

- FRIES, H. (1970) Lithium in pregnancy. *Lancet I*, 1233.
- GARTNER, L. M. (1967) Hormonelle Beziehungen zwischen Mutter und Kind mit besonderer Berücksichtigung der Frauenmilch. *M Schr. Kinderheilk.* 115, 151.
- HAANAPPEL, T. A. G. (1936) *Onderzoek naar den overgang van eenige geneesmiddelen in de moedermilk*. Proefschrift Leiden.
- HÜTER, J. (1970) *Übergang von Medikamenten in die Muttermilch und Nebenwirkungen beim gestillten Kind*. Stuttgart.
- JUKES, T. H. (1970) DDT in mother's milk. *Nature (Lond.)* 226, 194.
- KÖNIG, F. E. (1954) Thromboseprophylaxe mit Marcoumar im Wochenbett und Zustand des Kindes. *Schweiz. med. Wschr.* 84, 440.
- KWIT, N. T. en R. A. HATCHER (1935) Excretion of drugs in milk. *Amer. J. Dis. Child.* 49, 900.
- LAUMAS, K. R., P. K. MALKANI en BHATNAGAR (1967) Radioactivity in the breast milk of lactating women after oral administration of ³H-norethynodrel. *Amer. J. Obstet. Gynec.* 98, 411.
- LAURITZEN, C. en W. D. LEHMANN (1965) Die Bedeutung der Steroidhormone für Hyperbilirubinämie und Icterus neonatorum. *Geburtsh. u. Frauenheilk.* 25, 962.
- LUTZIGER, H. (1969) Concentration determinations and clinical effectiveness of doxycycline (Vibramycin) in the uterus, adnexa and maternal milk. *Ther. Umsch.* 26, 476.
- MORGANTI, G., G. CECCARELLI en G. CIAFFI (1970) Concentrations comparative di un antibiotico tetraciclinico nel siero e nel latte materno. *Antibiotica* 6, 216.
- NOTTER, M. A. (1954) Hématurie du nouveau-né allaité par une mère ayant un traitement aux dérivés du dicoumarol. *Bull. Féd. Gynéc. franç.* 6, 647.
- PERLMAN, H. H., A. M. DANNENBERG en N. SOKOLOFF (1942) The excretion of nicotine in breastmilk and urine from cigarette smoking. *J. Amer. med. Ass.* 120, 1003.
- QUINBY, G. E. (1965) DDT in human milk. *Nature (Lond.)* 207, 726.
- RASMUSSEN, F. (1971) In: B. B. BRODIE en J. R. GILETTE, *Concepts in biochemical pharmacology*, bl. 390. Springer Verlag, Berlijn.
- ROLLIER, M. R., M. ROLLIER en M. BELLOUCHI (1967) Reaction d'Herxheimer au lait maternel dans une syphilis congénitale précoce. *Bull. Soc. franç. Derm. Syph.* 74, 174.
- SCHWARTZ, K. D., B. POTSCHWADEK en B. SCHOLZ (1968) Die Ausscheidung von J¹³¹ in der Muttermilch bei der postpartum durchgeführten Isotopennephrographie mit J¹³¹-Hippurat. *Radiobiol. Radiother.* 9, 259.
- Side effects of drugs* (1968) Onder redactie van L. MEYLER. Excerpta Medica Foundation, Amsterdam.
- STROBEL, E. en E. LEUXNER (1957) Über die Zulässigkeit der Verabreichung von Butazolidin bei Schwangeren und Wöchnerinnen. *Med. Klin.* 39, 1708.
- Today's drugs* (1964) Metronidazole (Flagyl). *Brit. med. J.* II, 1803.
- TUINSTRAL, L. G. M. TH. (1971) Organochlorine insecticide residues in human milk in the Leiden region. *Neth. Milk Dairy* 25, 24.
- VAGENAKIS, H. G., C. M. ABREAU en L. E. BRAVERMAN (1971) Duration of radioactivity in the milk of a nursing mother following ^{99m}Tc administration. *J. nucl. Med.* 12, 188.

Januari 1972

BRIEVEN AAN DE REDACTIE

Vermindering van de (genetische) stralenbelasting van de Nederlandse bevolking

Het is sinds een vijftiental jaren steeds duidelijker geworden dat de belangrijkste bijdrage tot de kunstmatige stralenbelasting van de bevolking afkomstig is van de medische professie. Alle andere door de mens gemaakte stralingsbronnen zoals kerncentrales en radio-actieve fall out van nucleaire bomexplosies zinken hierbij in het niet. Daar echter deze stralenbelasting wordt opgelopen in het raam van de gezondheidszorg, is tenminste een deel hiervan niet te vermijden. Gezien het grote aandeel, dat de medische toepassing van röntgenstraling heeft in de totale stralenbelasting van de mens, is het duidelijk dat vermindering van stralenbelasting van de bevolking bij uitstek in de sector van de röntgendiagnostiek gezocht moet worden. De doses stralenbelasting aan de gonaden, in millirad¹ (= mrad), worden gewoonlijk uitgedrukt in

¹Een rad komt overeen met een absorptie van 100 erg stralingsenergie per gram weefsel; deze energie werkt in het algemeen genetisch en somatisch nadelig. Hierbij dient aangetekend te worden, dat de uit het röntgenonderzoek verkregen nuttige informatie het nadeel van de ermee gepaard gaande schadelijke somatische en genetische effecten in belang verre kan overtreffen; toch is het zaak dit nadeel tot een minimum te beperken.

een genetische dosis waarin is verwerkt het aantal levendgeborenen dat naar verwachting uit de (bestraalde) gonaden zal voortkomen en dat varieert onder meer naar gelang de leeftijd van de bezitter. Van de genetische dosis ondervindt het nageslacht via een verhoogde mutatiefrequentie een nadelige invloed. Deze genetische dosis wordt in Nederland speculatief geschat op ongeveer 58 mrad (per persoon) per jaar.

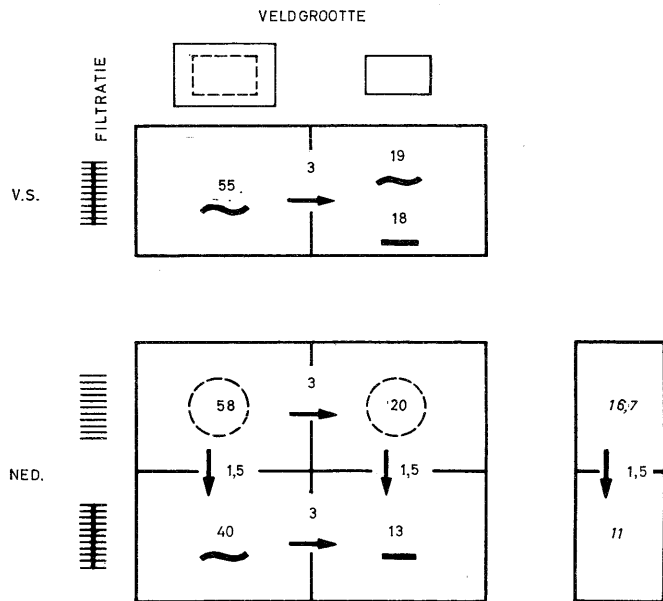
Reductie hiervan zou kunnen worden verkregen door de volgende maatregelen:

1. Betere beperking van het veld (afmetingen der röntgenbundel) tot de nuttige grootte, d.m.v. een diafragma met lichtvizier, zou een reductie met een factor 3 kunnen betekenen, dus tot 33%. Dat beperking van de bundel de patiënt aan minder straling blootstelt, de diagnostische waarde van de röntgenopname verhoogt door de strooistraling die de film bereikt te verminderen en tevens de strooistraling waaraan het personeel blootstaat reduceert, is wel bekend. Echter, de praktijk leert dat aan het belang van veldbeperking vaak te weinig aandacht wordt besteed.

2. Het ondervangen van onnutte fotonen door ade-

quate filtratie² (equivalent aan 3 mm Al) van de röntgenbundel, zou een factor 1,5 kunnen uitmaken. De nieuwe apparatuur onderscheidt zich in deze relatief gunstig; oudere uitvoeringen zijn aan te passen tegen minime kosten. Het verdient aanbeveling er op te letten dat een als toegevoegd filter bedoeld plaatje te juister plaats is bevestigd en niet elders is neergelegd.

3. Loodafscherming van de gonaden kan bij daarvoor in aanmerking komende gevallen vermindering met een factor 6 à 10 betekenen.



Jaarlijkse genetische dosis (per persoon) in mrad ten gevolge van röntgendiagnostiek, beïnvloed door veldbeperking en door toepassing van filtratie. De gegolfd onderstreepte waarden (~) zijn verkregen met doses volgens BROWN (1969), de recht onderstreepte (—) met doses volgens COOLEY en BEENTJES (1964), de omcirkelde waarden (○) zijn „afgeleid”; bij de cursief gedrukte waarden zijn doses volgens BEEKMAN (1962) gebruikt. De getallen bij de pijltjes geven reductiefactoren aan, die wellicht uit maatregelen (1) en (2) (zie tekst) zouden kunnen voortvloeien.

²De International Committee on Radiological Protection beveelt een totale filtratie van 2,5 mm Al aan als minimum voor spanningen van 100 kVp en hoger. De filtratie wordt verhoogd door een „absorberend” medium, bijvoorbeeld door een plaatje aluminium, vlak bij de röntgenbuis in de nuttige bundel aan te brengen. Een filter neemt voornamelijk zachte straling weg die toch de film of het doorlichtscherm niet bereikt en derhalve geen informatie overdraagt. Ook buis en omhulsel hebben zelf reeds een filterende werking onder meer wegens de glaswand waar de röntgenstralen door moeten; deze filtratie wordt inherent genoemd en heeft meestal een equivalente waarde tussen 0,5 en 2 mm Al.

4. Goede keuze van de combinatie versterkingscherm en film betekent een verwachte reductie met een factor 2, dus tot 50%.

De figuur geeft een schematisch overzicht van de genetische dosis in Nederland met en zonder suffisante veldbeperking resp. met voldoende en onvoldoende filtratie. Tevens wordt een vergelijking gemaakt met de genetische dosis in de V.S. voor ideale en voor in 1964 aangetroffen veldgrootten.

Slaagt men erin de genetische dosis bv. via bovengenoemde middelen — bij voorkeur aangevuld met intensievere instructie aan artsen en röntgenlaboranten — te verlagen met bv. 20 mrad (per persoon) per jaar, dan zou dit — op basis van wat op andere gebieden voor dosisreductie wordt uitgegeven — een toekomstige besparing van vele miljoenen guldens per jaar kunnen betekenen. Ook somatische schade kan op bovengenoemde wijze beperkt worden. Ter voorkoming van foetale somatische schade bestaan er verdergaande maatregelen. Wanneer de uterus in de directe röntgenbundel kan komen, zoals bij het colon-onderzoek en het intraveneuze pyelogram, is het aanbevelenswaardig de eerste negen dagen na het begin van de menstruatie te benutten voor het röntgenonderzoek.

Naar het zich laat aanzien heeft het leggen van nadruk op het belang van dosisreductie in de V.S. gunstig gewerkt. Nieuwe gegevens van de U.S. Public Health Service vermelden een in 1970 gemeten waarde van 36 mrad voor de genetische dosis tegenover 55 mrad in 1964, en dit ondanks het feit dat het aantal röntgenonderzoeken per hoofd van de bevolking in 1970 een stijging van 10% te zien geeft ten opzichte van 1964.

De begrijpende lezer, die röntgenapparatuur gebruikt, zal wellicht open staan voor deze uiteenzetting en zijn steentje tot vermindering willen bijdragen.

LITERATUUR

- BEEKMAN, Z. M. (1962) *Genetically significant dose from diagnostic roentgenology*. Proefschrift Leiden.
- BEENTJES, L. B. (1971) *Reductie van enige ongewenste facetten van het radiologisch onderzoek*. Publikatie van de Afdeling Health Physics, Universiteit van Nijmegen.
- BROWN, M. L. (1969) *Population dose from X-rays U.S. 1964*. Publication No. 2001, Public Health Service.
- COOLEY, R. N. en L. B. BEENTJES (1964) Weighted gonadal diagnostic roentgen-ray doses in a teaching hospital with comments on X-ray dosages to the general population of the United States. *Amer. J. Roentgenol.* 92, 404.
- HEDGRAN, A. en B. LINDEL (1971) PQR. — A possible way of thinking. *Acta radiol. (Stockh.) Suppl.* 310, 163.
- ICRP 16 (1970) *Protection of the patient in X-ray diagnosis*.

Nijmegen, 25 juli 1972
Health Physics
Toernooiveld

L. B. BEENTJES