



Straling



U vindt hier informatie over de nuttige en nadelige effecten van het gebruik van straling bij het maken van röntgenfoto's en CT-scans.

De ontdekking van Wilhelm Röntgen

In 1895 ontdekte natuurkundige Wilhelm Conrad Röntgen een tot dan toe onbekende soort straling. Deze straling werd kunstmatig met een toestel opgewekt. In kranten was te lezen dat Röntgen met deze straling 'onzichtbare' dingen kon fotograferen. Met onzichtbare dingen bedoelden de journalisten bijvoorbeeld de botten in een hand. Vooral de medische wereld was geïnteresseerd in deze nieuwe straling omdat men hiermee het inwendige van de mens kon bekijken zonder hem open te snijden. Het duurde dan ook niet lang voordat de eerste medische toepassingen plaatsvonden. In 1896, enkele maanden na de ontdekking, gebruikte men de straling voor het zichtbaar maken van een schot hagel in de hand van een jager. Zelf noemde Röntgen zijn nieuw ontdekte straling X-ray. In Nederland noemen wij het tegenwoordig röntgenstraling. In de Engelse literatuur kom je nog de term x-ray tegen. Hoewel de ontdekking pas eind negentiende eeuw werd gedaan, is straling altijd al aanwezig geweest. Straling bereikt ons vanuit het heelal en uit de aardkorst. Naast de straling uit het heelal, de aarde en ons voedsel, komt er ook straling vrij uit onze huizen door de van nature aanwezige radioactieve stoffen in bouwmaterialen. Het totaal van deze altijd aanwezige ioniserende straling noemen we achtergrondstraling.

Wat is straling?

De straling die van belang is bij het maken van foto's heet elektromagnetische straling. Afhankelijk van de energie kun je elektromagnetische straling soms zien of voelen. Zichtbaar licht is een voorbeeld van elektromagnetische straling. De kleur van het licht wordt bepaald door de golflengte of energie van de straling. Als de golflengte van de straling buiten een bepaald bereik valt is de straling onzichtbaar voor het menselijk oog. Zij is echter wel in onze omgeving aanwezig en is soms in staat biologische effecten te veroorzaken. Elektromagnetische straling met zo'n hoge energie dat ze ionisaties in materialen kan veroorzaken, noemen we ioniserende straling. Ionisatie wil zeggen dat de straling zoveel energie aan een elektron van een atoom overdraagt, dat het elektron uit het atoom loskomt. Er blijft vervolgens een atoom over dat één elektron te weinig heeft. Een dergelijk atoom is geïoniseerd. Bij radiologie gebruiken we zowel ioniserende als niet-ioniserende straling om in de mens te kunnen kijken en een diagnose te stellen.

Nadelige effecten

Een deel van de röntgenstraling gaat ongestoord door het menselijk lichaam heen en een deel wordt in het lichaam geabsorbeerd. De stralingspioniers zoals Röntgen waren niet op de hoogte van de risico's van hun vak. Tegenwoordig is de kennis van de biologische stralingseffecten echter sterk uitgebreid door de vele studies die ernaar zijn gedaan. Met behulp daarvan kunnen we de risico's inschatten en vergelijken met andere risico's. Er bestaan vele soorten ioniserende straling, waarvan röntgenstraling er een is. Andere soorten zijn bijvoorbeeld afkomstig van radioactieve materialen. Niet iedere soort geeft dezelfde biologische schade. Verder is gebleken dat niet alle organen en weefsels in een menselijk lichaam even gevoelig zijn voor de straling. Om toch met een getal te kunnen aangeven hoe hoog de stralingsdosis is bij een bepaald onderzoek en om dit getal te kunnen vergelijken met andere onderzoeken is de grootheid effectieve dosis geïntroduceerd. De eenheid van effectieve dosis is de millisievert (afgekort als mSv).



Straling kan twee effecten hebben:

- Directe effecten
- Kansgebonden effecten

Directe effecten

Directe effecten treden alleen op nadat een zekere drempeldosis is overschreden. Als dat niet gebeurt, treedt het effect niet op. Als de drempeldosis wel is overschreden, zal het effect erger worden naarmate de dosis toeneemt. De dosis die bij een radiologisch onderzoek wordt gebruikt, komt in de regel niet boven de drempeldosis. Directe effecten komen daarbij dan ook praktisch nooit voor.

Kansgebonden effecten

Bij de kansgebonden effecten geldt dat niet de ernst van het effect, maar de kans op het optreden van het effect toeneemt bij toenemende dosis. Het voornaamste risico van ioniserende straling is het ontstaan van kanker. De kansgebonden effecten zijn bij hoge doses wetenschappelijk aangetoond. De hoeveelheden straling gebruikt bij röntgenonderzoek zijn zo klein dat het moeilijk is om wetenschappelijk aan te tonen dat hierdoor kanker ontstaat. Zolang hierover echter geen zekerheid bestaat, gaan we er veiligheidshalve van uit dat kansgebonden effecten geen drempeldosis hebben en dat elke toename van de dosis in principe de kans op kanker verhoogt. Aangenomen wordt dus dat het risico op het ontstaan van kanker door een röntgenonderzoek niet nul is.

In Nederland ontvangen wij ongeveer 2 mSv per jaar door de achtergrondstraling. In andere delen van de wereld kan dit oplopen tot ruim 10 mSv per jaar. Verblijf op grotere hoogte, bijvoorbeeld tijdens een vliegreis of skivakantie, zorgt ook voor een hogere stralingsdosis dan op zeeniveau. Dit komt door een grotere bijdrage van de straling uit het heelal. 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 rekenkundig neerkomen op jaarlijks 1650 sterfgevallen door kanker als gevolg van natuurlijke achtergrondstraling (het totaal aantal daadwerkelijke sterfgevallen door kanker bedraagt in Nederland ruim 38.500 per jaar). Het aantal sterfgevallen als gevolg van achtergrondstraling is echter niet meer dan een schatting. Dit aantal zou dus ook lager kunnen zijn.

Het is technisch niet moeilijk om te meten hoeveel straling een röntgentoestel heeft uitgezonden gedurende een onderzoek. Het is wel moeilijk om exact vast te stellen hoeveel straling er in uw lichaam is geabsorbeerd en welke effectieve dosis hierbij hoort. De dosis is namelijk afhankelijk van factoren als het type onderzoek, de duur ervan en van het lichaamsgewicht.

Röntgenfoto's en CT-scans

Hoe ontstaat een röntgenfoto?

Bij het maken van een röntgenfoto wordt zoals gezegd gebruik gemaakt van ioniserende straling. Röntgenstralen dringen in wisselende mate door het menselijk lichaam heen. Zoals het zonlicht wel door het vensterglas kan dringen, maar niet door het kozijn van het raam. Hierdoor kan een schaduw met de vorm van het raam ontstaan als de zon schijnt. Op gelijke wijze toont een röntgenfoto een schaduwbeeld van het onderzochte lichaamsdeel. De röntgenstralen gaan vrijwel ongestoord door de lucht in de longen, wat moeilijker door bijvoorbeeld spieren en lever, en het moeilijkst door het bot, waar dus de meeste uitdoving (absorptie) optreedt.



Hoe ontstaat een CT-scan?

CT staat voor computertomografie, ofwel het afbeelden van doorsneden met behulp van een computer. Een CT-scan is niets anders dan een groot aantal röntgenfoto's waarbij de richting waarin de foto wordt gemaakt varieert. Anders dan bij een röntgenfoto waarbij een beeld geprojecteerd wordt en organen en structuren elkaar overlappen, wordt bij een CT scan een beeld gemaakt van een dwarsdoorsnede van het lichaam. Voor het samenstellen van dit beeld zijn computerberekeningen nodig.

Nuttige effecten van een röntgenfoto of CT-scan

In Nederland vinden we röntgenonderzoek vanzelfsprekend. Na een ongeluk willen we zeker weten of er een botbreuk is. Bij een longontsteking kan een röntgenfoto de omvang hiervan tonen. Ook is het steeds vaker mogelijk om dankzij röntgenstraling een behandeling uit te voeren, zoals het ontlasten van een abces of het oprekken van vernauwde bloedvaten, ook wel dotterprocedure genoemd. Daarnaast is er ook bevolkingsonderzoek met straling, bijvoorbeeld om borstkanker in een vroeg stadium op te sporen.

Het ALARA-principe: zo weinig mogelijk straling

De medewerkers van radiologie werken volgens het ALARA-principe. Dit is een Engelse afkorting voor:

'As Low As Reasonably Achievable, economic and social factors taken into account'.

In het Nederlands betekent dit: Zo weinig mogelijk straling gebruiken als redelijkerwijze mogelijk is, waarbij rekening wordt gehouden met economische en sociale omstandigheden. Bij radiologie werken we bovendien volgens de aanbevelingen van de *ImageGently* campagne (zie bronvermelding voor meer informatie).

Door allerlei technische verbeteringen kunnen wij met een fractie van de stralingsdosis van vroeger veel betere foto's maken, maar elke verdere beperking, die redelijkerwijs mogelijk is, dient ook nu nog te worden doorgevoerd. Door extra beschermingsmaatregelen (lood in de muren, ramen en deuren) worden mensen buiten de onderzoekskamer beschermd tegen onnodige straling.

ALARA betekent ook:

- Dat alleen goed geschoold personeel met straling mag omgaan.
- Dat medewerkers regelmatig bijscholing krijgen.
- Dat apparatuur regelmatig wordt gecontroleerd.
- Dat in elk ziekenhuis een - wettelijk verplichte - stralingscommissie aanwezig is die verantwoordelijk is voor het toezicht. Deze stralingscommissie adviseert ook in situaties, waarin een zwangere vrouw toch röntgenonderzoek moet krijgen.

Gonadenafscherming: bescherming van zaadballen en eierstokken

Voorheen was het, ook in het Erasmus MC, gebruikelijk om de gonaden (zaadballen en eierstokken) extra te beschermen tegen röntgenstraling. Tegenwoordig is de overtuiging dat gonadenafscherming bij kinderen meer nadelen dan voordelen heeft.

Het voordeel (minder stralingsbelasting voor de gonaden) is door de sterk verbeterde apparatuur zeer gering. Met gonadenafscherming neemt de effectieve dosis bij een bekkenfoto afhankelijk van de leeftijd van het kind met 0,005 tot 0,040 mSv af. Binnen 1 tot 8 dagen heeft hij of zij deze dosis alsnog opgelopen door de natuurlijke achtergrondstraling van ongeveer 0,005 mSv per dag. Ook is in de loop van de tijd de geschatte gevoeligheid van de gonaden voor



röntgenstraling naar beneden bijgesteld.

Het belangrijkste nadeel van gonadenafscherming is dat ondanks een zorgvuldige plaatsing regelmatig ook belangrijke anatomische details worden afgeschermd. Daardoor is de diagnose niet makkelijk te stellen en moet soms de foto worden overgedaan. In het laatste geval leidt gonadenafscherming juist tot een hogere stralingsbelasting. Er vindt daarom in het Erasmus MC geen gonadenafscherming meer plaats bij kinderen.

Mag er iemand mee naar binnen?

De tijdens een onderzoek gebruikte straling wordt voor een deel verstrooid in de onderzoekskamer, en komt ook terecht op radioloog en laboranten als zij aanwezig zijn bij het onderzoek. Daarom dragen zij op dat moment loodschorten.

Bij oude en hulpbehoevende patiënten, maar natuurlijk ook bij kinderen is het prettig als familie of andere begeleiders bij het onderzoek aanwezig zijn. Ze kunnen uitleg geven en de medewerkers behulpzaam zijn, bijvoorbeeld met het helpen vasthouden van de patiënt in de goede houding. Zij moeten dan vanzelfsprekend ook een loodschort dragen. In andere gevallen kan de familie beter buiten wachten in de wachtkamer. De regels kunnen per situatie verschillen.

Zwangerschap

Tijdens de zwangerschap is de jonge vrucht extra gevoelig voor de nadelige effecten van straling, omdat daarbij sprake is van snelgroeiende weefsels. Hoewel de mate van gevoeligheid van deze weefsels afhangt van het stadium van de zwangerschap, zijn de aanbevolen maatregelen voor het uitvoeren van röntgenonderzoek steeds dezelfde.

Als een vrouw zwanger is, wordt in overleg met de vrouw, de aanvragend arts en de radioloog nagegaan of het mogelijk is het röntgenonderzoek te vervangen door een onderzoek waarbij geen ioniserende straling wordt gebruikt (bijvoorbeeld echografie of MRI) of dat het onderzoek kan worden uitgesteld tot na de zwangerschap. Als er toch een röntgenonderzoek moet plaatsvinden, dient bij het onderzoek de nadruk te liggen op beperking van de hoeveelheid straling, zodat de kans op schade aan de vrucht minimaal is.

Een onderzoek bij een zwangere vrouw waarbij de straling niet in de buurt komt van de baarmoeder kan zonder enig gevaar voor de zwangerschap plaatsvinden.

Voorbeelden van dergelijk onderzoek zijn een foto van:

- Longen
- Armen
- Benen
- Neusbijholten

De hoeveelheid verstrooide straling die de jonge vrucht eventueel ontvangt, is zo laag dat het mogelijke risico op nadelige gevolgen verwaarloosbaar klein is vergeleken met de voordelen van het onderzoek.

Als een vrouw in de vruchtbare leeftijd een onderzoek moet ondergaan waarbij de baarmoeder direct in de stralenbundel komt, zoals een onderzoek van de dikke darm of een CT-scan van het bekken, is het van belang eerst na te gaan of sprake kan zijn van zwangerschap. Een eventuele zwangerschap dient de patiënt natuurlijk zelf te melden, maar ook de medewerkers letten daarop.

Als een zwangerschap met onvoldoende zekerheid kan worden uitgesloten, hangt het van de dosis van het onderzoek en het moment van de menstruatiecyclus af of het onderzoek zoals



gebruikelijk kan worden uitgevoerd. Alternatieven zijn dat het onderzoek wordt uitgesteld totdat over de zwangerschap meer duidelijkheid bestaat. Of als uitstel niet verantwoord is, dat de vrouw wordt behandeld alsof zij zwanger is.

Soms is röntgenonderzoek verricht, terwijl pas achteraf blijkt dat er sprake was van een (prille) zwangerschap. Alleen als de baarmoeder tijdens dat onderzoek direct in de stralenbundel heeft gelegen, is het zinvol hierover contact op te nemen met radiologie. Aan de hand van gegevens van de patiënte en het verrichte onderzoek kan dan een dosisschatting worden gemaakt. Deze dosis zal vrijwel altijd zo laag blijken te zijn, dat verdere maatregelen overbodig zijn. Tegenwoordig nemen we aan dat er na blootstelling van het ongebooren kind aan straling wel een toegenomen kans is op het ontstaan van kanker op jonge leeftijd, hoewel ook dit risico in absolute zin zeer gering is.

Samengevat kunnen we stellen dat bij de in de diagnostiek gangbare doses er nooit een zodanig risico aanwezig is dat alleen op grond hiervan er een rationele grond voor een beëindiging van de zwangerschap bestaat.

Leven is levensgevaarlijk

We zijn ons gelukkig lang niet altijd bewust van de gevaren die wij in het dagelijkse leven lopen. Het leven zou dan bijna ondraaglijk zijn. Veel risico's zijn ook zo gering dat je er geen rekening mee houdt.

Kanker kan niet alleen ontstaan door straling, maar ook door andere oorzaken. Bij verschillende vormen van kanker is roken de voornaamste oorzaak. Ook kan er een verband zijn met werkomstandigheden, zoals in het verleden het ontstaan van longvlieskanker (mesotheliom) bij werknemers in de asbestindustrie. Slechts een zeer klein percentage kankergevallen kan (op theoretische gronden, het aandeel in het totaal is te laag om apart meetbaar te zijn) worden toegeschreven aan medisch onderzoek met ioniserende straling. Door datzelfde onderzoek worden veel kankers op tijd ontdekt en kunnen daardoor met succes behandeld worden. Een goed voorbeeld hiervan is het bevolkingsonderzoek naar borstkanker, waarbij om de twee jaar röntgenborstsonderzoek bij vrouwen plaatsvindt.

Aan het niet maken van röntgenfoto's kleef ook een risico. Zo kan een niet ontdekte en dus onbehandelde longontsteking levensbedreigend worden.

Het is belangrijk de risico's van het wel of niet maken van foto's tegen elkaar af te wegen en een röntgenonderzoek alleen te doen als dit gerechtvaardigd is. Dus als het te verwachten voordeel voor de patiënt duidelijk groter is dan het mogelijke nadeel.

Risico's

In onderstaande tabel staan enkele risico's bij elkaar. Bedenk bij het bekijken van de tabel het volgende: de cijfers geven een globale indruk. Men kan niet stellen dat de cijfers in dezelfde mate voor iedereen gelden. Iemand die op zijn negentigste begint met roken heeft natuurlijk vrijwel geen kans meer om kanker te ontwikkelen als gevolg van het roken. Iemand van twintig die begint met roken heeft wel een forse kans aan de gevolgen hiervan te overlijden. Het gaat hier om gemiddelden. Dus alcoholisten overlijden gemiddeld 11 jaar eerder dan mensen die niet bovenmatig drinken. Dat wil niet zeggen dat elke persoon die te veel alcohol drinkt elf jaar korter leeft. Evenmin kunnen we stellen dat iedereen die elk jaar 10 mSv aan straling ontvangt anderhalve maand korter leeft.



Aandoening

alcoholisme
roken
roken door partner
20% overgewicht
10 mSv elk jaar

Gemiddeld verlies in levensverwachting

11 jaar
6,3 jaar
2,7 jaar
3,0 jaar
1,5 maand

Meer informatie

Mocht u naar aanleiding van het lezen van deze folder nog andere vragen hebben, aarzelt u dan niet om contact op te nemen. Meer informatie en uitleg kunt u krijgen bij de radiologisch laborant, radioloog of klinisch fysicus.

Bronvermelding

Bij het schrijven van deze informatiefolder is gebruik gemaakt van verschillende bronnen.

Onder andere:

- De folder *Een Röntgenfoto: Is dat gevaarlijk?* van de Nederlandse Vereniging voor Radiologie (NVvR 's-Hertogenbosch, 2001), ter beschikking gesteld op internet (www.radiologen.nl).
- De informatie op www.erasmusmc.nl van de stralingsbeschermingseenheid (SBE) van het Erasmus MC.
- De informatie op www.imagegently.org / *Image Gently* is de voorlichtings- en bewustmakingscampagne gemaakt door de Alliantie voor Stralingsbescherming in de Pediatrische Beeldvorming. Op deze website zijn ook Nederlandstalige brochures beschikbaar.



