid van een kinderprotocol. Voor de diverse CT-scans bleken elf tot achttien van de twintig algemene ziekenhuizen een kinderprotocol te gebruiken. Dat betekent dat 10-45% dat niet doet. Daarbij moet worden opgemerkt dat de 10% geldt voor de meest voorkomende CT-scan, namelijk van het hoofd. Voor de doorlichtingsonderzoeken blijken tien tot zeventien van de twintig algemene ziekenhuizen een kinderprotocol te gebruiken. Dat betekent dat 15-50% dat niet doet. Daarbij moet worden opgemerkt dat dat 15% is voor het meest voorkomende doorlichtingsonderzoek, de MCUG.

De conclusie is dat het percentage algemene ziekenhuizen dat geen speciaal kinderprotocol hanteert voor CT- en doorlichtingsonderzoeken niet is afgenomen (en misschien zelfs is toegenomen) sinds 2006. Daarbij moet worden opgemerkt dat naar schatting ongeveer driekwart van deze onderzoeken juist in algemene ziekenhuizen plaatsvindt.

### **5.3 Speciale voorzieningen voor kinderen**

In 2006 beschikte de helft van de algemene ziekenhuizen over speciale voorzieningen voor kinderen (vacuümkussens, audiovisuele hulpmiddelen). Een minderheid beschikte over een low-dosevoorziening voor kinderen (11-22%) en de mogelijkheid om het stroostralenooster te verwijderen (17%) of de filtering aan te passen (33%). Uit de huidige enquête blijkt dat alle ziekenhuizen beschikken over immobilisatiemiddelen. Elf (algemene) ziekenhuizen (55%) beschikken over een kindvriendelijke scanomgeving, audiovisuele hulpmiddelen of speelgoed om gemakkelijker een procedure bij een kind te kunnen uitvoeren. Er is niet specifiek naar een low-dosevoorziening gevraagd, maar alle 27 ziekenhuizen passen de belichtingsparameters aan voor kinderen. Voor CT-scans passen zeven algemene ziekenhuizen het filter aan (35%), voor doorlichting vier (20%). Bij doorlichting halen zes algemene ziekenhuizen (30%) het stroostralenooster weg.

In conclusie kan gesteld worden dat de voorzieningen voor kinderen breder worden toegepast dan in 2006.

### **5.4 Onderlinge variatie tussen ziekenhuizen**

Opvallend binnen dit onderzoek is de grote variatie tussen ziekenhuizen op alle fronten. Zo lopen de manieren waarop protocollen worden aangepast om de dosis te verlagen uiteen, maar ook de methodes die ziekenhuizen gebruiken om kinderen niet te laten bewegen tijdens de onderzoeken. Tussen de kinderziekenhuizen en de algemene ziekenhuizen zijn er ook duidelijke verschillen. Zo gebruiken kinderziekenhuizen helemaal geen gonadenbescherming, terwijl negen algemene ziekenhuizen hier wel gebruik van maken. Ook hebben de zeven kinderziekenhuizen speciale kinderprotocollen voor vrijwel alle onderzoeken, terwijl dit bij een deel van de algemene ziekenhuizen ontbreekt. In Nosek e.a. (2013) wordt dan ook geadviseerd dat kinderziekenhuizen feedback en opleiding geven aan andere ziekenhuizen die onderzoeken uitvoeren bij kinderen. Dit zou kunnen helpen om de verschillen in praktijkvoering tussen de ziekenhuizen te verkleinen.

### **5.5 Anesthesie tijdens onderzoeken**

Hoe er met sedatie om wordt gegaan binnen de ziekenhuizen verschilt. Vijf ziekenhuizen gebruiken incidenteel sedatie zonder anesthesioloog en een doet dat regelmatig; het gaat hierbij om een kinderziekenhuis. Hierbij is het wel van belang dat er getraind personeel aanwezig is (Arlachov & Ganatra, 2012). Dit personeel moet bevoegd en bekwaam zijn om eerste hulp bij kinderen uit te voeren, te reanimeren en weten om te gaan met beademing van kinderen. De enquête heeft niet geïnventariseerd bij welke onderzoeken de ziekenhuizen sedatie gebruiken. Uit de literatuur komt naar voren dat vooral bij interventie en CT-onderzoeken sedatie gebruikt wordt (Alexander, 2012; Burrill & Heran, 2012).

### **5.6 Overmaken van opnames**

Binnen dit onderzoek is er geïnventariseerd of de ziekenhuizen bijhouden hoeveel opnames er bij kinderen worden overgemaakt. Er was slechts één kinderziekenhuis dat aangaf dit bij te houden, maar dit rapporteerde geen

percentage van overgemaakte opnames. Het verzamelen van opnames die worden overgemaakt kan helpen om Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundigen (MBB'ers) van elkaar te laten leren (Shet, Chen & Siegel, 2011). Onder MBB'ers is er een groot verschil in het aantal opnames dat wordt overgemaakt. Door samen aan de hand van deze beelden te beoordelen wat de juiste beeldkwaliteit is, kan het aantal opnamen naar beneden worden gebracht, wat uiteindelijk weer een dosisbesparing voor de patiënten oplevert.

## 5.7 **Rechtvaardiging**

Naast optimalisatie is rechtvaardiging een van de basisprincipes voor (medische) blootstelling aan ioniserende straling (ICRP, 2013). In de ziekenhuizen wordt hier dan ook aandacht aan besteed door middel van screening van de aanvragen door de radiologen. Dit voorkomt dat er onderzoeken met straling plaatsvinden die ook met een andere techniek hadden kunnen worden uitgevoerd.

Voornamelijk de aanvragen voor CT-onderzoeken worden eerst gescreend, voordat deze worden ingepland en uitgevoerd. Dat alle ziekenhuizen een ander onderzoek zonder straling voorstellen waar dat mogelijk is, is dan ook een teken dat ze hier bewust mee bezig zijn. Een andere manier waarop rechtvaardiging kan worden toegepast is het gebruik van vastgestelde richtlijnen of beslisregels die bij een specifieke indicatie bepalen of er een CT-scan wordt gemaakt.

Acht ziekenhuizen hebben aangegeven een richtlijn te hebben; bij de overige ziekenhuizen is het vaak de radioloog die de beslissing maakt. Young en Owens (2013) benadrukken echter het belang van strikte richtlijnen.

## 5.8 **Aanpassing scanparameters**

De scanparameters voor CT-onderzoeken worden in de ziekenhuizen op basis van verschillende gegevens aangepast. Van alle ziekenhuizen passen er 23 de scanparameters aan op gewicht, vaak in combinatie met leeftijd. Ook zijn er tien ziekenhuizen die aanpassingen doen op basis van lengte en omtrek en twee op basis van een soort proefscan, de zogenaamde scout. Het aanpassen op basis van gewicht heeft de voorkeur ten opzichte van lengte. Uit onderzoek komt naar voren dat het gebruik van de scout de meest precieze manier is om de omvang van de patiënt te bepalen en de scanparameters op aan te passen (MacDougall, Strauss & Lee, 2013).

Van de ziekenhuizen volgt 56% de contrast-bolus bij het toedienen van contrast tijdens CT-onderzoeken (zogenaamde bolus tracking), waaronder alle kindziekenhuizen. Er wordt aanbevolen routinematig gebruik te maken van bolustracking voor bijna alle indicaties, vooral bij CT angiografie (CTA) en CT-onderzoeken van de arteriële fase (Nivelstein, van Dam & van der Molen, 2010). De ziekenhuizen die geen bolus tracking gebruiken, gaven aan dit te niet te doen vanwege de extra dosis die dit oplevert. Deze extra dosis zou moeten worden afgewogen tegen een verbeterde timing van individuele scans. In 40% van de ziekenhuizen worden de scanparameters niet aangepast als er sprake is van een follow-up-CT. In Nivelstein e.a. (2010) wordt echter aanbevolen om bij follow-up gebruik te maken van low-dosetechnieken, het aantal scans tot een minimum te beperken en waar mogelijk gebruik te maken van MRI of echografie.

## 5.9 **Toetsing aan Diagnostische Referentieniveaus**

Het is duidelijk dat de doses bij kinderen nog immer aandacht behoeven. Ongeveer de helft van de ziekenhuizen toetst niet aan de DRN's met als veel voorkomende reden dat ze te weinig kinderen onderzoeken om de richtlijnen voor toetsing van de NCS te kunnen volgen. Dat kwam ook naar voren uit

eerder RIVM-onderzoek naar het gebruik van DRN's (Bijwaard, 2013). De ziekenhuizen die wel toetsen aan de DRN's, overschrijden deze in een op de vijf gevallen, vooral bij thoraxfoto's en CT-onderzoeken van het hoofd. Hierbij moet worden aangetekend dat de DRN's geen dosislimieten zijn: er kunnen goede redenen zijn om het DRN te overschrijden. Bij overschrijding van een DRN is het wel zaak na te gaan wat de oorzaak is. Veel voorkomende redenen zijn de relatief grote omvang van de patiënt en een relatief complexe procedure. Dit lijkt echter bij thoraxfoto's en hoofd-CT-scans minder aan de orde te zijn.





## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

- Ten opzichte van 2006 is het aantal CT- en doorlichtonderzoeken bij kinderen naar schatting met respectievelijk 83% en 24% toegenomen. Deze stijging volgt voor CT de trend voor de hele Nederlandse bevolking en ligt voor doorlichting duidelijk onder die trend.
- De zeven kinderziekenhuizen gebruiken voor vrijwel alle uitgevraagde onderzoeken speciale kinderprotocollen. In algemene ziekenhuizen wordt hier minder gebruik van gemaakt.
- Speciale voorzieningen voor kinderen worden breder toegepast dan in 2006.
- Er zijn duidelijke verschillen tussen de kinderziekenhuizen en de algemene ziekenhuizen met betrekking tot dosisreducerende maatregelen bij kinderen. Een van de voorbeelden is gonadenbescherming, die niet meer in de kinderziekenhuizen wordt toegepast, maar nog wel in negen algemene ziekenhuizen.
- De ondervraagde ziekenhuizen houden op een na niet bij hoeveel opnames er bij kinderen worden overgemaakt. Geen van de ziekenhuizen kan aangeven hoeveel opnames worden overgemaakt.
- Rechtvaardiging van CT-onderzoeken wordt in de ziekenhuizen toegepast door middel van screening door de radioloog. Het gebruik van vastgestelde richtlijnen of beslisregels komt vrij weinig voor.
- De ziekenhuizen hebben wel de wil om aan DRN's te toetsen, maar het aanbod van kinderen is vaak te klein om dit in de praktijk toe te passen. In de ziekenhuizen waar wel aan DRN's wordt getoetst, worden deze in een op de vijf gevallen overschreden.

### 6.2 Aanbevelingen

Dit onderzoek heeft onder andere geïnventariseerd hoeveel radiologische onderzoeken er momenteel in Nederland worden uitgevoerd bij kinderen. Het gaat hier om een schatting, op basis van een enquête onder een representatieve selectie van ziekenhuizen, die vergeleken met 2006 is toegenomen. Om hier zeker van te zijn zou er structureel in alle Nederlandse ziekenhuizen gekeken moeten worden naar het aantal onderzoeken bij kinderen. Aansluitend zou dan onderzocht kunnen worden wat de eventuele redenen van een toename zijn.

Het toetsen aan DRN's blijkt in de praktijk erg lastig te zijn voor ziekenhuizen, onder andere door het lage aantal onderzoeken bij kinderen. Een aanbeveling is dan ook dat bekeken wordt of hier een oplossing voor te vinden is in de vorm van een meer praktische toetsing. Op Europees niveau wordt daar op dit moment al aan gewerkt in de vorm van het Europese project PiDRL, dat eind 2013 is gestart om DRN's voor kinderen praktischer toepasbaar te maken.

Er is veel variatie in dosisreducerende maatregelen tussen de ziekenhuizen onderling, maar voornamelijk door verschillen tussen algemene en kinderziekenhuizen. Dit geldt voor aanpassingen van parameters, maar ook voor loodafscherming, hulpmiddelen en methoden om kinderen te kalmeren. De kinderziekenhuizen hebben meer routine en ervaring met onderzoeken bij kinderen, wat waardevol is voor algemene ziekenhuizen. Een belangrijke aanbeveling is dan ook dat algemene ziekenhuizen leren en feedback krijgen van de zeven kinderziekenhuizen. Ook beroepsverenigingen kunnen het delen van kennis over onderzoeken bij kinderen stimuleren.

Ten slotte is naar voren gekomen dat de DRN's in een op de vijf gevallen worden overschreden. Daar kunnen goede redenen voor zijn – een DRN is immers geen dosislímiet- maar het is belangrijk dat achterhaald wordt waarom dit gebeurt. De risico's van blootstelling aan ioniserende straling zijn het grootst voor kinderen, dus juist voor deze groep is het belangrijk dat de dosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk wordt gehouden.

## Dankwoord

De auteurs bedanken de deelnemende ziekenhuizen voor hun inzet en de Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde en de sectie kinderradiologie van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie voor hun bijdrage aan de enquête.

## Literatuur

- Alexander, M. (2012). Managing patient stress in pediatric radiology. *Radiologic Technology, 83*(3), 549-560.
- Arlachov, Y., & Ganatra, R. H. (2012). Sedation/anaesthesia in paediatric radiology. *Br J Radiol, 85*(1019), e1018-1031.
- Bijwaard, H. (2013). Inventarisatie van het gebruik van Diagnostische Referentieniveaus voor röntgenstraling in Nederland, RIVM briefrapport 080129001.
- Bijwaard, H., Pruppers, M., & de Waard-Schalkx, I. (2014). The influence of population aging and size on the number of CT examinations in the Netherlands. *Health Physics, 107*(1), 80-82.
- Burrill, J., & Heran, M. K. (2012). Nonvascular pediatric interventional radiology. *Canadian Association Radiologist Journal, 63*(3), 49-58.
- ICRP. ICRP publication 121: radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology, 2013.
- MacDougall, R. D., Strauss, K. J., & Lee, E. Y. (2013). Managing radiation dose from thoracic multidetector computed tomography in pediatric patients. *Radiologic Clinics of North America, 51*, 743-760.
- Mathews, J. D., Forsythe, A. V., Brady, Z., Butler, M. W., Goergen, S. K., Byrnes, G. B., . . . Darby, S. C. (2013). Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ, 346*, f2360.
- Mundasad, S. (Producer). (2014). Sharp rise in CT scans on children and adults. Retrieved from <http://www.bbc.com/news/health-28785228>
- Niegelstein, R. A., van Dam, I. M., & van der Molen, A. J. (2010). Multidetector CT in children: current concepts and dose reduction strategies. *Pediatr Radiol, 40*(8), 1324-1344.
- Nosek, A. E., Hartin, C. W., Bass, K. D., Glick, P. L., Caty, M. G., Dayton, M. T., & Ozgediz, D. E. (2013). Are facilities following best practices of pediatric abdominal CT scans? *Journal of Surgical Research, 181*(1), 11-15.
- Pruppers, M., de Waard-Schalkx, I., & Bijwaard, H., Analyse van trends in stralingsbelasting als gevolg van beeldvormende diagnostiek, RIVM Rapport 610003001, 2013.
- Shet, N., Chen, J., & Siegel, E. (2011). Continuing challenges in defining image quality. *Pediatr Radiol, 41*(5), 582-587.
- Stoop, P., & Bijwaard, H., Optimalisatie van de dosis bij radiologisch onderzoek van kinderen, inventarisatie van de praktijk in algemene ziekenhuizen, RIVM Rapport 265021005, 2006.
- Weiser, D. A., Kaste, S. C., Siegel, M. J., & Adamson, P. C. (2013). Imaging in childhood cancer: a Society for Pediatric Radiology and Children's Oncology Group Joint Task Force report. *Pediatr Blood Cancer, 60*(8), 1253-1260.
- Young, C., & Owens, C. M. (2013). Pediatric computed tomography imaging guideline. *Acta Radiologica, 54*, 998-1006.

## Bijlage 1 Enquête

In deze bijlage staat de volledige enquête weergegeven zoals deze is uitgestuurd naar beoogde respondenten. De originele enquête is echter een invulbaar pdf-formulier waarvan niet alle eigenschappen in een kopie tot hun recht komen. Zo is hier niet te zien wat de verschillende 'knoppen' voor effect hebben en kunnen de pulldownmenu's niet bekeken worden.

### Enquête radiologie bij kinderen

Het doel van deze enquête is inzicht verkrijgen in de stand van zaken omtrent stralingsbescherming bij radiologie bij kinderen. De enquête wordt uitgevoerd en geanalyseerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) in opdracht van de Inspectie voor de Gezondheidszorg (IGZ). De resultaten zullen geanonimiseerd worden verwerkt in een RIVM rapport dat u t.z.t. zal worden toegezonden. Voor eventuele vragen kunt u zich richten tot de afzender van deze enquête.

Let op: tijdens het invullen van de vragenlijst kunt u in Adobe Reader geen kopie opslaan. Als u een kopie wilt behouden, kunt u aan het eind de vragenlijst printen (eventueel als PDF) of cc naar uzelf e-mailen (als XML-file).

#### Blok 1: Gegevens invuller

1.1 Naam	<input type="text"/>
1.2 Telefoonnummer	<input type="text"/>
1.3 E-mailadres	<input type="text"/>
1.4 Functie in organisatie	<input type="text"/>
1.5 Afdeling	<input type="text"/>
1.6 Naam ziekenhuis	<input type="text"/>
1.7 Locatie ziekenhuis	<input type="text"/>
1.8 Invuldatum	<input type="text"/>

[Volgende pagina](#) [Laatste pagina](#)

**Blok 2: Algemene informatie**2.1 Hoeveel radiologen zijn er op uw afdeling met aandachtsgebied kinderradiologie (in fte)? 2.2 Hoeveel laboranten zijn er op uw afdeling met aandachtsgebied kinderradiologie (in fte)? 2.3 Op basis waarvan worden patiënten in uw ziekenhuis als kinderen aangemerkt? 

2.4 Vul onderstaande tabel zo volledig mogelijk in voor verrichtingen bij kinderen en voor uw ziekenhuis (alle locaties samen). Tip: indien de aantallen niet eenvoudig te achterhalen zijn bepaal dan eerst de aantallen voor de hoofdcategorieën 'CT totaal', 'Doorlichting totaal' en 'Röntgenfoto's totaal' en verdeel die over de subcategorieën.

Onderzoek	Aantal/jaar*	Kinderprotocol
<b>CT totaal</b>		
CT hoofd		<input type="checkbox"/> Aanwezig
CT cervicaal		<input type="checkbox"/> Aanwezig
CT thorax		<input type="checkbox"/> Aanwezig
CT wervelkolom		<input type="checkbox"/> Aanwezig
CT abdomen		<input type="checkbox"/> Aanwezig
CT bekken		<input type="checkbox"/> Aanwezig
<b>Doorlichting totaal</b>		
Doorlichting slokdarm/maag		<input type="checkbox"/> Aanwezig
Doorlichting colon		<input type="checkbox"/> Aanwezig
Doorlichting dunne darm		<input type="checkbox"/> Aanwezig
Mictiecystogram		<input type="checkbox"/> Aanwezig
<b>Röntgenfoto's totaal</b>		
Thoraxfoto		<input type="checkbox"/> Aanwezig
CWK-foto		<input type="checkbox"/> Aanwezig
TWK-foto		<input type="checkbox"/> Aanwezig
LWK-foto		<input type="checkbox"/> Aanwezig
Buikoverzicht		<input type="checkbox"/> Aanwezig
Bekken/heup-foto		<input type="checkbox"/> Aanwezig
<b>PET-CT totaal</b>		

\* Orde van grootte is voldoende

2.5 Hoe vaak worden de kinderprotocollen herzien? 

2.6 Wie herziet de kinderprotocollen? (meerdere keuzes mogelijk)

Kinderradioloog

Algemeen radioloog

(Senior) radiodiagnostisch laborant

Klinisch fysicus

Anders, nl:

2.7 Welke bronnen worden hiervoor gebruikt? (meerdere keuzes mogelijk)

Eigen inzichten

Informatie uit andere ziekenhuizen

Wetenschappelijke literatuur

Anders, nl:

- 2.8 Welke speciale hulpmiddelen voor kinderen worden er bij u op de afdeling gebruikt? (meerdere keuzes mogelijk)
- Immobilisatiemateriaal (b.v. bakeren, klittenband e.d.)
  - Kindvriendelijke scanomgeving
  - Audiovisuele hulpmiddelen (muziek, film, e.d.)
  - Anders, nl:
- 2.9 Wat voor afscherming wordt er op uw afdeling bij kinderen toegepast? (meerdere keuzes mogelijk)
- Gonadenbescherming
  - Schildklierbescherming
  - Oogbescherming
  - Anders, nl:
- 2.10 Wordt er bij onderzoeken bij kinderen op uw afdeling gebruik gemaakt van sedatie zonder anesthesioloog?
- 2.11 Wordt er bij onderzoeken bij kinderen op uw afdeling gebruik gemaakt van sedatie/narcose met anesthesioloog?
- 2.12 Van welke andere methoden wordt gebruik gemaakt om te voorkomen dat kinderen bewegen tijdens de opname? (meerdere antwoorden mogelijk)
- Geen
  - Hypnose
  - Stress reductie
  - Goede instructies vooraf
  - Speltherapie
  - Kalmerende omgeving
  - Natuurlijke slaap
  - Afleiding (met audiovisuele hulpmiddelen)
  - Anders, nl:
- 2.13 Wordt er op uw afdeling bijgehouden hoeveel opnames bij kinderen er worden overgemaakt?  Ja , nl. bij  % van de onderzoeken
- Nee
- 2.14 Wat zijn hiervan de oorzaken? (meerdere antwoorden mogelijk)
- Kind lag niet stil
  - Instellingen waren niet optimaal
  - Er was sprake van een (te) complexe procedure
  - De apparatuur functioneerde niet goed
  - De eerdere opname was elders gemaakt
  - Anders, nl:

- 2.15 Worden de aanvragen van onderzoeken met ioniserende straling vantevoren gescreend door een radioloog om na te gaan of het aangevraagde onderzoek aansluit bij de indicatie?
- 2.16 Wordt er bij aanvraag van onderzoeken met ioniserende straling indien mogelijk een andere techniek (zoals echo of MRI) aan de aanvrager voorgesteld?

### Blok 3: Röntgenfoto's

- 3.1 Wordt er in uw ziekenhuis getoetst aan het Diagnostische Referentieniveau (DRN) voor X-thorax AP/PA bij kinderen?
- Ja de DOP\* waarden in  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  zijn: voor 0 jaar  1 jaar  5 jaar
- Nee \* DosisOppervlakteProduct
- 3.2 Wordt er in uw ziekenhuis getoetst aan het Diagnostische Referentieniveau (DRN) voor X-abdomen AP bij kinderen?
- Ja de DOP\* waarden in  $\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2$  zijn: voor 0 jaar  1 jaar  5 jaar
- Nee \* DosisOppervlakteProduct
- 3.3 Welke aanpassingen worden in het opnameprotocol toegepast om de dosis voor kinderen zo laag mogelijk te houden? (meerdere antwoorden mogelijk)
- Stroostralenrooster verwijderen
- Afstanden optimaliseren
- Buisstroom verlagen
- Buisspanning verlagen
- Filtering aan kind aanpassen
- Gevoelige organen afschermen
- Anders, nl:

[Eerste pagina](#) [Vorige pagina](#)

[Volgende pagina](#) [Laatste pagina](#)



**Blok 4: CT-scans**

- 4.1 Heeft het ziekenhuis vastgestelde richtlijnen of beslisregels die bepalen of er bij een bepaalde indicatie een bepaalde CT-scan wordt gemaakt en gaan deze in op mogelijke alternatieven zonder ioniserende straling?
- 4.2 Worden er vastgestelde richtlijnen of beslisregels, die bepalen of er bij een bepaalde indicatie een bepaalde CT-scan wordt gemaakt, gebruikt op de SEH?
- 4.3 Worden protocollen aangepast voor een follow-up CT?
- 4.4 Wordt er in uw ziekenhuis getoetst aan het Diagnostische Referentieniveau (DRN) voor CT-hoofd bij kinderen?
- Ja de DLP\* waarden in mGy.cm zijn: 0 jaar  1 jaar  5 jaar  10 jaar
- de CTDI\*\* waarden in mGy zijn: 0 jaar  1 jaar  5 jaar  10 jaar
- \* DosisLengteProduct, \*\* CT Dosis Index
- Nee
- 4.5 Worden voor kinderen andere scanparameters (instellingen) gebruikt dan voor volwassenen?  Ja  Nee
- 4.6 Welke aanpassingen worden in het opnameprotocol toegepast om de dosis voor kinderen zo laag mogelijk te houden? (meerdere antwoorden mogelijk)
- Buisstroom verlagen
- Buisstroom moduleren (speciaal voor kinderen)
- Buisspanning verlagen
- Adaptief/dynamisch collimeren (tegen overranging)
- Iteratief reconstrueren
- Filtering aan kind aanpassen
- Filtering aan kind aanpassen
- Gevoelige organen afschermen
- Scangebied aanpassen
- Scanfasen aanpassen (bv. split bolus i.p.v. 2 scans)
- Extra zorgvuldig centreren
- Anders, nl:
- 4.7 Op basis waarvan worden de scanparameters bij het kind aangepast? (meerdere antwoorden mogelijk)
- Lengte
- Gewicht
- Leeftijd
- Omtrek
- Anders, nl:

[Eerste pagina](#) [Vorige pagina](#)

[Volgende pagina](#) [Laatste pagina](#)

- 4.8 Wordt er bij scans met contrast gebruik gemaakt van bolus tracking?  Ja omdat:   
 Nee omdat:
- 4.9 Wordt bij scans met contrast de buisstroom verlaagd?  Ja omdat:   
 Nee omdat:

### Blok 5: Doorlichting / Interventie

- 5.1 Worden voor kinderen andere parameters gebruikt dan voor volwassenen?  Ja  
 Nee
- 5.2 Welke aanpassingen worden in het opnameprotocol toegepast om de dosis voor kinderen zo laag mogelijk te houden? (meerdere antwoorden mogelijk)
- Gepulste doorlichting
  - Last image hold / Image grabbing
  - Opslaan doorlichtingserie
  - Contrast overlay / Road mapping
  - Aanpassing van buisspanning
  - Aanpassing van buisstroom
  - Afscherming van stralingsgevoelige organen
  - Gebruik extra koper filter, aantal mm:
  - Gebruik extra aluminium filter, # mm:
  - Weglaten stroostralenrooster
  - Speciaal kindermatras (met lage Z-waarde)
  - Optimalisatie van afstanden (air gap techniek)
  - Buispositie onder de tafel
  - Anders, nl:
- 5.3 Wordt er in uw ziekenhuis getoetst aan het Diagnostische Referentieniveau (DRN) voor Mictie Cysto-Urethrogrammen (MCUG) bij kinderen?
- Ja de DOP\* waarden in microGy.m<sup>2</sup> zijn: voor 0 jaar  1 jaar  5 jaar   
 Nee \* DosisOppervlakteProduct

5.4 Heeft u verder nog opmerkingen?

Hartelijk dank voor het invullen van deze enquête. Graag ontvangen wij uw antwoorden per e-mail (gebruik onderstaande knop). Ook kunt u het formulier met uw antwoorden voor eigen gebruik afdrukken (daarna moet u terug naar het origineel om het formulier te verzenden). Eventuele opmerkingen kunt u toevoegen aan uw e-mail. Eventuele vragen kunt u richten aan: [harmen.bijwaard@rivm.nl](mailto:harmen.bijwaard@rivm.nl)

## Bijlage 2 Afkortingenlijst

AMC	Amsterdam Medisch Centrum
AP	Anterior-Posterior
CSV	Comma Separated Values
CT	Computer Tomografie
CTA	CT Angiografie
CTDI	Computer Tomografie Dosis Index
CWK	Cervicale Wervelkolom
DLP	Dosis Lengte Product
DOP	Dosis Oppervlakte Product
DRN	Diagnostisch Referentieniveau
Fte	Fulltime equivalent
IGZ	Inspectie voor de Gezondheidszorg
kV	kilovolt (buisspanning)
LUMC	Leids Universitair Medisch Centrum
LWK	Lumbale Wervelkolom
mA	milliampère (buisstroom)
MBB'er	Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundige
MCUG	Mictie Cysto Urethrogram
MRI	Magnetic Resonance Imaging
NVK	Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde
NVvR	Nederlandse Vereniging voor Radiologie
PA	Posterior-Anterior
PDF	Portable Document Format
PET	Positron Emissie Tomografie
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
TWK	Thoracale Wervelkolom
UMCG	Universitair Medisch Centrum Groningen
VU	Vrije Universiteit
XML	Extensible Markup Language





**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*