

Conceptrichtlijn Beeldvorming met ioniserende straling

INITIATIEF

Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica

IN SAMENWERKING MET

Nederlandse Vereniging Medische Beeldvorming en Radiotherapie

Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde

Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde

Nederlandse Vereniging voor Obstetrie en Gynaecologie

Nederlandse Vereniging voor Radiobiologie

Nederlandse Vereniging voor Radiologie

MET ONDERSTEUNING VAN

Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten

FINANCIERING

De richtlijnontwikkeling werd gefinancierd uit de Stichting Kwaliteitsgelden Medisch Specialisten (SKMS)

Colofon

CONCEPTRICHTLIJN BEELDVORMING MET IONISERENDE STRALING

©2020

Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica

Mercatorlaan 1200, 3528 BL Utrecht

030 68 68 760

secretariaat@nvkf.nl

www.nvkf.nl

Alle rechten voorbehouden.

De tekst uit deze publicatie mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën of enige andere manier, echter uitsluitend na voorafgaande toestemming van de uitgever. Toestemming voor gebruik van tekst(gedeelten) kunt u schriftelijk of per e-mail en uitsluitend bij de uitgever aanvragen. Adres en e-mailadres: zie boven.

Inhoudsopgave

Samenstelling van de werkgroep	4
Algemene inleiding.....	5
Achtergrond.....	6
Verantwoording.....	8
Module 1 Stralingsrisico's bij medische beeldvorming.....	13
Module 2 Communiceren over stralingsrisico's	27
Module 3 Afscherming bij medische beeldvorming	38
Bijlage 1 Kennislacunes	43

Samenstelling van de werkgroep

Werkgroep

- Dr. ir. M. van Straten, klinisch fysicus, Erasmus MC (Rotterdam), NVKF (voorzitter)
- M. van der Vlies, MSc, klinisch fysicus, LUMC (Leiden), NVKF
- N. de Graaf, radioloog, Erasmus MC (Rotterdam), NVvR
- Dr. D.B.M. Dickerscheid, klinisch fysicus, Albert Schweitzer ziekenhuis (Dordrecht), NVNG
- M. de Fluitier-Zeeman, senior beleidsmedewerker, NVMBR (*tot augustus 2019*)
- S. Geers - van Gemeren, ambtelijk secretaris en verenigingsmanager, NVMBR (*vanaf augustus 2019*)
- Dr. G.J.M.J. van den Aardweg, radiobioloog/stralingsdeskundige, NVRB
- Dr. J.J. Duvekot, gynaecoloog-perinatoloog, Erasmus MC (Rotterdam), NVOG
- Dr. T.W. de Vries, kinderarts, Medisch Centrum Leeuwarden (Leeuwarden), NVK

Met ondersteuning van

- K. Venhorst, adviseur, Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten
- D.M.J. Tennekes, directiesecretaresse, Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten

Met dank aan

- Prof. dr. D.R.M. Timmermans, Professor in Public Health Risk Communication, Amsterdam UMC (Amsterdam)

Algemene inleiding

Waar gaat deze richtlijn over?

Het doel van de richtlijn is het bevorderen van een heldere dialoog tussen arts, patiënt en zijn verzorger over stralingsrisico's van beeldvorming met röntgenstraling of radioactieve stoffen en het verminderen van praktijkvariatie bij het gebruik van afscherming.

In de richtlijn komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- Het inschatten van de stralingsrisico's van verschillende beeldvormende onderzoeken voor patiënt en verzorger (module "Stralingsrisico's bij medische beeldvorming").
- Het informeren van de patiënt en zijn verzorger over stralingsrisico's (module "Communiceren over stralingsrisico's").
- De voor- en nadelen van hulpmiddelen voor extra afscherming van straling en wanneer deze wel en niet gebruikt moeten worden (module "Afscherming bij medische beeldvorming").

Buiten deze richtlijn vallen:

- Stralingsrisico's en afscherming bij medische blootstellingen met andere doeleinden dan beeldvorming (zoals radiotherapie).
- De afscherming van straling voor de medewerker en omstanders die geen verzorgers zijn.
- De potentiële risico's en zorgen rondom het gebruik van contrastmiddelen bij de beeldvorming.
- De bepaling van de voordelen van beeldvormende procedures met ioniserende straling.
- De rechtvaardiging van de beeldvormende procedure met mogelijke stralingsrisico's.

Voor wie is deze richtlijn bedoeld?

De richtlijn is geschreven voor medisch specialisten en eventueel andere relevante disciplines bij medische beeldvorming met ioniserende straling zoals radiodiagnostisch laboranten. Zowel de verwijzend specialist als de uitvoerend specialist, inclusief de klinisch fysicus, is beoogd gebruiker van de richtlijn.

Voor patiënten

Onderzoeken of behandelingen met beeldvormende technieken in het ziekenhuis maken vaak gebruik van röntgenstraling of radioactieve stoffen. De meeste mensen hebben daar geen problemen mee, maar bij sommigen leidt dit tot zorgen of angst. Dit komt grotendeels door de onzichtbaarheid en het technologische karakter van straling en door onbekendheid met, of onzekerheid over de risico's. De zorgen rondom straling spelen in versterkte mate bij zwangere patiënten en (ouders van) jonge patiënten. Het kan zijn dat een patiënt bij een verwijzer voorlichting krijgt over beschermingsmaatregelen, bijvoorbeeld het gebruik van een loodschoort, terwijl dit bij de daadwerkelijke procedure niet kan worden toegepast. Het kan ook zijn dat de patiënt bij de ene zorgverlener hoort dat er geen risico's zijn door straling, terwijl hij bij de andere zorgverlener of via de media verneemt dat die er wel zijn. Dit kan onnodige ongerustheid bij de patiënt of diens begeleiders teweegbrengen. Een eenduidige handelwijze die bekend is bij zowel verwijzers als radiologen, nucleair geneeskundigen en laboranten, in combinatie met een goede voorlichting en bespreking met de patiënt (en/of ouders), kan deze onrust voorkomen. Om mensen te informeren over de stralingsrisico's is bij deze richtlijn ook informatie ontwikkeld op Thuisarts.

Hoe is de richtlijn tot stand gekomen?

Het initiatief voor deze richtlijn is afkomstig van de Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica (NVKF). De richtlijn is opgesteld door een multidisciplinaire werkgroep met vertegenwoordigers vanuit de klinisch fysici, radiologen, nucleair geneeskundigen, kinderartsen, gynaecologen, radiobiologen en medisch beeldvormings- en bestralingsdeskundigen.

Achtergrond

Dankzij de jarenlange en nauwe samenwerking tussen klinisch fysici, radiologen, nucleair geneeskundigen, radiotherapeut-oncologen en radiobiologen is bij deze wetenschappelijke verenigingen al veel bekend over de mogelijk schadelijke effecten van ioniserende straling, hoe daartegen te beschermen en over het nut van zowel straling als bescherming.

Desalniettemin wordt deze kennis lokaal anders geïnterpreteerd en toegepast bij patiënten die een onderzoek of behandeling ondergaan waarbij radiologische of nucleair geneeskundige beeldvorming met ioniserende straling wordt uitgevoerd. Hierdoor zijn er landelijk variaties in de inzet van beschermende maatregelen en de informatievoorziening over stralingsrisico's. Het kan zijn dat een patiënt bij een verwijzer voorlichting krijgt over beschermingsmaatregelen, bijvoorbeeld het gebruik van een loodschoot, terwijl dit bij de daadwerkelijke procedure niet kan worden toegepast. Het kan ook zijn dat de patiënt bij de ene zorgverlener hoort dat er geen risico's zijn door beeldvorming met ioniserende straling, terwijl hij bij de andere zorgverlener of via de media verneemt dat die er wel zijn. Dit kan onnodige ongerustheid bij de patiënt of diens begeleiders teweegbrengen.

Ook op Europees niveau wordt opgeroepen tot actie op het gebied van stralingsbescherming en medische beeldvorming. Deze richtlijn draagt bij aan de implementatie van met name actiepunten 7 en 12 van de *Eurosafe Imaging Call for Action 2018*. Actiepunt 7 betreft de stralingsbescherming van kinderen door met name de ontwikkeling van richtlijnen voor veilige beeldvorming en voor effectieve communicatie. Actiepunt 12 betreft onder andere het verbeteren van de informatie over mogelijke stralingsrisico's. Zie <http://www.eurosafeimaging.org/about/call-for-action> voor meer informatie.

Definities

ALARA: As Low As Reasonably Achievable. Het principe van optimalisatie waarbij gestreefd wordt naar een zo laag mogelijke stralingsdosis, zonder afbreuk te doen aan de kwaliteitsstandaard.

Bbs: Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming.

Effectieve dosis: de hoeveelheid straling waaraan iemand effectief is blootgesteld die kan leiden tot tumoren of erfelijke schade. De geabsorbeerde dosis door ieder weefsel of orgaan wordt daarbij vermenigvuldigd met een weefactor om te corrigeren voor het biologische effect van straling op dat weefsel. Het biologische effect wordt bepaald door letaliteit, kwaliteit van leven en verloren levensjaren.

Geabsorbeerde dosis: de gemiddelde hoeveelheid energie die per eenheid gewicht wordt geabsorbeerd door een weefsel, onafhankelijk van wat voor soort biologisch weefsel het is. De geabsorbeerde dosis is een maat voor de orgaan- of weefselschade en wordt daarnaast gebruikt om de effectieve dosis te bepalen.

Gray: eenheid van de geabsorbeerde dosis; afgekort Gy.

ICRP: International Commission on Radiological Protection.

Informed consent: Toestemming van een patiënt die vooraf geïnformeerd is over de voor- en nadelen van een behandeling.

Ioniserende straling: elektromagnetische straling afkomstig van een röntgenbuis of een radioactieve stof met een energieniveau dat hoog genoeg is om ionen te creëren in het weefsel. Deze ionen veroorzaken mogelijk DNA-schade en leiden zo tot de specifieke risico's horend bij ioniserende straling.

Kwadratenwet: Vuistregel voor het verband tussen intensiteit en afstand tot een stralingsbron. De intensiteit is omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand. Tweemaal verder weg geeft bijvoorbeeld een viermaal zwakkere intensiteit. Driemaal verder weg geeft een negenmaal zwakkere intensiteit.

LNT-model: linear-no-threshold model. Een epidemiologische beschrijving van de dosis-effect relatie tussen de mate van stralingsblootstelling en de kans op tumoren en erfelijke schade.

LSS: Life Span Study.

NCS: Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie

PET: Positron Emissie Tomografie.

Sievert: eenheid van de effectieve dosis; afgekort: Sv. Bij medische beeldvorming spreekt men vaak van millisieverts; afkort mSv.

Stralingsrisico: de kans dat een persoon een bepaald nadelig effect ondervindt als gevolg van blootstelling aan ioniserende straling die gebruikt wordt bij medische beeldvorming.

UNSCEAR: United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.

Verzorger: een persoon die zich willens en wetens blootstelt aan ioniserende straling door hulp en bijstand van niet-beroepsmatige aard te verlenen aan een persoon die een medische beeldvormingsprocedure ondergaat of heeft ondergaan.

WGBO: Wet op de geneeskundige behandelingsovereenkomst.

Verantwoording

Algemene gegevens

De ontwikkeling van deze richtlijnmodules werd ondersteund door het Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten (www.demedischspecialist.nl/kennisinstituut) en werd gefinancierd uit de Stichting Kwaliteitsgelden Medisch Specialisten (SKMS). De financier heeft geen enkele invloed gehad op de inhoud van de richtlijnmodule.

Samenstelling werkgroep

Voor het ontwikkelen van de richtlijnmodule is in 2018 een multidisciplinaire werkgroep ingesteld, bestaande uit vertegenwoordigers van alle relevante specialismen (zie hiervoor de Samenstelling van de werkgroep) die betrokken zijn bij de uitvoering van medische beeldvorming met ioniserende straling en vertegenwoordigers van aanvragende specialismen die te maken hebben met patiëntgroepen met speciale gevoeligheid voor beeldvorming met ioniserende straling.

Belangenverklaringen

De KNMG-code ter voorkoming van oneigenlijke beïnvloeding door belangenverstrengeling is gevolgd. Alle werkgroepleden hebben schriftelijk verklaard of zij in de laatste drie jaar directe financiële belangen (betrekking bij een commercieel bedrijf, persoonlijke financiële belangen, onderzoeksfinanciering) of indirecte belangen (persoonlijke relaties, reputatiemanagement, kennisvalorisatie) hebben gehad. Een overzicht van de belangen van werkgroepleden en het oordeel over het omgaan met eventuele belangen vindt u in onderstaande tabel. De ondertekende belangenverklaringen zijn op te vragen bij het secretariaat van het Kennisinstituut van de Federatie Medisch Specialisten.

Wergroeplid	Functie	Nevenfuncties	Gemelde belangen	Ondernomen actie
Vlies, van der	Klinisch fysicus (0,5 fte) en docent stralingsonderwijs (0,5 fte), Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC), Leiden	Detachering als klinisch fysicus vanuit LUMC naar Groene Hart Ziekenhuis (GHZ), Gouda, 0,25 fte, van 1-1-2020 tot uiterlijk 01-10-2020. Lid NVKF Commissie Stralingshygiëne, vanuit dit lidmaatschap deelname aan verschillende werkgroepen op gebied van stralingshygiëne (onbetaald)	Geen	Geen actie
Straten, van	Klinisch fysicus, Erasmus MC, Rotterdam	Lid NVKF Commissie Stralingshygiëne (onbetaald) Voorzitter ECFS-CTN CT standaardisatie committee (onbetaald)	Wetenschappelijke samenwerking met Siemens Healthineers op het gebied van computer tomografie (onbetaald)	Geen actie
Duvekot	Gynaecoloog-perinatoloog, afd. verloskunde, Erasmus MC, Rotterdam	Vervaardigen medische expertises (betaald)	Voorzitter commissie kwaliteitsdocumenten NVOG	Geen actie

			Voorzitter adviescommissie richtlijnen FMS Voorzitter richtlijnwerkgroep Luchtbehandeling op operatiekamers	
Vries, de	Kinderarts, medisch centrum Leeuwarden, Leeuwarden	Redactielid Praktische Pediatrie (tegen vergoeding) Lid wetenschappelijke adviesraad geneesmiddelenbulletin (vacatievergoeding) Lid bestuur Nederlands Kenniscentrum Farmacotherapie bij Kinderen (vacatievergoeding)	Betrokken bij onderzoek, gefinancierd door ZonMw en het Longfonds Lid van het bestuur van de Stichting Bevordering Radiologie bij Kinderen (SBKR). Doel van de stichting is het geven van nascholing en het ondersteunen van projecten die verbeteren van de kwaliteit van radiologisch onderzoek bij kinderen tot doel heeft.	Geen actie
Graaf, de	Radioloog, Erasmus MC Rotterdam	Bestuurslid NCS (Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie) – (onbetaald) Voorzitter sectie Kinderradiologie, Ned. Ver. voor Radiologie – (onbetaald)	Geen	Geen actie
Dickerscheid	Klinisch fysisch Albert Schweitzer ziekenhuis Dordrecht	Geen	Geen	Geen actie
Fluiter-Zeeman, de	Senior beleidsmedewerker bij de NVMBR (Nederlandse Vereniging voor Medische Beeldvorming en Radiotherapie)	Geen	Geen	Geen actie
Aardweg, van den	Radiobioloog Werkgever: n.v.t.	ErasmusMC: colleges radiobiologie laboranten diagnostiek en radiotherapie (betaald) LUMC: colleges radiobiologie en assistentie bij stralingspractica (betaald) University of Oxford (UK): colleges radiobiologie (betaald)	Geen	Geen actie
Geers				

Inbreng patiëntenperspectief

Er werd aandacht besteed aan het patiëntenperspectief door het uitnodigen van Borstkankervereniging Nederland (BN), Nederlandse Federatie van Kankerpatiëntenorganisaties

(NFK), Stichting Kind & Ziekenhuis (K&Z) en Patiëntenfederatie Nederland (PFN) voor de invitational conference. Een vertegenwoordiger van Patiëntenfederatie Nederland (PFN) en een expert op het gebied van risicocommunicatie zijn daarnaast uitgenodigd om deel te nemen aan een werkgroepvergadering. De verkregen input is meegenomen bij het opstellen van de uitgangsvragen en bij het opstellen van de overwegingen, met name bij de module 'Communiceren over stralingsrisico's'. Tevens is gebruik gemaakt van het rapport 'Achterban raadpleging radiologische onderzoeken' (PFN, september 2016), waarin de resultaten van een vragenlijst worden beschreven die PFN onder haar leden had uitgezet ten behoeve van het opstellen van een kennisagenda voor De Nederlandse Vereniging voor Radiologie. Ten slotte is de conceptringlijn voor commentaar voorgelegd aan Borstkankervereniging Nederland (BN), Nederlandse Federatie van Kankerpatiëntenorganisaties (NFK), Stichting Kind & Ziekenhuis (K&Z) en Patiëntenfederatie Nederland (PFN).

Werkwijze

AGREE

Deze richtlijnmodule is opgesteld conform de eisen vermeld in het rapport Medisch Specialistische Richtlijnen 2.0 van de adviescommissie Richtlijnen van de Raad Kwaliteit. Dit rapport is gebaseerd op het AGREE II instrument (Appraisal of Guidelines for Research & Evaluation II; Brouwers, 2010).

Knelpuntenanalyse en uitgangsvragen

Tijdens de voorbereidende fase inventariseerden de werkgroep de knelpunten in de zorg met betrekking tot risico's van beeldvorming met ioniserende straling voor patiënten en verzorgers. De knelpunten zijn besproken en eventueel aangevuld tijdens de invitational conference, waarbij vertegenwoordigers van de volgende partijen aanwezig waren: Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica (NVKF), Nederlandse Vereniging voor Kindergeneeskunde (NVK), Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde (NVNG), Nederlandse Vereniging voor Radiologie (NVvR), Nederlandse Orthopaedische Vereniging (NOV), Nederlandse Vereniging voor Radiobiologie (NVRB), Nederlandse Vereniging Medische Beeldvorming en Radiotherapie (NVMBR), Stichting Kind en Ziekenhuis (K&Z), Zelfstandige Klinieken Nederland (ZKN), Inspectie Gezondheidszorg en jeugd (IGJ) en RIVM Centrum (stralings)veiligheid. Een verslag hiervan is opgenomen onder aanverwante producten.

Op basis van de uitkomsten van de knelpuntenanalyse zijn door de werkgroep concept-uitgangsvragen opgesteld en definitief vastgesteld.

Uitkomstmaten

Na het opstellen van een zoekvraag behorende bij de uitgangsvraag inventariseerde de werkgroep welke uitkomstmaten voor de patiënt relevant zijn, waarbij zowel naar gewenste als ongewenste effecten werd gekeken.

Methode literatuursamenvatting

Een uitgebreide beschrijving van de strategie voor zoeken en selecteren van literatuur is voor zover van toepassing te vinden onder 'Zoeken en selecteren'. Het beoordelen van de kracht van het wetenschappelijke bewijs volgens GRADE was hier niet van toepassing.

Overwegingen (van bewijs naar aanbeveling)

Om te komen tot een aanbeveling zijn naast het wetenschappelijke bewijs ook andere aspecten belangrijk en worden meegewogen, zoals aanvullende argumenten uit bijvoorbeeld de theoretische fysica, wetgeving, waarden en voorkeuren van patiënten, kosten (middelenbeslag),

aanvaardbaarheid, haalbaarheid en implementatie. Deze aspecten zijn vermeld en beoordeeld (gewogen) onder het kopje ‘Overwegingen’ en kunnen (mede) gebaseerd zijn op expert opinion.

Formuleren van aanbevelingen

De aanbevelingen geven antwoord op de uitgangsvraag en zijn gebaseerd op het beschikbare wetenschappelijke bewijs en de belangrijkste overwegingen, en een weging van de gunstige en ongunstige effecten. De kracht van het wetenschappelijk bewijs en het gewicht dat door de werkgroep wordt toegekend aan de overwegingen, bepalen samen de sterkte van de aanbeveling. Conform de GRADE-methodiek sluit een lage bewijskracht van conclusies in de systematische literatuuranalyse een sterke aanbeveling niet a priori uit, en zijn bij een hoge bewijskracht ook zwakke aanbevelingen mogelijk (Agoritsas, 2017; Neumann, 2016). De sterkte van de aanbeveling wordt altijd bepaald door weging van alle relevante argumenten tezamen. De werkgroep heeft bij elke aanbeveling opgenomen hoe zij tot de richting en sterkte van de aanbeveling zijn gekomen.

In de GRADE-methodiek wordt onderscheid gemaakt tussen sterke en zwakke (of conditionele) aanbevelingen. De sterkte van een aanbeveling verwijst naar de mate van zekerheid dat de voordelen van de interventie opwegen tegen de nadelen (of vice versa), gezien over het hele spectrum van patiënten waarvoor de aanbeveling is bedoeld. De sterkte van een aanbeveling heeft duidelijke implicaties voor patiënten, behandelaars en beleidsmakers (zie onderstaande tabel). Een aanbeveling is geen dictaat, zelfs een sterke aanbeveling gebaseerd op bewijs van hoge kwaliteit (GRADE-gradering HOOG) zal niet altijd van toepassing zijn, onder alle mogelijke omstandigheden en voor elke individuele patiënt.

Implicaties van sterke en zwakke aanbevelingen voor verschillende richtlijngebruikers		
	<i>Sterke aanbeveling</i>	<i>Zwakke (conditionele) aanbeveling</i>
Voor patiënten	De meeste patiënten zouden de aanbevolen aanpak kiezen en slechts een klein aantal niet.	Een aanzienlijk deel van de patiënten zouden de aanbevolen aanpak kiezen, maar veel patiënten ook niet.
Voor behandelaars	De meeste patiënten zouden de aanbevolen aanpak moeten ontvangen.	Er zijn meerdere geschikte aanpakken. De patiënt moet worden ondersteund bij de keuze voor de interventie aanpak die het beste aansluit bij zijn of haar waarden en voorkeuren.
Voor beleidsmakers	De aanbevolen aanpak kan worden gezien als standaardbeleid.	Beleidsbepaling vereist uitvoerige discussie met betrokkenheid van veel stakeholders. Er is een grotere kans op lokale beleidsverschillen.

Organisatie van zorg

In de knelpuntenanalyse en bij de ontwikkeling van de richtlijnmodule is expliciet aandacht geweest voor de organisatie van zorg: alle aspecten die randvoorwaardelijk zijn voor het verlenen van zorg (zoals coördinatie, communicatie, (financiële) middelen, mankracht en infrastructuur). Randvoorwaarden die relevant zijn voor het beantwoorden van deze specifieke uitgangsvraag zijn genoemd bij de overwegingen.

Commentaar- en autorisatiefase

De conceptrichtlijnmodule wordt aan de betrokken (wetenschappelijke) verenigingen, (patiënt) organisaties en ook aan de expert op het gebied van risicocommunicatie voorgelegd ter commentaar. De commentaren worden verzameld en besproken met de werkgroep. Naar aanleiding van de commentaren wordt de conceptrichtlijn aangepast en definitief vastgesteld door de werkgroep. De definitieve richtlijn wordt aan de deelnemende (wetenschappelijke) verenigingen en Patiëntenfederatie Nederland voorgelegd voor autorisatie en door hen geautoriseerd dan wel geaccordeerd.

Literatuur

- Agoritsas T, Merglen A, Heen AF, Kristiansen A, Neumann I, Brito JP, Brignardello-Petersen R, Alexander PE, Rind DM, Vandvik PO, Guyatt GH. UpToDate adherence to GRADE criteria for strong recommendations: an analytical survey. *BMJ Open*. 2017 Nov 16;7(11):e018593. doi: 10.1136/bmjopen-2017-018593. PubMed PMID: 29150475; PubMed Central PMCID: PMC5701989.
- Alonso-Coello P, Schünemann HJ, Moberg J, Brignardello-Petersen R, Akl EA, Davoli M, Treweek S, Mustafa RA, Rada G, Rosenbaum S, Morelli A, Guyatt GH, Oxman AD; GRADE Working Group. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 1: Introduction. *BMJ*. 2016 Jun 28;353:i2016. doi: 10.1136/bmj.i2016. PubMed PMID: 27353417.
- Alonso-Coello P, Oxman AD, Moberg J, Brignardello-Petersen R, Akl EA, Davoli M, Treweek S, Mustafa RA, Vandvik PO, Meerpohl J, Guyatt GH, Schünemann HJ; GRADE Working Group. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 2: Clinical practice guidelines. *BMJ*. 2016 Jun 30;353:i2089. doi: 10.1136/bmj.i2089. PubMed PMID: 27365494.
- Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, Burgers JS, Cluzeau F, Feder G, Fervers B, Graham ID, Grimshaw J, Hanna SE, Littlejohns P, Makarski J, Zitzelsberger L; AGREE Next Steps Consortium. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care. *CMAJ*. 2010 Dec 14;182(18):E839-42. doi: 10.1503/cmaj.090449. Epub 2010 Jul 5. Review. PubMed PMID: 20603348; PubMed Central PMCID: PMC3001530.
- Hultcrantz M, Rind D, Akl EA, Treweek S, Mustafa RA, Iorio A, Alper BS, Meerpohl JJ, Murad MH, Ansari MT, Katikireddi SV, Östlund P, Tranæus S, Christensen R, Gartlehner G, Brozek J, Izcovich A, Schünemann H, Guyatt G. The GRADE Working Group clarifies the construct of certainty of evidence. *J Clin Epidemiol*. 2017 Jul;87:4-13. doi: 10.1016/j.jclinepi.2017.05.006. Epub 2017 May 18. PubMed PMID: 28529184; PubMed Central PMCID: PMC6542664.
- Medisch Specialistische Richtlijnen 2.0 (2012). Adviescommissie Richtlijnen van de Raad Kwaliteit. http://richtlijndatabase.nl/over_deze_site/over_richtlijnontwikkeling.html
- Neumann I, Santesso N, Akl EA, Rind DM, Vandvik PO, Alonso-Coello P, Agoritsas T, Mustafa RA, Alexander PE, Schünemann H, Guyatt GH. A guide for health professionals to interpret and use recommendations in guidelines developed with the GRADE approach. *J Clin Epidemiol*. 2016 Apr;72:45-55. doi: 10.1016/j.jclinepi.2015.11.017. Epub 2016 Jan 6. Review. PubMed PMID: 26772609.
- Schünemann H, Brozek J, Guyatt G, et al. GRADE handbook for grading quality of evidence and strength of recommendations. Updated October 2013. The GRADE Working Group, 2013. Available from http://gdt.guidelinedevelopment.org/central_prod/_design/client/handbook/handbook.html.
- Schünemann HJ, Oxman AD, Brozek J, Glasziou P, Jaeschke R, Vist GE, Williams JW Jr, Kunz R, Craig J, Montori VM, Bossuyt P, Guyatt GH; GRADE Working Group. Grading quality of evidence and strength of recommendations for diagnostic tests and strategies. *BMJ*. 2008 May 17;336(7653):1106-10. doi: 10.1136/bmj.39500.677199.AE. Erratum in: *BMJ*. 2008 May 24;336(7654). doi: 10.1136/bmj.a139.
- Schünemann, A Holger J (corrected to Schünemann, Holger J). PubMed PMID: 18483053; PubMed Central PMCID: PMC2386626.
- Wessels M, Hielkema L, van der Weijden T. How to identify existing literature on patients' knowledge, views, and values: the development of a validated search filter. *J Med Libr Assoc*. 2016 Oct;104(4):320-324. PubMed PMID: 27822157; PubMed Central PMCID: PMC5079497.

Module 1 Stralingsrisico's bij medische beeldvorming

Onderstaande conceptrichtlijntekst wordt na het doorlopen van de commentaar- en autorisatiefase opgenomen in de Richtlijndatabase (www.richtlijndatabase.nl).

Verwijzingen naar 'tabbladen' zijn in de huidige versie van de richtlijntekst terug te vinden in de 'bijlagen' aan het einde van de hoofdstuk. In verband met de modulaire opbouw van richtlijnen in de database wordt verwezen naar modules (in plaats van hoofdstukken) en aanverwante producten (bijlagen).

Uitgangsvraag

Hoe dient de aanvrager van beeldvorming met ioniserende straling het risico in te schatten voor verschillende patiënten(groepen) en verzorgers?

De uitgangsvraag omvat de volgende deelvragen:

1. Wat zijn de nadelige effecten'?
2. Wat is de proceduregerelateerde kans op nadelige effecten bij patiënten en verzorgers?
3. Wat is de definitie van een hoog risico?
4. Wat zijn de specifieke risico's voor kwetsbare groepen?

Inleiding

Het gebruik van beeldvormende technieken gaat vaak gepaard met ioniserende straling. Vanuit de kosmos en de aardkorst zijn wij continu omringd door ioniserende straling (RIVM, zonder datum). Hoewel de mens daardoor aangepast is om in een achtergrond van ioniserende straling te leven, is ook duidelijk geworden dat veelvuldige blootstelling aan grotere doses ioniserende straling schadelijke gezondheidseffecten met zich mee kan brengen.

Er is (inter)nationale wet- en regelgeving ter bescherming van mens en milieu bij het gebruik van ioniserende straling (Bbs, 2017). Voor medische procedures met ioniserende straling gelden weliswaar geen dosislimieten, maar dient de procedure medisch inhoudelijk gerechtvaardigd te zijn en dient de procedure geoptimaliseerd te zijn. Het is daarom noodzakelijk dat de risico's van het uitvoeren van een diagnostische verrichting, waaronder risico's van het gebruik van ioniserende straling, bekend zijn. Alleen dan kunnen deze risico's goed gewogen worden tegen de risico's van het niet uitvoeren van een procedure of tegen het uitvoeren van alternatieve, maar bijvoorbeeld minder sensitieve of specifieke procedures, die bovendien eventuele andere nadelige effecten hebben.

Voor veel diagnostische onderzoeken is het stralingsrisico laag en de rechtvaardiging evident. Echter, voor medisch specialisten is het niet altijd duidelijk wat de risico's van de verschillende mogelijke onderzoeken zijn en in welke gevallen er sprake is van een hoog risico.

In deze module van de richtlijn worden de risico's van verschillende beeldvormende procedures voor verschillende patiëntengroepen benoemd en aanbevelingen gegeven hoe dit risico voor de patiënt moet worden ingeschat.

Zoeken en selecteren

Om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden is er een systematische literatuuranalyse verricht naar de volgende zoekvraag (vragen):

Wat zijn de nadelige effecten van beeldvorming met ioniserende straling?

Relevante uitkomstmaten

De werkgroep achtte het extra risico op kanker en eventuele gevolgen voor het ongeboren kind (miskraam, perinatale sterfte, congenitale afwijkingen, ontwikkelingsproblemen) door het gebruik van ioniserende straling bij beeldvorming als cruciale uitkomstmaten.

Methodiek

In de databases Medline (via OVID) en Embase (via Embase.com) is op 29 augustus 2019 met relevante zoektermen gezocht naar primaire studies die de nadelige effecten van beeldvorming met ioniserende straling onderzoeken. Om een overzicht te kunnen creëren van de risico's van verschillende soorten beeldvormende procedures voor verschillende populaties, is ervoor gekozen om de search in eerste instantie te beperken tot systematische reviews. De zoekverantwoording is weergegeven onder het tabblad Verantwoording. De literatuurzoekactie leverde 206 treffers op. Studies werden geselecteerd op grond van de volgende selectiecriteria: het betreft patiënten die medische beeldvorming met ioniserende straling ondergaan en er wordt primaire data gerapporteerd op basis waarvan het risico op kanker of de gevolgen voor het ongeboren kind kunnen worden bepaald.

Op basis van titel en abstract werden in eerste instantie 46 studies voorgeselecteerd. Na raadpleging van de volledige tekst, werden vervolgens 36 studies definitief geëxcludeerd (zie selectietabel onder het tabblad Verantwoording). Redenen hiervoor waren met name een onjuiste studiepopulatie of het berekenen van risico's met behulp van modellen en niet op basis van primaire data. Uit de overgebleven studies werd duidelijk dat het niet haalbaar is om op basis van primaire data een redelijk overzicht te krijgen van de risico's van verschillende beeldvormende procedures voor verschillende populaties (zie selectietabel onder tabblad Verantwoording). Er zijn veel varianten van onderzoekspopulaties en beeldvormende onderzoeken mogelijk en zelfs systematische reviews bevatten vaak een zeer specifieke vraagstelling. Systematische reviews met een grotere reikwijdte werden niet gevonden. Daarnaast is de bewijskracht in de gevonden systematische reviews beperkt, met name vanwege het retrospectieve karakter van de studies. De werkgroep heeft daarom besloten om de overgebleven studies niet verder te beoordelen en systematisch uit te werken, maar deze, waar relevant, wel mee te nemen onder de overwegingen.

Samenvatting literatuur

Niet van toepassing omdat er geen systematische analyse van de literatuur kon worden uitgevoerd.

Conclusies

- GRADE	Er is onvoldoende wetenschappelijk bewijs om op basis van primaire data een uitspraak te doen over de risico's van beeldvormende procedures.
------------	--

Overwegingen

Hoewel met het uitgevoerde systematische literatuuronderzoek onvoldoende direct bewijs gevonden werd om uitspraken te kunnen doen over de nadelige effecten van (specifieke) medische beeldvorming met ioniserende straling, is er wel veel wetenschappelijke literatuur beschikbaar over de biologische effecten van ioniserende straling bij hoge blootstellingsniveaus. De belangrijkste databron waar veel analyses zich op baseren is de Life Span Study (LSS) van de atoombom overlevenden uit Hiroshima en Nagasaki (Socol, 2015).

Er zijn verschillende internationale (gouvernementele) organisaties die adviezen uitbrengen op het gebied van stralingsbescherming. De belangrijkste zijn: de International Commission on Radiological Protection (ICRP), de United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) en de Committee on the biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR). De ICRP voert al decennia lang systematische reviews uit van wetenschappelijke publicaties over gezondheidsrisico's bij het gebruik van ioniserende straling en heeft verschillende risicomodellen opgesteld, gebaseerd op de LSS data, de kernramp bij Tsjernobyl en op

bijvoorbeeld de gegevens van beroepsmatig blootgestelde personen. De aanbevelingen en systematische reviews van de ICRP vormen de basis voor (inter)nationale wetgeving.

Wat zijn de nadelige effecten?

In het algemeen kunnen biologische effecten van ioniserende straling in twee groepen worden ingedeeld (ICRP, 2007; Bos, 2007):

1. **weefsel- en orgaaneffecten** - In vakliteratuur ook wel deterministische effecten genoemd. Ten gevolge van (hoge) doses ioniserende straling op een weefsel kunnen vanaf een (weefsel-specifieke) drempelwaarde klinisch waarneembare effecten ontstaan. Boven de drempelwaarde loopt de waarschijnlijkheid van het optreden van effecten bij een individu zeer snel op met kleine toename in dosis.

Deze effecten kunnen relatief vroeg (binnen 2 maanden) ontstaan, zoals staar, haaruitval, huidreacties en ook zeer ernstige effecten zoals het beenmerg- en darm-syndroom. Ook late effecten (> 6 maanden) kunnen optreden, zoals vermindering van functie van diverse organen, huidreacties, schade aan het zenuwstelsel. Drempelwaarden voor de stralingsdoses bij deterministische effecten worden in principe altijd in de natuurkundige grootheid geabsorbeerde dosis met eenheid Gray (Gy) uitgedrukt.

2. **carcinogene en erfelijke effecten** – In vakliteratuur ook wel stochastische effecten genoemd. Dit betreft de inductie van kanker en overerfbare DNA schade. Bij deze groep effecten is er geen sprake van een drempelwaarde; de kans op het optreden van carcinogene en erfelijke effecten neemt toe met de afgegeven stralingsdosis. Carcinogene effecten kunnen optreden bij lagere doses dan die voor weefsel- en orgaaneffecten. De kans op deze effecten hangt ook af van het type weefsel dat is blootgesteld aan straling. Omdat weefsels verschillen in gevoeligheid voor deze effecten (longweefsel is bijvoorbeeld gevoeliger voor straling dan de huid) en omdat de soort kanker de letaliteit, kwaliteit van leven en verloren levensjaren bepaalt, wordt hiervoor gecorrigeerd door de effectieve dosis te gebruiken met de Sievert (Sv) als eenheid (Bos, 2007).

Overzicht weefsel- en orgaaneffecten

Er is een aantal publicaties van de ICRP dat specifiek weefsel- en orgaaneffecten beschrijft, algemeen (ICRP, 1984) en ook in de context van medische procedures (ICRP, 2012; ICRP, 2000b). In tabel 1.1 wordt een overzicht gegeven van drempeldoses voor verschillende effecten op weefsels en organen na acute bestraling met een hoog dosistempo. De effecten met de laagste drempeldoses zijn tijdelijke steriliteit vanaf 150 mGy op de testes en onderdrukking van hematopoësis (vorming van de bloedcellen) vanaf 500 mGy.

Tabel 1.1 Huid (tabel 3.1 in ICRP, 2000b) en oog (ICRP, 2012) effecten en overige effecten (ICRP, 1984)

Effect	Geschatte drempeldosis (Gy)	Klinisch waarneembaar na
HUID		
Vroege roodheid (voorbijgaand)	2	2 tot 24 uur
Felle roodheid	6	ongeveer 1,5 week
Tijdelijke kaalheid	3	ongeveer 3 weken
Blijvende kaalheid	7	ongeveer 3 weken
Droge desquamatie (schilfering)	14	ongeveer 4 weken
Natte desquamatie (open wond)	18	ongeveer 4 weken
Zweervorming	24	> 6 weken
Roodheid (laat)	15	8 tot 10 weken
Afsterven onderhuid	18	> 10 weken
Krimping onderhuid (1 ^e fase)	10	> 52 weken
Permanente verwijding bloedvaten	10	> 52 weken
Afsterven onderhuid (laat)	>12	> 52 weken
OOG		
Lens vertroebeling (meetbaar)	>0,5-2	> 5 jaar
Lens/staar (verminderd zicht)	>2	> 5 jaar
VOORTPLANTINGSORGANEN		
Testes – tijdelijke steriliteit	0,15	-
Testes – permanente steriliteit	3,5-6	-
Eierstokken – steriliteit	2,5-6	-
Beenmerg – onderdrukking hematopoësis	0,5	-

Huideffecten kunnen optreden bij doses op de huid die hoger zijn dan 2 Gy.

In het algemeen kan gesteld worden dat bij blootstelling aan ioniserende straling ten behoeve van medische beeldvorming (vroeg en late) weefsel- en orgaan-effecten niet optreden, met uitzondering van beeldvorming bij meervoudige en/of zware interventieprocedures.

Overzicht van kansen op carcinogene en erfelijke effecten

De ICRP, UNSCEAR en BEIR maken gebruik van het zogenaamde *linear-no-threshold* (LNT) model voor een epidemiologische beschrijving van de dosis-effect relatie tussen de mate van stralingsblootstelling en de kans op tumoren en erfelijke schade. De data waar het LNT model op is gebaseerd, laten zien dat voor stralingsblootstellingen boven de 0,2 Sv, oftewel 200 mSv, er een lineaire dosis-effect relatie bestaat tussen de kans op fatale carcinogene en erfelijke effecten en de mate van blootstelling aan ioniserende straling (Socol, 2015). Deze ondergrens van 200 mSv ligt minstens 10 en vaak meer dan 100 keer hoger dan de typische blootstellingen bij diagnostische beeldvormende procedures (met mogelijke uitzondering van interventieprocedures). Extrapolatie van het LNT model voor de risico inschatting van individuele patiënten bij beeldvormende procedures onder de 200 mSv heeft een aantal belangrijke beperkingen. In de eerste plaats zijn er de statistische onzekerheden door ontbrekende data in dit lage dosisgebied. Verder wordt er geen rekening gehouden met ras, sexe, leeftijd en de exacte orgaandosis en stralingsgevoeligheid van de individuele patiënt.

Vanwege deze onzekerheden en het bestaan van studies die tot tegengestelde conclusies komen (Tubiana, 2006; Raabe, 2011; Socol, 2015; Chen, 2014) wordt het gebruik van het LNT model voor de risico-inschatting van medische beeldvorming als conservatief beschouwd. Er zijn bovendien meerdere internationale organisaties op het gebied van stralingsbescherming die waarschuwen voor het gebruik van risico-inschattingen van individuele blootstelling op basis van het LNT model (Tubiana, 2005; ICRP, 2007; AAPM, 2018; HPS, 2019).

Hoewel er dus verdeeldheid is over de accuraatheid van het LNT model bij lage en dus juist voor de beeldvormende diagnostiek relevante blootstellingen (onder de 200 mSv), hanteert de ICRP uit voorzorg de lineaire relatie ook bij lage en zeer lage blootstellingen. Het uitgangsprincipe is dat bij iedere blootstelling, hoe klein ook, er een kans bestaat op het optreden van carcinogene effecten. De ICRP voorspelt op basis van het LNT model voor een gemiddelde persoon uit een referentiepopulatie een toename van 0,005% kans op overlijden door carcinogene effecten per blootgestelde mSv (ICRP, 2007). Een blootstelling van 10 mSv door bijvoorbeeld een CT scan zou dus leiden tot een extra kans op fatale kanker van 0,05%.

Overerfbare afwijkingen

Bij de nakomelingen van de overlevenden van Hiroshima en Nagasaki zijn wel genetisch overerfbare afwijkingen gevonden, maar dit is niet significant aantoonbaar. Plant- en dierexperimenten hebben aangetoond dat ioniserende straling mutageen kan zijn en genetische effecten kan induceren. De huidige inschatting van zowel de ICRP als de UNSCEAR is dat de kans op het induceren van genetisch overerfbare afwijkingen op 0,2% per Sv gesteld kan worden.

Wat is de procedure gerelateerde kans op nadelige effecten bij patiënten en verzorgers?

Bij de stralingsbelasting door beeldvorming met röntgenstraling is er sprake van twee soorten straling: primaire en verstrooide straling. De primaire bundel wordt gevormd door de straling die uit de röntgenbuis komt en ofwel door de patiënt direct en volledig wordt geabsorbeerd, ofwel in een rechte lijn, zonder interactie, door of langs de patiënt heengaait en de detector bereikt. De overige straling valt onder de noemer stroostraling. Deze ontstaat voornamelijk in de patiënt en wordt deels ook door de patiënt geabsorbeerd. Weefsels die net buiten de primaire bundel liggen kunnen door stroostraling een stralingsbelasting ondervinden van dezelfde orde grootte als weefsels in de primaire bundel. Daarnaast kan niet geabsorbeerde stroostraling de patiënt in alle mogelijke richtingen verlaten.

Hieronder worden de kansen op gezondheidseffecten die zouden kunnen optreden als gevolg van de primaire en verstrooide straling beschreven. De eventuele blootstelling van andere lichaamsdelen van de patiënt door de naar buiten getreden stroostraling wordt hierbij - zoals gebruikelijk - verwaarloosd. Zowel de kans op weefsel- en orgaaneffecten alsook de verhoogde kans op het optreden van carcinogene effecten wordt beschreven. De kansen worden voor patiënten en verzorgers apart benoemd.

Wat betreft de weefsel- en orgaaneffecten is het mogelijk dat patiënten bij complexe beeldvormende interventie procedures blootgesteld worden aan doses boven 1 Gy en daarmee (vroeg en late) weefsel- en orgaanschade oplopen. Er is casuïstiek bekend van patiënten met necrotisch huidweefsel ten gevolge van straling bij meervoudige coronaire angiografie en angioplastie procedures, haaruitval na neuro-embolisatie procedures en het afsterven van de onderhuid bij ablatie procedures (ICRP, 2000b; ICRP, 2012). Ook zijn gevallen bekend van patiënten met haaruitval nadat zij in een korte periode een combinatie van een hersenperfusie scan en een of meerdere embolisatie angiografie procedures hadden ondergaan (Balter, 2010; Faulkner, 2001; Imanishi, 2004). Er is ook casuïstiek bekend over huideffecten bij fluoroscopische interventieprocedures op de CT (Jaschke, 2017) maar deze zijn bijzonder zeldzaam en treden pas op boven drempeldoses >2Gy. Bij verzorgers schat de werkgroep de kans op weefsel- en orgaaneffecten op nihil.

Om de risico's van het induceren van carcinogene effecten te kunnen inschatten heeft de werkgroep gekozen om van het LNT model gebruik te maken. Het LNT model biedt een mogelijkheid om (op populatieniveau, dus zonder rekening te houden met individuele variatie) blootstelling aan ioniserende straling (aangeduid met mSv) om te zetten naar een

(conservatieve) schatting voor de extra kans op het optreden van fatale carcinogene en erfelijke effecten binnen een populatie. Het effect is cumulatief, dat wil zeggen dat bij meerdere blootstellingen de kansen op het optreden van carcinogene effecten bij elkaar opgeteld moeten worden. Zoals hierboven vermeld hanteert de ICRP een lineaire dosis-effect relatie waarbij een extra kans op fatale carcinogene effecten van 0,005% per mSv wordt voorspeld.

De onderstaande tabellen geven een overzicht van de typische dosis en de daarbij geschatte extra kans op fatale kanker voor verschillende conventionele en interventionele radiologische onderzoeken, verschillende gebruikelijke CT-scans en veelvoorkomende beeldvormende onderzoeken in de nucleaire geneeskunde (Mettler, 2008). De gebruikte literatuur stamt uit 2008. Hedendaagse doses en bijbehorende risico's liggen lager omdat de hedendaagse beeldvormende apparatuur standaard verschillende dosisbesparende technieken toepast. De genoemde extra kans op fatale kanker komt bovenop de door Kiemeney (2008) genoemde gemiddelde kans van ongeveer 33% voor Nederlanders om vóór het 80e levensjaar kanker te krijgen en daar mogelijk aan te overlijden.

Tabel 1.2 Gemiddelde effectieve dosis en extra kans op overlijden aan door straling geïnduceerde kanker bij conventionele radiologie (Mettler, 2008)

Onderzoek	Typische dosis (mSv)	Extra kans op fatale kanker
Extremiteten	0,0002 tot 0,1	0,0005%
Thorax PA / LAT	0,007 tot 0,24	0,001%
Mammografie	0,1 tot 0,6	0,003%
Abdomen / Bekken	0,04 tot 1,2	0,006%
Thorax / Wervelkolom	0,5 tot 1,8	0,009%
IVU	0,7 tot 3,7	0,02%
Upper GI w/fluoroscopy	1,5 tot 12	0,06%
Barium enema w/fluoroscopy	2 tot 18	0,09%

Tabel 1.3 Gemiddelde effectieve dosis en extra kans op overlijden aan door straling geïnduceerde kanker bij CT (Mettler, 2008)

Onderzoek	Typische dosis (mSv)	Extra kans op fatale kanker
Hoofd	0,9 tot 4	0,02%
Thorax (standaard)	4 tot 18	0,09%
Thorax (hoge resolutie)	13 tot 40	0,2%
Abdomen	3,5 tot 25	0,1%
Bekken	3,3 tot 10	0,05%
Coronair Angiogram	5 tot 32	0,2%
Virtuele Colonoscopie	4 tot 13	0,07%
CTA	1 tot 12	0,06%

Tabel 1.4 Gemiddelde effectieve dosis en extra kans op overlijden aan door straling geïnduceerde kanker bij interventie Radiologie (Mettler, 2008)

Onderzoek	Typische dosis (mSv)	Extra kans op fatale kanker
Hoofd/Nek angiografie	0,8 tot 19,6	0,1%
Coronaire angiografie	2 tot 15,8	0,1%
Coronaire angioplastie, stent plaatsen, RF ablatie	6,9 tot 57	0,3%
TIPS	20 tot 180	0,9%

Tabel 1.4 Gemiddelde effectieve dosis en extra kans op overlijden aan door straling geïnduceerde kanker bij nucleaire diagnostiek (NVNG, 2017)

Onderzoek	Typische dosis (mSv)	Extra kans op fatale kanker
PET Scan (18F-FDG, 190 MBq)	3,6	0,02%
Schildklier scan (123I, 4MBq)	0,9	0,005%
Schildklier (Tc99m sodium pertechnaat 180 MBq)	2,3	0,01%
Myocard Perfusie (Tc99m-sestamibi, 300MBq rust + 600MBq stress)	8,1	0,04%
Bot (99mTc-HEDP, 740 MBq)	4,2	0,02%

Een uitgebreid overzicht van de stralingsdosis bij nucleair geneeskundige beeldvorming is terug te vinden in de procedure guidelines van de NVNG (NVNG, 2017).

De mate van eventuele blootstelling van de verzorger door de stroostraling van de patiënt is afhankelijk van de blootstelling van de patiënt door de primaire bundel. Uit de literatuur is bekend dat de relatie tussen stroostraling op één meter afstand en de primaire bundel gegeven wordt door een conversiefactor van maximaal 8 μGy voor de verzorger per dosis-oppervlakte-product van 1 $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$ voor de patiënt (NCRP, 2004). Veiligheidshalve kan bij diagnostische beeldvorming aangenomen worden dat 8 μGy overeenkomt met 8 μSv (ICRP, 2012b). De conversiefactor van het dosis-oppervlakte-product naar de effectieve dosis voor de patiënt verschilt per onderzoek. In het bekken en abdomen is deze het grootst (ongeveer 0,2 mSv per $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$), in de thorax is deze bijna gehalveerd (ongeveer 0,1 mSv per $\text{Gy}\cdot\text{cm}^2$) (HPA, 2011). De werkgroep schat op basis hiervan dat bij beeldvorming van de torso de effectieve dosis voor de verzorger op één meter afstand hooguit 8% van de dosis voor de patiënt is. Gebaseerd op de kwadratenwet, kan als vuistregel worden aangehouden dat de kansen op fatale kanker voor de verzorger op ongeveer 30 centimeter afstand van de patiënt bij onderzoeken van de torso nog steeds lager zijn dan de genoemde kansen voor de patiënt. Voor onderzoeken van het hoofd of de extremiteiten kan de effectieve dosis voor de verzorger relatief hoog zijn. Dit komt door de relatief lage conversiefactor van dosis-oppervlakte-product naar effectieve dosis voor de patiënt bij deze onderzoeken (HPA, 2011). De werkgroep beseft wel dat de kansen op fatale kanker in absolute zin laag blijven bij deze onderzoeken (zie tabel 1.2 en 1.3).

Wat is de definitie van een hoog risico?

Volgens de WGBO geldt er een informatieplicht waarbij in de praktijk voor risico's een ondergrens wordt gehanteerd van 1%. Deze grens kan lager zijn als er sprake is van een ingrijpend effect (zie module "Communiceren over stralingsrisico's"). De werkgroep is daarom van mening dat er gesproken kan worden van een hoog stralingsrisico wanneer er een informatieplicht geldt. Hoewel het krijgen van kanker of erfelijke schade ingrijpend kan worden genoemd, ziet de werkgroep hierdoor geen reden om altijd te spreken van een hoog stralingsrisico. De reden hiervoor is dat in werkelijkheid de kans op tumoren en erfelijke schade lager dan geschat en misschien zelfs nul zal zijn. Het LNT model is immers een conservatieve benadering en de effecten zijn nooit aangetoond bij lage dosis waaraan volwassenen en kinderen bij eenmalige beeldvormende onderzoeken worden blootgesteld. Uitgaande van het LNT-model, is bij beeldvormende procedures voor een gemiddelde patiënt waarbij meer dan 200 mSv wordt gebruikt sprake van een hoog stralingsrisico als gevolg van meer dan 1% kans op fatale carcinogene effecten. Voor volwassenen kan dit als vuistregel worden gehanteerd. Kinderen worden als kwetbare groep gezien en hiervoor geldt een andere benadering (zie hieronder).

Er is een hoog stralingsrisico bij (interventionele) beeldvormende procedures indien de cumulatieve blootstelling boven de drempeldoses voor weefsel- en orgaaneffecten komt (>2Gy voor huid-effecten en >150 mGy voor tijdelijke steriliteit van de testes).

Wat zijn de specifieke risico's voor kwetsbare groepen?

De werkgroep verstaat onder kwetsbare patiënten: zwangere patiënten (in het bijzonder de foetus), (jonge) kinderen en patiënten met genetische gevoeligheid voor straling.

Het embryo of de foetus bij zwangere patiënten

Er zijn stralingsrisico's bij zwangerschap die afhangen van het stadium van de zwangerschap en de geabsorbeerde dosis. Het grootste risico is gedurende de organogenese in het 1^e trimester en wordt minder naarmate de zwangerschap vordert.

Malformaties hebben een drempeldosis van 100 tot 200 mGy of hoger en uiten zich via afwijkingen van het skelet en spierstelsel. De ICRP geeft een overzicht van mogelijk geïnduceerde orgaan en weefsel effecten in utero (ICRP, 2000; ICRP, 2003) (zie tabel 1.6).

Tabel 1.5 Overzicht van in uterus geïnduceerde deterministische effecten (ICRP, 2000; ICRP, 2003)

Zwangerschapsduur (dagen)	Effecten bij < 50 mGy	Effecten bij 50-100 Gy	Effecten bij >100 mGy
0 tot 14 (voor conceptie)	Geen	Geen	Geen
15 tot 28	Geen	Waarschijnlijk geen	Mogelijk spontane abortus
29 tot 70	Geen	Mogelijke effecten zijn wetenschappelijk onzeker en waarschijnlijk klinisch niet detecteerbaar	Mogelijke malformaties die waarschijnlijker worden bij hogere doses
71 tot 119	Geen	Mogelijke effecten zijn wetenschappelijk onzeker en waarschijnlijk klinisch niet detecteerbaar	Risico op verminderd IQ of mentale retardatie. Waarschijnlijker bij hogere doses
120 tot 189	Geen	Geen	Verminderd IQ niet waarneembaar bij diagnostische doses
> 189	Geen	Geen	Geen bij diagnostische doses

Er is een gebrek aan gegevens over de kans op carcinogene effecten na de geboorte als gevolg van blootstelling aan ioniserende straling tijdens de zwangerschap. De ICRP geeft op basis van de beoordeling van verscheidene studies een bereik voor de risicocoefficient van 0,005 tot 0,007% per mGy (ICRP, 2003). BEIR neemt aan dat de risicocoefficient niet wezenlijk verschilt van de risicocoefficient voor kinderen van 0-5 jaar en komt op 0,04% per mGy. De werkgroep beseft dat een betrouwbare schatting van deze kans, zeker bij de relatief lage doses van medische beeldvorming, niet gemaakt kan worden. Om toch een indruk te kunnen krijgen van deze risico's is gekozen om, in navolging van de HPA, een afgeronde risicocoefficient van 0,01% per mGy te hanteren. In tabel 1.7 staat een overzicht van de typische dosis voor de foetus bij een aantal onderzoeken met de bijbehorende extra kans op kinderkanker. Een uitgebreider overzicht is terug te vinden in de publicatie van de HPA (HPA, 2009).

Tabel 1.6 Overzicht van typische dosis voor de foetus en extra kans op kinderkanker voor verschillende onderzoeken (HPA, 2009)

Onderzoek	Typische dosis foetus (mGy)	Extra kans op kinderkanker	
Conventionele foto schedel, thorax, mammogram		0,001 tot 0,01	< 0,0001%
Long ventilatiescan met ^{99m} Tc		0,01 tot 0,1	0,0001% tot 0,001%
Conventionele foto buik, bekken of heup, CT-scan thorax en lever, long perfusiescan met ^{99m} Tc		0,1-1	0,001% tot 0,01%
Conventionele foto lumbale wervelkolom, CT-scan buik, bot scan met ^{99m} Tc		1 tot 10	0,01% tot 0,1%
CT-scan bekken, ¹⁸ F totale lichaam scan		10 tot 50	0,1% tot 0,5%

Op basis van de drempwaarden in tabel 1.6 en de typische doses voor de foetus in tabel 1.7 concludeert de werkgroep dat bij standaard diagnostiek er geen kans bestaat op het veroorzaken van foetale sterfte, malformaties of beperkingen van mentale ontwikkeling. Bij het ondergaan van meerdere en/of uitzonderlijk lange interventieprocedures bestaat die kans wel. In dat geval dient altijd een klinisch fysicus te worden geraadpleegd. Aangezien de extra kans op kinderkanker onder de 1% blijft, concludeert de werkgroep tevens dat enkelvoudige medische beeldvorming tijdens de zwangerschap geen hoog risico vormt.

Kinderen

Het vergelijken van de effecten van blootstelling aan straling tussen kinderen en volwassenen is gecompliceerd. De United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) gaat uitgebreid in op de effecten van stralingsblootstelling van kinderen in Volume II, scientific ANNEX B van het 2013 Report (UNSCEAR, 2013).

In ongeveer 15% van de tumor types (onder andere blaaskanker) lijkt het erop dat kinderen een vergelijkbare gevoeligheid voor straling hebben als volwassenen. Dat wil zeggen dat het verwachte extra aantal gevallen van deze types kanker ten gevolge van ioniserende straling net zoveel zal zijn voor een groep kinderen als voor een groep volwassenen.

In 10% van de tumortypes zijn kinderen minder stralingsgevoelig. Dit geldt bijvoorbeeld voor longkanker. Als een kind een dosis straling op de longen krijgt, leidt dit minder vaak tot longkanker in vergelijking met een volwassene die dezelfde hoeveelheid straling op de longen ontvangt.

Voor 30% van de tumor types (onder andere Hodgkin's lymfoom, prostaat, rectum en uterus kanker) wordt aangenomen dat er een zwakke of geen relatie is tussen het risico na blootstelling en de leeftijd van blootstelling. In 20% van de tumor types (onder andere oesophagus kanker) zijn de data te zwak om conclusies te kunnen trekken over verschillen in risico als functie van de leeftijd van blootstelling.

Om een inschatting van de risico's voor blootgestelde kinderen te kunnen maken is het noodzakelijk om de specifieke details van de blootstelling en alle relevante variabelen goed in kaart te brengen. Het is ondoenlijk om in het algemeen voor alle mogelijke onderzoeken een nauwkeurige inschatting van de risico's voor kinderen te geven. Per individu zijn daarvoor specifieke details van blootstelling en relevante variabelen als leeftijd, geslacht, bijkomende ziekten en behandelingen nodig. Door de UNSCEAR wordt voor kinderen een risicofactor van 2 tot 3 aangenomen in vergelijking met volwassenen, alhoewel dit getal niet statistisch is onderbouwd. De werkgroep beveelt daarom aan om een factor 3 te gebruiken en een klinisch fysicus te raadplegen bij risico's die dan in de buurt van de ondergrens voor hoog risico van 1% komen. De klinisch fysicus kan dan een meer specifieke dosis- en risicoschatting maken.

Specifieke individuen met een genetisch bepaalde overgevoeligheid voor straling

Er zijn aanwijzingen dat individuen met Ataxia Telangiectasia (Amirifar, 2019), Nijmegen breakage syndrome (Chrzanowska, 2012), of Fanconi anemia (Yamashita, 2001) die door deze genetische afwijkingen gevoeliger zijn voor het ontwikkelen van kanker, ook gevoeliger zijn voor het ontwikkelen van kanker door blootstelling aan straling. Een rigoureuze statistische onderbouwing ontbreekt hier voornamelijk voor, omdat het vaak om kleine aantallen gaat. Voor individuen van deze subpopulaties zou dit impliceren dat het risico op het ontwikkelen van kanker door blootstelling aan straling boven de 0,005% per mSv ligt.

Hoewel *in vitro* studies een verhoogde radiosensitiviteit laten zien in diverse celtypen afkomstig van vrouwen met een mutatie in het borstkanker gen BRCA2 (Baert *et al.* 2017), laten klinische studies geen toename van normale weefselschade zien bij vrouwen met BRCA 1/2 mutaties (Pierce LJ, 2000, Park,H, 2014, Huszno 2013).

Aanbevelingen

Houd rekening met mogelijke weefsel- en orgaanschade, met name met huideffecten, bij:

- interventionele beeldvormende procedures met een dosis in de buurt van de drempeldosis (zie tabel 1.1).
- combinaties van doorlichtingen, CT's en/of interventionele beeldvormende procedures in een korte tijdsperiode en met een cumulatieve dosis in de buurt van de drempeldosis (zie tabel 1.1).

Veronderstel dat bij standaard diagnostiek bij zwangere vrouwen er geen kans bestaat op het veroorzaken van foetale sterfte, malformaties of beperkingen van mentale ontwikkeling.

Veronderstel enkelvoudige diagnostische beeldvormende onderzoeken, inclusief nucleaire diagnostiek, in het algemeen als laag risico. Dit geldt voor volwassenen, kinderen en zwangeren.

Veronderstel de risico's bij beeldvormende onderzoeken voor verzorgers als laag. Bij nucleaire beeldvormende diagnostiek kan het voorkomen dat er leefregels aangegeven worden. Zolang deze in acht worden genomen blijft het risico voor verzorgers laag.

Verifieer vooraf of meervoudige diagnostische beeldvormende onderzoeken, inclusief nucleaire diagnostiek, als laag risico kan worden verondersteld. Raadpleeg hiervoor, met name bij kinderen, een klinisch fysisicus.

Raadpleeg bij onduidelijke of complexe blootstellingen, met name bij zwangere patiënten, een klinisch fysisicus voor het uitvoeren van een patiëntspecifieke schatting van de dosis en het stralingsrisico.

Literatuur

- AAPM (2018). AAPM Position Statement on Radiation Risks from Medical Imaging Procedures. Geraadpleegd via <https://www.aapm.org/org/policies/details.asp?type=PP&id=439>.
- Amirifar P, Reza Ranjouri M, Yazdani R, Abolhassani H, Aghamohammadi A, Ataxia-telangiectasia: A Review of Clinical Features and Molecular Pathology *Pediatr Allergy Immunol* 2019 , 30 (3), 277-288
- Baert A, Depuydt J, Van Maerken T, Poppe B, Malfait F, Van Damme T, De Nobele S, Perletti G, De Leeneer K, Claes KBM, Vral A. Analysis of Chromosomal Radiosensitivity of Healthy BRCA2 Mutation Carriers and Non-Carriers in BRCA Families With the G2 Micronucleus Assay *Oncol Rep* , Mar 2017, 37 (3), 1379-1386
- Balter S, Hopewell JW, Miller DL, Wagner LK, Zelefsky MJ. Fluoroscopically guided interventional procedures: a review of radiation effects on patients' skin and hair. *Radiology*. 2010 Feb;254(2):326-41.
- Bbs (2017, 23 oktober). Besluit Basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. Geraadpleegd via: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2018-07-01>
- Bos, A.J.J. , Draaisma, F.S., Okx, W.J.C. (2007). Inleiding tot de Stralingshygiëne. Den Haag, Nederland: Sdu Uitgevers.

- Chen JX, Kachniarz B, Gilani S, Shin JJ. Risk of malignancy associated with head and neck CT in children: a systematic review. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2014 Oct;151(4):554-66.
- Chrzanowska, K.H.,Gregorek H, Dembowska-Bagińska B, Kalina M.A.,Digweed M. Nijmegen Breakage Syndrome (NBS) Orphanet J Rare Dis 2012 Feb 28, 7-13
- Faulkner K, Vañó E. Deterministic effects in interventional radiology. *Radiat Prot Dosimetry.* 2001;94(1-2):95-8.
- HPA (2009). Health Protection Agency. Ionising radiation: protecting pregnant patients during diagnostic medical exposures. Report HPA-RCE-9. 2009.
- HPA (2011). Health Protection Agency. Radiation Risks from Medical X-ray Examinations as a Function of the Age and Sex of the Patient. Report HPA-CRCE-028. 2011 Oct.
- HPS (2019, februari). Radiation risk in perspective. Position statement of the Health Physics Society. Geraadpleegd via <http://hps.org/documents/radiationrisk.pdf>. Huszno J, Budryk M, Kołosza Z, Nowara E The Influence of BRCA1/BRCA2 Mutations on Toxicity Related to Chemotherapy and Radiotherapy in Early Breast Cancer Patients *Oncology.* 2013;85(5):278-82
- ICRP (1984). Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. In *Nonstochastic Effects of Ionizing Radiation.* ICRP Publication 41. Ann. ICRP 14 (3).
- ICRP (2000). Pregnancy and Medical Radiation. ICRP Publication 84. Ann. ICRP 30 (1).
- ICRP (2000b). Avoidance of Radiation Injuries from Medical Interventional Procedures. ICRP Publication 85. Ann. ICRP 30 (2).
- ICRP (2003). Biological Effects after Prenatal Irradiation (Embryo and Fetus). ICRP Publication 90. Ann. ICRP 33 (1-2).
- ICRP (2007). The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
- ICRP (2012). ICRP Statement on Tissue Reactions / Early and Late Effects of Radiation in Normal Tissues and Organs – Threshold Doses for Tissue Reactions in a Radiation Protection Context. ICRP Publication 118. Ann. ICRP 41(1/2).
- ICRP (2012b). Compendium of Dose Coefficients based on ICRP Publication 60. ICRP Publication 119. Ann. ICRP 41(Suppl.).
- Imanishi Y, Fukui A, Niimi H, Itoh D, Nozaki K, Nakaji S, Ishizuka K, Tabata H, Furuya Y, Uzura M, Takahama H, Hashizume S, Arima S, Nakajima Y. Radiation-induced temporary hair loss as a radiation damage only occurring in patients who had the combination of MDCT and DSA. *Eur Radiol.* 2005 Jan;15(1):41-6.
- Jaschke W, Schmuth M, Trianni A, Bartal G. Radiation-Induced Skin Injuries to Patients: What the Interventional Radiologist Needs to Know. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2017 Aug;40(8):1131-1140.
- Kiemeney L, Lemmers F, Verhoeven R, Aben K, Honing C, de Nooijer J, Peeters P, Visser O, Vlems F. De kans op kanker voor Nederlanders. *Ned Tijdschr Geneeskd.* 2008;152:2233-41.
- Mettler FA Jr, Huda W, Yoshizumi TT, Mahesh M. Effective doses in radiology and diagnostic nuclear medicine: a catalog. *Radiology.* 2008 Jul;248(1):254-63.
- Raabe OG. Toward improved ionizing radiation safety standards. *Health Phys.* 2011 Jul;101(1):84-93.
- NCRP (2004). National Council on Radiation Protection and Measurements, “Structural shielding design for medical x-ray imaging facilities,” NCRP Report No. 147, National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland, 2004.
- NVNG (2017). Procedure guidelines Nuclear Medicine 2016, Dutch Society of Nuclear Medicine. Neer, Nederland: Kloosterhof Neer B.V.
- Park H, Choi DH, Noh JM, Huh SJ, Park W, Nam SJ, Lee JE Acute Skin Toxicity in Korean Breast Cancer Patients Carrying BRCA Mutations *Int J Radiat Biol ,* Jan 2014,90 (1), 90-94

- Pierce LJ, Strawderman M, Narod SA, Oliviotto I, Eisen A, Dawson L, Gaffney D, Solin LJ, Nixon A, Garber J, Berg Chr, Isaacs C, Heimann R, Olopade OI, Haffty B, Weber BL Effect of Radiotherapy After Breast-Conserving Treatment in Women With Breast Cancer and Germline BRCA1/2 Mutations. *J of Clin Oncol* 18, no.19 (October 19, 2000) 3360-3369.
- RIVM (zonder datum). Stralingsbelasting in Nederland. Geraadpleegd via: <https://www.rivm.nl/stralingsbelasting-in-nederland>
- Socol Y, Dobrzyński L. Atomic Bomb Survivors Life-Span Study: Insufficient Statistical Power to Select Radiation Carcinogenesis Model. *Dose Response*. 2015 May 4;13(1).
- Tubiana M. Dose-effect relationship and estimation of the carcinogenic effects of low doses of ionizing radiation: the joint report of the Académie des Sciences (Paris) and of the Académie Nationale de Médecine. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2005 Oct 1;63(2):317-9.
- Tubiana M, Aurengo A, Averbeck D, Masse R. The debate on the use of linear no threshold for assessing the effects of low doses. *J Radiol Prot*. 2006 Sep;26(3):317-24.
- UNSCEAR (2001). Hereditary Effects of Radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2001 Report to the General Assembly, with Scientific Annex. Geraadpleegd via <https://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>.
- UNSCEAR (2013). Sources, effects and risks of ionizing radiation. Volume II. Annex B - Effects of radiation exposure of children. Geraadpleegd via <https://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>.
- Yamashita T, Nakahata T, Current Knowledge on the Pathophysiology of Fanconi Anemia: From Genes to Phenotypes *Int J Hematol* 2001,74 (1), 33-41

Bijlagen bij module 1

Selectietabel

Eerste auteur en jaartal	In-/exclusie?	Reden
Wang, 2018	Exclusie	Andere populatie (vnl personeel)
Qu, 2018	Exclusie	Andere populatie (nuclear industry workers)
Ko, 2018	Exclusie	Andere populatie (medical radiation workers)
Han, 2018	Inclusie	
Shore, 2017	Exclusie	Andere populatie (beroepsmatig of op andere wijze blootgesteld aan hoge achtergrondstraling in omgeving)
Gao, 2015	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door radiotherapie)
Chen, 2014	Inclusie	
Little, 2012	Exclusie	Andere populatie. (Japanse atoombom survivors en beroepsmatig blootgestelden)
Braganza, 2012	Exclusie	Andere interventie (blootgesteld aan straling door radiotherapie of atoombom)
Akiba, 2012	Exclusie	Andere populatie (nuclear workers)
Daniels, 2011	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door occupational of environmental settings)
Yousif, 2010	Exclusie	Andere populatie (occupational exposure)
Jansen-Van Der Weide, 2010	Inclusie	
Wilkinson, 1991	Exclusie	Andere populatie (nuclear workers)
Younger, 2019	Exclusie	Andere vraagstelling. Niet wat de risico's zijn, maar hoe je hier over communiceert.
Yan, 2019	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door radiotherapie)
De Felice, 2019	Inclusie	
Dallmer, 2019	Exclusie	Geen primaire data voor risico op kanker
Yecies, 2018	Inclusie	
Yecies, 2018b	Exclusie	Andere populatie (ook personeel en ook therapeutische blootstelling aan straling)
Tang, 2018	Exclusie	Niet systematische review
Snowsill, 2018	Exclusie	Betreft een boek over (kosten)effectiviteit van screening naar longkanker
Lu, 2018	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door radiotherapie)
Taylor, 2017	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door radiotherapie)
Zhao, 2016	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door radiotherapie)
Meulepas, 2016	Exclusie	andere vraagstelling: worden studies naar radiation risk door CT bij kinderen confounded door unmeasured cancer susceptibility syndromes (CSS)
Xu, 2015	Inclusie	
Rodriguez-Merchan, 2015	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door radiosynovectomy)
Li, 2015	Exclusie	Betreft een reactie op oud artikel
Hikino, 2015	Inclusie	
Oh, 2014	Exclusie	Vnl studies die risico op kanker rapporteren op basis van niet primaire data
Lassi, 2014	Exclusie	Andere populatie (environmental radiant exposure)
Oorodnik, 2013	Exclusie	Andere populatie (chernobyl-disaster-exposed women)
Hammer, 2013	Exclusie	Andere populatie (occupational exposure)
Berrington, 2013	Exclusie	Andere populatie (blootgesteld aan straling door radiotherapie)
Tanooka, 2011	Exclusie	Risico op kanker op basis van niet primaire data
Little, 2010	Exclusie	Andere uitkomstmaat: circulatory disease risk. Ook beperkt aantal studies over diagnostische blootstelling aan straling
Stein, 2008	Inclusie	
Schulze-Rath, 2008	Inclusie	
Karatzis, 2008	Exclusie	Andere populatie (vnl exposure door therapeutic procedures)
Rice, 207	Inclusie	
Little, 2007	Exclusie	Straling van internal emitters wordt vergeleken met straling van atoombom survivors
Smits, 2006	Exclusie	Methodologie niet duidelijk

Baker, 2006	Exclusie	Niet systematische review
Fink, 2005	Exclusie	Andere populatie (nuclear workers en blootstelling door radiotherapie)
Cai, 1999	Exclusie	Andere vraagstelling. Over het effect van ioniserende en UV straling op Metallothionein

Zoekverantwoording

Database	Zoektermen	Totaal
Medline (OVID) 1946 – aug 2019	<p>1 exp *Tomography, X-Ray Computed/ or exp *Fluoroscopy/ or ('computer assisted' or tomograph* or 'ct scan*' or x-ray* or fluoroscop* or ((ionising or ionizing) adj2 radiation) or 'nuclear medicine').ti,kw. (299222)</p> <p>2 exp *radiation dosage/ or exp *radiation exposure/ or (radiation adj2 (risk* or dose* or exposure or hazard)).ti,kw. (70404)</p> <p>3 1 and 2 (10027)</p> <p>4 limit 3 to english language (8364)</p> <p>5 (meta-analysis/ or meta-analysis as topic/ or (meta analy\$).tw. or ((systematic* or literature) adj2 review\$1).tw. or (systematic adj overview\$1).tw. or exp "Review Literature as Topic"/ or cochrane.ab. or cochrane.jw. or embase.ab. or medline.ab. or (psychlit or psyclit).ab. or (cinahl or cinhal).ab. or cancerlit.ab. or ((selection criteria or data extraction).ab. and "review"/)) not (Comment/ or Editorial/ or Letter/ or (animals/ not humans/)) (409202)</p> <p>6 4 and 5 (111)</p> <p>= 111</p>	206
Embase (Elsevier)	<p>('computer assisted tomography'/exp/mj OR 'fluoroscopy'/exp/mj OR 'radiation'/exp/mj OR 'computer assisted':ti OR tomograph*:ti OR 'ct scan*':ti OR 'x ray*':ti OR fluoroscop*:ti OR radiation:ti OR 'nuclear medicine':ti)</p> <p>AND ('radiation dose'/exp/mj OR 'radiation hazard'/exp/mj OR ((radiation NEAR/2 (risk* OR dose* OR exposure OR hazard)):ti))</p> <p>AND (english)/lim NOT 'conference abstract':it</p> <p><i>Gebruikte filters:</i></p> <p><u>Systematische reviews:</u> ('meta analysis'/de OR cochrane:ab OR embase:ab OR psycinfo:ab OR cinahl:ab OR medline:ab OR ((systematic NEAR/1 (review OR overview)):ab,ti) OR ((meta NEAR/1 analy*):ab,ti) OR metaanalys*:ab,ti OR 'data extraction':ab OR cochrane:jt OR 'systematic review'/de) NOT (('animal experiment'/exp OR 'animal model'/exp OR 'nonhuman'/exp) NOT 'human'/exp)</p> <p>= 135</p>	

Module 2 Communiceren over stralingsrisico's

Onderstaande conceptrichtlijntekst wordt na het doorlopen van de commentaar- en autorisatiefase opgenomen in de Richtlijndatabase (www.richtlijndatabase.nl).

Verwijzingen naar 'tabbladen' zijn in de huidige versie van de richtlijntekst terug te vinden in de 'bijlagen' aan het einde van de hoofdtekst. In verband met de modulaire opbouw van richtlijnen in de database wordt verwezen naar modules (in plaats van hoofdstukken) en aanverwante producten (bijlagen).

Uitgangsvraag

Wat is de beste manier om over stralingsrisico's met de patiënt/verzorger te communiceren?

De uitgangsvraag omvat de volgende deelvragen:

1. Bij welke risico's moet de patiënt actief worden geïnformeerd en is expliciete toestemming nodig?
2. Wat is de perceptie van het risico en welke factoren zijn van belang voor een goede risicocommunicatie?
3. In welke vorm kan het beste worden geïnformeerd?
4. Wie kan het beste informeren?

Inleiding

Goede risicocommunicatie is van belang bij complexe medische technieken waaraan risico's verbonden zijn, zoals medische beeldvorming. Het vakgebied risicocommunicatie is enkele decennia oud. Bij risicocommunicatie gaat het in het algemeen om het vooraf informeren van mensen over risico's. In de loop van de jaren is het vak geëvolueerd van alleen informatieversteking aan belanghebbenden tot meer discussie met en participatie door belanghebbenden. Mislukte communicatie leidt tot scepsis en misverstanden en kan zo nadelige gevolgen hebben voor het draagvlak. Succesvolle risicocommunicatie stelt zowel eisen aan de vorm als aan de inhoud van de communicatie en vergt kennis over risicoperceptie.

Door heldere communicatie is de patiënt beter voorbereid op een beeldvormingsprocedure met ioniserende straling. Goede communicatie is goed voor het wederzijds vertrouwen en bevordert de relatie tussen arts en patiënt (KNMG, 2001; KNMG, z.d.). Bij beeldvormingsprocedures kan dit bovendien leiden tot het wegnemen van zorgen of angst bij de patiënt en motiveren tot deelname aan de procedure (Dauer, 2011). Dit draagt op zijn beurt bij aan de tijdigheid van zorg en een betere doorstroming van patiënten. Nog belangrijker is dat een goed geïnformeerde en gerustgestelde patiënt die begrijpt wat de procedure inhoudt, zich beter houdt aan de voorschriften zodat de diagnostische kwaliteit van de beeldvorming beter wordt en de procedure inherent veiliger.

Voor de patiënt is het van belang dat de verwijzers, medisch specialisten en laboranten met één mond spreken, waardoor hij of zij vergelijkbare antwoorden krijgt op vragen waar hij of zij mee zit. Ook dit neemt onzekerheid weg bij de patiënt.

Zoeken en selecteren

Voor deze uitgangsvraag is geen systematische literatuuranalyse verricht. De uitgangsvraag is onderverdeeld in deelvragen, waar weer meerdere subvragen bij gesteld kunnen worden. De literatuur die ingaat op deze vragen is vaak kwalitatief van aard en kan meerdere vragen tegelijk beantwoorden. De uitgangsvraag leent zich daarom niet voor het verrichten van een systematische literatuuranalyse voor een specifieke zoekvraag. Om de uitgangsvraag te kunnen beantwoorden is een risicocommunicatie-expert op persoonlijke titel gevraagd om input te leveren voor deze module. Ook is een jurist van de Federatie Medisch Specialisten

geraadpleegd. Bij het schrijven van de tekst is verder gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur aangeleverd door de risicocommunicatie-expert en literatuur bekend bij de werkgroep.

Samenvatting literatuur

Niet van toepassing.

Conclusies

Niet van toepassing.

Overwegingen

Bij welk risico moet de patiënt actief worden geïnformeerd en is expliciete toestemming nodig?

Wet- en regelgeving

Beeldvorming met ioniserende straling is (onderdeel van) een medische behandeling en brengt risico's met zich mee. Er is kans op tumoren en genetische schade, ook bij een eventueel ongeboren kind en bij sommige procedures zijn weefsel- of orgaaneffecten niet of nauwelijks te vermijden (zie module "Stralingsrisico's bij medische beeldvorming"). Daarom is 'informed consent' nodig: De patiënt moet toestemming geven nadat de arts de patiënt op een begrijpelijke en zo volledig mogelijke wijze heeft geïnformeerd over de voor- en nadelen van de behandeling. Het naleven door artsen van het beginsel van 'informed consent' is een verplichting vanuit de Wet geneeskundige behandelingsovereenkomst (WGBO), maar is volgens de KNMG niet alleen in juridisch opzicht van belang. Goede communicatie met de patiënt is goed voor het wederzijds vertrouwen en bevordert de relatie tussen arts en patiënt. Het gegeven dat een risico niet weg te nemen valt (zoals de kans op tumoren en genetische schade bij ioniserende straling), is geen reden om van het verstrekken van informatie af te zien. Juist door informatie kan de patiënt voorbereid zijn op (de onaangename kanten van) bepaalde risico's, ook al is daar verder niets aan te doen (KNMG, 2001; KNMG, z.d.; Younger, 2019).

Op verzorgers is de WGBO niet van toepassing, maar volgens de definitie van verzorgers in het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs) is een informed consent wel aan de orde (zie ook Artikel 8.7, lid 2 van het Bbs). Een verzorger is immers een persoon die zich *willens* en *wetens* blootstelt aan ioniserende straling (Bbs, 2017). Vanuit het Bbs bestaat verder de verplichting om patiënten die diagnostiek met radioactieve stoffen ondergaan te informeren over de risico's van straling (Artikel 8.9).

Informed consent in de praktijk

Uitgangspunt van de WGBO is dat de informatie de normale van de behandeling te verwachten gevolgen en de voorzienbare risico's moet betreffen, dat wil zeggen de kansen en gevaren die tot de reële mogelijkheden behoren. In het algemeen behoeven niet gemeld te worden risico's en gevolgen die 'betrekkelijk gering' of 'te verwaarlozen gering' zijn dan wel die zich 'heel zelden' voordoen. Zouden deze risico's ook gemeld moeten worden, dan kan bij de patiënt onnodige onrust worden veroorzaakt. De rechtspraak levert voornamelijk slechts een zeer algemene, en enigszins arbitraire vuistregel op: Is de kans dat het effect zich voordoet 1% of hoger, dan valt het onder de informatieplicht. Is de kans kleiner, dan zal de ernst van het effect in de beschouwing moeten worden betrokken. De algemene regel is dan ook dat aan de informatieplicht zwaardere eisen worden gesteld naarmate de kans op het effect toeneemt of het effect ingrijpender is (KNMG, 2001).

Toestemming kan expliciet, maar ook impliciet of stilzwijgend gegeven worden. Bij een minder ingrijpende of noodzakelijke verrichting kan eerder toestemming worden verondersteld dan bij een ingrijpende, riskante of electieve behandeling. In dat laatste geval moet de patiënt expliciet

instemmen met de behandeling en wordt dit ook door de arts in het dossier vastgelegd (KNMG, 2001; KNMG, z.d.).

In bepaalde situaties moet acuut worden ingegrepen en kan op toestemming van de patiënt of zijn vertegenwoordiger niet worden gewacht. Ook hiervoor geeft de WGBO een basis. Behandeling zonder toestemming is mogelijk indien 'onverwijlde uitvoering van de verrichting nodig is teneinde ernstig nadeel voor de patiënt te voorkomen' (KNMG, 2001).

Informatiebehoefte bij de patiënt over beeldvorming met ioniserende straling

Uit een studie van Lam (2015) blijkt dat ruim 90% van de patiënten zich niet bewust is dat ioniserende straling bij medische beeldvorming een mogelijk verhoogde kans op kanker geeft. Wat betreft CT scans onderschat bijna 90% van de patiënten het risico of denkt dat er geen risico is. Bijna 80% schat het risico van een CT onderzoek ten opzichte van een X-thorax te laag in. Geen van de ondervraagde ouders van kinderen voor wie een CT-scan was aanbevolen door hun arts weigerde de scan voor hun kinderen toen ze over de risico's werden geïnformeerd en een ruime meerderheid gaf de voorkeur aan een CT scan als die werd aanbevolen door hun arts, ondanks de risico's waarop ze werden gewezen (Lam, 2015).

In een enquête van de Patiëntenfederatie Nederland is gevraagd hoe belangrijk patiënten het vinden om bij radiologische onderzoeken te weten of straling schadelijk is, wat de lange termijn effecten zijn, hoe je lichaamsdelen die niet op de foto hoeven beter kunt beschermen tegen straling en of de nadelen van het onderzoek opwegen tegen de voordelen. Ruim 60% van de patiënten gaf voor al deze items aan het belangrijk tot heel belangrijk te vinden om daar informatie over te hebben. Vragen van patiënten over de effecten van straling en de bescherming daartegen kwamen vaak terug in de enquête (PFN, 2016).

Blijkbaar is de patiënt zich vaak niet bewust van de risico's bij beeldvorming met ioniserende straling, of schat de patiënt de risico's te laag in. Als de patiënt zich bewust is van de risico's, wil hij daarover meestal geïnformeerd worden en laat hij de voordelen van het onderzoek vrijwel altijd prevaleren boven de risico's.

Informatieverstrekking en het verkrijgen van toestemming bij beeldvorming met ioniserende straling

Wat betreft het verstrekken van informatie aan patiënten gaat de werkgroep uit van de hierboven genoemde criteria: Is de kans dat het effect zich voordoet groter dan 1%, of is de kans kleiner, maar het effect ernstig, dan moet de patiënt daarover geïnformeerd worden door de arts ('actief informeren'). In overige gevallen hoeft de patiënt niet geïnformeerd te worden, tenzij de patiënt daar behoefte aan heeft ('passief informeren'). De werkgroep koppelt de toestemming van de patiënt aan de informatieverstrekking: Als de patiënt actief geïnformeerd moet worden over de risico's, is expliciete toestemming van de patiënt nodig en moet die worden vastgelegd in het dossier. Als actieve verstrekking van informatie niet nodig is, kan toestemming door de patiënt worden verondersteld (impliciete toestemming), ook als de patiënt op zijn verzoek (dus passief) is geïnformeerd.

Uitgaande van de informatie in module 'Stralingsrisico's bij medische beeldvorming' is de kans op tumoren en erfelijke schade bij normaal uitgevoerde, enkelvoudige beeldvormingsprocedures met ioniserende straling minder dan 1% voor volwassenen, kinderen en ook voor de ongeboren vrucht in geval van zwangerschap van de patiënt (bij conventionele radiografie, onderzoeken met radiofarmaca en de meeste CT onderzoeken zelfs ordegrößen minder). Hoewel de effecten - het krijgen van kanker of schade in het nageslacht - ernstig kunnen worden genoemd, vindt de werkgroep het actief informeren van patiënten over deze

effecten niet nodig omdat in werkelijkheid de kans op tumoren en erfelijke aandoeningen lager en misschien zelfs nul zal zijn. Het LNT model is immers een conservatieve benadering en de effecten zijn nooit aangetoond bij de lage dosis waaraan volwassenen en kinderen bij eenmalige beeldvormende onderzoeken worden blootgesteld. Verder speelt mee dat patiënten niet de neiging hebben de procedure te weigeren als ze op de risico's worden gewezen. Voor eenvoudige beeldvormingsprocedures kan in verband met deze risico's dus impliciete toestemming door deze patiëntengroepen (of hun wettelijke vertegenwoordigers) worden verondersteld. Bij een geplande serie van onderzoeken (bijvoorbeeld een groot aantal follow-up CT scans) waarbij de kans op tumoren en erfelijke schade groter is dan 1%, is actief informeren en expliciete toestemming wel noodzakelijk.

De werkgroep interpreteert bij verzorgers het *willens* en *wetens* als volgt: De verzorger moet altijd actief worden geïnformeerd. Als de verzorger zich na het verstrekken van de informatie niet terugtrekt, kan impliciete toestemming worden verondersteld.

De kans op weefsel- en orgaanschade kan bij medische beeldvormingsprocedures met ioniserende straling vaak goed worden voorspeld. Normaliter zal deze schade niet optreden, maar bij sommige procedures (meestal complexe interventies met CT of onder doorlichting) zijn ze niet of nauwelijks te voorkomen en treden ze vrijwel zeker op, of moet met het optreden van deze effecten rekening worden gehouden omdat de complexiteit van te voren niet kan worden ingeschat. Bij verwachte weefsel- en orgaanschade of een reële kans daarop, is de werkgroep van mening dat de combinatie van de kans van optreden en de ernst van de schade reden is om de patiënt actief te informeren en dus ook expliciet toestemming te vragen. Andersom hoeft de patiënt niet geïnformeerd te worden als dergelijke effecten niet worden verwacht, tenzij de patiënt hierom vraagt.

In tabel 2.1 is het advies van de werkgroep aangaande informatieverstrekking en het verkrijgen van toestemming bij beeldvorming met ioniserende straling samengevat.

Tabel 2.1 Advies van de werkgroep aangaande informatieverstrekking en verkrijgen van toestemming bij beeldvorming met ioniserende straling

effect	procedure en kans	blootgestelde groep	informed consent	
			informatieverstrekking over risico	toestemming
tumoren en erfelijke schade	alle enkelvoudige procedures (kans is <1%)	volwassenen kinderen ongeboren kind	niet nodig, tenzij gevraagd (passief)	impliciet verondersteld
	geplande meerdere procedures, waarbij kans >1%	volwassenen kinderen ongeboren kind	verplicht (actief)	vastleggen in dossier
	alle procedures; ongeacht kans	verzorgers	verplicht (actief)	impliciet verondersteld
orgaan- of weefselschade	(mogelijk) complexe interventies, waarbij er een reële kans op schade bestaat	volwassenen kinderen	verplicht (actief)	vastleggen in dossier
	overige procedures (kans is nihil)	volwassenen kinderen	niet nodig, tenzij gevraagd (passief)	niet van toepassing

Met het bovenstaande wordt altijd invulling gegeven aan de informatiebehoefte van de patiënt: Hij wordt actief geïnformeerd als dat nodig is, of hij krijgt informatie als hij daarom vraagt. Verder is de werkgroep van mening dat met het bovenstaande verantwoord wordt omgegaan met patiënten die zich niet bewust zijn van de risico's: Als de risico's relevant zijn, worden de patiënten hierover actief geïnformeerd.

Wat is de perceptie van het risico en welke factoren zijn van belang voor een goede risicocommunicatie?

Risicoperceptie

De perceptie die mensen hebben van een bepaald risico wordt niet bepaald door het risico zelf, maar door de zorgen die mensen hebben over of de angst die mensen hebben voor het risico. Hierdoor is er nauwelijks correlatie tussen de statistische rangschikking en de rangschikking die mensen maken van het aantal doden als gevolg van bepaalde risicovolle gebeurtenissen. Zaken die bij risicoperceptie meespelen zijn (Covello, 2011; Dauer, 2011; Greven, 2018; Groeneweg, 2018; Slovic, 2012; Younger, 2019; Petrova, 2018):

- Vrijwilligheid en redelijkheid van de blootstelling.
- De natuurlijk of technologisch aard van de bron.
- Onzekerheid over het optreden van het effect, op korte of lange termijn.
- Potentiële schade aan kinderen, zwangere vrouwen en andere kwetsbare groepen.
- Onzichtbaarheid van de bron en de effecten.

Bij ioniserende straling spelen al deze zaken een rol. Het eerste punt verklaart waarom het publiek grotere risico's ziet bij bijvoorbeeld kerncentrales en opslag van radioactief afval dan experts, terwijl het publiek veel kleinere risico's ziet dan experts bij medisch gebruik van straling.

Succesvolle risicocommunicatie

De angst voor of zorgen over de blootstelling aan ioniserende straling kan een goede communicatie en afgewogen beslissing over de beeldvormende procedure met ioniserende straling in de weg staan. Het kan leiden tot (Covello, 2011; Groeneweg, 2018):

- Het onvoldoende horen, begrijpen of opnemen van informatie, focus op de eerste en laatste boodschap, meer focus op het negatieve dan op het positieve, het verwerken van informatie op een lager niveau dan men is opgeleid en het verwerken van hooguit drie tot vijf boodschappen.
- Intense focus op vertrouwen, voordeel en eerlijkheid, behoefte aan empathie en negatieve interpretatie van non-verbale signalen.
- Een snelle respons, die intuïtief en onbewust tot stand komt, met een te snelle irrationele beslissing als mogelijk gevolg.
- 'Geanticiperde spijt' van de behandeling, als gedacht wordt dat een bepaald effect vrijwel zeker door de beeldvormende procedure met straling zal ontstaan (Dauer, 2011).

Voor succesvolle risicocommunicatie is het belangrijk dat:

- De communicatie is afgestemd op de doelgroep door (Covello, 2011; Groeneweg, 2018):
 - rekening te houden met het karakter van degene met wie je communiceert. Personen met een 'kwantitatief' karakter zijn mensen die proces en data georiënteerd zijn, op zoek zijn naar details en bewijs en de uitkomst willen maximaliseren. Personen met een 'kwalitatief' karakter zijn georiënteerd op de uitkomst, willen optimaliseren en beslissen vooral op basis van vertrouwen. Personen met een 'kwalitatief' karakter zijn ver in de meerderheid (70 tot 80%) en vinden 'kwantitatieven' soms arrogant. Andersom hebben personen met een 'kwantitatief' karakter de neiging om op 'kwalitatieven' neer te kijken (Groeneweg, 2018). Artsen zullen in het algemeen een 'kwantitatief' karakter hebben en patiënten in grote meerderheid een 'kwalitatief' karakter.
 - rekening te houden met kennis- en informatievooringenomenheid. Artsen leggen vanuit hun medische achtergrond vaak de nadruk op de voordelen van een behandeling, terwijl patiënten ook naar nadelen kijken en hun informatie verkrijgen uit open bronnen (vooral het Internet) van verschillende kwaliteit (Dauer, 2011). Daarbij hebben mensen de neiging om zich te laten leiden door informatie die hun vermoedens bevestigt, of informatie zo te interpreteren dat het overeenkomt met hun vermoedens, terwijl ze andere informatie negeren ('confirmatory bias') (Covello, 2011).
 - geen jargon te gebruiken, maar begrijpelijke taal in eenvoudig Nederlands (taalniveau B1 (Communicatierijk, z.d.)).
 - het aantal boodschappen te beperken
- De brenger van de boodschap geloofwaardig is ('source credibility') door (Covello, 2011; Dauer, 2011; Greven, 2018; Groeneweg, 2018):
 - Status en kennis te hebben.
 - Betrouwbaar, open, eerlijk en objectief te zijn en verantwoordelijkheid te nemen.
 - Aandacht te geven en compassie en empathie te tonen
 - Toegewijd te zijn en inzet te tonen.
 - De boodschap consistent over te brengen in tijd, persoon, locatie en situatie.

In welke vorm kan het beste worden geïnformeerd?

Plaatsen van risico's in perspectief

Volgens Slovic (2012) is bij het communiceren over kleine risico's het in perspectief plaatsen van de risico's ten opzichte van andere risico's effectiever dan het geven van absolute getallen over waarschijnlijkheden. Deze gedachte komt ook terug in een artikel van Younger (2019), dat een review van studies naar verschillende risicocommunicatiestrategieën betreft, die gebruikt worden om het risico van ioniserende straling uit te leggen in een klinische omgeving. Het artikel maakt een onderverdeling in vergelijkingen die door de gereviewde artikelen worden

bepleit en vergelijkingen die juist worden afgeraden. Gecombineerd leveren het artikel van Slovic (2012) en de review van Younger (2019) een aantal aangeraden perspectieven, afgeraden perspectieven en perspectieven waar de meningen over verdeeld zijn op, zie tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perspectieven op verschillende strategieën voor het communiceren over risico's (Slovic, 2012; Younger, 2019)

Aangeraden	Verdeelde meningen	Afgeraden
vergelijken van de extra kans op kanker met de natuurlijke kankerincidentie	vergelijken met de dosis van andere medische of niet-medische blootstellingen (bijvoorbeeld vliegen, verblijf in de bergen)	vergelijken met de dosis van een werknemer.
beschrijven van de verminderde levensverwachting (in termen van dagen)	vergelijken met de dosis van de natuurlijke achtergrond.	
	vergelijken met de kans op overlijden door alledaagse blootstellingen of incidenten (roken, verkeer et cetera)	

In de review van Younger (2019) is een terugkerend argument voor het afraden of betwijfelen van strategieën dat een vergelijking moet worden gemaakt tussen risico's en niet tussen doses. Daarbij wordt aangeraden de onzekerheid in de dosis-effectrelatie te benadrukken.

Slovic (2012) bepleit dat zoveel mogelijk 'appels met appels' moeten worden vergeleken. De vergelijking van de risico's van ioniserende straling met de kans op overlijden door roken of door een auto-ongeluk kan bij rokers of autorijders juist agressie oproepen.

De bovenstaande redeneringen volgend komt de werkgroep tot de volgende overwegingen:

- Over de kans op tumoren en erfelijke schade zou in relatieve termen gecommuniceerd moeten worden, niet in absolute.
- Bij de risicovergelijking moet worden uit gegaan van de effecten, niet van de dosis. Dit past bij de gedachte achter het 'informed consent'. Het is dus niet gepast om een vergelijking te maken met de natuurlijke jaarlijkse achtergrond dosis of de dosis van een vliegreis.
- Een vergelijking met de kans op overlijden door alledaagse blootstellingen of incidenten kan averechts werken, omdat mensen een andere perceptie kunnen hebben van bijvoorbeeld het risico van roken of verkeer.

De kans op tumoren en erfelijke schade kan volgens de werkgroep daarom het best worden vergeleken met de natuurlijke kankerincidentie. Daarbij zou de onzekerheid in en de conservatieve keuze voor de dosis-effectrelatie benadrukt moeten worden.

Visuele hulpmiddelen

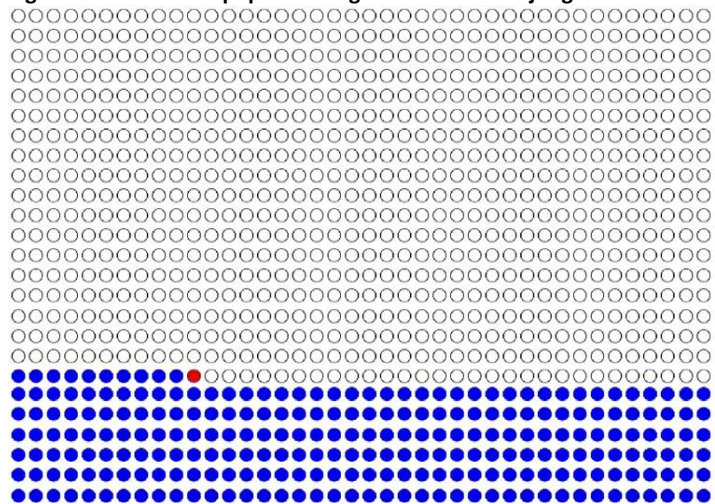
Het gebruik van visuele hulpmiddelen heeft de voorkeur van artsen en werkt ook effectief bij de communicatie over andere risico's in het medische domein, zoals de risico's van kankerscreeningprogramma's (Petrova, 2018).

Op grond van in de eerste plaats het standpunt dat het risico moet worden uitgedrukt in 'kans op carcinogene effecten' en niet in 'dosis' en de in zijn review besproken aangeraden en afgeraden vergelijkingen komt Younger (2019) tot de conclusie dat de informatie het best gepresenteerd kan worden in 'pictographs', in Nederland meestal 'populatiediagrammen' genoemd. Daarin wordt de extra kans op het krijgen van kanker als gevolg van medische blootstelling aan straling vergeleken met bijvoorbeeld de natuurlijke incidentie of andere

risico's, zie figuur 2.3. Van belang wordt gevonden dat de boodschap in een populatiediagram in één oogopslag duidelijk. Populatiediagrammen kunnen voor verschillende typen onderzoeken en verschillende patiëntenpopulaties worden gemaakt. Een risico van een beeldvormende procedure die zo laag is dat het niet op de schaal van het populatiediagram kan worden afgebeeld (bijvoorbeeld bij een X-thorax) kan geruststellend werken voor de patiënt. In het populatiediagram kunnen onzekerheden ook worden aangegeven. Het gebruik van dergelijke grafieken als hulpmiddel bij de communicatie wordt ook geadviseerd in andere publicaties (Dauer, 2011).

De werkgroep sluit zich aan bij het advies om populatiediagrammen te gebruiken op grond van de bovenstaande argumentatie.

Figuur 2.3 Voorbeeld populatiediagram voor een 50 jarige man die een abdomen CT-scan krijgt



Elke cirkel geeft 1/1000ste kans op overlijden, de blauwe cirkels de natuurlijke incidentie op overlijden aan kanker, de rode cirkel de extra kans op overlijden door de CT-scan (Younger, 2019)

Wie kan het beste informeren?

Volgens de KNMG is goede afstemming ten aanzien van de informatieplicht nodig als meerdere hulpverleners bij de patiënt betrokken zijn (KNMG, 2001). Volgens de NVvR kan zowel de verwijzend specialist als radiologisch behandelaar (radioloog, laborant, AIOS, PA et cetera) verantwoordelijk zijn voor het verkrijgen van informed consent, afhankelijk van lokale afspraken. Als het consent door een verwijzend specialist is verkregen, mag de radioloog daarop afgaan, mits duidelijk is wanneer en waarvoor die toestemming precies is gegeven en wanneer welke informatie is verstrekt (NVvR, 2019).

Zeker bij actieve informatieverstrekking en bijbehorende expliciete toestemming moet de patiënt in de gelegenheid zijn informatie te verwerken en deze zo nodig met anderen kunnen bespreken. Dit vereist tijdige informatieverstrekking. De WGBO stelt niet expliciet de eis dat de arts nagaat of de patiënt de verstrekte informatie daadwerkelijk begrepen heeft. Niettemin ligt het voor de hand dat de arts dit in de gaten houdt, omdat het informeren van een patiënt zonder dat deze de informatie begrijpt weinig zin heeft. In de (tucht)rechtspraak komt deze afweging diverse malen aan de orde (KNMG, 2001).

Volgens de studie van Lam (2015) vond circa 50% van de artsen dat de radioloog informatie over risico's moest verstrekken, terwijl de meeste patiënten vonden dat hun behandelend arts dit zou moeten doen (Lam, 2015). Onderzoek inzake het inschakelen van verpleegkundigen bij informatieverstrekking over voor- en nadelen van niet stralingsgerelateerde behandelingen,

wijst op positieve effecten (KNMG, 2001). Het ligt daarom voor de hand om laboranten te betrekken bij de informatieverstrekking bij beeldvorming met ioniserende straling.

De literatuur suggereert dat patiënten bij voorkeur worden geïnformeerd over voordelen en risico's van hun behandeling door hun behandelend arts, dus het ligt voor de hand dat de behandelend arts dit ook doet bij beeldvorming met ioniserende straling. Dit past bij de vereisten van de WGBO en ook bij 'consistentie van personen', een factor die mede het succes van risicocommunicatie bepaalt. Voorwaarde is dat radiologen en nucleair geneeskundigen, als experts, niet-radiologen en niet-nucleair geneeskundigen ondersteunen bij de informatie verstrekking, omdat ook kennis een voorwaarde is voor succesvolle communicatie. Laboranten kunnen in de praktijk de eventueel gewenste aanvullende informatie verstrekken op het moment dat het beeldvormende onderzoek plaatsvindt. Klinisch fysici kunnen ondersteunen bij de ontwikkeling van de informatie.

Aanbevelingen

Bij welk risico moet de patiënt actief worden geïnformeerd en is expliciete toestemming nodig?

- Verstrek informatie aan patiënten over de kans op tumoren en genetische schade voor henzelf of voor hun ongeboren kind bij eenmalige geplande beeldvormingsprocedures met ioniserende straling *passief*, dat wil zeggen alleen op verzoek van de patiënt of verzorger. Toestemming kan worden verondersteld *impliciet* te zijn gegeven.
- Verstrek informatie aan verzorgers over de kans op tumoren en genetische schade bij eenmalige geplande beeldvormingsprocedures met ioniserende straling *actief*. Als de verzorger zich na de informatieverstrekking niet terugtrekt, kan toestemming worden verondersteld *impliciet* te zijn gegeven.
- Verstrek informatie aan patiënten en verzorgers over de kans op tumoren en genetische schade voor henzelf of voor hun ongeboren kind bij meerdere geplande beeldvormingsprocedures met ioniserende straling *actief* als de kans op tumoren en genetische schade groter is dan 1%. Toestemming moet in deze gevallen *expliciet* worden gegeven en dit moet worden vastgelegd.
- Verstrek informatie aan patiënten over niet verwachte orgaan- of weefselschade voor henzelf of voor hun ongeboren kind bij beeldvormingsprocedures met ioniserende straling *passief*, dat wil zeggen alleen op verzoek van de patiënt. Toestemming kan worden verondersteld *impliciet* te zijn gegeven.
- Verstrek informatie aan patiënten over verwachte orgaan- of weefselschade bij beeldvormingsprocedures met ioniserende straling *actief*. Toestemming moet *expliciet* worden gegeven.

Zie ook tabel 2.1.

Wat is de perceptie van het risico en welke factoren zijn van belang voor een goede risicocommunicatie?

Houd bij de communicatie over de risico's van ioniserende straling bij beeldvormende procedures rekening met de risicoperceptie van patiënten en factoren die een goede risicocommunicatie bevorderen, zoals:

- Patiënten zien bij medisch gebruik van straling in het algemeen minder risico dan experts, maar hebben soms informatiebehoefte uit angst of zorgen.
- Angst of zorgen komen meestal voort uit de perceptie van de blootstelling aan ioniserende straling, die wordt bepaald door de vrijwilligheid en redelijkheid van de blootstelling, de technologische aard van ioniserende straling, de onzekerheid over het optreden van het effect (op korte of lange termijn), mogelijke schade aan kwetsbare groepen als kinderen en zwangere vrouwen en de onzichtbaarheid van de straling.
- Houd rekening met de kenmerken en omstandigheden van de patiënt en met de (verschillen in) kennis- en informatievooringenomenheid van de patiënt en van jezelf.
- Wees positief en focus op de voordelen van de beeldvormende procedure.
- Wees geloofwaardig en schep vertrouwen: Geef aandacht. Toon gezag, verantwoordelijkheid en inzet. Reageer met compassie en empathie. Wees rustig, open, eerlijk, toegewijd, objectief en consistent.
- Beperk het aantal boodschappen, gebruik eenvoudig Nederlands (taalniveau B1) en vermijd jargon.

In welke vorm kan het beste worden geïnformeerd?

- Vergelijk de kans op tumoren en erfelijke schade met de natuurlijke kankerincidentie. Benadruk daarbij de onzekerheid in en de conservatieve keuze voor de dosis-effectrelatie.
- Gebruik populatiediagrammen waarin de extra kans op tumoren en erfelijke schade wordt vergeleken met de natuurlijke kankerincidentie.

Wie kan het beste informeren?

- Laat de behandelend arts (passief of actief) informatie verstrekken over en (impliciet of expliciet) toestemming vragen voor medische beeldvorming met ioniserende straling aan hun patiënten.
- Laat radiologen, nucleair geneeskundigen en laboranten (de laatste onder supervisie van radiologen en nucleair geneeskundigen) de behandelend arts ondersteunen bij de informatie verstrekking.
- Laat klinisch fysici ondersteunen bij de ontwikkeling van de informatie.

Literatuur

Bankier AA, Kressel HY. Through the Looking Glass revisited: the need for more meaning and less drama in the reporting of dose and dose reduction in CT. *Radiology*. 2012 Oct;265(1):4-8.

Bbs (2017, 23 oktober). Besluit Basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. Geraadpleegd via: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2018-07-01>

Communicatierijk (z.d.). (Website Rijksoverheid). Geraadpleegd 22-3-2020 via <https://www.communicatierijk.nl/vakkennis/rijkswebsites/aanbevolen-richtlijnen/taalniveau-b1>

- Covello VT. Risk communication, radiation, and radiological emergencies: strategies, tools, and techniques. *Health Phys.* 2011 Nov;101(5):511-30.
- Dauer LT, Thornton RH, Hay JL, Balter R, Williamson MJ, St Germain J. Fears, feelings, and facts: interactively communicating benefits and risks of medical radiation with patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2011 Apr;196(4):756-61.
- Greven FE, Claassen L, Woudenberg F, Duijm F, Timmermans D. Where there's smoke, there's fire: focal points for risk communication. *Int J Environ Health Res.* 2018 Jun;28(3):240-252.
- Groeneweg J (2018). Applying the Content-Form-Source Framework to risk perception. At 5th European IRPA Congress, The Hague, The Netherlands, 2018 Jun 6.
- KNMG (2001). Informed Consent. Consult. Geraadpleegd via <https://www.knmg.nl/advies-richtlijnen/dossiers/informed-consent.htm>
- KNMG (z.d.). (Informed consent). Geraadpleegd 12-10-2019 via <https://www.knmg.nl/advies-richtlijnen/dossiers/informed-consent.htm>
- Lam DL, Larson DB, Eisenberg JD, Forman HP, Lee CI. Communicating Potential Radiation-Induced Cancer Risks From Medical Imaging Directly to Patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2015 Nov;205(5):962-70.
- NVvR (2019). Leidraad periprocedurele informatievoorziening. Informed Consent en Time Out en Sign Out Procedure in de Radiologie. Auteurs: Mw. M.S.C. Haag en Dhr. E.P.A. Vonken in samenwerking met de commissie kwaliteit. Geraadpleegd via <https://www.radiologen.nl/secties/commissie-kwaliteit/documenten/leidraad-periprocedurele-informatievoorziening>
- Petrova D, Kostopoulou O, Delaney BC, Cokely ET, Garcia-Retamero R. Strengths and Gaps in Physicians' Risk Communication: A Scenario Study of the Influence of Numeracy on Cancer Screening Communication. *Med Decis Making.* 2018 Apr;38(3):355-365.
- PFN (2016). Rapport 'Achterbanraadpleging radiologische onderzoeken'. Van der Kraan J, Knops A, Dute D. Patiëntenfederatie Nederland.
- Slovic P (2012). The perception gap: Radiation and risk, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 68:3, 67-75.
- Younger CWE, Wagner MJ, Douglas C, Warren-Forward H. Describing ionizing radiation risk in the clinical setting: A systematic review. *Radiography (Lond).* 2019 Feb;25(1):83-90.

Module 3 Afscherming bij medische beeldvorming

Onderstaande conceptrichtlijntekst wordt na het doorlopen van de commentaar- en autorisatiefase opgenomen in de Richtlijndatabase (www.richtlijndatabase.nl). Verwijzingen naar ‘tabbladen’ zijn in de huidige versie van de richtlijntekst terug te vinden in de ‘bijlagen’ aan het einde van de hoofdtekst. In verband met de modulaire opbouw van richtlijnen in de database wordt verwezen naar modules (in plaats van hoofdstukken) en aanverwante producten (bijlagen).

Uitgangsvraag

Wanneer is afscherming van de patiënt/verzorger bij medische beeldvorming met ioniserende straling geïndiceerd?

De uitgangsvraag omvat de volgende deelvragen:

1. In hoeverre is er sprake van dosisreductie bij de inzet van hulpmiddelen om de patiënt/verzorger te beschermen tegen ioniserende straling?
2. Weegt deze dosisreductie op tegen
 - a. de extra kosten die gemaakt moeten worden;
 - b. de moeite die nodig is voor de inzet van het hulpmiddel; en
 - c. de mogelijke risico's door het gebruik van deze afscherming.

Inleiding

Met de toenemende vraag naar radiologische onderzoeken, neemt ook de stralingsbelasting voor patiënten toe. Daarom is en blijft het belangrijk om - nadat het onderzoek gerechtvaardigd is - dit uit te voeren met een zo laag als redelijkerwijs mogelijke stralingsbelasting voor patiënt en eventuele verzorger. In het Engels staat dit optimalisatie-principe ook bekend als *as low as reasonably achievable* (ALARA). Dit houdt in dat er wordt gestreefd naar een zo laag mogelijke stralingsdosis, zonder afbreuk te doen aan de kwaliteitsstandaard: het onderzoek moet wel goed te beoordelen blijven. Er zal steeds een balans moeten worden gevonden tussen totale afscherming (geen röntgenbeeld om te beoordelen) en geen afscherming (geen reductie in straling). Bij het vinden van deze balans dient ook rekening te worden gehouden met de kosten, moeite en risico's die gepaard gaan met het gebruik van afscherming.

Er bestaan zowel afschermingsmiddelen voor de primaire bundel als voor de stroostraling (zie module “Stralingsrisico's bij medische beeldvorming” voor een toelichting op de begrippen primaire bundel en stroostraling). Zo worden er loodschorten gedragen door zorgmedewerkers om de stroostraling af te schermen. Zorgmedewerkers worden immers dagelijks blootgesteld aan deze stroostraling tijdens meerdere procedures op een dag. Het gebruik van afscherming bij patiënten heeft vaak als doel om achterliggend weefsel uit de primaire bundel te houden.

De Werkgroep heeft ervoor gekozen om - naast de afscherming van verzorgers - in te gaan op afscherming van ogen, borstklierweefsel, gonaden en het embryo of de foetus. De reden hiervoor is dat dit stralingsgevoelige weefsels zijn en de zwangere patiënt als kwetsbare patiëntengroep wordt gezien. De huid kan niet worden afgeschermd, aangezien deze altijd in de primaire bundel ligt.

Zoeken en selecteren

Voor deze uitgangsvraag is geen systematische literatuuranalyse verricht. Voor de beantwoording van de vraag is gebruik gemaakt van reeds aanwezige (internationale) richtlijnen en standpunten van beroepsverenigingen over wanneer afscherming wel of niet geïndiceerd is. Waar nodig is dit verder onderbouwd op basis van de expertise van de werkgroep en bij de werkgroep bekende recente literatuur.

Samenvatting literatuur

Niet van toepassing.

Conclusies

Niet van toepassing.

Overwegingen

Hieronder staan onze overwegingen met betrekking tot wanneer afscherming van straling nodig is. Daar waar hieronder over “risico’s” wordt gesproken, gaat het over de stralingsrisico’s zoals deze worden beschreven in de module “Stralingsrisico’s bij medische beeldvorming”, tenzij anders aangegeven.

Gonaden

Frantzen (2012) heeft onderzoek gedaan naar gonadenafscherming bij gewone röntgenfoto’s bij kinderen. Zij hebben gekeken naar de stralingsbelasting bij het maken van röntgenfoto’s van het bekken bij kinderen en of gonadenafscherming hierbij zinnig was. Onder andere dit werk resulteerde in een richtlijn van de NVMBR (NVMBR, 2017). De aanbeveling van deze richtlijn is dat gonadenafscherming bij alle onderzochte gewone röntgenfoto’s en een aantal CT-onderzoeken niet hoeft te worden toegepast aangezien het risico verwaarloosbaar is. Voor een aantal CT-onderzoeken is het risico volgens de NVMBR niet verwaarloosbaar, maar kan afscherming niet toegepast worden aangezien de gonaden in de directe bundel vallen en het plaatsen van de afscherming de diagnostische beoordeelbaarheid door artefactvorming negatief beïnvloed. De NVKF heeft wel kanttekeningen geplaatst bij de methodiek, maar kan zich vinden in de uiteindelijke uitkomst voor de klinische praktijk van deze richtlijn. De NVMBR richtlijn wordt ook onderschreven door de NVvR en Nederlandse Commissie voor Stralingsdosimetrie (NCS).

Ook de AAPM beveelt aan om te stoppen met het gebruik van gonaden afscherming (AAPM, 2019) en voert hiervoor twee argumenten aan. Ten eerste biedt de afscherming een verwaarloosbaar kleine of geen reductie van het stralingsrisico. Ten tweede kan afscherming het onderzoek of de belichtingsautomaat nadelig beïnvloeden waardoor de stralingsbelasting toeneemt.

De werkgroep beveelt in lijn met de NVMBR richtlijn en het AAPM beleid aan om de gonaden niet af te schermen.

Ooglenzen

Röntgenstraling op de ooglenzen kan vanaf een bepaalde drempeldosis leiden tot cataract (zie ook module 1). De NCS heeft een rapport over de ooglensdosis gepubliceerd (NCS, 2018). Dit gaat echter over werknemers en niet over patiënten.

De overwegingen die worden genoemd in het NCS rapport, gelden ook bij patiënten, maar in tegenstelling tot werknemers, gelden er voor patiënten geen dosislimieten. Extra afscherming van de ooglenzen bij patiënten valt dus onder het optimalisatie-principe. Echter, het gebruik van afscherming van de ogen bij bijvoorbeeld CT, gaat ten koste van de beoordeelbaarheid van het

onderzoek (AAPM, 2017). De meeste winst zit volgens de werkgroep in het zodanig instellen van de scanner, dat de ogen niet in de primaire bundel vallen. Indien de ogen op de rand van het af te beelden lichaamsdeel staan, kan door het zogenaamde tilten/ kantelen van de CT-gantry de dosis op de ooglenzen worden geminimaliseerd.

Borstklierweefsel

Afscherming van borstklierweefsel (zogenaamde *bismuth shielding*) bij de vrouw wordt in Nederland weinig toegepast. Deze vorm van afscherming wordt soms gebruikt bij CT-onderzoeken, waarbij het borstklierweefsel in de primaire bundel ligt. Door stralingsreductie technieken bij de CT-scanners, specifiek “dose modulation”, wordt de dosis al aangepast op de hoeveelheid te penetreren weefsel. Hierdoor ontstaat al dosisreductie. Echter, bij onjuist gebruik van bismuth shielding zal dit juist een verhoging van de stralingsdosis geven (AAPM, 2017). Bij juist gebruik zal de beeldkwaliteit overigens nog steeds afnemen. De werkgroep is daarom van mening dat de voordelen hier niet opwegen tegen de risico’s en nadelen van afscherming.

Embryo en foetus

Zoals bij alle stralingsgevoelige weefsels, is ook hier het doel om de straling voor de ongeboren vrucht (hierna foetus genoemd) zo klein mogelijk te houden. Om deze reden kan bij vrouwen in de vruchtbare leeftijd bij bepaalde onderzoeken of interventies, gevraagd worden naar een mogelijke zwangerschap. Informatie over een mogelijke zwangerschap en bijbehorende stralingsrisico’s (zie module “Stralingsrisico’s bij medische beeldvorming”) moet meegenomen worden bij de rechtvaardiging en de optimalisatie van het onderzoek (Bbs, 2017).

Voor onderzoeken bij zwangere vrouwen waarbij de primaire bundel niet door de foetus gaat, kan voor afscherming worden gekozen, maar de werkgroep raadt dit af. De werkgroep sluit zich aan bij AAPM Policy PP 32-A (AAPM, 2019). Deze stelt dat het risico verwaarloosbaar klein is en dat eventuele afscherming de belangrijkste bron van straling op de foetus (inwendig verstrooide straling) niet kan wegnemen. Bovendien kan door het gebruik van afscherming juist de indruk ontstaan dat er sprake is van potentiële schade en hierdoor mogelijke ongerustheid juist doen toenemen. Indien zwangere patiënten in het ene ziekenhuis wel standaard een loodschort krijgen en in het andere niet, kan dit voor verwarring zorgen en daardoor ook zorgen voor een toename in ongerustheid van de vrouw in kwestie.

Bij onderzoeken met een hogere stralingsdosis (angiografie van het abdomen/ bekken, HSG, interventies in het bekken, diagnostische PET-CT, doorlichtonderzoeken van abdomen / bekken, CT-abdomen/ bekken en) is men doorgaans terughoudend met het verrichten van deze onderzoeken bij een zwangere patiënt, aangezien hierbij de primaire bundel door de uterus gaat. In ieder geval is afscherming van de primaire bundel geen optie omdat dit ten koste gaat van de beeldkwaliteit en de automatische belichting verstoort.

Nucleair geneeskundige onderzoeken

Voor nucleair geneeskundige beeldvormende onderzoeken is afscherming van de patiënt niet van toepassing. De straling die de patiënt ontvangt van de radioactieve stoffen kan niet afgeschermd worden, omdat deze in de patiënt zitten.

Verzorgers

Net zoals de blootstelling van een patiënt, dient de blootstelling van een verzorger gerechtvaardigd te worden. In deze module wordt – net als voor patiënten – aangenomen dat deze rechtvaardiging er is en dat de verzorger ouder is dan 18 jaar.

De minister van VWS kan dosisbeperkingen vaststellen voor verzorgers van patiënten die beeldvorming met röntgenstraling ondergaan (Bbs, 2017). Hierdoor zou afscherming van verzorgers noodzakelijk kunnen worden. Vooral nog is dit echter niet het geval en wordt dit door de werkgroep ook niet verwacht, gezien de relatieve lage dosis waar verzorgers bij beeldvorming aan blootgesteld worden. Dit neemt niet weg dat de beeldvorming uitgevoerd dient te worden met een zo laag als redelijkerwijs mogelijke stralingsbelasting voor de verzorger.

De nadelige gevolgen voor de beeldkwaliteit door het dragen van een loodschort, gelden niet voor de verzorger (mits het loodschort niet in de primaire bundel kan komen). De werkgroep acht het daarom wenselijk dat een verzorger een loodschort draagt tijdens conventionele röntgenfotografie, doorlichting of CT. De werkgroep beseft dat het afschermen van hoog energetische fotonen bij een PET-onderzoek niet mogelijk is met een loodschort en raadt het dragen daarvan sterk af. Tijdens en na afloop van overige nucleair geneeskundige onderzoeken, is het dragen van een loodschort geen onderdeel van bestaande leefregels. De werkgroep ziet voornamelijk geen aanleiding om dit te veranderen.

Kosten en moeite

Bij het beantwoorden van de uitgangsvraag is hoofdzakelijk ingegaan op deelvraag 2c. De overige deelvragen zijn niet aan de orde aangezien afscherming van de patiënt bij medische beeldvorming met ioniserende straling op basis van bovenstaande nooit is geïndiceerd. Bij niet nucleair geneeskundige beeldvorming is het gebruik van een loodschort bij een verzorger wel geïndiceerd. Ervan uitgaande dat een loodschort standaard in het ziekenhuis aanwezig is, zullen de kosten hiervan acceptabel zijn.

Aanbevelingen

Gonaden

Gebruik geen gonadenafscherming.

Ooglenzen

Gebruik geen afscherming van de ogen, maar probeer de dosis op de ooglenzen zo klein mogelijk te houden. Dit kan door de ogen zoveel mogelijk buiten de primaire bundel te houden. Indien de ogen op de rand van het af te beelden lichaamsdeel staan, kan door het zogenaamde tilten/ kantelen van de CT-gantry de dosis op de ooglenzen worden geminimaliseerd.

Borstklierweefsel

Gebruik geen afscherming van het borstklierweefsel.

Foetus

Gebruik geen afscherming. Probeer eventuele ongerustheid bij de zwangere patiënt weg te nemen door deze over de beperkte effectiviteit en mogelijke nadelen te informeren.

Verzorgers

Gebruik loodschorten bij verzorgers van patiënten bij radiologische beeldvorming. Gebruik geen loodschorten bij verzorgers van patiënten bij beeldvorming met nucleair geneeskundige technieken.

Literatuur

- AAPM (2017). Position Statement on the Use of Bismuth Shielding for the Purpose of Dose Reduction in CT scanning, policy PP 26-B. Geraadpleegd via:
<https://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=431&type=PP>.
- AAPM (2019). Position Statement on the Use of Patient Gonadal and Fetal Shielding, Policy PP 32-A.
Geraadpleegd via: <https://www.aapm.org/org/policies/details.asp?id=468&type=PP>
- Bbs (2017, 23 oktober). Besluit Basisveiligheidsnormen stralingsbescherming. Geraadpleegd via:
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0040179/2018-07-01>
- Frantzen MJ, Robben S, Postma AA, Zoetelief J, Wildberger JE, Kemerink GJ. Gonad shielding in paediatric pelvic radiography: disadvantages prevail over benefit. Insights Imaging. 2012 Feb;3(1):23-32.
- NCS (2018, 31 mei). Guidelines for Radiation Protection and Dosimetry of the Eye Lens. Ned. Comm. Voor Stralingsdosimetrie. Rapport 31.
- NVMBR (2017). Richtlijn Gonadenafscherming. Voor conventionele radiologie en CT.
Geraadpleegd via: <https://www.nvmbnr.nl/publicaties/pagina/nvmbnrpublicaties.aspx>.

Bijlage 1 Kennislacunes

Inleiding

Tijdens de ontwikkeling van de richtlijn 'Beeldvorming met ioniserende straling' is gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur voor het beantwoorden van de uitgangsvragen. Hierbij is duidelijk geworden dat er nog kennislacunes bestaan. De werkgroep is van mening dat (vervolg)onderzoek wenselijk is om in de toekomst een duidelijker antwoord te kunnen geven op vragen uit de praktijk. Om deze reden heeft de werkgroep per module aangegeven op welke vlakken nader onderzoek gewenst is.

Kennislacunes

Module 'Stralingsrisico's bij medische beeldvorming':

- *Welke stralingsdosis ontvangt een verzorger tijdens en na nucleair geneeskundige onderzoeken?*

Module 'Communiceren over stralingsrisico's':

- *Leidt de methode van voorlichting met populatiediagrammen tot afname van angst en zorgen rond radiologische diagnostiek?*

Module 'Afscherming bij medische beeldvorming':

- *Moeten de leefregels bij nucleair geneeskundige onderzoeken aangepast worden om de stralingsdosis voor verzorgers te verminderen?*