

Algemeen medische informatie

De geschiedenis van de tandheelkundige röntgendiagnostiek

Twee weken nadat Wilhelm Röntgen in december 1895 zijn 'X-stralen' had ontdekt, maakte prof. Otto Walkhoff, een Duitse tandarts, al de eerste intra-orale röntgenopname. Hij wikkelde een fotografische glasplaat in een stuk zwart papier, bedekte dit met rubber en stopte het geheel in zijn mond. Vervolgens stelde hij zijn kaken 25 minuten (!) bloot aan de zozuist ontdekte stralen. Op deze manier kreeg hij afbeeldingen waarop de ruwe omtrekken te zien waren van premolaren en molaren. (Zie afbeelding 1a op bl. 472 in artikel van Velders, elders in deze aflevering.) De eerste röntgenopnamen van het gebit waren voor diagnostische doeleinden nog niet bruikbaar, maar het duurde niet lang voordat daar verandering in kwam; de kwaliteit van de tandheelkundige röntgendiagnostiek ging snel vooruit. Op een Amerikaanse röntgenfoto uit 1896 van de onderzijde van de schedel zijn al heel duidelijk het gebit, de pulpa en bijvoorbeeld de tandwortels zichtbaar. In die jaren werden tandheelkundige röntgenopnamen voornamelijk gebruikt voor heel speciale doeleinden, zoals de diagnose van geïmpacteerde kiezen, kaakontstekingen en necrotisch bot, het opsporen van afgebroken instrumenten, enzovoort.

Nut

Het besef dat röntgenstraling van belang was, lijkt tot de Nederlandse tandheelkundige wereld erg traag te zijn doorgedrongen. Zo vindt de 'Redactie-Commissie' van het *Tijdschrift voor Tandheelkunde* in een terugblik op het jaar 1897 een nieuw soort boor belangrijker: 'Misschien zal menigeen de betekenis voor ons beroep van de Kathaphoresis, of van de Galvanoplastiek van Hamer, of zelfs van de X-stralen, hooger schatten; en ik wil gaarne toestemmen, dat al deze en nog vele andere bevindingen in de toekomst van hoge waarde kunnen zijn; maar - zij zijn nog in wording, hun nut zal nog moeten blijken; de links snijdende boren daarentegen zijn af, geheel af' (*Tijdschr Tandheelkd* 1898; 5: 17-20).

Slechte weergaven

De trage acceptatie van de röntgendiagnostiek hier te lande had ook te maken met de slechte kwaliteit van de eerste afbeeldingen van röntgenopnamen. Zo moet men wel erg veel fantasie hebben om het 'radiogram' in het *Tijdschrift voor Tandheelkunde* van 1898 te kunnen interpreteren (*Tijdschr Tandheelkd* 1898; 5: 273-4).

Jaren later, in 1911, waren de weergaven van röntgenopnamen in tijdschriften nog steeds niet duidelijk genoeg. Zo stelde een spreker tijdens een voordracht voor de 'Vereniging van Nederlandse Tandartsen': 'De meeste fotografieën en platen in onze tijdschriften geven een zeer slecht beeld van het werkelijk verkregen negatief. Waarschijnlijk is dit de oorzaak, dat betrekkelijk nog zoo weinigen het voordeel van de Röntgen-diagnose inzien' (*Tijdschr Tandheelkd* 1911; 18: 395-406).

In diezelfde lezing werd ook voor het eerst melding gemaakt van de schade die röntgenstraling bij patiënten kan aanrichten: 'Voorvallen van minder prettigen aard veroorzaakten echter, dat ze (de röntgenstralen MvP) niet zoo snel

algemeen gebruikt werden, dan men oorspronkelijk aangenomen had. Met de primitieve machines moest men zeer lang belichten: b.v. om nierstenen te zoeken had men wel eens 3 uur nodig en dan kwam het voor, dat de patiënten ernstig verwond werden.' X-stralen waren dus gevaarlijk en men werd er bang voor.

Risico's

Als men nu terugkijkt, is het niet zo vreemd dat er rond de eeuwwisseling zoveel ongelukken met röntgenstraling gebeurden. In de eerste jaren was die straling nog erg wisselend van intensiteit. Verder werd de röntgenbuis nog niet afgeschermd. Hoewel er al snel diafragma's kwamen waarmee kon worden voorkomen dat ook allerlei strooistraling de röntgenfilm bereikte, liet men nog lange tijd de röntgenbuis zelf onbedekt, zodat er toch secundaire straling vanuit de omgeving (de wanden en het plafond) op de gevoelige plaat kon vallen. Rond 1910 begon men voor het eerst loden omhulsels, loodschorten en loden schermen toe te passen.

In 1919 ziet J.P. Backer in het *Tijdschrift voor Tandheelkunde* (1919; 26: 415-9) echter nog steeds reden om te waarschuwen voor de risico's die een tandarts loopt bij röntgenopnamen (het is gebruikelijk dat die de film zelf vasthoudt in de mond van een patiënt). Ter afschrikking geeft Backer een overzicht van de biologische effecten die röntgenstraling kan veroorzaken. Dat begint meteen al met het gruwelverhaal over een patiënte die na een therapeutische bestraling van de genitalia overleed. Het bleek dat haar darmen, die per ongeluk meebestraald waren, 'zoodanig veranderd waren, dat de dood moest intreden'. Verder beschrijft Backer de gevolgen van overmatige röntgenstraling op de korte en lange termijn, zoals erytheem, blaarvorming of zelfs necrose en uiteindelijk na verloop van enkele jaren 'atypische epitheelwoekeringen, zoodanig, dat microscopisch niet anders dan carcinoom kan worden gediagnosticeerd'.

Juridische strijd

In de jaren daarna zijn er nogal wat processen gevoerd die betrekking hadden op late schade door het (therapeutisch) gebruik van röntgenstraling. In Nederland was er de zaak van een twintigjarig fabrieksmisje dat zich bij haar ziekenfonds had gemeld met de vraag of er iets te doen was aan haar overvloedige gezichtsbehang. Zij was daarop verwezen naar een röntgenoloog, die haar twaalf à vijftien keer bestraalde. Als gevolg daarvan traden veranderingen op aan haar gezichtshuid, gebit en kaken, 'leidende tot extractie van haar gebit en tot uitstoting van haar onderkaak, waardoor haar gelaat ernstig is misvormd en haar blijvend nadeel is toegebracht'. In mei 1939 werd de betreffende röntgenoloog gedagvaard en dit leidde tot een langdurige juridische strijd, die uiteindelijk pas in 1950 werd afgerond. De rechtbank bevond de gedaagde schuldig, omdat 'röntgenbehandeling bij overtollige beharing wegens de daaraan verbonden gevaren achterwege behoort te blijven en dat deze mening reeds in 1930 met klem gepropageerd werd'.

Dergelijke processen deden ook het imago van de diagnos-

tische radiologie weinig goed. Tot in de jaren vijftig werd er bovendien nog flink misbruik gemaakt van röntgenstraling. Zo stonden er toen in de betere schoenenwinkels nog steeds röntgenfluoroscopen, waarmee de verkoper en de klant op een fluorescerend scherm konden zien of de schoen voldoende ruimte bood voor de tenen. Deze apparaten werden vooral bij kinderen gebruikt en die werden zo blootgesteld aan een substantiële dosis bestraling van de voeten en een strooistraling van de geslachtsdelen. Pas aan het einde van de jaren vijftig begon men in te zien dat röntgenstraling een risico op beschadiging van de groeiende botten betekende en dat dit mogelijk ook bloedkanker zou kunnen veroorzaken. Daarna werden deze apparaten eindelijk uitgebannen. Dit slechte imago van röntgenstraling heeft gemaakt dat de röntgendiagnostiek in de jaren vijftig en zestig in de tandheelkunde alleen in bijzondere gevallen werd toegepast.

Tegenwoordig is de effectieve dosis straling bij intra-orale röntgenopnamen bijzonder laag, als er tenminste gebruik wordt gemaakt van adequate opnametechnieken en zo gevoelige mogelijke film.

Nieuwe inzichten rond het ontstaan van kanker

Kort geleden heeft men een aantal ontdekkingen gedaan die hebben geleid tot een beter inzicht in de schadelijke werking van röntgenstraling en de manier waarop lichaamscellen zich daartegen kunnen verweren. Röntgenstraling heeft een ioniserend effect op de weefsels, waardoor het genetische materiaal (DNA!) wordt aangetast. De lichaamscellen bezitten echter een heel scala aan DNA-reparatiemechanismen die het mogelijk maken de nadelige gevolgen daarvan teniet te doen. Zolang dit reparatiesysteem intact is, wordt alle schade (of bij overmatige blootstelling: bijna alle schade) hersteld.

DNA-beschadiging is overigens iets van alle dag. Elke seconde raken er in iedere cel van ons lichaam DNA-ketens beschadigd: er ontstaan breuken, DNA-basen vallen weg of er verdwijnen hele stukken DNA. Dat is een continu gebeuren tijdens doodnormale celprocessen en bij gewone celdelingen. Het is de taak van reparatie-enzymen om het DNA voortdurend af te speuren op fouten, beschadigde stukken eruit te snijden en de gaten weer op te vullen, want als dergelijke beschadigingen niet worden gerepareerd, gaan fouten in het DNA - mutaties - zich opstapelen en kunnen de cellen niet meer naar behoren functioneren. De kans dat er zich kanker-gezwellen ontwikkelen, is dan zeer groot.

Grote en kleine fouten

Het Nucleotide-Excisie-Reparatie-systeem (NER-systeem) vormt een fraai voorbeeld van wat er allemaal nodig is bij de reparatie van grote defecten in het DNA. Dit NER-systeem kent allereerst een aantal herkenningsenzymen die het defect opsporen. Vervolgens halen ontwindingsenzymen de gepaarde DNA-strengen uit elkaar. Dan zijn er twee knip-enzymen nodig, voor iedere kant van de beschadiging één. Tijdens dit proces moet de onbeschadigde streng van het DNA zorgvuldig intact gehouden worden, want die moet straks als matrijs dienen om het gat weer op te vullen. Als het beschadigde stuk door ontwindingsenzymen is losgemaakt, moet het stukje ontbrekende DNA weer ingevuld worden. Dat laatste gaat vermoedelijk met behulp van dezelfde enzymen die ook een rol spelen bij de normale DNA-synthese. Een groot deel daarvan is nu bekend. Naast het Nucleotide-Excisie-Reparatie-systeem bestaat nog een hele reeks andere mechanismen om DNA-beschadigingen te herkennen en te repareren. Het in-

teressante van het NER-systeem (voor het herstel van grote defecten) is dat het een heel breed spectrum aan beschadigingen kan herkennen en repareren. De meeste andere systemen zijn veel beperkter.

Zo is er het 'mismatch-repair-systeem' dat defect is bij een erfelijke vorm van darmkanker (hereditary non-polyposis colon cancer of HNPCC). Dit systeem zoekt alleen kleine foutjes in de basenparing van het DNA. Toch is het van essentieel belang, want zulke foutjes komen bij celdelingen regelmatig voor. Er zijn intussen al vier genen voor mismatch-repair opgespoord die samen 90% van de gevallen van deze erfelijke vorm van darmkanker kunnen verklaren.

Extra gevoelig

Dit voorjaar is het gen geïdentificeerd dat ataxia teleangiectasia (AT) veroorzaakt (*Science* 1995; 268: 1749-53). Deze zeldzame ziekte gaat gepaard met een merkwaardige combinatie van symptomen, zoals evenwichtsstoornissen door afwijkingen in de kleine hersenen (ataxie), typische vaatverwijdingen (teleangiectasieën), een gestoorde afweer en daarnaast een grote gevoeligheid voor bloed- en huidkanker. Patiënten met deze ziekte kunnen absoluut niet tegen straling; radiotherapie veroorzaakt bij hen grote wonden. Ze vertonen een sterk verminderd vermogen om DNA-schade na bestraling te repareren. Ataxia teleangiectasia is een recessief erfelijke aandoening. Dat betekent dat iemand twee kopieën van het ataxia-gen moet erven om de ziekte te krijgen, van iedere ouder één. Amerikaanse epidemiologen hebben echter berekend dat zelfs vrouwen met één enkele defecte kopie van het ataxia teleangiectasia-gen (AT-gen), die dus helemaal niet ziek zijn, zeker vijf keer zoveel risico op borstkanker lopen als anderen. Zij denken dat vrouwen met één zo'n defect AT-gen (naar schatting 1 tot 3% van de bevolking!) zodanig extra gevoelig zijn voor straling dat het nut van de vroege ontdekking van borstkanker met behulp van een mammogram wel eens overtroffen zou kunnen worden door het risico dat deze bestraling voor hen oplevert! Echt aannemelijk lijkt dit niet, daarvoor is de dosis straling van het mammogram te klein. Datzelfde geldt voor de tandheelkundige radiodiagnostiek. Anders ligt dit echter voor het therapeutisch gebruik van röntgenbestraling bij bijvoorbeeld kanker. In dat geval zou de overmatige gevoeligheid voor röntgenstraling van deze mensen met één defect AT-gen wel degelijk een rol kunnen spelen.

J.B. Meijer van Putten, wetenschapsjournalist

Literatuur

- Aken J van. De diagnostiek. Ned Tijdschr Tandheelkd 1993; 100: 102-6.
- Eisenberg RL. Radiology. An illustrated history. St. Louis: Mosby-Year Book Inc, 1992.
- Fokkema RE. Schade door röntgen- en radiumstraling. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen, 1993. Academisch proefschrift.