



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

Inventarisatie van hoog-risicogroepen bij radiodiagnostische verrichtingen

RIVM rapport 610113001/2012

M. van Bruggen | I. R. de Waard | H. Bijwaard



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

Inventarisatie van hoog-risicogroepen voor radiodiagnostische verrichtingen

RIVM Rapport 610113001/2012

Colofon

© RIVM 2012

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'.

M. van Bruggen (medisch milieukundige), RIVM/cV
I. R. de Waard
H. Bijwaard

Contact:
Mark van Bruggen
Centrum Veiligheid
mark.van.bruggen@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Inspectie voor de Gezondheidszorg, in het kader van Programma 8 – Toezichtondersteuning Geneesmiddelen en Medische Technologie en heeft betrekking op kennisvraag 8.113/2011

Rapport in het kort

Inventarisatie van hoog-risicogroepen voor radiodiagnostische verrichtingen

De diagnose en behandeling van een aantal levensbedreigende aandoeningen is sterk verbeterd door CT-scans en andere vormen van radiodiagnostiek. Hierdoor neemt de stralingsbelasting door medische diagnostiek jaarlijks met enkele procenten toe. De Inspectie voor de Gezondheidszorg heeft het RIVM daarom gevraagd in kaart te brengen welke patiëntengroepen hierdoor relatief meer risico lopen op nadelige gezondheidseffecten. Ook is gevraagd hoe daar in Nederland mee wordt omgegaan.

Uit literatuuronderzoek blijkt dat patiënten met tumoren, hartvaatziekten en longziekten, die regelmatig op deze wijze worden onderzocht, in totaal relatief hoge doses ontvangen door de opeenstapeling van behandelingen. Daarnaast is de blootstelling van kinderen een aandachtspunt, omdat zij extra gevoelig zijn voor ioniserende straling.

Experts die voor dit onderzoek zijn geraadpleegd geven aan dat Nederlandse radiologen doordrongen zijn van de noodzaak de stralingsdosis zo laag mogelijk te houden, zeker bij kinderen. Zij worden daarin ondersteund door protocollen, richtlijnen en duidelijke afspraken binnen de beroepsgroep.

Het RIVM adviseert om de relevante wetenschappelijke verenigingen te betrekken bij de vraag of er nog verbetering mogelijk is. Het is raadzaam om daarbij de aanbevelingen te gebruiken uit het rapport 'Management van de patiëntdosis in Nederland en het Verenigd Koninkrijk. Mogelijkheden voor verbetering' van het RIVM uit 2012.

Trefwoorden:

straling, CT-scan, risicogroepen

Abstract

Inventory of high risk groups for radiodiagnostic imaging

CT-scans and other radiologic imaging studies have become increasingly important in the diagnosis and treatment of several life threatening diseases. This is one of the main reasons that the average radiation dose from diagnostic imaging is increasing yearly. Hence the Health Care Inspectorate has asked RIVM to give an overview of patient groups who are at a relatively high risk for adverse health effects. The Inspectorate also wanted to know how this issue is dealt with in The Netherlands.

A literature survey showed that patients with tumours, circulatory disease and lung disease, who are regularly subjected to radiodiagnostic studies, receive relatively high total doses from the combined treatments. Apart from that, the exposure of children is a point of concern as they are more sensitive to radiation.

The experts that have been consulted state that Dutch radiologists are aware of the need to restrict the radiation dose, particularly in children. Guidelines and protocols support this, as well as professional procedures.

RIVM recommends to consult the scientific bodies that represent the specialists, to find out if improvements in this area are at all possible. In addition it seems wise to use the recommendations from RIVM-report 'Management of the patient dose in the Netherlands and in the United Kingdom' (2012).

Key words:

Radiation, CT-scan, risk groups

Inhoud

Samenvatting—6

1 Vraagstelling—7

- 1.1 Inleiding—7
- 1.2 Aanpak—7
- 1.3 Radiotherapie—7

2 Stralingsbelasting Nederlandse bevolking—8

- 2.1 Ontwikkeling in de tijd—8
- 2.2 Nederland vergeleken met het buitenland—8
- 2.3 Welke onderzoeken—9

3 Diagnostische verrichtingen die kunnen leiden tot hoge patiëntdoses—10

- 3.1 Diagnostische verrichtingen—10
- 3.2 Hoog belaste patiënten—10

4 Risico's van radiodiagnostiek—13

- 4.1 Algemeen—13
- 4.2 Recent onderzoek—13
- 4.3 Technische ontwikkelingen—14

5 Kinderen en andere groepen met verhoogde gevoeligheid—16

- 5.1 Extra gevoelige patiënten—16
 - 5.1.1 Kinderen—16
 - 5.1.2 Andere risicofactoren—17
 - 5.1.3 Genetische gevoeligheid—17

6 Omgaan met toenemende stralingsbelasting—18

- 6.1 Verenigde Staten—18
- 6.2 Nederland—20

7 Mening van Nederlandse deskundigen—21

- 7.1 Eerder onderzoek—21
- 7.2 Vragen Interviews—21
- 7.3 Resultaten Interviews—21

8 Conclusies—24

Literatuur—25

Dankwoord—27

Bijlage 1—28

Bijlage 2—29

Bijlage 3—30

Bijlage 4—31

Samenvatting

In de meeste landen met een goed ontwikkelde gezondheidszorg stijgt het gebruik van ioniserende straling voor medische diagnostiek met enkele procenten per jaar. Dat wordt vooral veroorzaakt door de toename van het aantal CT-scans¹ en van interventies onder doorlichting.

Recente literatuur laat zien dat de stralingsbelasting voor sommige patiënten kan oplopen tot tientallen milliSieverts (mSv) per jaar. Patiënten met tumoren en patiënten met hart- en vaatziekten lopen de meeste kans op frequent of langdurig radiodiagnostisch onderzoek.

Het behoeft geen betoog dat patiënten in het algemeen baat hebben bij dit onderzoek. Het helpt immers bij het bestrijden of opsporen van de gevolgen van hun ziekte.

Er zijn echter grote internationale verschillen. Nederland heeft, na het Verenigd Koninkrijk, een van de laagste gemiddelde stralingsdoses per inwoner. De Verenigde Staten steken daar ongunstig bij af, met de hoogste stralingsdosis per inwoner.

Er zijn verschillende onderzoekers, van wie veel in de Verenigde Staten, die zich zijn gaan afvragen of er niet te makkelijk CT-scans worden gemaakt. Zij beschouwen de toenemende blootstelling aan ioniserende straling als een toekomstig probleem voor de 'public health', omdat deze voor sommigen een relevante bijdrage vormt aan het levenslang risico op kanker.

Zo zijn er aanwijzingen dat twee tot drie CT-scans van het hoofd het risico op hersentumoren of leukemie bij kinderen kunnen verhogen. Kinderen zijn immers gevoeliger voor straling dan volwassenen. Zij hebben meer weefsels met snel delende cellen en er is een langere periode waarin een eventuele tumor zich kan ontwikkelen. In 2011 is er in Europa een groot onderzoek naar de risico's van CT-scans bij kinderen gestart waarvan de komende jaren de eerste resultaten worden verwacht.

Overigens zijn niet alleen kinderen een risicogroep voor straling, ook een grotere genetische gevoeligheid verhoogt het risico op kanker, al gaat het dan merendeels om heel zeldzame chromosoomafwijkingen. Echter ook van vrouwen met een erfelijk bepaalde gevoeligheid voor borstkanker wordt verondersteld dat zij een verhoogde kans hebben op borstkanker als gevolg van diagnostisch onderzoek.

In de Verenigde Staten zijn er inmiddels tal van initiatieven om de dosis voor medische toepassingen te verlagen. Deze richten zich op alle facetten van het onderzoek en zijn gericht op een grotere bewustwording van de stralingsrisico's bij alle betrokken partijen, dus ook bij de patiënten en ouders van jonge patiënten. Hierdoor hoopt men dat niet alleen de aanvragers en de radiologen, maar ook de patiënten beter gaan nadenken over de noodzaak van dergelijk onderzoek.

Uit interviews met enkele Nederlandse specialisten blijkt dat zij het op hoofdlijnen met elkaar eens zijn. Zij vinden bijvoorbeeld allen dat er in Nederland veel wordt gedaan om de medische stralingsbelasting te minimaliseren, zeker in vergelijking met het buitenland. Zij denken wel verschillend over wat er nog nodig is en in hoeverre dat haalbaar is, met name in een niet-academische setting.

Overwogen kan worden om de vraag 'wordt er in Nederland voldoende gedaan om deze belasting te beperken?' voor te leggen aan enkele wetenschappelijke verenigingen.

¹ Computer Tomografie (CT)

1 Vraagstelling

1.1 Inleiding

De gemiddelde stralingsdosis per Nederlander door medische toepassingen neemt toe met enkele procenten per jaar. Dat is toe te schrijven aan het toenemende gebruik van beeldvormende technieken voor de diagnostiek en aan het stijgend aantal verrichtingen onder doorlichting. Ook de ziektelast als gevolg van de vergrijzende bevolking heeft invloed op het aantal verrichtingen. Deze toename geldt trouwens ook voor andere landen met een goed ontwikkelde gezondheidszorg, met de Verenigde Staten op een ongunstige eerste plaats.

Naar aanleiding daarvan heeft de Inspectie voor de Gezondheidszorg (IGZ) het RIVM gevraagd inzicht te geven in het bestaan van 'risicogroepen' in Nederland. Deze zouden zich met name moeten bevinden onder patiënten die regelmatig radiodiagnostisch onderzoek ondergaan. Als voorbeeld noemt de IGZ nierpatiënten, mensen die voor een transplantatie in aanmerking komen en patiënten, vooral kinderen, met kanker. Daarnaast zijn er ook mensen die door hun genetische aanleg gevoeliger zijn voor ioniserende straling. Ook daaraan wordt in dit rapport aandacht besteed.

1.2 Aanpak

Het rapport geeft, na een kort overzicht van de stralingsbelasting van de Nederlandse bevolking, een beeld van onderzoekstechnieken die gepaard gaan met blootstelling aan een hoge dosis straling. Deze opsomming maakt tevens duidelijk welke categorieën patiënten aan hoge stralingsdoses worden blootgesteld. Dit wordt geïllustreerd met gegevens uit enkele Nederlandse behandelprotocollen en -richtlijnen.

De werkelijke stralingsbelasting hangt natuurlijk ook af van individuele factoren, zoals ziekteverloop, complicaties, andere ziekten, noodzaak van vervolgonderzoek et cetera. Ook daarvan zijn enkele voorbeelden opgenomen.

Daarna wordt, in hoofdstuk 4, een overzicht gegeven van – merendeels recent – onderzoek dat aantoont dat diagnostische onderzoeken onder bepaalde omstandigheden risico's met zich mee kunnen brengen. Het gaat met name om stochastische effecten zoals kanker. In hoofdstuk 5 worden voorbeelden gegeven van mensen die extra gevoelig zijn voor ioniserende straling.

In hoofdstuk 6 wordt een overzicht gegeven van initiatieven – met name in de Verenigde Staten - om de risico's van radiodiagnostisch onderzoek te beperken. Dat dit in de Verenigde Staten zoveel aandacht krijgt, is mogelijk toe te schrijven aan de hoge stralingsbelasting voor medische doeleinden, in vergelijking met veel andere landen.

In het laatste hoofdstuk, hoofdstuk 7, wordt aangegeven hoe enkele Nederlandse specialisten hier tegenaan kijken.

1.3 Radiotherapie

Van radiotherapie is al veel langer bekend dat het ernstige bijwerkingen kan hebben, zoals het initiëren van nieuwe tumoren. Omdat de doses bij radiotherapie zoveel hoger zijn dan bij diagnostisch onderzoek, valt dit risico buiten het bestek van dit rapport.

2 Stralingsbelasting Nederlandse bevolking

2.1 Ontwikkeling in de tijd

In het verleden zijn op verschillende momenten schattingen gemaakt van de gemiddelde stralingsbelasting van de Nederlandse bevolking. De onderstaande tabel geeft per component de ontwikkeling van de stralingsdosis weer. Duidelijk is te zien dat de dosis door medische onderzoeken in de afgelopen jaren is toegenomen en in 25 jaar bijna is verdubbeld². Deze bijdragen worden door het RIVM op jaarbasis gemonitord.

Tabel 2.1
Stralingsbelasting per bron

Effectieve dosis (mSv)	NL 2008	NL 2000	NL 1987	NL 1976
Kosmisch	0,22	0,28	0,28	0,3
Radon/thoron	0,55	0,82	0,77	
Medisch	0,81	0,59	0,47	0,30-0,5
Ingestie	0,37	0,37	0,37	0,20-0,30
Bouwmaterialen	0,35	0,34	0,36	0,25-1
Terrestrisch	0,04	0,04	0,04	
Overig	0,03	0,03	0,05	0,04-0,07
Totaal	2,37	2,47	2,34	2,1

In 2010 was de gemiddelde stralingsbelasting per inwoner door medische diagnostiek nog weer wat hoger dan in 2008 (tabel), namelijk 0,89 mSv (RIVM, 2012a). Daarvan komt 0,41 mSv voor rekening van CT-onderzoek, 0,37 mSv voor rekening van andere intramurale onderzoeken en 0,095 mSv voor rekening van nucleair geneeskundig onderzoek.

2.2 Nederland vergeleken met het buitenland

In vergelijking met het buitenland is de stralingsbelasting in Nederland laag, zie Tabel 2.2. Dat geldt ook voor de medische stralingscomponent. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de gemiddelde effectieve jaardosis per inwoner.

Tabel 2.2
Stralingsbelasting in Nederland vergeleken met het buitenland

Effectieve dosis (mSv)	NL 2008	BE 2006	DU 2009	UK 2005	US 2006
Kosmisch	0,22	0,37	0,3	0,33	0,31
Radon/thoron	0,55	1,47	1,1	1,3	2,29
Medisch	0,81	1,98	1,9	0,41	2,98
Ingestie	0,37	0,32	0,3	0,25	0,31
Bouwmaterialen	0,39	0,41	0,4	0,35	0,19
Overig	0,03	0,05	0,1	0,01	0,12
Totaal	2,4	4,6	4,1	2,7	6,2

Alleen in het Verenigd Koninkrijk lijkt de stralingsbelasting door medisch onderzoek lager te zijn dan die in Nederland. Een recent RIVM-onderzoek (RIVM, 2012c) suggereert dat dit zou kunnen liggen aan de wat lagere doses bij stralingsintensieve verrichtingen in de UK. In het Verenigd Koninkrijk had in 2005 circa 15% van de jaarlijkse blootstelling aan straling een medisch-diagnostische reden.

² http://www.rivm.nl/Onderwerpen/Onderwerpen/S/Stralingsbelasting_in_Nederland/Aandeel_per_stralingsbron.

In de andere landen is de stralingsbelasting hoger, in de Verenigde Staten zelfs een factor 3,7. Daar had, volgens een rapport van de National Commission of Radiation Protection (NCRP Report 160; 2009), de helft van de totale blootstelling aan straling in 2006 een medische reden. In vergelijking met de blootstelling in de jaren tachtig is dat het zevenvoudige.

Deze weergave laat niet zien dat de medische stralingsbelasting onevenredig over de bevolking verdeeld is. Gezonde personen hebben zelden of nooit te maken met medisch onderzoek, terwijl bij mensen met een aandoening vaak in de loop van de tijd verschillende diagnostische onderzoeken worden uitgevoerd. Zij kunnen dus te maken krijgen met een cumulatieve belasting.

2.3 Welke onderzoeken

Vooral het toenemende gebruik van 3D-technieken, met name CT, heeft bijgedragen aan de sterke groei van de dosis door medisch onderzoek. Ook vinden steeds meer therapeutische handelingen plaats onder doorlichting. Herhaalde angiografieën (het afbeelden van belemmeringen van de bloeddorstroming) kunnen voor een behoorlijke dosis zorgen, evenals het in beeld brengen van urine- of galwegen.

Tussen 1993 en 2001 is het aantal myocardperfusiescans in Nederland toegenomen met circa 6% per jaar. Het aantal CT-scans per 1000 inwoners is in diezelfde tijd verviervoudigd. Sinds 2001 neemt het aantal CT-scans toe met circa 9% per jaar (RIVM 2006). Het is onduidelijk wat deze toename precies veroorzaakt. Het RIVM start dit jaar een studie daarnaar. Vergrijzing zal waarschijnlijk hierbij een rol spelen, maar het is ook mogelijk dat er in zekere mate sprake is van een zogeheten 'technology push'.

In de Verenigde Staten bedroeg de totale effectieve dosis als gevolg van CT-scans en nucleair-geneeskundige verrichtingen in 2006 circa 75% van de gehele medische stralingsbelasting. De twee vormen van onderzoek namen echter slechts 21% van het aantal verrichtingen voor hun rekening. Bij de standaard radiologische procedures was het omgekeerde het geval. Circa 71% van het aantal verrichtingen droeg zo'n 11% bij aan de totale effectieve dosis (Lauer, 2009).

Nucleair geneeskundige onderzoeken vormden in 2006 circa 25% van de totale belasting met straling. 'Cardiac imaging' was verantwoordelijk voor 57% van deze onderzoeken, maar 85% van de dosis (Gerber, 2009).

3 Diagnostische verrichtingen die kunnen leiden tot hoge patiëntdoses

3.1 Diagnostische verrichtingen

Hieronder zijn beeldvormende onderzoeken opgenomen die een effectieve dosis kunnen opleveren voor de patiënt die groter is dan 2 mSv (RIVM 2012b).

In Tabel 3.1, Tabel 3.2 en Tabel 3.3 zijn verschillende categorieën weergegeven met als voorbeeld een verrichting uit de betreffende categorie.

Tabel 3.1 Categorieën röntgenverrichtingen met hoge dosis

Categorie	Voorbeeld
Diagnostische coronaire angiografie	Coronaire vaten
Interventies coronaire angiografie	Stentplaatsing
Diagnostische angiografie	Bekken/benen vaatdiagnostiek
Interventie angiografie	Embolisatie beenvat
MDL-diagnostiek	Colon/sonde/galwegen
MDL-interventies	Galdrainage/ERCP ³
Urologische diagnostisch	IVP/MCUG ⁴
Urologische interventies	Stentplaatsing nier/urineweg

Tabel 3.2 Categorieën CT-verrichtingen

Categorie	Voorbeeld
CT-abdomen	Buik vraagstelling lymfadenopathie
CT-bekken	Pathologie onderbuik/ benig bekken
CT-interventie	Drainageprocedure
CT-hoofd/schedel	Hersenen vraagstelling bloeding
CT-thorax	Longen vraagstelling lymfadenopathie
CT-wervelkolom	Wervelfractuur

Tabel 3.3 Categorieën nucleair diagnostische verrichtingen met hoge dosis

Categorie	Voorbeeld
Skeletonderzoeken	Skeletscintigrafie
Cardiologisch onderzoek	Myocard/ejectiefraction
Endocrinologie	Bijnier/MIBG ⁵
Tumorklassificatie	Gallium scintigrafie
Hoofd/hersenen	Hersenscintigrafie
Bloed/afweer	Leukocytenonderzoek
Spijvertering	Galwegen/ectopisch maagslijmvlies

3.2 Hoog belaste patiënten

Uit de hierboven genoemde verrichtingen met een hoge stralingsbelasting door diagnostiek zijn categorieën van patiënten af te leiden die kans lopen op een hoge stralingsdosis.

Enkele voorbeelden:

- patiënten met tumoren, voorafgaand aan de behandeling of ter controle op recidief;
- patiënten die wegens hart- en vaatziekten veel diagnostiek nodig hebben (controle op verergering klepzetel, aneurysmata, vaatvernauwingen);
- patiënten met neurologische afwijkingen;
- traumapatiënten;

³ Extrahepatische Retrograde Cholangiografie (ERCP)

⁴ Intreveneuze Pyelografie (IVP); Mictiecystourethrogram (MUCG)

⁵ MIBG: Behandeling met bepaalde vorm van radioactief jodium

- kinderen met longafwijkingen, bijvoorbeeld Cystic Fibrosis;
- patiënten die niet goed kunnen aangeven wat hen scheelt (bijvoorbeeld Syndroom van Down) en patiënten die versuft zijn na een ongeval.

In principe geven de bestaande protocollen / richtlijnen aan wat de gewenste aanpak is, zowel bij nieuwe gevallen als bij controle op recidief of verergering van de ziekte. Vaak worden daarin radiodiagnostische verrichtingen met name genoemd, zoals blijkt uit de voorbeelden hieronder.

1. Uit het protocol voor de nabehandeling van testistumoren (zie bijlage 2) blijkt dat er binnen een periode van enkele jaren, afhankelijk van type tumor en stadium van de ziekte, soms wel 3 tot 7 CT-scans nodig kunnen zijn. Bij dit protocol is er overigens aandacht voor het verminderen van de stralingsbelasting door te wijzen op de mogelijkheid van alternatieve onderzoeksmethoden wanneer ziekenhuizen daar voldoende ervaring mee hebben.
2. Ook het protocol voor de controle op levermetastasen na een coloncarcinoom (bijlage 3) laat zien dat er naast de CT-scan, plaats is voor echografisch onderzoek en MRI-scans.
3. Bij Cystic Fibrosis (bijlage 4) ligt de nadruk inmiddels op andere onderzoeksmethoden dan de CT-scan.

Uiteindelijk bepaalt het ziektebeloop, denk ook aan eventuele complicaties, hoe vaak er werkelijk onderzoek met ioniserende straling gedaan wordt bij een patiënt.

Nu volgen enkele voorbeelden die aangeven dat dit voor bepaalde patiënten kan leiden tot relatief hoge doses. Dijkstra et al. (2010) hebben in Groningen 12.000 patiënten onderzocht die in de periode 2005 – 2009 twee of meer CT-scans hadden ondergaan. Voor 2,6% van deze patiënten was de totale effectieve dosis meer dan 100 mSv.

Voor de hoogstbelaste patiënten in hun onderzoek hebben zij nagegaan aan welke aandoeningen zij leden (unpublished data). Het ging daarbij om 120 patiënten die aan stralingsdoses van minimaal 30 mSv en maximaal 314 mSv waren blootgesteld. In Tabel 3.4 zijn deze patiënten gegroepeerd naar soort aandoening. De verschillende soorten tumoren zijn hier duidelijk dominant aanwezig (90 van de 120). Naast tumoren zijn lever- en niertransplantaties en alvleesklier- en leveraandoeningen sterk vertegenwoordigd. In de categorie overig (van de niet-tumoren) vallen verder onder meer een paar blindedarmonsteking en een ontsteking van onbekende aard. Bij deze cijfers moet worden opgemerkt dat het ziekenhuis waarvan de data afkomstig zijn geen kind-ziekenhuis is waardoor de data waarschijnlijk niet representatief zijn voor kinderen.

Tabel 3.4 Aantallen hoogbelaste patiënten per aandoening (Groningen)

Tumoren		Overig	
Darmen	19	Transplantaties	10
Lymfeklieren	15	Pancreatitis	6
Nieren	11	Leverfalen	6
Hersenen	9	Overig	8
Lever	8	TOTAAL	30
Overig	28		
TOTAAL	90		

Een retrospectief onderzoek onder de bijna één miljoen ingeschrevenen bij een zestal 'integrated Health Care Systems' in de Verenigde Staten liet zien dat er in de periode 1996 – 2010 een verdubbeling optrad van de gemiddelde effectieve dosis (Smith-Bindman et al., 2012a).

Ook het percentage personen dat werd blootgesteld aan een jaarlijkse dosis van 20 – 50 mSv steeg, en wel van 1,2 naar 2,5%. Het percentage dat aan meer dan 50 mSv werd blootgesteld, steeg van 0,6 naar 1,4%. Wanneer alléén gekeken werd naar patiënten die werden onderzocht met behulp van ioniserende straling bleek dat in 2010 6,8% van hen werd blootgesteld aan een jaarlijkse dosis van 20 – 50 mSv en 3,8% aan een dosis van

> 50 mSv. Fazel et al. (2009) wijzen er in dit verband op dat er voor patiënten geen restricties zijn, terwijl er voor werknemers wél limieten gelden, namelijk 100 mSv in 5 jaar, met – in de Verenigde Staten - een maximum van 50 mSv per jaar.

Smith-Bindman et al. (2012a) haasten zich overigens te zeggen dat ze daarmee géén uitspraak kunnen en willen doen over nut en noodzaak van dit onderzoek. Zij merken wel op dat er opvallend weinig data zijn waarin de voordelen worden gekwantificeerd en breken een lans voor evidence-based richtlijnen die duidelijk de voordelen afzetten tegen de kosten en de gezondheidsrisico's. Hiermee sluiten ze aan bij de bevindingen van Lauer, die zich erover verbaast dat de door hem beschreven toename in nucleair onderzoek en CT-scans nauwelijks gerechtvaardigd lijkt te worden door 'disease rates, health disparities, or newly published definitive randomized trials' (Lauer, 2009).

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de risico's die het gevolg kunnen zijn van de toegenomen stralingsbelasting.

4 Risico's van radiodiagnostiek

4.1 Algemeen

Dat ioniserende straling schadelijk kan zijn voor de mens, daar zijn de meeste organisaties op het gebied van stralingsbescherming het wel over eens. Mede daarom zijn er in Europees verband al geruime tijd regels van 'rechtvaardiging, optimalisatie en dosislimitering' van kracht. Ook de Food en Drug Administration heeft het initiatief genomen om 'onnodige blootstelling aan straling voor diagnostische doeleinden' te voorkomen (FDA, 2010). Een van de onderdelen daarvan is 'to increase patient awareness' iets waar bijvoorbeeld in Nederland minder aandacht voor lijkt te zijn.

Dergelijke regels zorgen voor beperking van het gebruik van straling voor medische doeleinden en zijn bedoeld om ongewenste gevolgen voor de patiënt te beperken.

4.2 Recent onderzoek

Brenner en Hall (2007) gaan specifiek in op CT-onderzoek in de Verenigde Staten en vragen zich af of er niet teveel CT-onderzoek wordt gedaan, in het bijzonder bij kinderen. Zij erkennen dat voor de individuele patiënt de afweging van voor- en nadelen vaak gunstig uitvalt, maar halen een studie aan waarin gesuggereerd wordt dat in de Verenigde Staten mogelijk circa 20 miljoen mensen, waaronder 1 miljoen kinderen, onnodig een CT-scan ondergaan. Zij beschouwen de toenemende blootstelling aan ioniserende straling als een potentieel toekomstig 'public health issue'.

Een recente Engelse studie bij kinderen (Pearce, 2012) suggereert dat twee tot drie CT-scans van het hoofd het risico op een hersentumor verdrievoudigen en vijf tot tien CT's van het hoofd het risico op leukemie verdrievoudigen.

In een redactioneel commentaar (Einstein, 2012) bij het artikel van Pearce wordt erop gewezen dat er de laatste 10 jaar veel ten goede is veranderd. Immers, de huidige generatie CT-scanners biedt meer mogelijkheden om de dosis te reduceren en de behandelaars zijn zich meer bewust van de risico's. Toch wordt er nog eens gewezen op de noodzaak tot rechtvaardiging en optimalisatie. Er wordt gewezen op rechtvaardiging, omdat, volgens de Lancet, 20-50% van dit type onderzoeken zou kunnen worden vervangen door een ander onderzoek of helemaal niet gedaan zou hoeven worden. Er wordt gewezen op optimalisatie, omdat er niet altijd voldoende gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden om de dosis af te stemmen op het type onderzoek en op de patiënt in kwestie. Op dit moment loopt er een groot Europees onderzoek naar de risico's van CT-scans bij kinderen.

Ook volwassen patiënten kunnen als gevolg van diagnostiek een significant verhoogde kans hebben op tumoren. In een recent artikel (Silva, 2012) wijst de auteur op het feit dat 78% van de door hem onderzochte patiënten met meer dan 5 jaar follow-up na een testistumor, de standaard van 20 mSv per jaar overschrijdt. Circa 60% van deze patiënten heeft in één jaar een hogere dosis diagnostische straling ontvangen dan 50 mSv. Hij komt dan uit op een toename van 2,1% van het levenslang risico op kanker. Hij bepleit daarom dat 'Imaging should be done judiciously in this population at high risk of overexposure'. Lauer (2009) haalt een artikel aan waarin wordt gesuggereerd dat circa 2% van alle gevallen van kanker mogelijk zou kunnen worden toegeschreven aan straling door CT-scanning. Ook breekt hij een lans voor het vaker uitvoeren van grootschalige, gerandomiseerde onderzoeken, om erachter te komen welke procedures de patiënt nu werkelijk iets opleveren. Immers, het in beeld brengen van afwijkingen en zelfs het kunnen voorspellen van het verloop van de ziekte leidt niet automatisch tot preventie.

Het Institute of Medicine (IOM) uit de Verenigde Staten heeft recent onderzocht welke omgevingsfactoren een rol kunnen spelen bij het ontstaan van borstkanker. Voor stoffen als ftalaten, benzeen en insecticiden vinden de auteurs onvoldoende bewijs. Voor blootstelling aan ioniserende straling en voor postmenopauzale hormoontherapie wordt echter een sterke associatie met borstkanker gerapporteerd (Smith-Bindman, 2012b).

De auteur geeft verder aan dat er wel aandacht is voor de risico's van hormoontherapie, maar niet voor de (mogelijke) risico's van ioniserende straling.

'The IOM's conclusion is that current evidence-based options for women to reduce their risk of breast cancer are limited. Most of the known risks factors for breast cancer, such as the age of menarche or family history, cannot be controlled. Avoiding and reducing exposure to medical radiation is one of the primary evidence-based actions that could reduce breast cancer risk, and the medical community should do everything in our power to reduce unnecessary exposures as quickly as possible'.

Volgens Parkin en Darby (2010) zijn in het Verenigd Koninkrijk circa 0,6% van alle gevallen van kanker het gevolg van diagnostische toepassingen met röntgenstraling. Nucleair-geneeskundige toepassingen zouden verantwoordelijk zijn voor 0,005% van de tumoren bij mannen en voor 0,007% van de tumoren bij vrouwen. Voor therapeutische toepassingen zijn deze percentages respectievelijk 0,26% (mannen) en 0,60% (vrouwen).

Gevolgen medische stralingsbelasting in Nederland:

Vanuit de epidemiologie wordt uitgegaan van een kans op sterfte door kanker van ongeveer 5% per Sv. In 2010 telde ons land circa 16.600.000 inwoners. Bij een gemiddelde medische dosis (RIVM, 2012a) van 0,89 mSv per inwoner en een sterftkans van 5% per Sv, betekent dat dat er als gevolg van ioniserende straling gerelateerd aan medische diagnostiek in 2010, circa 740 sterfgevallen ten gevolge van kanker in de jaren daarna zullen optreden. Dat is 0,75 % van het aantal nieuwe gevallen van kanker in 2010, namelijk 99.500⁶. Dit percentage is vergelijkbaar met dat in het Verenigd Koninkrijk, waar de stralingsbelasting door radiodiagnostiek wat lager lijkt te liggen (RIVM, 2012c).

Ook Nederlandse studies wijzen op het risico van tumorinductie ten gevolge van herhaald CT-onderzoek. Uit de eerder genoemde studie van Dijkstra et al. blijkt dat voor 2,6% van de patiënten de totale effectieve dosis hoger was dan 100 mSv. Voor 1% van de patiënten was het risico op tumorinductie groter dan 1% en van hen had 24% geen kanker in de voorgeschiedenis.

Hart- en vaatziekten

Ten slotte zijn er recente gegevens dat ioniserende straling ook invloed heeft op het ontstaan van hart- en vaatziekten. Die invloed is echter momenteel alleen aantoonbaar voor geabsorbeerde doses van 0,5 Gy en meer (een totale lichaamsdosis van 0,5 Gy leidt tot een effectieve dosis van 0,5 Sv). Zie bijvoorbeeld het rapport van de Engelse Health Protection Agency, 'Circulatory disease risk' (HPA, 2010): 'statistically significant excess risk can be detected at around 0.5 Gy'. In de praktijk betekent dit dat deze effecten vooral een rol spelen na radiotherapie.

4.3 Technische ontwikkelingen

Als gevolg van technische ontwikkelingen neemt bij veel onderzoeken de belasting per diagnostische verrichting overigens af. Smith-Bindman (2012b) plaatst nog wel enige kanttekeningen bij de inmiddels gerealiseerde en de nog te voorziene technische ontwikkelingen:

'Lastly, while manufacturers are developing and marketing devices that can create diagnostic images using considerably lower doses of radiation, it may take decades for these devices to replace those currently in operation. Thus, the manufacturers should work closely with all facilities who use their equipment to provide existing software upgrades to immediately reduce the doses to which patients are exposed.'

[...]

Furthermore as the IOM suggested, manufacturers could adopt uniform design standards — as has been successfully done in other areas of medicine (such as anesthesia) and

⁶ In feite klopt deze vergelijking niet helemaal, want kanker die zich in 2010 manifesteert is het gevolg van gebeurtenissen (beschadiging DNA etc.) die vele jaren eerder zijn opgetreden.

outside of medicine (such as the airline industry) — that would make it easier for technologists to move between different manufacturers and machines to improve safety. For example [...] if a technologist has a small patient and would like to reduce the dose, he/she needs to turn the noise index up on a X machine, whereas he/she needs to turn the effective mAs down on a Y machine—seemingly opposite directions to lower the dose’.

Ook kunnen verbeterde MRI- en echoscopietechnieken soms in de plaats komen van CT-scans. Dit laatste zou moeten helpen het aantal onderzoeken met ioniserende straling terug te dringen. Dit is echter niet zo makkelijk te kwantificeren. Weliswaar is het aantal echoscopieën en MRI-onderzoeken sterk toegenomen (met een factor 10, respectievelijk 20 in 10 jaar) maar dat gaat (nog?) niet gepaard met een afname van de andere onderzoeken. Zie ook RIVM, 2011b.

5 Kinderen en andere groepen met verhoogde gevoeligheid

5.1 Extra gevoelige patiënten

Kinderen, patiënten met bepaalde chronische ziekten en patiënten met bepaalde genetische afwijkingen zijn extra gevoelig voor ioniserende straling. Ook (foetussen van) vrouwen die nog niet weten dat ze zwanger zijn behoren tot die groep maar worden hier verder niet genoemd.

5.1.1 Kinderen

Het ontstaan van tumoren door straling heeft een latentietijd van circa 5 – 25 jaar. Na behandeling of onderzoek met ioniserende straling hebben kinderen dus alleen al door hun hogere levensverwachting een grotere kans om daadwerkelijk kanker te krijgen dan volwassenen. Verder zijn zij gevoeliger voor straling dan volwassenen. Hierdoor hebben kinderen in de leeftijd van 5 – 9 jaar een circa vijfmaal groter sterfterisico dan 40-49 jarigen (RIVM, 2006).

Bij de behandeling van kinderen wordt in het algemeen rekening gehouden met hun hogere gevoeligheid. Bovendien bestaan er speciale dosisbeperkende maatregelen. Deze laatste worden echter niet altijd afdoende getroffen (RIVM 2006).

Zeer recent (in juli 2012) heeft het National Cancer Institute in de Verenigde Staten een document uitgebracht, getiteld: 'Radiation Risks and Pediatric Computed Tomography (CT): a Guide for Health Care Providers'.

Daarin wordt nog eens duidelijk gemaakt dat CT-onderzoek bij kinderen extra aandacht vereist en wel om de volgende redenen:

- Kinderen zijn aanzienlijk gevoeliger voor straling dan volwassenen; dat blijkt uit epidemiologische studies.
- Kinderen hebben een hogere levensverwachting dan volwassenen.
- Kinderen krijgen te makkelijk een hoge dosis, wanneer de dosis niet wordt aangepast aan hun geringere lichaamsomvang.

Dat betekent dat voor een kind het risico op het ontwikkelen van een stralingsgerelateerde kanker verscheidene malen hoger is dan voor een volwassene. Tegelijkertijd wordt aangegeven dat de CT-apparatuur de laatste jaren verbeterd is, waardoor met lagere doses kan worden volstaan. Ook het aanpassen van de doses aan kinderen wordt vaker gedaan. Wel wordt nog opgemerkt dat multipiele scans voor kinderen bijna nooit nodig zijn. Uiteindelijk worden in het document een aantal stappen genoemd om de hoeveelheid straling voor kinderen te reduceren:

Onmiddellijk te nemen maatregelen

1. Denk goed na over de noodzaak van een CT-scan.
2. Pas de instelling aan:
 - a. aan de grootte van het kind;
 - b. aan het lichaamsdeel dat gescand wordt;
 - c. aan het orgaansysteem dat gescand wordt.
3. Bedenk dat de hoogste resolutie niet altijd nodig is voor een diagnose.

Maatregelen te nemen op langere termijn

1. Bepleit de ontwikkeling en het gebruik van protocollen en richtlijnen voor het inzetten van CT bij kinderen.
2. Verspreid kennis en ga in discussie met collega's en belangrijke organisaties over nut, noodzaak en optimalisatie van CT-scans bij kinderen.
3. Onderzoek de relatie tussen de kwaliteit van de CT-scan en de dosis, om de scan te kunnen aanpassen aan het individuele kind en om meer te weten te komen over de relatie tussen CT-straling en kankerrisico.

Conclusie van het document: Hoewel de CT-scan een onmisbaar instrument is om diagnoses te stellen bij kinderen, is het van belang dat allen die bij de gezondheid van het kind betrokken zijn, samen proberen de dosis zo laag mogelijk te houden.

5.1.2 *Andere risicofactoren*

Ioniserende straling wordt gebruikt bij de behandeling van circa 60% van de kankerpatiënten. Alhoewel de meesten deze behandeling goed doorstaan, krijgt 5-10% van de patiënten te maken met aanzienlijke bijwerkingen. De belangrijkste onderliggende factoren zijn: leeftijd, doorgemaakt hebben van chemotherapie, de aanwezigheid van anatomische afwijkingen, problemen met de zuurstofvoorziening van de bestraalde weefsels en ziekten als diabetes en lupus.

5.1.3 *Genetische gevoeligheid*

In bepaalde gevallen kan gevoeligheid voor straling worden toegeschreven aan specifieke genetische afwijkingen, zoals Ataxia Telangiectasia (AT), AT-like disorder etcetera, Nijmegen Breakage Syndrome (NBS). Dit zijn (zeer) zeldzame afwijkingen (Rieger, 2003). Echter, ook draagsters van mutaties in het BRCA1/2 gen kunnen te maken krijgen met een verhoogd risico op borstkanker door diagnostisch onderzoek (Pijpe et al., 2012). De laagste cumulatieve dosis waarbij een relatie met borstkanker gevonden wordt, lijkt ook lager te liggen dan bij niet-dragers. In sommige landen wordt mammografie bij deze groep beneden de 30 jaar dan ook afgeraden.

Een ander voorbeeld: al jaren is bekend dat kinderen die in de jaren vijftig bestraald zijn in verband met Tinea Capitis⁷ - een schimmel op het behaarde hoofd – een grotere kans maken op het krijgen van meningeoma en andere kankers. Recent onderzoek (Hosking, 2011) suggereert dat er in bepaalde subpopulaties sprake is van een grotere gevoeligheid voor het ontstaan van deze ziekte als gevolg van genetische afwijkingen.

De National Academy zegt in zijn rapport Biological Effects of Ionizing Radiation BEIR (VII) over het belang van genetische gevoeligheid het volgende:

'In brief, although there are isolated instances of cancer and/or radiotherapy patients showing clear evidence of radiosensitivity, it is only for AT and NBS that there is unambiguous evidence of profoundly increased radiosensitivity to cell killing associated with known human disorders of DNA damage response or repair and cancer. Claims for increased radiosensitivity in other cancer-prone disorders remain controversial and do not provide clear guidance on radiation cancer risk. [...]

The principal point to emphasize is that cancer is a multifactorial set of diseases, and as such, there is expected to be a complex interplay between multiple germline genes and a plethora of other host- and environment-related factors. The data available, although far from complete, tend to support this basic expectation. [...]. For these reasons it may be more realistic at this stage of knowledge to focus attention on general patterns of gene-radiation interactions and their implications for population risk, rather than risk for specific individuals'.

⁷ During the mass migration to Israel in the 1950s, the Israeli authorities undertook a wide-scale campaign to eradicate Tinea Capitis (TC). The treatment included radiotherapy to the head area and was administered to children [...] who were planning to immigrate to Israel. [...] The hair had been shaved [...]. Subsequently, the scalp area was divided into five fields [...] The children were exposed to 3.5–4.0 Gy for each field, at a focus skin distance of 25–30 cm. Most individuals received one course of radiation, but circa 9% of the patients received 2 treatments (Werner *et al.*, 1968).

6 Omgaan met toenemende stralingsbelasting

6.1 Verenigde Staten

In een white paper uit 2007 (Amis, 2007)¹ benadrukt het American College of Radiology (ACR) dat 'The more recent development of remarkable equipment such as [...] have improved the lives of our patients and [...] revolutionized the practice of medicine'. Ondanks het feit dat de ACR er niet aan twijfelt dat 'the benefits exceed the risks' worden er ook kanttekeningen gemaakt. Zo wordt aangegeven dat: ... 'this dramatic evolution of imaging has also resulted in a significant increase in the population's cumulative exposure to ionizing radiation'. De hamvraag volgens de ACR is: 'will this cause an increased incidence of cancer years down the line?'.

Behalve verbeterde technieken zijn er meer redenen waarom de jaarlijkse medische dosis in de Verenigde Staten zo hoog is volgens de ACR:

- *fear of litigation;*
- *increased need for immediate diagnosis and patient throughput in busy clinical settings;*
- *increased patient demand;*
- *a lack of radiation safety training for nonradiologist providers.*

De ACR heeft daarop een groot aantal aanbevelingen gedaan om de snelle groei waar sprake van is, in te dammen. Deze aanbevelingen betreffen onder meer betere dosismetingen, meer kennis bij de aanvragende specialisten, een (verbeterd) accreditatieprogramma voor radiologen en technici/fysici. Een andere aanbeveling is patiëntenorganisaties te benaderen en hen beter bewust te maken van de potentiële risico's van straling.

Over CT-scans zegt de ACR het volgende: 'It is worth noting that many computed tomographic (CT) scans and nuclear medicine studies have effective dose estimates in the range of 10 – 25 mSv for a single study, and some patients have multiple studies; thus it would be not uncommon for a patient's estimated exposure to exceed 50 mSv'. De ACR wijst ook nog op een berekening dat de jaarlijkse collectieve medische dosis in de Verenigde Staten ongeveer gelijk zou zijn aan de wereldwijde collectieve dosis afkomstig van het ongeluk in Tsjernobyl. Alleen al daarom zou je volgens de ACR mogen verwachten dat er in de niet zo heel verre toekomst een toename ontstaat van 'imaging related cancer'. Dat dit nu (2007) nog niet goed zichtbaar is wordt toegeschreven aan de latentietijd van 10-20 jaar (of langer).

In een vervolpublicatie (Amis, 2010) wijst de ACR op nieuwe ontwikkelingen die de eerdere aanbevelingen onderbouwen.

- Volgens een studie van Fazel (2009) is 'myocardial perfusion imaging' alleen al verantwoordelijk voor ruim 22% van de totale effectieve dosis door medische beeldvorming en zijn CT-scans van borst, buik en bekken dat voor bijna 38%.
- Mettler et al. (2009) wezen erop dat 12% van alle radiologische procedures ter wereld en ongeveer de helft van alle nuclear imaging procedures worden gedaan bij de bevolking van de Verenigde Staten, terwijl daar maar 4,6% van de wereldbevolking woont.
- Ook in 2009 wezen Smith-Bindman et al. erop dat de stralingsdosis van de gebruikelijke CT-scans in de Verenigde Staten hoger en meer variabel zijn dan doorgaans gerapporteerd. Zij riepen op tot standaardisatie.
- Berrington de Gonzalez et al. schatten het aantal kankers in de Verenigde Staten dat het gevolg is van CT-scans in 2007 op 29.000.
- In 2010 kondigde de Food and Drug Administration (FDA) een initiatief af om onnodige blootstelling aan straling (CT, nuclear imaging, fluoroscopy) te beperken.

- Met het noemen van voorbeelden van de aandacht die de media besteedden aan bestralingsfouten, laat de ACR zien dat dit onderwerp ook onder de bevolking leeft.

Tenslotte wijst de ACR nog op twee belangrijke initiatieven:

- 'Image Gently', van de ARSPI⁸, aanvankelijk alleen gericht op CT-veiligheid bij kinderen, maar zich inmiddels ook richtend op andere beeldvormende radiologische technieken.
- 'Image Wisely', een initiatief om onnodige beeldvorming te vermijden en de dosis te beperken tot die dosis die nodig is om optimale beelden te verkrijgen. Daarvoor is lesmateriaal ontwikkeld dat overal verspreid wordt – in druk en elektronisch – ten behoeve van de opleiding en bijscholing van radiologen, medisch fysici en andere technici die betrokken zijn bij de medische beeldvorming in de Verenigde Staten.

Recent is er in Californië een wet aangenomen die voorschrijft dat voor elke patiënt die een CT-scan ondergaat vanaf juli 2012 de dosis moet worden vastgelegd (Goske, 2011). Bovendien moet vanaf juli 2013 elke instelling die CT-scans afneemt, geaccrediteerd zijn. Inherent aan dit voorstel is de veronderstelling dat radiologie-professionals 'target doses' of 'exposure limits' hebben ontwikkeld voor de toepassing van CT-scans. De auteur betwijfelt of deze veronderstelling terecht is en wijst erop dat er in de Verenigde Staten alleen voor volwassenen enkele 'guidelines' zijn ontwikkeld. Ook wijst zij erop dat de guidelines wereldwijd incompleet zijn en dat de Verenigde Staten een achterstand hebben op Europa.

Zij verwijst naar de zogenaamde diagnostische referentieniveaus die in Nederland en in andere Europese landen zijn opgesteld. Dat deze effect kunnen hebben probeert Goske aan te tonen met de Mammography Quality Standards Act in de US, die al in het eerste jaar zou hebben geleid tot een aanzienlijke kwaliteitsverbetering van mammografie-onderzoek [...] waarschijnlijk als gevolg van[...] 'federal regulations'.

Smith-Bindmann (2012b) zegt daar nog het volgende over:

'The first step toward lowering exposures to unnecessary radiation is to reduce unnecessary testing. A second, and equally important, strategy for reducing inappropriate exposures to radiation from medical radiation is to lower the doses delivered for each imaging examination. [...] Patients should ask their physicians about the radiation doses involved in their examinations, and request a record of the doses to which they are exposed [...].'

Ook voor nucleair diagnostisch onderzoek is er aandacht in de Verenigde Staten. In een overzichtsartikel uit 2008 wordt benadrukt dat degenen die nucleair diagnostische verrichtingen doen, goed getraind moeten zijn in 'radiation physics' en 'radiation safety' (Miller, 2008). Dat lijkt misschien overbodig, maar deze procedures worden al lang niet meer uitsluitend door radiologen of nucleair geneeskundigen uitgevoerd; ze worden tegenwoordig ook uitgevoerd door cardiologen, vaatchirurgen, urologen en een aantal andere specialisten⁹. Deze zijn niet altijd voldoende getraind op dit gebied. Recent RIVM-onderzoek bevestigt dat verrichtingen op dit gebied niet alleen door radiologen of nucleair-geneeskundigen worden uitgevoerd (RIVM 2012b). Verder heeft de American Heart Association, in het licht van het snel stijgende aandeel 'cardiac imaging' in de totale stralenbelasting, in 2012 een Science Advisory uit doen gaan, met gedetailleerde aanbevelingen om de dosis voor de patiënt te minimaliseren (Gerber, 2012).

⁸ Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging

⁹ In Nederland zijn deze medisch specialisten verplicht een cursus stralingshygiëne niveau 4 te volgen.

In 2010 heeft de Food and Drug Administration (FDA) een initiatief genomen 'to reduce unnecessary radiation exposure from medical imaging'¹⁰. De FDA benadrukt 'collaborative activities' op de volgende gebieden:

- *facility guidelines and personnel qualifications;*
- *education and communication (patiënt awareness!);*
- *appropriate use;*
- *equipment safety features;*
- *tracking radiation safety metrics;*
- *research and development;*

De FDA eindigt met de volgende conclusie.

'Medical imaging has many important clinical uses and can provide significant benefits. However, CT, fluoroscopy, and nuclear medicine imaging procedures also present risks. A balanced public health approach seeks to support the benefits of medical imaging while reducing the risks. FDA, others in the Federal government, and the healthcare professional community all have a role to play in such an approach. Through the Initiative to Reduce Unnecessary Radiation Exposure from Medical Imaging, FDA and our partners will work to measurably reduce unnecessary exposure of patients to radiation in CT, fluoroscopy, and nuclear medicine imaging exams.'

Het bovenstaande maakt duidelijk dat het beperken van onnodig stralingsonderzoek leeft in de medische gemeenschap in de Verenigde Staten. Ook de tekst in bijlage 1 onder het motto 'Medscape Humor' maakt dit duidelijk.

6.2 Nederland

Ook in Nederland bestaan er ideeën over het vastleggen van de hoeveelheid straling die voor elke behandeling wordt gebruikt (RIVM, 2012c). Er zijn daarom, net als in andere Europese landen zogeheten diagnostische referentieniveaus opgesteld die houvast bieden voor het bepalen van de dosis die bij een radiodiagnostische verrichting niet zou moeten worden overschreden.

Ook zou dit op den duur kunnen leiden tot een *stralingspaspoort* voor iedereen, zoals dat er ook is voor werknemers in de stralingsindustrie. Op die manier wordt dan niet alleen de stralingsbelasting van een individuele scan vastgelegd, maar de hele stralingshistorie van de patiënt. Deze gegevens zouden ook gebruikt kunnen worden voor de analyse van de stralingsdosis per onderzoek en vergelijkingen tussen ziekenhuizen.

¹⁰ <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationSafety/RadiationDoseReduction/default.htm>

7 Mening van Nederlandse deskundigen

Om een link te leggen met de praktijk van radiologisch onderzoek in Nederland zijn drie deskundigen geïnterviewd, twee kinderradiologen en één epidemioloog. Hieronder zijn de resultaten van die interviews geanonimiseerd weergegeven. Het zal duidelijk zijn dat deze interviews geen compleet beeld geven van hoe me dit onderwerp in de Nederlandse praktijk wordt omgegaan.

7.1 Eerder onderzoek

In 2006 heeft het RIVM op verzoek van de IGZ onderzoek gedaan naar de stralingsdosis bij radiologisch onderzoek van kinderen (RIVM, 2006). De conclusie was dat er in de meeste algemene ziekenhuizen in Nederland meer kan worden gedaan ter beperking van de stralingsdosis bij radiologisch onderzoek van kinderen. Onderzoek in 2010 heeft laten zien dat de stralingsbelasting bij kinderen bij wie nucleair-geneeskundig onderzoek wordt gedaan in veel gevallen lager zou kunnen zijn door over te schakelen op een nieuwe doseringsmethodiek (RIVM, 2011a).

Ook zijn er voor radiologische verrichtingen zogenaamde diagnostische referentieniveaus (zie eerder).

7.2 Vragen Interviews

Aan de geïnterviewden werd onderstaande tekst voorgelegd. Vervolgens werden er vragen gesteld. De antwoorden van de geïnterviewden zijn per vraag samengevoegd. Daaruit blijkt dat zij op sommige punten van mening verschillen.

Voorgelegde tekst: *De veronderstelling is dat er, als gevolg van de toename van het aantal diagnostische en therapeutische verrichtingen waarbij gebruik gemaakt wordt van ioniserende straling, groepen zijn die (relatief) zwaar worden belast.*

Vraag 1: *Welke patiënten(groepen) worden hoog belast, zowel in diagnostische als in therapeutische zin?*

Vraag 2: *Welke behandelingen zou je moeten rangschikken onder onvermijdelijk en welke zijn mogelijk vermijdbaar?*

Vraag 3: *Als bepaalde behandelingen voor sommige groepen vermijdbaar zijn, wat is daar dan voor nodig: betere protocollen, betere apparatuur, meer middelen, meer mankracht, meer tijd. In hoeverre hangt het af van de setting (gespecialiseerd versus algemeen ziekenhuis).*

Vraag 4: *Zijn er – behalve kinderen – andere groepen die extra gevoelig zijn voor straling?*

Vraag 5: *Wat zou meer 'opleveren': aandacht voor de risicogroepen of meer aandacht voor de (veel grotere) groep die af en toe een onderzoek – bijvoorbeeld CT-scan – krijgt.*

Vraag 6: *Is het woord risicogroep dan op zijn plaats? Of vormt de aandoening waarvoor ze behandeld worden het eigenlijke risico?*

7.3 Resultaten Interviews

Vraag 1: *Welke patiëntengroepen worden (soms) hoog belast, zowel in diagnostische als in therapeutische zin?*

- Oncologische patiënten;
- Cardiovasculaire patiënten;
- Neurologische patiënten;

- Traumapatiënten (met name met dreigende bloeding in het hoofd);
- Patiënten met longaandoeningen;
- Kinderen met gehoorstoornissen.

Vraag 2: Welke daarvan zou je moeten rangschikken onder onvermijdelijk en welke onder mogelijk vermijdbare blootstelling.

- Eigenlijk is de stralingsbelasting bij alle bovengenoemde patiëntengroepen onvermijdelijk. En de kwaal is vaak ook erger dan het (relatief kleine) risico op inductie van een secundaire maligniteit.
- Patiënten die veel scans nodig hebben, hebben een lagere levensverwachting. Daar moet je rekening mee houden bij de bepaling van de sterftekans door een nieuwe tumor.
- Bij oncologiepatiëntjes zijn CT-scans niet altijd te voorkomen. Dat geldt in het bijzonder voor patiënten met longmetastasen. Voor buikonderzoek of voor onderzoek van het hoofd is een CT-scan echter vaak niet nodig en kan volstaan worden met MRI-scan of echo. De protocollen bij de vele trials vereisen op gezette tijden onderzoek met beeldvormende technieken. Daar horen vaak CT-scans bij. De meeste ernstig zieke kinderen komen in een gespecialiseerd ziekenhuis terecht, waar er veel aandacht is voor het beperken van straling, maar waar ook veel trials lopen. Het gebeurt helaas nogal eens dat er in het verwijzende ziekenhuis nog onderzoek (zoals een CT-scan) gedaan wordt, terwijl al duidelijk is dat dat in het specialistische ziekenhuis, vanwege trials, ook zal worden gedaan.
- CT-scans van het hoofd bij kinderen zijn bijna niet meer nodig. Een van de weinige indicaties is een verdenking op een acute bloeding. Ook kinderen met gehoorstoornissen hebben een CT nodig om de gehoorbeentjes in beeld te brengen. Ook kinderen met longafwijkingen, zoals cystic fibrosis, kunnen vaak niet buiten een CT-scan. Aangezien de gemiddelde overlevingsduur sterk is toegenomen (van circa 20 naar circa 40 jaar) is het dus ook voor die groep van belang dat er rekening wordt gehouden met de risico's van diagnostisch onderzoek.
- Het is denkbaar dat de bestraling die nodig is om de tumor te doden, minder schade teweegbrengt dan de vele CT-scans die nodig zijn om uitzaaiingen tijdig te ontdekken.

Vraag 3: Als het voor sommige groepen vermijdbaar is, wat is daar dan voor nodig: betere protocollen, betere apparatuur, meer middelen, meer mankracht, meer tijd. In hoeverre hangt het af van de setting (gespecialiseerd versus. algemeen ziekenhuis).

- Goede indicatiestelling. In een aantal gevallen zou er misschien wat vaker gekozen kunnen worden voor een techniek zonder ioniserende straling (MRI, echografie), maar die keuze hangt mede af van beschikbaarheid van apparatuur (MRI), ook buiten kantoortijd, en van expertise. Ik ben overigens van mening dat wij in Nederland over het algemeen zeer stralenshygiënisch werken (in vergelijking met andere landen) en vaak al meer gefocust zijn op technieken zonder ioniserende straling. Indien we wel röntgen of nucleaire technieken gebruiken, dan zijn we al aardig gefocust op optimalisatie van techniek aan de hand van vraagstelling/type patiënt/leeftijd, et cetera.
- Kinderradiologen besteden veel aandacht aan het beperken van de stralingsbelasting. Bovendien is er op een afdeling kinderradiologie meer gelegenheid om kinderen te sederen. Hierdoor is het veel makkelijker om een MRI-scan te maken in plaats van een CT-scan. Een MRI-scan kan namelijk wel een half uur duren, een CT-scan duurt maar enkele seconden. Traumatologen behandelen kinderen soms als kleine volwassenen en leggen ze daarom mogelijk te snel onder de CT. Er is bij een trauma echter vaak sprake van urgentie en er is, buiten kantoortijd, minder personeel ter beschikking.
- Kinderradiologen zijn er op gespitst de dosis zo laag mogelijk te houden. Dat kan wel een factor 2 – 3 schelen. In algemene ziekenhuizen is die kennis echter niet altijd aanwezig of is de apparatuur daar minder geschikt voor. Ook de werkdruk kan een rol spelen.
- Bij protocollaire nabehandeling (van bijvoorbeeld) hersentumoren kan in veel gevallen worden volstaan met MRI-onderzoek.

- De keuze voor een CT-scan (bij kinderen) heeft soms ook andere redenen:
 - o Het gaat veel sneller dan bijvoorbeeld MRI-scan;
 - o Bij kleine kinderen is er geen narcose nodig;
 - o In sommige ziekenhuizen is er 's nachts geen echoscopist aanwezig.
- Kinderen kunnen niet alleen door hun ziekte maar ook door hun gedrag veel foto's krijgen. Echter ook sommige volwassenen kunnen slecht in staat zijn te vertellen wat de aard van hun ziekte is zoals patiënten met het syndroom van Down. Ook deze groep krijgt dan waarschijnlijk eerder een scan.

Vraag 4: Zijn er – behalve kinderen – andere groepen die extra gevoelig zijn voor straling?

Naast kinderen eigenlijk alleen patiënten met een bepaalde syndromen waarin de gevoeligheid voor ioniserende straling hoger is. Kinderen met Down hebben niet alleen vaker hartafwijkingen, maar ook vaker leukemie.

Vraag 5: Wat zou meer opleveren: meer aandacht voor de risicogroepen of meer aandacht voor de (veel grotere) groep die af en toe een onderzoek – bijvoorbeeld CT-scan – krijgt.

- Zie eerdere antwoorden. Ik denk dat wij al aardig op de goede weg zijn, dus de vraag is of meer aandacht echt veel oplevert. Ik heb recent een gesprek gehad met IGZ in verband met de stralingsbelasting bij kinderen. Daarbij heb ik aangedragen dat als IGZ de stralingshygiëne zou willen toetsen, het gebruik van de Diagnostische Referentieniveaus (zoals recentelijk gedefinieerd door een projectgroep voor VWS) mijns inziens de juiste weg is om te bewandelen. Waar wellicht nog winst te halen is in Nederland, is het verder ontwikkelen van goede richtlijnen voor indicatiestelling.
- Er bestaan duidelijke richtlijnen voor de nabehandeling en controle van kinderen met kanker, om te voorkomen dat ze teveel straling krijgen. Verder is Nederland heel terughoudend met CT-scans (in tegenstelling tot Verenigde Staten, Israël, ...). Zo zijn mede door toedoen van Nederlandse artsen Amerikaanse behandelprotocollen voor Hodgkin aangepast.
- Het is niet uitgesloten dat het risico van een enkele CT-scan bij veel kinderen (met een normale levensverwachting) misschien wel groter is dan het maken van veel CT-scans bij enkele (ernstig zieke) kinderen.
- Naleven protocollen in AZ waarschijnlijk beter dan in gewone ziekenhuizen.
- Nota bene ook de orgaandosis is van belang.

Vraag 6: Is het woord risicogroep dan op zijn plaats? Of vormt de aandoening waarvoor ze behandeld worden het eigenlijke risico?

- Risicogroep is mijns inziens de verkeerde benaming. Bij een goede indicatie is elke ioniserende straal gerechtvaardigd en vormt de (mogelijke) aandoening dus het echte risico voor de patiënt. De huidige röntgenapparatuur wordt steeds beter en daardoor stralenshygiënischer. We werken inmiddels met dosis ruim onder tot rond de jaarlijkse natuurlijke achtergrondstraling, enkele uitzonderingen daargelaten (bijvoorbeeld ingewikkelde angiografische interventies, maar dan geldt weer bovenstaande over kwaal en risico).
- Stralingshygiëne staat hoog in het vaandel bij kinderradiologen. maar we moeten de risico's ook niet gaan overdrijven! (Met het risico op niet-diagnostische onderzoeken of het onthouden van bepaalde onderzoeken aan een patiënt terwijl die noodzakelijk zijn. Daar wordt de patiënt zeker niet beter van.) Congenitale hartafwijkingen worden soms onder doorlichting verholpen, zodat een riskante openhartoperatie vermeden wordt.

Samenvattend:

- De geïnterviewde experts hebben goed op het netvlies wat de risicogroepen zijn.
- Ze zijn van mening dat in Nederland al heel veel aandacht is voor dosisreductie, m.n. bij de risicogroep Kinderen.
- Zij verschillen in de mate waarin zij van mening zijn dat álles gedaan wordt om de dosis te optimaliseren.
- Ze zijn het er dus ook niet over eens wat er nog gedaan zou moeten worden om de risicogroepen te beschermen.

8 Conclusies

Literatuuronderzoek laat zien dat verschillende onderzoekers kritisch zijn over het toenemende aantal CT-scans en andere vormen van radiodiagnostisch onderzoek die gedaan worden, in het bijzonder in de VS. Zij wijzen op het feit dat twee tot drie CT-scans van het hoofd het risico op leukemie bij kinderen al kunnen verhogen. Sommigen beschouwen de toenemende blootstelling aan ioniserende straling om die reden als een potentieel public health issue, onder meer vanwege de toenemende kans op kanker.

Kinderen zijn een risicogroep voor straling omdat zij gevoeliger zijn en door hun hogere levensverwachting een grotere kans hebben om kanker te ontwikkelen. Bovendien krijgen kinderen gemakkelijk een te hoge dosis, wanneer deze onvoldoende wordt aangepast aan hun lichaamsgrootte. Ook patiënten met tumoren, hartvaatziekten en longziekten kunnen risico lopen, omdat zij regelmatig worden onderzocht op progressie van hun ziekte. Verder verhoogt een grotere genetische gevoeligheid het risico ook, maar dan gaat het voor het merendeel om heel zeldzame chromosoomafwijkingen. Echter ook van vrouwen met een erfelijk bepaalde gevoeligheid voor borstkanker wordt verondersteld dat zij een verhoogde kans hebben op borstkanker als gevolg van diagnostisch onderzoek.

In de Verenigde Staten, met verreweg de hoogste stralingsbelasting, zijn verschillende initiatieven gestart om de stralingsbelasting door medisch onderzoek te verlagen. Daarbij is er speciale aandacht voor de patiënten, zodat die gaan inzien dat CT-onderzoek niet alleen niet altijd nodig is, maar ook niet zonder gevaar is.

Volgens enkele geraadpleegde experts zijn Nederlandse radiologen al veel langer doordrongen van het belang van een goede stralingshygiëne. Zij doen hun best de stralingsdosis laag te houden, zeker bij kinderen, en worden daarin ondersteund door protocollen, richtlijnen en duidelijke afspraken binnen de beroepsgroep. De interviews suggereren wel dat er in sommige situaties nog verbetering mogelijk is. Zo zijn er in academische ziekenhuizen, met veel en gespecialiseerd personeel, meer mogelijkheden om een CT-scan te vermijden of te vervangen door een echo of MRI-scan dan in andere ziekenhuizen. Ook een recent RIVM-rapport (RIVM,2012c) suggereert dat meer landelijke coördinatie en standaardisatie van onderzoeksprotocollen de dosis voor de patiënt mogelijk zou kunnen verlagen (RIVM, 2012c).

Het RIVM adviseert om de vraag 'wordt er in Nederland voldoende gedaan om de stralingsbelasting voor gevoelige groepen te beperken?' voor te leggen aan de relevante wetenschappelijke verenigingen.

Literatuur

1. Amis ES et al. American College of Radiology White paper on radiation dose in medicine. *J Am Coll Radiol* 2007 (4): 272-284.
2. Amis ES, Butler PF. ACR White paper on radiation dose in medicine: three years later. *J Am Coll Radiol* 2010 (7): 865-870.
3. BEIR VII-phase II: Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation. <http://www.nap.edu/catalog/11340.html>
4. Brenner DJ, Hall EJ: Computed tomography – an increasing source of radiation exposure; *N Engl J Med* 2007; 357: 2277-2284.
5. Dijkstra H et al. Het risico op tumorinductie als gevolg van herhaald CT-onderzoek. *Ned. Tijdschrift voor Stralingsbescherming* 2010; 1 (2): 18-21.
6. Einstein AJ. Beyond the bombs: cancer risks of low-dose medical radiation. *Lancet* 2012; 380 (9840) 455-457.
7. Fazel R et al. Exposure to Low-Dose Ionizing Radiation from Medical Imaging Procedures; *N Eng J Med* 2009; 361;849-857.
8. FDA (2010), Center for Devices and Radiological Health; Initiative to Reduce Unnecessary Radiation Exposure from Medical Imaging.
9. Gerber TC et al. Ionizing radiation in cardiac imaging: a science advisory from the American Heart Association Committee on cardiac imaging of the council on clinical cardiology and Committee on cardiovascular imaging and intervention of the council on cardiovascular radiology and intervention. *Circ* 2009; 119: 1056-1065.
10. Goske MJ. Getting it right: are regulation and registries for CT radiation dose in children the answer? *Pediatr Radiol* (2011) 41 (suppl 2):S567-570.
11. Health Protection Agency (2010). Circulatory Disease Risk; report of the independent group advisory group on ionizing radiation.
12. Hosking FJ et al. Search for inherited susceptibility to radiation-associated meningioma by genomewide SNP linkage disequilibrium mapping. *Br J of Canc* (2011) 104 6 (1049-53).
13. Lauer MS. Elements of danger – The Case of Medical Imaging; *N Engl J Med* 2009; 361;9: 841-843.
14. Miller DL. Overview of contemporary interventional fluoroscopy procedures. *Health Phys* 95(5):638-644; 2008.
15. National Cancer Institute (2012): Radiation Risks and Pediatric Computed Tomography (CT): a Guide for Health Care Providers. <http://www.cancer.gov/cancertopics/causes/radiation/radiation-risks-pediatric-CT>
16. NCRP Report 160, Ionizing Radiation Exposure of the Population of the United States (2009).
17. Parkin DM, Darby SC. Cancers in 2010 attributable to ionising radiation exposure in the UK. *British Journal of Cancer* (2011) 105, S57-S65.
18. Pearce MS et al. Radiation exposure from CT-scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet* 2012; 380 (9840) 499-505.
19. Pijpe A et al. Exposure to diagnostic radiation and risk of breast cancer among carriers of BRCA1/2 mutations: retrospective cohort study (GENE-RAD-RISK); *BMJ* 2012; 345:e5660 doi: 10.1136/bmj.e5660.
20. Rieger KE et al. Toxicity from radiation therapy associated with abnormal transcriptional responses to DNA damage. *PNAS* (2004); 101 (17): 66356640.
21. RIVM-rapport 265021005 (2006). Stoop P, Bijwaard H. Optimalisatie van de dosis bij radiologisch onderzoek van kinderen.
22. RIVM-rapport 300080007 (2011). Waard de I. Nucleaire geneeskunde bij kinderen in Nederland; doseringen en stand van zaken 2010.
23. RIVM-rapport 300080010 (2011). Stam R, Bijwaard H. Recent developments in medical techniques involving ionising or nonionizing radiation.

24. RIVM-briefrapport 610001001 (2012). Waard-Schalx de I. Medische stralingstoepassingen (gegevens 2010).
25. RIVM-rapport 300080012 (2012). Stoop P, Waard de, I. Medische Röntgentoepassingen buiten afdelingen radiologie en ziekenhuizen.
26. RIVM-rapport 610111001 (2012). Stam R. Management van de patiëntdosis in Nederland en het Verenigd Koninkrijk; mogelijkheden voor verbetering.
27. Silva MV et al. Diagnostic radiation exposure risks in a contemporary cohort of male patients with germ cell tumour. *Journal of Urology* 2012; 187 (2) 482-486.
28. Smith-Bindman R et al. Use of Diagnostic Imaging Studies and Associated Radiation Exposure for Patients enrolled in Large Integrated Health Care Systems, 1996-2010. *JAMA*, June 13 2012-Vol 307, No 22; 2400-9.
29. Smith-Bindman R. Environmental causes of breast cancer and radiation from medical imaging: findings from the Institute of Medicine report. *Arch Int Med*. 2012; 172 (13): 1023-7.

Dankwoord

Hierbij danken wij de volgende experts voor hun medewerking aan het verzamelen van informatie voor onderliggend rapport.

1. Mw. Drs. A.M.J.B. Smets, radioloog Academisch Medisch Centrum
2. Dhr. Dr. R.A.J. Nievelstein, kinderradioloog Universitair Medisch Centrum Utrecht
3. Dhr. Dr. M. Hauptmann, statisticus Nederlands Kanker Instituut
4. Dhr. Dr. H. Dijkstra, klinisch fysicus Universitair Medisch Centrum Groningen

Bijlage 1

From Medscape Humor > Reflux and Murmurs

Doctor Sentenced to Death for Ordering Unnecessary Scan

Andrew J. Vickers, PhD, DPhil

—

Dr. Philip Bird, a family practitioner in Oxford, Mississippi, has been sentenced to death by lethal injection for ordering an MRI on a patient with uncomplicated low back pain. Bird's sentence is believed to be the first under the state's new 'get tough' 3-strikes law. The presiding judge, the Honorable Marsha Williams, told the court that although she sympathized with the defendant, the law left her no discretion. Bird twice previously had been found guilty of ordering unnecessary scans: a CT for a woman reporting pregnancy-related tension headache and a bone scan for a patient with localized prostate cancer.

Prosecuting attorney Luke O'Neill said that justice had been served. 'It gives me no pleasure to send a man to death row,' said O'Neill, 'but Dr. Bird had a choice and knew the consequences of that choice.' State senator Grant Douglas, Jr., a former hospital administrator who introduced the '3 strikes' law, said that he hoped the case would 'serve as warning to the medical community. We've tried everything to bring down the rate of unnecessary scans. We've done studies, presented evidence, written guidelines -- hell, I've even gone down on my hands and knees and begged -- but nothing doing. Scratch your ear in front of a doctor and next thing you know you'll be shoved into a CT machine. Really, they left us no choice but to threaten them with death.'

Dr. Josephine Watkins, a medical economist, said that she doubted the ruling would affect medical practice. 'The economic and malpractice incentives to scan are so extreme that even the possibility of years in a windowless cell followed by a botched execution is unlikely to be a deterrent.' Bird himself was unrepentant. In a statement released by his attorney, he said that Douglas 'needed his head examined' and that either CT or functional MRI should be considered.

Bijlage 2

Richtlijn voor Urologische tumoren, Testiscarcinoom

Verantwoording

Regio: Vereniging van Integratie Kankercentra , Datum vaststellen: 01-06-02 ,

Verantwoording: LWG

Urologische tumoren update 23-09-08

NB Alleen het voor dit rapport relevante deel is hier overgenomen uit de originele richtlijn

Follow-up testistumoren richtlijn testistumoren

Seminoom

Stadium 1

wait and see (tot 5 jaar)

- Lichamelijk onderzoek en tumormarkers
- jaar 1-2 iedere 3 maanden
- jaar 3-5 iedere 6 maanden
- CT-scan Thorax/Bovenbuik*) 6, 12, 24, 36, 60 maanden
- X-thorax: 3, 9, 15, 18, 21, 30 maanden

Radiotherapie inclusief stadium IIa, IIb indien na radiotherapie (tot 5 jaar)

- Lichamelijk onderzoek en tumormarkers:
- jaar 1-2 iedere 3 maanden
- jaar 3-5 iedere 6 maanden
- CT-scan Thorax/Abdomen 1 jaar, 2 jaar en 5 jaar
- X-thorax: 3, 6, 9, 15, 18, 21, 30, 36 maanden

Carboplatin 1 kuur

- Lichamelijk onderzoek en tumormarkers
- jaar 1-2 iedere 3 maanden
- jaar 3-5 iedere 6 maanden
- jaar 5-10 jaarlijks
- CT-scan Thorax/Bovenbuik *) 6, 12, 24, 36 maanden
- X-thorax: 3, 9, 15, 18, 21, 30 maanden

Non-seminoom

Wait and see

stadium I (tot 5 jaar)

- Lichamelijk onderzoek en tumormarkers
- jaar 1 iedere maand
- jaar 2 iedere 2 maanden
- jaar 3 iedere 3 maanden
- jaar 4-5 iedere 6 maanden
- CT-scan Thorax/Bovenbuik:
- Indien vaatinvase + (hoogrisico) na 3, 6, 9, 12, 16, 20 en 24 maanden
- Indien vaatinvase – (laagrisico) na 4, 8, 12, 18, 24 maanden

Seminoom en Non-seminoom na chirurgie en/of chemotherapie

- Lichamelijk onderzoek en tumormarkers
- jaar 1 iedere maand
- jaar 2 iedere 2 maanden
- jaar 3 iedere 3 maanden
- jaar 4 iedere 6 maanden
- jaar 5-10 jaarlijks

Na 1 jaar en daarna om het jaar controle van gewicht, bloeddruk, serum kreatinine, electrolyten, nuchter glucose en lipidenprofiel, en testosteron.

*) Na 24 maanden kan, als het retroperitoneum goed af te beelden is met Echo, de CT Thorax/Bovenbuik worden vervangen door Echo retroperitoneum en X-thorax in die ziekenhuizen waar routine- en continue expertise is in het verrichten van retroperitoneale Echo's.

Bijlage 3

Richtlijn: Diagnostiek en behandeling van colorectale levermetastasen

Eigenaar van de richtlijn:

Orde van Medische Specialisten en de Landelijke werkgroep Gastrointestinale tumoren van de Vereniging van Integrale Kanker Centra (VIKC).

NB Alleen het voor dit rapport relevante deel is hier overgenomen uit de originele richtlijn

Detectie levermetastasen:

Ten tijde van resectie van de primaire tumor wordt geadviseerd om voor een goede uitgangssituatie een spiraal CT of MRI van de lever te verrichten als de lever echografisch niet goed te beoordelen is. Enerzijds om leverlaesies (goedaardige tumoren versus metastasen te detecteren en karakteriseren en anderzijds voor het bepalen van aanvullend beleid, te weten wel of geen adjuvante chemotherapie.

In de follow-upperiode na behandeling van de primaire tumor, wordt voorgesteld om CEA te gebruiken als marker, indien ten tijde van de primaire tumor het CEA verhoogd was. En voor het aantonen van levermetastasen, kan beeldvorming beperkt blijven tot echografie, als de lever als geheel echografisch goed te beoordelen is.

Als de lever echografisch niet goed te beoordelen is, of als CEA-verhoging niet te verklaren valt, of als op basis van het echo-onderzoek irresectabiliteit niet kan worden vastgesteld, dient er aanvullend onderzoek (spiraal CT of MRI) verricht te worden ter beoordeling van de aanwezigheid en resectabiliteit van de levermetastasen. De keuze tussen spiraal CT met voldoende intraveneus contrastmiddel (> 45 gr Jodium) of MRI met contrastmiddel (Gd of SPIO), zal voornamelijk afhankelijk zijn van de lokale structuur (kosten, beschikbaarheid en expertise).

Voor FDG-PET als primair diagnostische modaliteit bij de detectie van levermetastasen is er op dit moment geen plaats. Echter bij onduidelijke CT- of MRI-onderzoeken, kan overwogen worden om een additioneel FDG-PET-onderzoek te verrichten.

Detectie extrahepatische afwijkingen:

Ten tijde van de behandeling van de primaire tumor wordt geadviseerd om voor het aantonen van longhaarden de beeldvormende diagnostiek beperkt te laten zijn tot een X-thorax, gezien de lage prevalentie van longhaarden.

In de follow-up periode na behandeling van de primaire tumor, wordt uit praktische overwegingen geadviseerd om ten tijde van de CT-lever, aansluitend de gehele buik in beeld te brengen.

Voor het aantonen van longhaarden kan overwogen worden om een CT-thorax in plaats van X-thorax te verrichten. Als CT-thorax wordt overwogen voor het aantonen van longhaarden in plaats van X-thorax, dient opgemerkt te worden dat CT-thorax weliswaar sensitiever is dan X-thorax, maar meer fout-positieven geeft.

Voor FDG-PET is er op dit moment geen routine plaats in de praktijk, vanwege de lage prevalentie van extrahepatische afwijkingen bij patiënten die resectabel lijken te zijn op basis van uitgebreid beeldvormend onderzoek. Zodra de resultaten van de POLEM-studie bekend zijn, zal de werkgroep de richtlijnen updaten.

Diagnostische laparoscopie

Ook voor diagnostische laparoscopie is er op dit moment geen plaats in de routinepraktijk, gezien de lage prevalentie van kleine, subcapsulair gelegen, levermetastasen en van extrahepatische afwijkingen en het doorgaans geen effect hebben op beleidsconsequenties in combinatie met de invasiviteit van diagnostische laparoscopie.

Aanvullend onderzoek

Indien levermetastasen ...

Bijlage 4

Richtlijn Diagnostiek en Behandeling Cystic Fibrosis 2007 233

NB Alleen het voor dit rapport relevante deel is hier overgenomen uit de originele richtlijn

Er zijn aanwijzingen dat de pulmonale conditie het best gemeten kan worden met de FEV1, MEF50-25 en RV/TLC. Een andere parameter die een weergave is van de pulmonale conditie is de dagelijkse lichamelijke activiteit, die sterk geassocieerd is met de VO2-max. Op dit moment zijn er nog geen aanwijzingen dat het jaarlijks vervaardigen van een HR-CT-scan bijdraagt aan een betere voorspelling van de pulmonale conditie. Wel zijn vaak al afwijkingen op CT waarneembaar, terwijl de longfunctie nog normaal is.

Aanbeveling:

Voor het vaststellen en controleren van de pulmonale conditie van CF-patiënten is het van belang dat:

- bij routinematige poliklinische controle de flow-volume curve wordt gemeten zodat de jaarlijkse afname van de FEV1 en MEF50-25 vervolgd kan worden;
- er jaarlijks een body box-meting wordt verricht om toename in airtrapping (RV%/TLC) als uiting van longschade te kunnen vaststellen;
- bij elke routinematige poliklinische controle de voedingstoestand wordt vastgesteld en een sputumkweek wordt afgenomen.

Implementatie

Achtergrond en variatie in kwaliteit van zorg

Tijdens de routinecontroles van CF-patiënten wordt de pulmonale conditie van de patiënt poliklinisch gecontroleerd. De Europese consensus beschrijft het optimale controleschema. Specificatie routinecontroles volgens Europese consensus:

Bij dit polikliniekbezoek wordt de pulmonale conditie van de patiënt als volgt in kaart gebracht:

0 – 6 jaar

Ieder bezoek:

- Symptomen en tekenen van longziekte (Anamnese en lichamelijk onderzoek).
- Lengte en gewicht.
- Sputum kweek / hoest wat.
- Longfunctie (spirometrie indien mogelijk m.b.t. leeftijd).

Jaarlijks:

- X-thorax.
- Longvolumina (indien mogelijk m.b.t. leeftijd).

Ouder dan 6 jaar

Ieder bezoek:

- Symptomen en tekenen van longziekte (Anamnese en lichamelijk onderzoek).
- Longfunctie (spirometrie).
- Indien FEV1 < 50% pred. dan perifere zuurstof saturatie.
- Lengte en gewicht.
- Sputumkweek / hoest wat.

Jaarlijks:

- Longfunctie onderzoek (longvolumina).
- Indien FEV1 < 50% dan capillaire PaCO₂-meting.
- X-thorax.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl