

Symposium Stralingshygiëne in de Radiologie
NVvR - NVRB - NVS
Enschede, 8 en 9 september 1978

Plannen tot evaluatie van patiëntexposie in Nederland

H.W. Julius
Radiologische Dienst TNO
Arnhem

1. Inleiding

De door de bevolking ontvangen dosis ioniserende straling bedraagt gemiddeld per jaar 160 à 170 mrem per individu. \pm 100 mrem daarvan wordt veroorzaakt door natuurlijke bronnen, \pm 5 mrem door kunstmatige (niet medische) bronnen, terwijl de rest \pm 60 mrem - het gevolg is van medisch handelen.

Hoewel men slechts schattenderwijs een indruk kan krijgen van de relatie tussen de (nadelige) effecten van ioniserende straling en de dosis op het niveau als gebruikelijk bij de meeste onderzoeken in de röntgendiagnostiek en - mede daardoor - een kwantitatieve risico/baten analyse moeilijk is op te stellen, wordt op grond van schattingen van de stralingsschade toch gemeend dat moet worden gestreefd naar beperking (en zo mogelijk verlaging) van de patiëntdosis. Er wordt in het algemeen niet aan getwijfeld dat een belangrijke reductie van de medische dosis kan worden gerealiseerd. Deze vaststelling lijkt de gerechtvaardigde conclusie uit een reeks verkennende onderzoeken. 1, 2, 3, 4, 5, 6). De daarin neergelegde ervaringen bevestigen in grote lijnen de reeds bestaande vóóronderstelling dat verbeteringen in de instrumentatie (röntgentoestellen met toebehoren, films en filmontwikkelmethoden e.d.), zorgvuldiger toepassing van de beschikbare technische voorzieningen en optimalisering van procedures, in veel gevallen de stralingsdoses per onderzoek kan doen dalen zonder dat daarmee verlies aan informatie gepaard gaat.

Over de wijze waarop een verlaging van de "gebruikte" stralingsdosis per onderzoek zou kunnen worden bewerkstelligd, zijn verschillende gedachten ontwikkeld. Eén ervan is: het meten en re-

gistreren van alle per patiënt tijdens radiodiagnostisch onderzoek ontvangen stralingsdoses, een maatregel waarvan wel een preventieve werking wordt verwacht. Hoewel een dergelijk programma, indien gecombineerd met een registratie van ziekte- en/of doodsoorzaken, een kans zou bieden de inzichten in dosis-effect relaties te vergroten, lijkt die aanpak noch technisch, noch financieel realiseerbaar, en zou bovendien het beoogde doel wellicht missen (al is daárover discussie mogelijk).

Een aanpak van bescheidener omvang (naar technische en financiële middelen) die op korter termijn vruchten kan afwerpen, is daarom zeker te prefereren. In deze voordracht wordt een plan beschreven tot het evalueren van patiëntenexposities, zoals dat is uitgewerkt in samenspraak met de Nederlandse Vereniging voor Radiodiagnostiek (in de "Commissie Toetsing Stralengebruik Radiodiagnostiek" -CTSR-) en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. Dit plan voorziet in een nationaal dienstverlenend programma dat tot doel heeft: door het geven van adviezen aan röntgendiagnostiek-afdelingen - steunend op de resultaten van ter plaatse uitgevoerde metingen aan apparatuur en aan patiënten - een bijdrage te leveren aan de pogingen de gemiddelde medische stralenbelasting van de bevolking (somatisch zowel als genetisch) te verminderen - of minstens de stijging af te remmen.

Alvorens wordt uiteengezet welke gegevens in dit kader nodig worden geacht en op welke wijze deze kunnen dienen tot beïnvloeding van de stralenbelasting van de patiënt, twee opmerkingen vooraf:

- Dat een zorgvuldige afweging van de wenselijkheid (bepaalde onderzoeken van) de röntgendiagnostiek als medisch "tool" toe te passen, kan leiden tot beperking van het aantal verrichtingen en dús tot de collectieve dosis, is een vaststelling die niet zo zeer op grond van haar vermeende trivialiteit buiten het kader van deze voordracht valt, als wel thuishoort in de collegiale samenspraak tussen aanvrager van het onderzoek en de röntgenoloog. Techniek en metrologie houde zich hierbuiten!
- Advisering in de zin als hierboven bedoeld kan slechts dan tot succes leiden indien wordt gewerkt in een sfeer van collegiaal samenspel, uitwisseling van gegevens, vertrouwelijkheid en dienstbaarheid.

2. Het meetprogramma

Het meetprogramma zal zich in eerste instantie dienen te richten op het vaststellen en evalueren van de instrumentele en procedurele parameters die de dosis van de patiënt beïnvloeden en die zich tot variatie lenen. 7). Een dergelijke evaluatie zal voor alle gebruikelijke typen röntgenonderzoeken moeten worden uitgevoerd. De gegevens die uit deze evaluatie worden verkregen, zullen vermoedelijk leiden tot

- een zekere "norm" (ondergrens) voor de patiëntdosis, zijnde die dosis die de patiënt ontvangt onder optimale technische condities en bij een juiste procedure, en die onvermijdelijk moet worden geacht voor het verkrijgen van voldoende diagnostische gegevens
- aanwijzingen met betrekking tot de meest relevante, dus gerichte, metingen in een volgende fase, uit te voeren in de Nederlandse ziekenhuizen, waarvan de resultaten met de norm kunnen worden vergeleken.

Bovenstaande leidt tot een uitvoering in twee fasen:

- A. Een oriënteringsfase, waarin per type onderzoek de karakteristieke parameters worden bepaald en ge-optimaliseerd, leidende tot een "norm".
- B. Een routinefase, waarin metingen over het gehele land worden uitgevoerd, leidende (waar en indien nodig) tot adviezen.

Voor zover in dit stadium mogelijk, zullen hieronder deze fasen nader worden belicht. De technische aanpak zal daarin niet tot in details worden aangegeven. Bronnen waaraan de Radiologische Dienst TNO zich zal kunnen spiegelen, zijn de ervaring, opgedaan tijdens de pilotstudies door het IRI te Delft, en de meetprogramma's van het Bureau of Radiological Health (BRH), USA, zoals: NEXT (Nationwide Evaluation of X-ray Trends), BENT (Breast Exposure, Nationwide Trends) en - mogelijk in een later stadium - DENT (Dental Exposure Normalization Technique). Uitwisseling van ervaringen met andere landen waar gelijksoortige projecten worden uitgevoerd (zoals Engeland, Italië, Israel) zal het Nederlandse programma stellig ten goede komen.

2.A De oriënteringsfase

Deze fase zal worden uitgevoerd in nauwe samenwerking met een

- grote - röntgenafdeling (eventueel meer, indien vergelijking met andere technieken en/of opvattingen gewenst is). Een universiteitskliniek lijkt daarvoor een geschikte plaats, aangezien daar relatief veel tijd voor een onderzoek wordt uitgetrokken en gewoonlijk een grote diversiteit in technische middelen wordt aangetroffen. Van de betreffende afdeling zal de nodige aandacht voor de vraagstelling worden verwacht.

2.A.1 Inventarisatie/controle technische voorzieningen

Voor latere evaluatie is het van belang dat zo goed mogelijk inzicht bestaat omtrent de beschikbare technische voorzieningen. Gegevens hieromtrent kunnen worden verkregen uit fabrieksopgaven, inventarisatie, controlemetingen e.d.

Zij omvatten o.m.:

- fabrikaat en type röntgentoestel
- kVp, mAs (min., max., gelijkrichting)
- eigen en toegevoegd buisfilter
- (automatische) belichtingsregeling
- buis/tafel geometrie
- roostergegevens
- vergelijking aanwijzing kVp paneelmeter met werkelijke spanning op de buis, idem voor mA, mAs, belichtingstijd
- bepaling mR/mAs als functie kVp
- reproduceerbaarheid van de exposie
- bepaling HVD
- uitlijning lichtvizier en controle van (automatische) bundelbeperking in vergelijking met werkelijke veldgrootte, in relatie tot filmoppervlak
- controle beeldversterker (positionering, oplossend vermogen, helderheidsstabilisatie, elektronische beeldfixatie)
- veldhomogeniteit
- toepassing zeldzame aarde schermen
- focus-huidafstand (FHA), focus-tafelafstand (FTA), focus-filmafstand (FFA)
- gebruikte films (merk, type, gevoeligheid)
- ontwikkel-machine en gebruikte chemicaliën
- xerox-techniek

2.A.2 Procedures

Deze laten zich niet of moeilijk in maat of getal uitdrukken. Zij kunnen intussen van beslissende invloed zijn op de dosis die de patiënt (ter plaatse van de primaire bundel of daarbuiten) ontvangt. In dit kader zijn van belang:

- doorlichtingstijd
- aantal foto's (inclusief de mislukte)
- kwaliteitsbeoordeling foto's (zwarting, contrast, lichtkast)
- aanpassing kVp aan dikte van de patiënt
- adaptatie röntgenoloog/onderzoeker
- afdekking gonaden
- instelling veldgrootte

2.A.3 Dosismetingen

Tijdens de oriënteringsfase moet een zo volledig mogelijk beeld worden verkregen van de door de patiënt ontvangen dosis:

- intreedosis in het centrum van de bundel
- uittreedosis in het centrum van de bundel
- gonadendosis
- dosisverdeling in het lichaam, vooral op de bundelgrenzen
- dosis in het centrum van film/BV

Een aantal van deze metingen kan aan de patiënt zelf worden uitgevoerd, voor andere leent zich slechts een fantoom.

2.A.4 Meetmethoden

Voor het meten van exposies en/of doses dient zich een aantal methoden aan. Het meest voor de hand liggend is, gebruik te maken van

- ionisatiekamers (w.o. R.cm² meters)
- thermoluminescentie-dosimeters (TLD's)

Voor wat betreft de laatste komt de toepassing van LiF-TLD 100 het eerst in aanmerking, aangezien daarmee de meeste ervaring is opgedaan (TNO, IRI). Het materiaal is gevoelig genoeg (detectiedrempel 0.5 - 2 mR) en de RD-TNO beschikt over automatische TLD-readers met grote verwerkingscapaciteit. Het detectormateriaal Li₂B₄O₇ is intussen, vanwege de gunstiger energie-afhankelijkheid, op den duur wellicht te prefereren. 8).

2.A.5 Analyse van de gegevens

Nadere uitwerking van de wijze waarop de gegevens (uit dosis-metingen en de technische en procedure-inventarisaties) kunnen worden geanalyseerd, kan in dit stadium van het project nog niet worden gegeven. Hoewel een statistische bewerking in de onderzoekfase waarschijnlijk slechts beperkte betekenis zal hebben, lijkt computerregistratie onontkoombaar (een aanbod van het BRH om de gegevens met behulp van het NEXT-systeem in de Verenigde Staten te verwerken, moet zeker overwogen worden). Alle aandacht zal moeten worden gericht op het vinden van de cruciale parameters die de patiëntdosis bepalend beïnvloeden. Berekeningen van (orgaan-) doses en dosisverdelingen zullen stellig van groot nut zijn. 9).

2.B. Routinefase

De inrichting van de routinematige toetsing van de "dosis-efficiency" in de Nederlandse röntgenafdelingen zal mede worden bepaald door de inzichten die voor elk röntgenonderzoek in de experimentele fase zal zijn verkregen. De algemene benadering ligt intussen voor de hand: Het met een minimum aan belasting voor de ziekenhuizen en voor de laagst mogelijke kosten verwerven van optimale informatie. 10).

De metingen zullen bij voorkeur zodanig worden ingericht, dat de resultaten, naast dosimetrische gegevens, ook enig inzicht verschaffen omtrent de gebruikte techniek en procedure, op grond waarvan adviezen ter verlaging van de patiëntdosis kunnen worden gegeven.

2.B.1 Stralingsmetingen

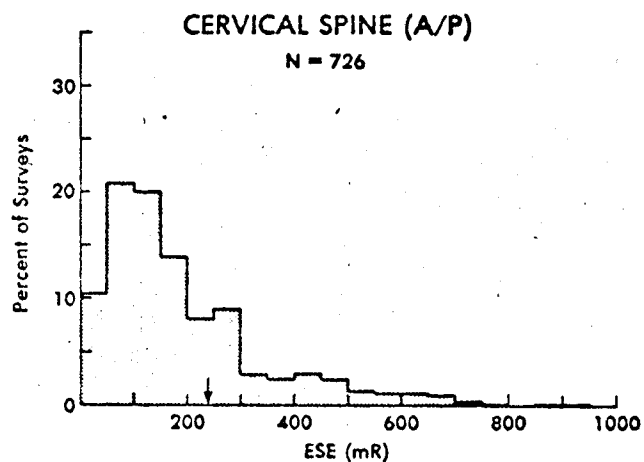
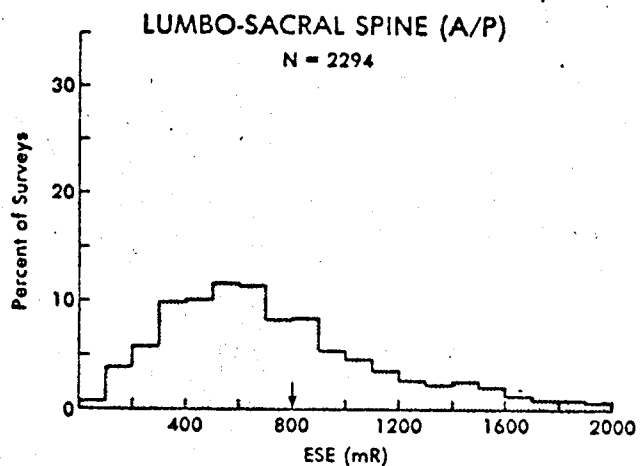
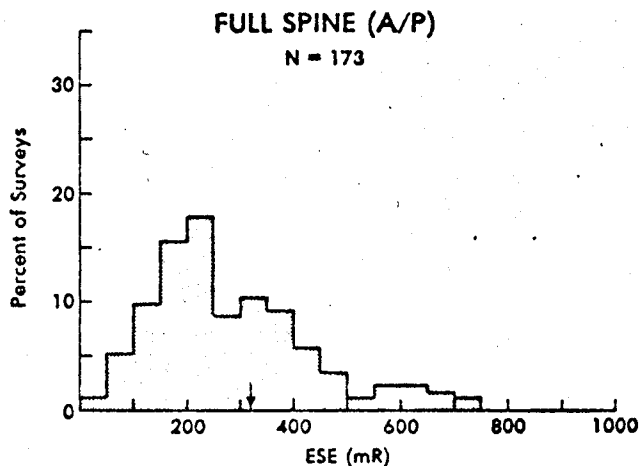
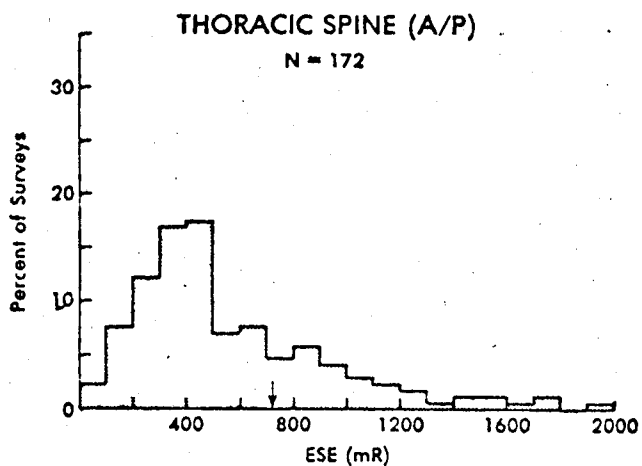
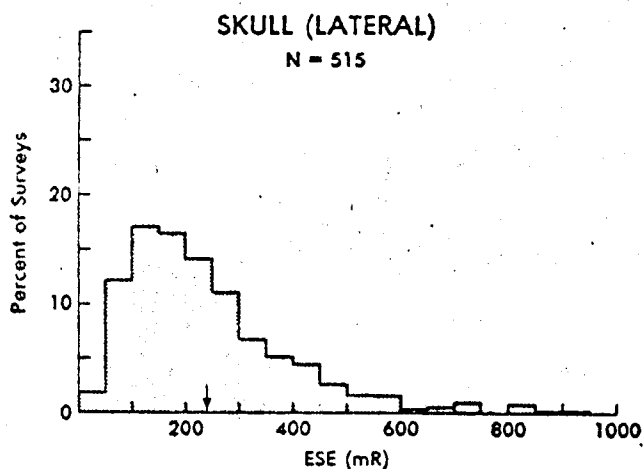
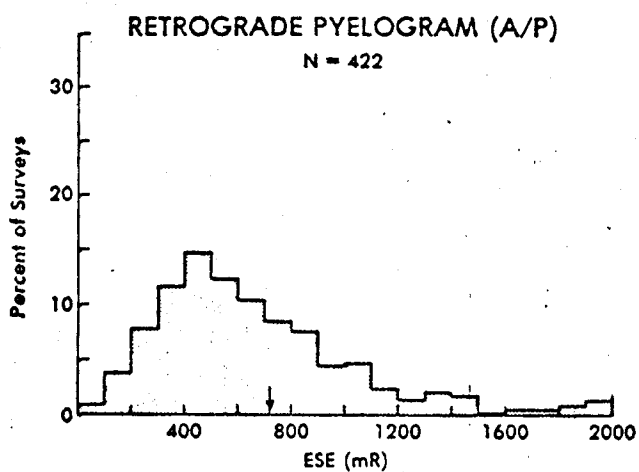
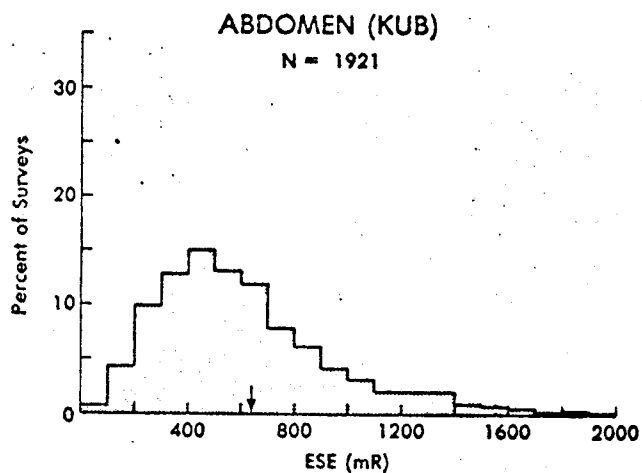
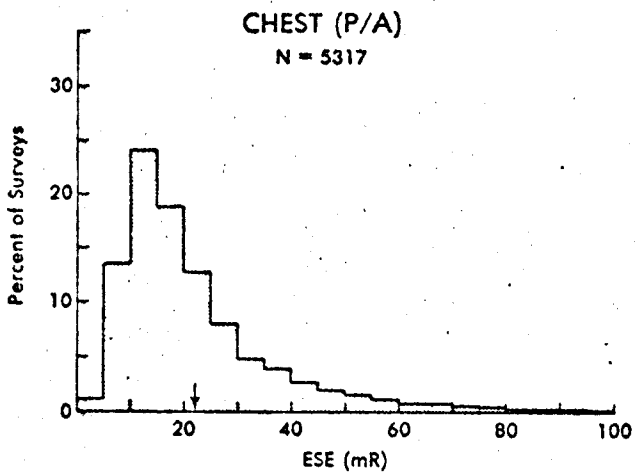
- intree- en uittreedoses en inwendige dosisverdeling aan (in) een eenvoudig standaardfantoom
- intree- en uittreedoses in het centrum van de bundel aan patiënten met behulp van de TNO-extremiteitendosimeter
- HVD bepaling met behulp van de door het IRI gebruikte opstelling van Puite, de TNO TLD-badge of de BRH/NEXT opstelling
- bepaling veldgrootte en/of $R.cm^2$ door middel van films, TLD's of vlakke ionisatiekamers

2.B.2 Enquêtering

Twee voorbeelden van enquêteformulieren zijn voorhanden, nl. dat, gebruikt door het IRI bij het IVP-onderzoek en het ten behoeve van het NEXT-programma door het BRH, Washington, ontworpen formulier. Afhankelijk van de opzet van het routineprogramma kan van deze voorbeelden gebruik worden gemaakt.

3. Slotopmerkingen

- 3.1. Bovenstaand programma (dat op grond van praktijkervaring zal moeten worden aangepast) is mede in overleg met de CTSR tot stand gekomen. Deze commissie zal de werkzaamheden blijven begeleiden, o.m. door zich te buigen over de interpretatie van de meetresultaten en door haar, daarop gebaseerde, aandeel in de advisering.
- 3.2. Vooralsnog is de financiering van de hier beschreven dienstverlenende activiteiten nog niet rond. Wel heeft het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne toegezegd de werkzaamheden door een subsidie te helpen starten. In de routinefase zullen de kosten aan de ziekenhuizen moeten worden doorberekend, waarvoor naar schatting een bedrag van f 1.000,00 à f 2.000,00 per röntgenafdeling per jaar toereikend is.



De pijl geeft de gemiddelde exposiewaarde aan. N = het aantal uitgevoerde onderzoeken.
 Uit: NEXT Medical X-Ray Data, DHEW Publ. 78-8056.

Literatuur

- 1) Koen, J.A. en C.J. Huijskens. Gonadendoses bij mannen ten gevolge van röntgendiagnostiek, IRI-rapport 190-75-05
- 2) van 't Riet, A. Ovariumdosis ten gevolge van een drietal diagnostische verrichtingen, IRI-rapport 190-76-01
- 3) van 't Riet, A. Patiëntdosis ten gevolge van een röntgenopname, IRI-rapport 190-77-01
- 4) Patient Exposure from Diagnostic X-Rays: An analysis of 1972-1974 NEXT Data, DHEW Publ. 77-8020 (1977)
- 5) NEXT Tabulations of Representative Sample Data (1977)
- 6) NEXT Medical and Dental X-Ray Data, DHEW Publ. 78-8067 (1978)
- 7) Hendee, W.R. and R.P. Rossi. Performance Specifications for Diagnostic X-Ray Equipment, Radiology, 120:409-412, Aug. 1976
- 8) Langmead, W.A. and B.F. Wall. A TLD system based on lithium Borate for the Measurement of Doses to Patients undergoing Medical Irradiation, Phys. Med. Biol. 1976, Vol. 21, No. 1, 39-51
- 9) Organ Doses in Diagnostic Radiology, DHEW Publ. 76-8030
- 10) Suggested optimum Survey Procedures for Diagnostic X-Ray Equipment, DHEW Publ. 76-8014 (1976)