

Stralend

Stralend is een uitgave van de afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde van het Erasmus MC, november 2015



Alles over straling

4 Straling!



7 Veilig en een optimaal beeld



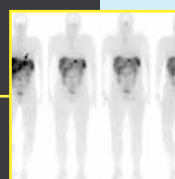
8 CT bij kinderen



10 Beschermingsmiddelen in de interventiekamer



12 Het PRRT Behandelcentrum Rotterdam, Bestraling van binnenuit



13 PET-CT: van aanvraag tot beoordeling



14 Geen onnodige risico's



16 Imaging!



18 Tamar (11 jaar) Interviewt de kinderradioloog



colofon

redactie Stralingsbeschermingscommissie, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde

hoofdredacteur Herman Pieterman

fotografie Ton Everaers, afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde

concept, productie, eindredactie
Overbosch Communicatie
www.overbosch.nl

ontwerp, vormgeving en druk
Optima Grafische Communicatie
www.ogc.nl

oplage 1000

uitgave Stralend is een uitgave van de afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde van het Erasmus MC

correspondentieadres

Erasmus MC
afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde
kamer Hs 223k
Postbus 2040
3000 CA Rotterdam

telefoon 010 704 2006

www.erasmusmc.nl/radiologie

Radiologie en Nucleaire Geneeskunde:

De stralendste afdeling van het Erasmus MC!



Heeft u weleens stilgestaan bij de risico's van straling? Ik denk het wel. En misschien vraagt u zich af of de straling in het ziekenhuis schadelijk is voor uw gezondheid. Het antwoord is eenvoudig: Ja, die straling kan schadelijk zijn.

Ik ben blij dat we met dit magazine de kans hebben om uit te leggen wat we doen en vooral wat het betekent dat we vaak met ioniserende straling werken. Bij veel onderzoeken wordt immers gebruik gemaakt van straling. Denk maar aan een longfoto, een röntgenfoto van een been, een CT-scan van een hoofd of een nucleair geneeskundig onderzoek.

Hoe slecht is straling?

Overall om ons heen is straling. Straling van de zon, uit de ruimte, uit de lucht, het beton in onze huizen, de aardbodem en zelfs van onze collega's en familieleden, want ook mensen zenden een kleine hoeveelheid straling uit. Ook de hoeveelheid ioniserende straling die we bij onze onderzoeken gebruiken is klein, maar niet volledig onschuldig. Straling kan immers kanker veroorzaken, zelfs bij de lage dosis die in ziekenhuizen wordt toegepast. Hoe vaak dat het geval is, weten we niet. Volgens schattingen – gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek - heeft iemand die een CT-scan van zijn buik laat maken een kans van 0,05% om later te overlijden aan de gevolgen van kanker, veroorzaakt door dat CT-onderzoek. Stel dat bij tweeduizend mensen een CT-scan is gemaakt, dan overlijden van die groep uiteindelijk zo'n vijfhonderd mensen aan de gevolgen van kanker die is ontstaan door allerlei oorzaken. Bij slechts één van hen is de ziekte mogelijk veroorzaakt door de straling van de CT-scan. Wie dat is, is niet te achterhalen.

Hoe goed is straling?

De afgelopen 25 jaar is het aantal mensen dat overlijdt aan borstkanker met dertig procent gedaald. Een indrukwekkend succes, dat is bereikt doordat vrouwen regelmatig een mammografie – een borstfoto – laten maken. Röntgenonderzoeken, en met

name CT-scans, zijn bijzonder belangrijk bij het beoordelen van de effecten van een kankerbehandeling. De onderzoeken helpen de vaak ernstige complicaties van chemotherapie tot een minimum te beperken. Zo kan ik nog veel voorbeelden noemen van toepassingen van straling die een positieve bijdrage leveren aan de gezondheid. Naast die ene patiënt van de 2000 die mogelijk overlijdt aan de gevolgen van straling, hebben veel meer mensen hun leven er juist aan te danken.

Minder of meer?

Niet bij al onze onderzoeken komt straling kijken. Bij echografie en MRI is bijvoorbeeld geen sprake van straling. We zien dat daar steeds meer vraag naar is. Tegelijk zien we dat de toepassing van straling in de gezondheidszorg de afgelopen jaren is uitgebreid. Vooral CT-onderzoeken zijn populair. En hoewel de nieuwste apparaten steeds minder straling afgeven, is het gevolg van die groei dat de totale hoeveelheid straling groter wordt en dat is ongewenst.

Liever minder, maar hoe?

We doen er alles aan om de gevolgen van straling voor iedereen zo klein mogelijk te maken. In de eerste plaats door niet meer ioniserende straling te gebruiken dan absoluut noodzakelijk. In de tweede plaats door het nemen van allerlei beschermende maatregelen en, last but not least, door kwetsbare groepen - zoals kinderen - extra te beschermen. Hoe we dat doen in het Erasmus MC? Het staat allemaal in dit magazine!

Herman Pieterman

Hoofd Patiëntenzorg afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde

Straling!

Straling is energie die door een bron wordt uitgezonden. Straling is er altijd en overal, je kunt straling niet voelen en ook niet zien. Op twee uitzonderingen na. Licht en warmte. Licht is duidelijk zichtbare straling en niet alleen als je de lamp aanknipt. Ook de regenboog is het gevolg van straling: doordat het zonlicht breekt en weerkaatst in de regendruppels zien we een boog van in elkaar overlopende kleuren. Allemaal zichtbare straling! Warmte is straling die je voelt en waarvan je soms het effect kunt zien.



Ioniserende straling

Ioniserende straling wordt uitgezonden door onder meer radioactieve stoffen en röntgentoestellen. We denken dan al snel alleen aan gevaarlijke, schadelijke straling die we niet kunnen zien of ruiken, maar er zijn ook veel positieve toepassingen van radioactiviteit en ioniserende straling. Ioniserende straling is een verzamelnaam voor zeer diverse soorten straling met veel energie. Sommige bestaan bijvoorbeeld uit snel bewegende deeltjes, andere zijn elektromagnetische golven, net als licht, maar dan met een veel hogere hoeveelheid energie.

Röntgenstraling

Röntgenstraling is een van de vele soorten ioniserende straling. Röntgenstraling bestaat net als licht uit energiegolven. Maar röntgenstraling heeft veel meer energie dan licht. Daardoor kan het door veel zachte en lichte materialen heen stralen. Omdat onze botten harder en zwaarder zijn, houden ze de röntgenstralen tegen. Daardoor zijn ze goed te zien op een röntgenfoto. Het omringende zachte weefsel is veel slechter zichtbaar.

Gammastraling

Gammastraling is een vorm van straling die wordt uitgezonden door sommige radioactieve stoffen. Gammastraling heeft voor een groot deel dezelfde eigenschappen als röntgenstraling, daarom kunnen er ook afbeeldingen mee worden gemaakt. Een PET-scan laat bijvoorbeeld in 3D de plekken (hotspots) zien waar straling vandaan komt. De arts kan hierdoor bijvoorbeeld zien of het weefsel erg actief is, wat zou kunnen betekenen dat de patiënt kanker heeft.



Wat is een Sievert

De hoeveelheid straling die gebruikt wordt bij een onderzoek en de mogelijke schade daardoor (de dosis), drukken we uit in Sievert (Sv). Een stralingsdosis van 1 Sv is heel hoog en een dosis van 10 Sv in één keer is vrijwel zeker dodelijk. Dat zijn dan ook hoeveelheden die bij radiologisch of nucleair onderzoek niet worden gebruikt. We hebben het dan ook nooit over Sieverts maar over een duizendste deel van een Sievert: de millisievert (1 mSv = 0,001 Sv).

Achtergrondstraling

Achtergrondstraling is de altijd aanwezige ioniserende straling van natuurlijke bronnen om ons heen. Deze straling komt onder meer uit het universum (kosmische straling), van de zon, van bouwmaterialen in onze huizen, van radioactieve stoffen in de aardkorst en van ons eigen lichaam. De hoeveelheid achtergrondstraling is niet overal op aarde hetzelfde. Hoog in de bergen is de stralingsdosis bijvoorbeeld 8 mSv en in Nederland 2 mSv per jaar.

Eén mSv staat gelijk aan ongeveer zes maanden natuurlijke achtergrondstraling in Nederland of 200 gebitsfoto's bij de tandarts, 10 longfoto's of 1 bekken- of heupfoto bij een röntgenonderzoek.



Sommige mensen hebben last van de straling van GSM-masten. Hoe dat precies komt, is niet duidelijk. Zeker is dat deze straling onvoldoende energie heeft om direct cellen in ons lichaam te beschadigen, zoals röntgen- en gammastralen dat doen. Ook is het aantal kankergevallen niet gestegen met de komst van de mobiele telefoons in de jaren negentig.

Zetten we de hoeveelheid straling die iemand ontvangt bij een radiologische onderzoek af tegen de natuurlijke **achtergrondstraling** in Nederland, dan zijn dit de cijfers:

	stralingsdosis in mSv	achtergrondstraling gedurende
hart en longen	0,09	16 dagen
wervelkolom	1,5	9 maanden
knie of elleboog	0,01	2 dagen
borsten	2	1 jaar
dikke darm	7	3,5 jaar
nieren en blaas	3	1,5 jaar
CT-scan hoofd	2	1 jaar
CT-scan borst	5	2,5 jaar

Straling en kanker

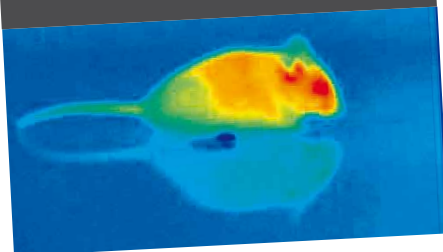
Straling kan in het lichaam moleculen beschadigen. UV-straling van de zon heeft net voldoende energie om alleen de huid te beschadigen. Zitten we te lang in de zon, dan wordt de huid rood en verbrandt en je loopt het risico op de lange termijn huidkanker te krijgen. De hoeveelheid straling die wordt gebruikt bij röntgenonderzoek is zo klein dat het moeilijk is om wetenschappelijk aan te tonen dat hierdoor kanker ontstaat. Maar zolang we dat niet zeker weten, gaan we er vanuit dat elke toename van de hoeveelheid straling de kans op kanker verhoogt. De extra kans op sterfte door kanker door blootstelling aan straling wordt geschat op circa 5% per 1000 mSv. Voor de totale Nederlandse bevolking van 16,5 miljoen mensen zou dit neerkomen op jaarlijks 1650 sterfgevallen door kanker als gevolg van natuurlijke achtergrondstraling (het totaal aantal daadwerkelijke sterfgevallen door kanker bedraagt in Nederland ruim 42.000 per jaar).

Containers in de scanner!

Containers zijn heel populair als het gaat om het verstoppjen van smokkelwaar. In de haven van Rotterdam heeft de douane er de handen vol aan: per jaar controleren ze miljoenen containers. Om de pakkans te vergroten, staat in de Rotterdamse haven een enorme containerscanner. Vrachtwagens rijden daar doorheen en op beeldschermen zien de douaniers de complete inhoud van de containers. Niets blijft meer verborgen, dubbele bodems, verborgen ruimtes, zelfs de inhoud van de brandstoftanks is zichtbaar. Gepakt!



Ratelslangen, boa's en pythons hebben een orgaan tussen de ogen en het neusgat waardoor ze in het donker **knaagdieren** kunnen zien. In dat orgaan zit een vliesje, een membraan dat opwarmt wanneer zelfs een kleine hoeveelheid straling door een opening in de huid van de slang terechtkomt. Het verwarmde membraan stuurt een signaal naar de zenuwcellen waarna de slang zijn slag slaat.



Die piepende poortjes!

Detectiepoortjes... iedereen heeft wel eens meegemaakt dat zo'n poortje bij het binnenkomen of verlaten van een winkel gaat piepen. En dat terwijl je geweten volkomen schoon is! Ja, onfeilbaar zijn die gevoelige poortjes zeker niet. Nodig zijn ze wel en niet alleen bij het opsporen van winkeldieven. Niet voor niets moeten we op het vliegveld allemaal, net als onze handbagage, door detectiepoortjes. Zo wordt onder meer gecontroleerd of je wapens bij je hebt of explosieven. De meeste poortjes werken met radiogolven. Ze geven gemiddeld niet meer straling af dan bijvoorbeeld een stofzuiger. Bepaalde detectiepoortjes meten een verandering of verstoring van elektromagnetische velden, van radiologische straling of sporen van elementen in de omringende lucht.



Snel een maaltje ontdooien of klaar maken, dat doen we in de **magne-tron**. Wat gebeurt er in dat magische apparaat? De microgolven die de magnetron uitzendt, weerkaatsen tegen de metalen wanden en het gaas in de deur. Ze dringen het voedsel binnen waardoor de watermoleculen in het voedsel sneller gaan bewegen en de temperatuur stijgt. In een MRI-scanner wordt dezelfde straling gebruikt als in een magnetron. Bij sommige onderzoeken kan het weefsel door de scan enkele graden warmer worden. De scanner berekent dit vooraf en zal nooit teveel straling gebruiken.





Veilig en een optimaal beeld

Marcel Segbers en Marcel van Straten zijn allebei klinisch fysicus. Zij zorgen ervoor dat de scanners - de 'Marcel's' noemen het toestellen - op de afdeling Radiologie-Nucleaire Geneeskunde veilig gebruikt kunnen worden. Dat is belangrijk voor de medewerkers én voor de patiënten.

Zonder zorgen de scanner in

Veilig werken is een belangrijk onderwerp op de afdeling want er wordt gewerkt met röntgenstraling en radioactieve stoffen. Een CT-scanner bijvoorbeeld wordt elke ochtend getest, nog voordat de eerste patiënt om 08:15 uur in de scanner ligt. De patiënt merkt daar niets van, maar de radiodiagnostisch laborant die de CT-scan maakt, heeft dan de test al bekeken en weet dat de scanner veilig is.

wij zorgen ervoor dat straling op een veilige manier wordt toegepast

“Naast zo'n dagelijkse test zorgt de klinisch fysicus ook voor andere veiligheidscontroles. We zien er bijvoorbeeld op toe dat de toestellen altijd goed onderhouden zijn en daarin zijn we echt heel streng! Ook heel belangrijk: we zijn altijd op zoek naar manieren om zo min mogelijk straling te gebruiken. Patiënten en medewerkers moeten zich niet alleen veilig voelen, ze moeten dat ook werkelijk zijn. Daar zorgen wij voor.”

Straling op maat

Geen enkele patiënt gaat 'zomaar' de scanner in. Daaraan gaat een heel traject vooraf. Eerst kijkt een arts heel zorgvuldig naar de patiënt: de conditie van de patiënt, de leeftijd, eventuele allergieën enzovoort. De arts beoordeelt ook of de voordelen van een onderzoek met straling opwegen tegen de nadelen. “De patiënt is gebaat bij een zo goed mogelijk onderzoek waarover de arts vervolgens een zo goed mogelijk oordeel kan vellen. Dat onderzoek gebeurt met zo min mogelijk straling. Hoeveel straling of radioactieve stof je nodig hebt voor zo'n optimaal beeld is per patiënt verschillend. Bij een kind heb je voor een optimaal beeld veel minder straling nodig dan bij een volwassene.”

met zo min mogelijk straling een zo goed mogelijk beeld

Straling op maat dus, en net genoeg om een scan van goede kwaliteit te krijgen: “Om uit te vinden hoe we met zo min mogelijk straling een zo goed mogelijk beeld kunnen krijgen, leggen we regelmatig onze nep-patiënt in de scanner. Dat is een soort pop die is gemaakt van verschillende, soms radioactieve, materialen.”

Straling vergelijken

Ziekenhuizen vergelijken de hoeveelheid straling die zij per onderzoek gebruiken met de gemiddelde hoeveelheid straling van andere ziekenhuizen. Dat wordt het Diagnostische Referentie Niveau (DRN) genoemd. Doordat steeds meer nieuwe,

innovatieve apparatuur wordt gebruikt, dalen ook de referentieniveaus. Het is een goed controlemiddel voor ons en voor de overheid: “Als bij een onderzoek meer straling wordt gebruikt dan gemiddeld dan wordt onderzocht hoe dat komt. Het kan te maken hebben met de instellingen of de leeftijd van de apparatuur, maar het kan ook zo zijn dat de arts die de scan heeft aangevraagd erom heeft gevraagd.”

Steeds minder straling

Omdat de nieuwste scanners gevoeliger zijn dan vroeger, wordt met dezelfde hoeveelheid straling de kwaliteit van het beeld steeds beter. “Daardoor is het ook mogelijk om met minder straling de beeldkwaliteit waaraan we gewend zijn te bereiken. Dat is een afweging die altijd gemaakt moet worden.” De overheid heeft onlangs verschillende ziekenhuizen - waaronder het Erasmus MC - ondervraagd over dit onderwerp. De hoeveelheid straling per onderzoek blijkt bij ons ruim onder het referentieniveau te liggen. Logisch, want wij besteden veel tijd en geld aan dit onderwerp.”

de hoeveelheid straling per onderzoek ligt bij ons ruim onder het referentieniveau



De pop op foto C verbeeldt een baby in een vacuüm matrasje, voordat een CT van de borst van het kind wordt gemaakt. Nadat de lucht uit het matrasje is gezogen, is de baby als het ware ingebakerd. De bewegingsruimte is hierdoor beperkt maar de baby voelt geen pijn. Foto A toont het matrasje dat op de CT-scanner klaarligt voor gebruik. Foto B laat zien hoe de scanner aangeeft op welke manier de CT-scan van de borst gemaakt gaat worden. Foto B is een overzichtsfoto waarop de scan gepland wordt, zodat er niet te veel en niet te weinig wordt gescand.

Kinderen in de CT

een aparte techniek

Een CT-scanner is een donutvormig apparaat dat werkt met röntgenstraling. De patiënt ligt op de CT-tafel in de scanner en de straling komt uit een röntgenbron die om de patiënt heen draait. Tegenover de röntgenbron zit een detector die meet hoeveel straling door het lichaam is gegaan. Een computer maakt op basis van deze metingen beelden van het lichaam. Eén zo'n beeld noemen we een 'coupe' of een 'slice'. Met computertechnieken kunnen we 2D-beelden maken waarbij het lichaam als het ware vanuit verschillende kanten wordt bekeken. We kunnen daarmee ook 3D-beelden maken en kleuren toevoegen om bepaalde details te benadrukken.

Vacuüm matrasje voor kids

Het maken van een CT-scan van een kind is een aparte uitdaging. Ze zijn niet alleen kleiner dan volwassenen, maar afhankelijk van de leeftijd kunnen kinderen vaak ook moeilijk stilliggen terwijl dat juist bij het maken van een CT-scan heel belangrijk is. Als dat nodig is, 'fixeren' we kleine kinderen in een speciaal, vacuüm matrasje dat is gevuld met piepschuim balletjes. Nadat het kind hierin is gewikkeld, wordt de lucht uit het matrasje gezogen en vormen de piepschuim balletjes een cocon om het kind heen. Zonder dat het kind pijn voelt, wordt hierdoor de beweging beperkt.



Een 3D-afbeelding van de borst van een kind van twee jaar. Het beeld toont de grote bloedvaten die van het hart naar de longen lopen. De bloedvaten zijn geelachtig bruin gemarkeerd, de longen blauw en de ribben grijs.

CT-scanners worden almaar geavanceerder. In de meeste ziekenhuizen staat wel een 'multi-slice spiraal' CT-scanner. Hiermee worden, met één draai van de röntgenbuis om de patiënt heen, meerdere slices gemaakt. Tegelijk glijdt de CT-tafel met de patiënt horizontaal door de scanner, waardoor een spiraal aan beelden ontstaat. De huidige CT-scanners scannen zo snel dat op het beeld een gescand kloppend hart lijkt stil te staan.

Gezellig in de CT-kamer

Voor kinderen is het belangrijk dat de CT-kamer er gezellig en kindvriendelijk uitziet. Knuffelbeesten, leuke schilderingen op de muren of op de CT zelf helpen daarbij. Ook is het voor kinderen fijn als hun ouders erbij zijn als de scan wordt gemaakt. Ouders dragen dan een loodschort om hen te beschermen tegen straling.

Contrastmiddel

Om bloedvaten, organen en andere structuren goed van elkaar te kunnen onderscheiden, is het bij de meeste CT-onderzoeken nodig een contrastmiddel toe te dienen. Het contrastmiddel wordt meestal toegediend via een infuus in de arm. Om zo min mogelijk contrastmiddel te hoeven gebruiken, maar ook om het effect ervan te vergroten, wordt na het contrastmiddel vaak ook een paar milliliter fysiologische zout toegediend.

*Ter gelegenheid van de Internationale dag van de Radiologie op 8 november 2015 brachten de European Society of Radiology, de American College of Radiology en de Radiological Society of North America de publicatie *The Gentle Way: The Art of Paediatric Imaging* uit. Dit artikel is een aangepaste versie van de bijdrage die Nanko de Graaf en Ronald Booij hieraan leverden. In het kader van Image Gently wordt in de publicatie ook aandacht besteed aan stralinghygiëne en bewustwording. De volledige uitgave is in pdf-formaat te downloaden via www.internationaldayofradiology.com/publications.*

Hoeveel straling?

Dankzij innoverende technische ontwikkelingen hebben CT-scanners steeds minder röntgenstraling nodig om een scan te maken. Toch blijft de hoeveelheid straling een belangrijk aandachtspunt, zeker bij kinderen. Kinderen zijn immers gevoeliger voor de mogelijke effecten van röntgenstraling dan volwassenen. We kijken dan ook altijd eerst of een andere radiologische techniek, waarbij geen röntgenstraling wordt gebruikt (bijvoorbeeld echografie of MRI) in aanmerking komt. Voordat we overgaan tot het maken van een CT-scan bekijken we dan nog uitgebreid of het verwachte voordeel ervan opweegt tegen het mogelijke nadeel van röntgenstraling. Bij het gebruik van röntgenstraling wordt altijd uitgegaan van het ALARA principe: As low As Reasonably Achievable. Ofwel, zo min mogelijk straling. Om de hoeveelheid straling zo laag mogelijk te houden, scannen we bijvoorbeeld alleen het deel van het lichaam dat strikt genomen noodzakelijk is voor het stellen van de diagnose.

De kracht van CT

Dankzij de technologische ontwikkelingen kunnen we met de CT-scanner steeds betere beelden van het lichaam maken, ook bij een uitdagende patiëntengroep als kinderen. De kracht van CT ligt in het vermogen om complexe anatomie - beenderen, spieren, bloedvaten enzovoort - af te beelden om een diagnose te kunnen stellen, of ziekten te kunnen uitsluiten. Hieruit kan de behandelend medisch specialist concluderen hoe een specifieke ziekte het best kan worden behandeld.

Ronald Booij, *coördinator research & innovatie, unit CT*

Nanko de Graaf, *kinderradioloog*

Image Gently is opgezet door de Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. Door middel van bewustwording wil de alliantie er voor zorgen dat wereldwijd zo min mogelijk straling wordt gebruikt bij het maken van CT-scans bij kinderen. Voor volwassenen is er het vergelijkbare programma 'Image Wisely' van onder meer de American College of Radiology.

De afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde volgt de richtlijnen van de Image Gently campagne. We houden ons dan ook aan strenge regels, waaronder:

- alleen scans maken als dat écht nodig is
- zo min mogelijk straling gebruiken
- door een goede voorbereiding ervoor zorgen dat de scan direct goed is en niet hoeft te worden overgemaakt (dan is er immers twee keer sprake van straling)
- waar dat mogelijk is gebruikmaken van MRI of echografie

Meer informatie is dankzij de hulp van onze afdeling ook in het Nederlands beschikbaar op www.imagegently.org.

Dag van de stralende beroepen

Elk jaar op 8 november is het wereldwijd de 'dag van de Radiologie'. In Nederland vertalen we dat naar de 'dag van de stralende beroepen'. Het is voor onze afdeling dé gelegenheid om aandacht te schenken aan de belangrijke rol die onze professionals spelen op het gebied van kwaliteitszorg, stralingsbescherming en de veiligheid van patiënten.



De medewerkers die niet direct bij de patiënt zijn betrokken, zitten achter glas bij de computer. In dit glas zit lood om de straling te reduceren.



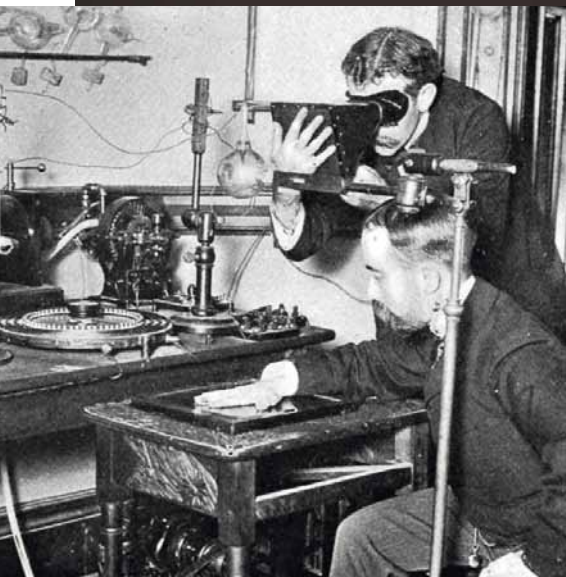
Veilig

* Naast een gewoon loodschort kunnen medewerkers ook kiezen voor een tweedelig vest en kilt. Dat geeft meer draagcomfort en beide hebben een dubbele voorslag voor extra bescherming.

* Het boven-tafel scherm is gemaakt van acryl-glas waar lood in is verwerkt. Het reduceert de stralingsdosis van de ooglenzen 2 tot 7 keer.

* Een loodschort reduceert de stralingsdosis 5 tot 10 keer. De loodschorten zijn gemaakt van loodcomposiet voor een beter draagcomfort.

* Het onder-tafel scherm schermt de röntgenbuis af onder de tafel. Het scherm reduceert de straling 2 tot 5 keer. De röntgenbuis bevindt zich bij voorkeur onder de tafel omdat dit de zorgt voor minder blootstelling voor de medewerker dan de boven tafel positie.



Fotografie van het onzichtbare

Deze foto komt uit het boek *De röntgenstraal, of fotografie van het onzichtbare en het belang daarvan in de chirurgie*. Uitgebracht in Amerika in 1896, slechts een jaar na de ontdekking van röntgenstraling door Wilhelm Conrad Röntgen in Duitsland. De hangende glazen bol op de foto is de röntgenbuis. Deze wekt de röntgenstraling op met behulp van een hoogspanning die weer wordt opgewekt met het zwarte apparaat op de grote tafel. De staande man bestudeert de botten in zijn hand met een fluoroscopiescherm, dat de straling meteen omzet in zichtbaar licht.

De zittende man maakt een röntgenfoto van zijn hand met een fotografische plaat die later wordt ontwikkeld. Er zijn geen voorzorgsmaatregelen genomen om de stralingsbelasting voor deze mannen te beperken. De mogelijke langetermijngevaren van straling waren in die tijd nog niet bekend.



1895

2015

werken!

* Een loodbril reduceert de stralingsdosis op de ooglenzen 3 keer. Bril dragers kunnen een loodbril op sterkte aanvragen.



Röntgenbeeld van bloedvaten, gemaakt tijdens een interventie.

* Een schildklierkraag zorgt voor een reductie van 5 keer. Niet op de foto: de loodhandschoenen die worden gedragen bij het ondersteunen van een patiënt tijdens de interventie.

* Het dragen van een Persoonsdosimeter is verplicht bij deze toepassing, zo kunnen medewerkers bijhouden of ze niet teveel worden blootgesteld aan straling en maatregelen nemen.

* Met het regelpaneel kan de hoeveelheid straling tijdens de behandeling worden geregeld. Zo kan het juiste protocol gekozen worden passend bij de gewenste beeldkwaliteit bij het onderzoek en wordt er niet onnodig veel straling gebruikt.

ALARA

Veilig werken doen we op basis van het ALARA principe: As Low As Reasonably Achievable, oftewel: Hou de dosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk!
De vier ALARA aspecten zijn:

- gebruik een zo laag mogelijke **dosis**
- beperk de **tijd** in de nabijheid van de stralingsbron
- hou **afstand** van de stralingsbron
- gebruik de juiste persoonlijke **bescherming (zie foto)**

Dosis

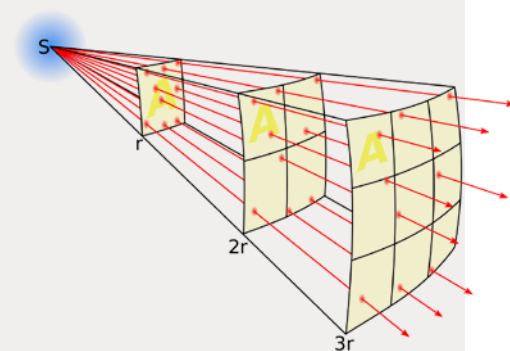
Een zo laag mogelijke dosis voor de patiënt, betekent ook een lagere dosis voor de medewerker.

Tijd

Verblijf zo kort mogelijk in de buurt van de stralingsbron en voorkom dat je in de directe bundel komt.

Afstand

Een klein stapje naar achter scheelt meer straling dan je denkt! Op basis van de kwadratenwet reduceert de straling al 4 keer bij een 2 keer zo grote afstand van de bron, bij een 3 keer grotere afstand is de reductie zelfs 9 keer!



Bestraling van binnenuit

Uit alle hoeken van de wereld komen patiënten met neuro-endocriene tumoren naar het PRRT Behandelcentrum Rotterdam voor de Lutetium-therapie. Dit was het eerste en lange tijd ook het enige centrum waar deze behandeling werd gegeven. Een succesverhaal: patiënten leven gemiddeld drie tot zes jaar langer dan patiënten die deze therapie niet hebben gehad, én de kwaliteit van leven is veel beter dan bij andere behandelingen. Dat is te danken aan het radioactief gemerkte eiwit Lutetium-177-Octreotaat dat de tumor met precisie van binnenuit bestraalt.

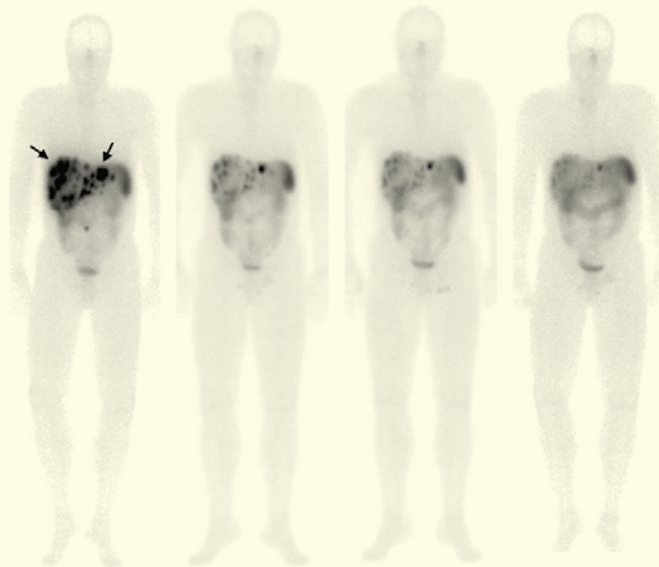
5000 therapieën

PRRT staat voor Peptide Receptor Radionuclide Therapie. De eerste vorm ervan werd in het Erasmus MC Rotterdam ontwikkeld en begin jaren negentig van de vorige eeuw voor het eerst toegepast in de mens. Ook de huidige vorm, de Lutetium-therapie, beleefde zijn primeur in het PRRT Behandelcentrum Rotterdam. Sindsdien werd de therapie meer dan 5000 keer toegepast bij ruim 1300 patiënten uit binnen- en buitenland.

Omdat het klachtenpatroon van neuro-endocriene tumoren (NET) bij veel andere ziekten past, wordt deze zeldzame vorm van kanker vaak pas in een laat stadium ontdekt.

Nucleair geneeskundige Dik Kwekkeboom: “Wat we in feite doen, is het radioactieve stofje aan het hormoonpreparaat Sandostatine koppelen. Dat draait de cel in en wordt afgebroken. Het radioactieve deel met het brokstukje blijft in de cel achter en straalt de omgeving kapot. Het gaat heel gericht naar de plek waar je het wilt hebben en blijft ongeveer drie weken straling afgeven. Wat de tumor niet opneemt, wordt uitgeplast. Heel elegant eigenlijk.”

Patiënten die net met Lutetium zijn behandeld, zenden straling uit die bij andere mensen tumoren zou kunnen veroorzaken. Daarom overnachten ze na de therapie in een geïsoleerde kamer in het ziekenhuis. Ze moeten veel drinken om het restje radioactieve stof dat niet door de tumor is opgenomen, uit te plassen. Als de volgende dag het stralingsniveau laag genoeg is, mogen ze naar huis. Medewerkers die de patiënten verzorgen, hebben zo kort mogelijk contact met de ‘stralende’ patiënt waardoor het risico voor hen beperkt blijft. Uit de gegevens van hun stralingsmeters (de dosimeter) blijkt dat ze altijd ver onder de norm van de maximaal toegestane straling blijven.



Op de markt

Patiënten die in aanmerking komen voor de therapie, worden vier keer met Lutetium behandeld. Omdat dit aantoonbaar succesvol is, komt de therapie naar verwachting ergens volgend jaar op de markt. Dan kunnen centra in Europa en Amerika de therapie kopen en toepassen als ze het rond krijgen met de verzekeraars. Dik Kwekkeboom: “Ik hoop werkelijk dat het alleen in gespecialiseerde centra wordt toegepast, want de indicatie voor de behandeling en ook de kennis van bijwerkingen vereist toch wel een gespecialiseerde afdeling.”

Koppositie

Hoewel de PRRT ook nu al elders, in gespecialiseerde centra in Europa, wordt uitgevoerd, heeft Rotterdam als centre of excellence een koppositie. Dik Kwekkeboom: “Wat ons uniek maakt, is dat we onze eigen follow-up hebben. Onze patiënten uit het buitenland zie ik niet altijd terug maar de Nederlandse patiënten zie ik elk half jaar. We hebben dus een heel goed idee over de langetermijnbijwerkingen en de resultaten. Daardoor hebben we nu een dataset van vijftien jaar. Elders verliezen ze de patiënten uit het oog omdat Nucleaire Geneeskunde niet gewend is eigen patiënten onder de hoede te hebben. Onze volgende stap wordt de uitbreiding van de therapie voor andere patiëntgroepen. In Duitsland zetten ze PRRT al in voor patiënten met prostaatkanker en daaraan zouden we graag meedoen. We zijn dus nog lang niet klaar met ons behandelcentrum.”

Meer weten? Kijk op www.prrt.nl

van **aanvraag** tot **beoordeling**

Om een PET-CT-Scan te kunnen maken, krijgt de patiënt een radiofarmacon, ofwel een radioactief geneesmiddel voor medische toepassingen, ingespoten. Alle radiofarmaca worden van tevoren per patiënt en op maat klaargemaakt. Een secuur en tijdrovend proces! Hieronder als voorbeeld het tijdpad van een PET-CT-onderzoek met het radiofarmacon ^{18}F -FDG

Stap 1 de aanvraag

Aanvragen voor een PET-CT onderzoek komen digitaal bij de afdeling binnen. De nucleair geneeskundige behandelt de aanvraag en bepaalt welk onderzoek moet plaatsvinden en welke voorbereiding nodig is. De patiënt krijgt een brief met de afspraak en de noodzakelijke voorbereidingen.

DE DAG VÓÓR HET ONDERZOEK

Stap 2 controle

's Morgens belt een administratief medewerker de patiënten om de afspraak te bevestigen, het gewicht te controleren en te informeren of het lukt met de voorbereiding. Als het gewicht afwijkt, wordt dat aangepast in het systeem. Daarna worden de aanvragen gecontroleerd op volledigheid.

Stap 3 berekenen en bestellen

Een labmedewerker voert een tweede controle uit en zet alle toedientijden en gewichten van de patiënten in de computer.

Vervolgens rekent hij of zij uit hoeveel F-18-FDG nodig is en vóór 12:30 uur moet de bestelling bij de leverancier zijn. De labmedewerker zorgt ervoor dat alle gegevens zijn ingevoerd in het programma dat de volgende dag de injectiespuiten vult.



Een 'eigen' cyclotron

Het ^{18}F -FDG wordt op dit moment besteld bij GE in Eindhoven. GE Eindhoven heeft een cyclotron: een toestel dat deeltjes versnelt en waarmee radioactieve bouwstenen zoals ^{18}F worden geproduceerd. In het laboratorium van GE wordt met ^{18}F het radiofarmacon ^{18}F -FDG bereid. Momenteel wordt nabij de afdeling Nucleaire Geneeskunde (Cb-0) een faciliteit gebouwd met een cyclotron en diverse laboratoria (Cyclotron Rotterdam BV). Zodra deze in gebruik is, zijn ^{18}F -FDG (en andere radiofarmaca) sneller en dichterbij te verkrijgen.

DE DAG VAN HET ONDERZOEK

Stap 4 de productie

In de loop van de nacht start de leverancier met de productie van ^{18}F en de bereiding van ^{18}F -FDG. De multi-dose flacons voor de ziekenhuizen worden gevuld met ^{18}F -FDG en rond 05:30 uur gaat onze flacon op transport naar Rotterdam. Ondertussen vinden nog diverse kwaliteitscontroles van de ^{18}F -FDG plaats.

Stap 5 aankomst en vrijgifte

Rond 07:00 uur komt de flacon aan in het Erasmus MC. Om 07:30 uur pakt een labmedewerker de flacon uit. De gegevens



van ^{18}F -FDG worden ingevoerd in het bereidingsprogramma. De leverancier stuurt per e-mail een vrijgifte, die ondertekend wordt teruggestuurd. Daarna mag het radiofarmacon pas worden toegediend.

Stap 6 de injectiespuit

De labmedewerker trekt beschermende kleding aan. In de veiligheidskast in de cleanroom wordt het ^{18}F -FDG overgebracht in het systeem dat de injectiespuiten vult. Met behulp van het bereidingsprogramma wordt per patiënt een spuit gevuld. De spuit wordt in een loodkist naar de kamer gebracht waar de eerste patiënt al ligt te wachten. Vanaf 08:00 uur is er elk half uur een patiënt aan de beurt.



Gewicht en tijd: essentieel!

Een patiënt die tien kilo zwaarder is dan op de aanvraag staat, of een half uur te laat is, krijgt te weinig F-18-FDG toegediend. De kwaliteit van het onderzoek is dan mogelijk niet optimaal waardoor de arts de beelden minder goed kan beoordelen.

Stap 7 de patiënt en de PET-CT

Om 08:00 uur bereidt de medisch nucleair werker de eerste patiënt voor op de toediening van F-18-FDG, om 08:30 wordt het ingespoten. Daarna moet de patiënt 50 minuten rustig liggen in een warme wachtkamer. Om 09:25 uur wordt de patiënt opgehaald voor de PET-CT-scan. Er wordt eerst een CT-scan gemaakt. Precies 60 minuten na toediening van de F-18-FDG wordt de PET-CT-scan gemaakt. Dat duurt 30 tot 60 minuten.

NA HET ONDERZOEK

Stap 8 het verslag

Het onderzoek wordt uitgewerkt door de medisch nucleair werker. De nucleair geneeskundige beoordeelt het onderzoek en maakt een verslag. Voor interne aanvragers is het verslag één werkdag later digitaal beschikbaar. Externe aanvragers ontvangen een print van het verslag.



Geen onnodige risico's

Ronald van Haaren en Mark Konijnenberg zijn Toezichthoudend stralingsdeskundige. Zij zorgen er mede voor dat de medewerkers, bezoekers en patiënten van de afdeling Radiologie-Nucleaire Geneeskunde geen onnodige risico's lopen als zij met straling te maken hebben. Mark is gespecialiseerd in de radioactieve stoffen die patiënten krijgen toegediend en Ronald in de toestellen die straling gebruiken, zoals de CT-scanner.

De Stralingsbeschermingseenheid

Het Erasmus MC heeft van de overheid een vergunning om met straling te werken. Hierin staat dat er een onafhankelijke stralingsbeschermingseenheid moet zijn. Bij de Stralingsbeschermingseenheid (SBE) werken zeven stralingsdeskundigen. Zij bepalen hoe in het ziekenhuis met straling moet worden gewerkt. Ook geven zij afdelingen toestemming - een interne vergunning - om met straling te werken en controleren zij of dat volgens de regels gebeurt.

Ronald: "De toezichthoudend stralingsdeskundigen zorgen ervoor dat de apparatuur zo veilig mogelijk wordt gebruikt. Dat is belangrijk voor medewerkers, voor mensen die op bezoek komen en voor patiënten. Natuurlijk werken we met zo min mogelijk straling maar de arts moet ook een goede diagnose kunnen stellen en soms hoort straling daarbij. Als de diagnose niet goed wordt gesteld, kan dit grotere nadelige gevolgen hebben

voor de patiënt dan het mogelijk nadelige effect van de straling.

Personen RIAS

De Personen RIAS (risico-inventarisatie en -analyse van stralingstoepassingen) is speciaal voor medewerkers die bijvoorbeeld de röntgenfoto, de CT-scan of PET-scan maken. Zij vullen de Personen RIAS zelf in, eventueel samen met een van de toezichthoudend stralingsdeskundigen. De Personen RIAS is een vervolg op de Handelingen RIAS, dat berekent of de procedures en de afscherming goed zijn, zodat veilig met het apparaat of de radioactieve stof kan worden gewerkt. *In welke categorie zit jij, A, B, C of D?* "De Personen RIAS berekent een risicogetal. Dat getal geeft aan of de medewerker in categorie A, B, C of D wordt ingedeeld. A is de hoogste categorie. Wie daarin wordt ingedeeld, werkt veel met straling waardoor de stralingsbelasting en de kans op onbedoelde blootstelling door bijvoorbeeld een besmetting met radio-

activiteit groot is. Deze medewerkers worden dan ook extra goed in de gaten gehouden, onder andere met een jaarlijkse medische keuring. Bij het invullen van de handelingen in de Personen RIAS is direct duidelijk welke basismaatregelen, aanvullende maatregelen en persoonlijke beschermingsmiddelen nodig zijn om de blootstelling aan straling minimaal te houden."

Vraag het de toezichthoudend stralingsdeskundige

De afdeling Radiologie-Nucleaire Geneeskunde telt tien toezichthoudend stralingsdeskundigen. Zij zien toe op de juiste naleving van de stralingsbescherming. Dat doen zij naast hun gewone werk als bijvoorbeeld radiodiagnostisch laborant of medisch nucleair werker. Collega's kunnen met vragen over straling of de Personen RIAS altijd bij hen terecht. Zij hebben ook direct contact met de stralingsdeskundigen van de SBE.

Wie ziet erop toe dat **veilig** met **straling** wordt omgegaan?

Overheid

Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS)

De ANVS is een overheidsorgaan dat erop toeziet dat de nucleaire veiligheid en stralingsbescherming in Nederland voldoen aan de hoogste eisen. De ANVS stelt daarvoor regels op en verstrekt vergunningen aan instellingen die met ioniserende straling werken. Door inspecties ziet de ANVS toe op de juiste naleving van de wet.

Erasmus MC

Stralingsbeschermingseenheid (SBE)

Het ziekenhuis heeft een complexvergunning van de overheid om (volgens de wet) handelingen met ioniserende straling te mogen uitvoeren. Bijvoorbeeld met CT. De SBE ziet erop toe dat de vergunning op de juiste manier wordt nageleefd. Op de afdelingen zijn toezichhoudend stralingsdeskundigen aangesteld.

Afdelingen

Toezichhoudend stralingsdeskundigen (TSD)

Op de afdelingen zien de toezichhoudend stralingsdeskundigen erop toe dat werknemers, bezoekers en patiënten geen onnodig risico lopen. Er wordt gewerkt volgens de SIT, de Schriftelijke Interne Toestemming die wordt verleend door de SBE.

Voordat een nieuw toestel in gebruik wordt genomen, moet de afdeling voldoen aan interne regels die zijn gebaseerd op wetgeving, de Kernenergiewet en onder meer het Besluit Stralingsbescherming. De Toezichhoudend Stralingsdeskundigen controleren of de afscherming voldoende is en checken samen met de klinisch fysicus of de protocollen en het toestel op de juiste manier worden gebruikt. Er zijn dus heel wat mensen bezig met een toestel (en met de toepassing van radioactieve stoffen) voordat het gebruikt kan worden.



Imaging!

In Nederland is 'beeldvorming' de verzamelnaam van alles wat de afdeling Radiologie & Nucleaire Geneeskunde doet om in het lichaam te kijken. De afdeling speelt internationaal een bijzonder belangrijke rol en Engels is vaak de voertaal. Steeds vaker hebben we het dan ook over 'imaging'. Bij onze beeldverwerking / imaging maken we onder meer gebruik van MRI (magnetische resonantie imaging), echo of CT (computer tomografie).



Röntgenfoto

Het röntgenapparaat hangt aan het plafond en wordt precies boven het lichaamsdeel gehangen waarvan een foto wordt gemaakt. De patiënt ligt op een bed of staat of zit voor de röntgenplaat. De röntgenfoto wordt gemaakt met behulp van röntgenstraling, een vorm van ioniserende straling. (zie pagina 4 en 5).

De straling gaat door het lichaam heen en wordt deels tegengehouden door weefsels en organen. Zachtere weefsels houden minder straling tegen dan stevig weefsel zoals botten. Door dat contrast is het mogelijk om de verschillende organen en botten op het beeld van elkaar te onderscheiden.



De CT-scan

CT is de afkorting van Computer Tomografie. Een CT-scanner werkt met röntgenstralen die worden opgewekt in een buis die rond het lichaam draait. Het verschil met een gewone röntgenfoto is dat een CT-scanner meerdere foto's maakt van het lichaam. Van al die foto's maakt de computer dwarsdoorsneden van het lichaam die samen een 3D-beeld vormen.

Met een CT-scan is het mogelijk om binnen 10 tot 15 minuten tot op de millimeter nauwkeurig in het lichaam te kijken. Daarom staat er ook op de Spoedeisende Hulp een CT-scanner. Omdat er meerdere opnames worden gemaakt, is de straling hoger dan bij een gewone röntgenfoto.



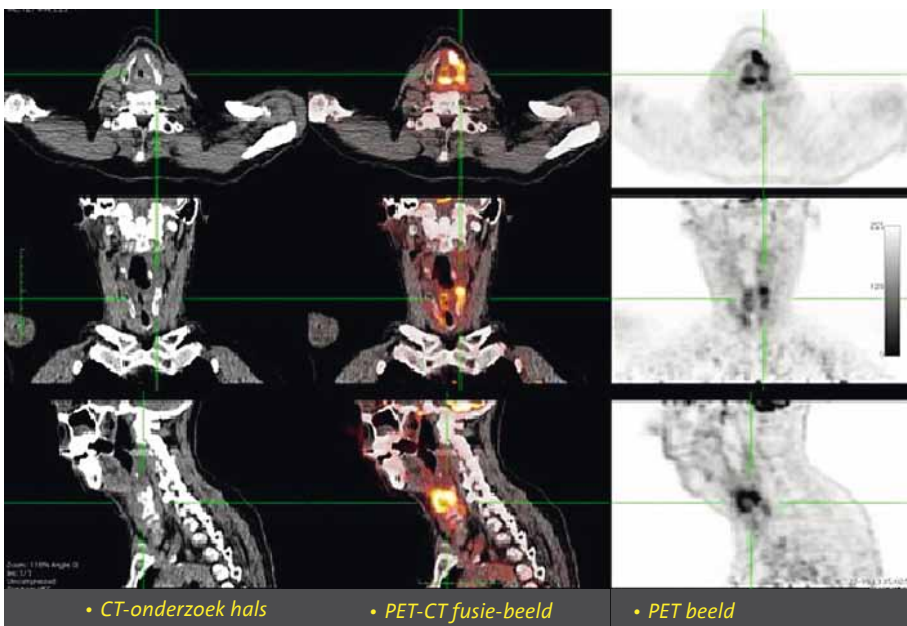
De PET-scan

PET is de afkorting van Positron Emissie Tomografie. Het is een beeldvormende techniek waarbij de patiënt een radioactieve stof (een radiofarmacon) krijgt toegediend, die zich bindt aan ziek weefsel, zoals een tumor. Daar hoopt het zich op, waardoor het als een extra heldere plek op het beeld oplicht. In combinatie met een CT-scan is de plaats van het zieke weefsel heel nauwkeurig te bepalen.

De PET-scan wordt onder meer gebruikt bij het opsporen van ongewone stofwisselingsprocessen zoals in tumoren, bij hart- en vaatziekten, bij hersenziekten (zoals de ziekte van Alzheimer) en bij ontstekingsprocessen.



• Röntgen



• CT-onderzoek hals

• PET-CT fusie-beeld

• PET beeld



SPECT-scan

Bij een SPECT-scan (Single Photon Emissie Computer Tomografie) wordt een ander radiofarmacon gebruikt dan bij de PET-scan. Een SPECT-scan wordt gemaakt met een gammacamera en kan ook in combinatie met CT worden gemaakt. De SPECT-scan wordt ingezet voor het opsporen van tumoruitzaaiingen in het skelet, hartafwijkingen en voor nier-onderzoek.

MRI-scan

De MRI en de echo zijn beeldvormende technieken waarbij geen ioniserende straling (röntgenstraling) wordt gebruikt. MRI is de afkorting voor Magnetic Resonance Imaging. MRI werkt met een sterk magnetisch veld en radiogolven. Patiënten die metaal in hun lijf hebben, kunnen meestal niet in de MRI, maar ook je bankpas kun je beter thuislaten. De MRI zorgt ervoor dat waterstofatomen in het lichaam een radiosignaal uitzenden. De MRI-scanner vangt dit signaal op en zet het om in beeld. Net als bij een CT zijn dat dwarsdoorsneden van het lichaam waarvan de computer een 3D-beeld maakt waarop het zachte weefsel goed te zien is.

Echografie

Een echo wordt gemaakt met behulp van geluidsgolven (medisch ultrageluid) die op de verschillende weefsels terugkaatsen. Wat terugkomt van de ingezonden golf, vormt het plaatje, de echo. De geluidsgolven weerkaatsen het beste op stevig weefsel zoals bot, dat is wit op de afbeelding. Medisch ultrageluid wordt sterk weerkaatst op het grensvlak van huid en buitenlucht, voor een goede koppeling tussen de huid en het apparaat wordt daarom altijd een gel gebruikt.



Een MRI-scan maakt met een magnetisch veld en radiogolven foto's van de binnenkant van je lichaam. Voor het maken van de foto's lig je in een soort tunnel die herrie maakt. Let op dat je niets van metaal meeneemt, daar kan de MRI-scanner niet tegen.



Op bezoek bij de kinderradioloog

Tamar is 11 jaar en zit in groep 8. Ze doet al sinds haar geboorte mee aan Generation R. Daarom is er weleens een MRI-scan van haar gemaakt. Hoe dat werkt, weet ze dus, maar wat doet een radioloog eigenlijk? Nanko de Graaf is een van de vijf kinderradiologen die in het Sophia Kinderziekenhuis werken. Tamar gaat bij hem op bezoek voor een interview.

Tamar: Wat doe je als radioloog?

Nanko: Bij radiologie worden plaatjes van de binnenkant van je lichaam gemaakt. Soms doe ik dat zelf en soms doet de laborant dat. Als de foto klaar is, bekijk ik de foto's op een heel groot beeldscherm. Dan kan ik precies zien wat er mis is.

Tamar: Is zo'n foto maken gevaarlijk?

Nanko: Een echo en een MRI-scan zijn niet gevaarlijk. Maar voor een röntgenfoto en een CT-scan gebruiken we röntgenstralen. Omdat te veel straling gevaarlijk kan zijn, houden we ons aan strenge regels. Daardoor gebruiken we nooit te veel straling. Zeker bij kinderen zijn we zo voorzichtig met straling dat ik wel durf

te zeggen dat het niet gevaarlijk is. Ja, als je onvoorzichtig bent, kan je wel uit een apparaat vallen, maar dat is natuurlijk niet de bedoeling.

Tamar: Heb je van alle lichaamsdelen al een keer een röntgenfoto gemaakt?

Nanko: Ik denk dat ik nog nooit een röntgenfoto heb gemaakt van het puntje van een neus en ook niet van een oorlelletje.

Tamar: Hoelang ben je al kinderradioloog?

Nanko: Zes jaar, maar daarvoor was ik al dokter. Na mijn studie heb ik stage gelopen in twee ziekenhuizen. Toen kwam ik erachter dat ik radioloog wilde worden. Daar moet je ook weer voor studeren. Dat heb ik gedaan en dat duurde vijf jaar. Daarna heb ik nog twee jaar geleerd voor kinderradioloog.

Tamar: Vind je het leuk om met kinderen te werken?

Nanko: Ja, dat vind ik heel leuk.

Tamar: Leuker dan met volwassenen?

Nanko: Ja, veel leuker! Het is ook weleens moeilijk. Sommige kinderen zijn heel ziek. Als ik zelf een foto maak van een kind dat heel ziek is, dan zet ik wel eens een roze pet op. Als het kind dan moet lachen, is het veel

makkelijker om de foto te maken en voor het kind is het natuurlijk ook leuker.

Tamar: Heb je zelf kinderen?

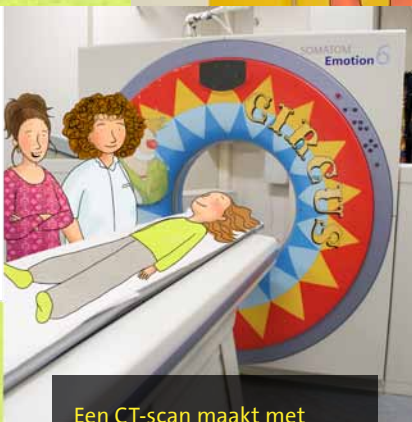
Nanko: Jazeker, ik heb twee dochters, die zijn 7 en 4 jaar, en een zoontje van 2 jaar. Ik vind het fijn en gezellig om voor ze te zorgen. Sinds ik zelf kinderen heb, vind ik het nog prettiger om met kinderen werken.

Na het interview laat Nanko het röntgenapparaat zien. Er zit een lampje in het apparaat zodat je precies kunt zien waarvan een foto wordt gemaakt. Tamar houdt haar hand er even onder. Ze maken geen echte röntgenfoto, maar het ziet er wel heel echt uit.





Röntgenfoto: met röntgenstralen kan een foto van de binnenkant van je lichaam worden gemaakt. Vooral botten zijn daarop goed te zien.



Een CT-scan maakt met röntgenstralen foto's van de binnenkant van je lichaam. De computer kan een 3D beeld maken van de verschillende foto's.

Wie is wie?

Dokters en verpleegkundigen

In het ziekenhuis werken een heleboel mensen. Dat zijn vooral verpleegkundigen en dokters maar er werken bijvoorbeeld ook gastvrouwen en mensen die de administratie verzorgen. De verpleegkundigen zorgen voor je als je in het ziekenhuis blijft slapen. De dokters doen hun best om zieke mensen beter te maken.

De specialist

Sommige dokters weten heel veel over een bepaald stukje van je lichaam, dat zijn de medisch specialisten. In het Erasmus MC werken heel veel medisch specialisten en ze hebben allemaal een naam die past bij hun specialisme. Bijvoorbeeld: de specialist die alles over je hart weet, noemen we cardioloog en de specialist die alles weet over je nieren noemen we nefroloog.

De radioloog

Er zijn ook specialisten die op een foto van de binnenkant van je lichaam kunnen zien wat er met je aan de hand is. Dat zijn de radiologen. Zij weten precies hoe een lichaam in elkaar zit, daarom zien ze het meteen als iets niet klopt. Zij werken op de afdeling Radiologie en Nucleaire Geneeskunde. De andere specialisten in het ziekenhuis vragen de radioloog om naar de foto's van hun patiënt te kijken. Daarom heeft ook elke radioloog een specialiteit. Zo weet de neuroradioloog alles van hersenen en natuurlijk is er ook een kinderradioloog. De foto's die de radiologen bekijken, zijn bijvoorbeeld CT-scans, röntgenfoto's en MRI-scans.

De nucleair geneeskundige

Deze specialist gebruikt bijzondere stofjes (radiofarmaca) die in het lichaam op zoek gaan naar een zieke plek. Vaak is dat kanker. Het stofje kleeft aan de zieke plek en zendt dan straling uit. Alsof er een lichtje gaat branden. Hierdoor kan de dokter op de foto precies zien waar de zieke plek zit en soms zelfs beter maken.

De laborant

De radiodiagnostisch laborant weet precies hoe de CT-scanner en alle andere apparaten op de afdeling werken. De laborant maakt de foto en vertelt wat er precies gaat gebeuren. Ook een soort specialist dus! Op de afdeling noemen we hen gewoon laboranten.



Het echo-apparaat maakt met geluidsgolven foto's van de binnenkant van je lichaam. De geluidsgolven zijn ongevaarlijk.



I did not think,
I investigated.



Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923)

