

# Onderzoek

## STRALENBELASTING VOOR DE PATIËNT DOOR INTRA-ORAAL RÖNTGENONDERZOEK

### SAMENVATTING

Een onderzoek werd gedaan om de effectiviteit van het gebruik van een loodschild te vergelijken met dat van een loodschort; beide worden als stralenbescherming toegepast.

Een thermoluminescentie-dosimetrie (TLD)-100-systeem werd geplaatst op een 'Temex Equivalent Human Phantom' op de geslachtsklieren (ovaria en testes) en op de schildklier. De stralingsbelasting werd onder drie omstandigheden gemeten: a. met loodschort; b. zonder loodschort; c. met cervicaal loodschild. Er werd een volledig mondonderzoek uitgevoerd bestaande uit 14 periapicale röntgenfoto's en twee bitewing-röntgenfoto's, waarbij gebruik werd gemaakt van een Siemens Helyodent röntgenapparaat. Het cervicale loodschild bleek veel effectiever dan het loodschort wat betreft de huidexposie in het gebied van de schildklier.

ACRAMSY. Stralingsbelasting voor de patiënt door intra-oraal röntgenonderzoek. Ned Tijdschr Tandheelkd 1988; 95: 217-9.

S. Y. Acram, stralingsdeskundige

Uit het laboratorium voor Medische Fysica van de Universiteit van Amsterdam.

Trefwoorden: Röntgenologie - Dosimetrie

Datum van acceptatie: 17 februari 1988.

Adres: Dr. S. Y. Acram, Neth. Inst. for Radiation Techn., WG-plein 476, 1054 SH Amsterdam.

### 1. INLEIDING

Dit artikel beschrijft een onderzoek dat tot doel heeft de stralingsbelasting voor de patiënt ten gevolge van conventioneel tandheelkundig röntgenonderzoek te bepalen. Deze bepaling werd op een aantal geselecteerde plaatsen van het lichaam uitgevoerd: de schildklier, centraal op de borst en de geslachtsklieren (testes en ovaria). Een tweede doel van het onderzoek is de effectiviteit van het gebruik van een loodschild te vergelijken met dat van een loodschort; beide worden als stralenbescherming toegepast.

In de literatuur is weinig overeenstemming omtrent de hoogte van stralingsdoses te vinden,<sup>1-5</sup> hetgeen is te wijten aan verschillen in röntgenapparatuur, in het systeem van dosisbepaling (dosimetrie) of in de anatomische plaats waar wordt gemeten.

### 2. MATERIAAL EN METHODE

#### 2.1. Het fantoom

Om de patiënt te vervangen werd een Temex-fantoom gebruikt. Dit fantoom, dat wat weefsel betreft equivalent is aan de mens bestaat uit rubber dat de weke delen nabootst.<sup>6</sup> Dit materiaal is in de vorm van een vrouw rond een natuurlijk menselijk skelet gegoten. De luchtruimten die in het menselijk lichaam voorkomen zijn op de juiste plaatsen in het fantoom aangebracht.

#### 2.2. Thermoluminescentie-dosimetrie (TLD)

Om de huidexposie die het fantoom ontving te

meten, werd gebruik gemaakt van een thermoluminescentie-dosimetrie (TLD)-100-systeem. De gebruikte detectoren waren lithiumfluoridechips ( $3,2 \times 3,2 \times 0,9 \text{ mm}^3$ ), behorend bij het TLD-100-systeem. Deze detectoren werden gekozen omdat zij een minimale achteruitgang in werking laten zien en vrijwel onafhankelijk zijn van het dosistempo. Tevens zijn zij vrijwel onafhankelijk van de kwaliteit van de straling die in de tandheelkunde wordt toegepast, hebben een groot dosisbereik (van enkele mR tot  $10^5 \text{ R}$ ) en zijn, wat absorptie betreft, vrijwel equivalent aan de weke delen.

Het TLD-systeem werkt in het kort als volgt. Ioniserende straling werkt in op de detectoren, waardoor de elektronen in het materiaal naar een hoger energieniveau overgaan; zij worden op het hogere elektronenniveau in het kristalrooster van het materiaal vastgelegd. Wanneer energie in de vorm van hitte wordt toegevoerd keren de gevangen elektronen weer terug naar hun grondtoestand; hierbij komt licht vrij. De hoeveelheid licht die vrijkomt is evenredig met de energie die uit de röntgenbundel is opgenomen en kan met de juiste apparatuur worden gemeten.

#### 2.3. Calibratie van de TLD-100-detectoren

De detectoren werden gecalibreerd bij het Secondary Standards Dosimetry Laboratory (SSDL) van de Universiteit van Tel-Aviv (Israël). De stralingsdosis werd gemeten met een ionisatiekamer, die bij het National Physics Laboratory (NPL) in Engeland was geijkt; de nauwkeurigheid bedroeg 1%. Na exposie met straling werden de detectoren in een Harshaw-analysator (Model 2000) geplaatst, waarin zij onder gecontroleerde omstandigheden in 30 seconden tot  $280^\circ \text{ C}$  werden verhit. Het licht dat gedurende deze periode werd afgegeven werd door middel van een fotomultiplierbuis geme-

ten; de stroom werd geïntegreerd en in nanocoulombs (nC) uitgedrukt. Deze waarde werd in röntgens omgezet door een omrekeningsfactor toe te passen:  $F = \text{dosis/uitlezings}$  in nC.

De detectoren werden aan de volgende doses blootgesteld: 50, 100 en 500 mR. De achtergrondstraling werd voor en na het experiment gemeten om een maximale nauwkeurigheid te bereiken en om de betrouwbaarheid van de apparatuur te bepalen. De resultaten, na aftrek van de achtergrondstraling, staan vermeld in tabel I.

Tabel I. Resultaten van de calibratie.

Dosis	Gemiddelde uitlezings	Standaarddeviatie	Omrekeningsfactor F
50 mR	134,5	20%	0,371
100 mR	244	20%	0,409
500 mR	1181	20%	0,423

Ook de gevoeligheidsfactor werd beoordeeld. De röntgenbundel (bij een buisspanning van 50 kVp en een buisstroom van 7 mA) werd vergeleken met een  $\text{C}^{60}$ -bron. Er werd een verhouding van 1,43 gevonden. Dit komt overeen met de waarde, die de TLD-100 geeft voor 50 keV.

Voordat de detectoren werden gebruikt, werden zij gedurende een uur op  $400^\circ \text{ C}$  voor verwarmd en daarna gedurende 24 uur bij kamertemperatuur bewaard. Vervolgens werden zij in methanol gespoeld en in een warme container opgeslagen. Hierdoor werden de chips ontdaan van alle energie, die zij zouden kunnen bevatten.

#### 2.4. Metingen bij het fantoom

Alle röntgenopnamen werden door een tandarts gemaakt. Er werd belicht alsof een volledige intra-orale röntgenstatus werd vervaardigd, bestaande uit 14 periapicale röntgenfoto's en twee bitwing-röntgenfoto's. Het röntgenapparaat was een Siemens Heliodont (50 kVp, 7 mA), waarvan de filtering 1,5 mmAl equivalent bedroeg. De belichtingstijden varieerden van 0,8 tot 1,2 seconde.

Er werden detectoren op de plaats van de schildklier geplaatst. In enkele gevallen werden extra detectoren op de hals in de nabijheid van de schildklier geplaatst op een afstand van ongeveer 2 cm. De metingen werden uitgevoerd met een loodschort, zonder loodschort en met een cervicaal loodschild. Op de vier in de inleiding genoemde plaatsen werden steeds twee in polyethyleen verpakte detectoren naast elkaar op het fantoom aangebracht.

De serie belichtingen werd aan de rechter zijde begonnen. De belichting werd 20× hoger gekozen dan normaal bij een patiënt wordt toegepast; het doel hiervan was een hogere nauwkeurigheid te verkrijgen. Het loodschort werd op het fantoom aangebracht. Nadat de helft van de belichtingen was uitgevoerd werden de detectoren, die rond de schildklier waren aangebracht, vervangen. Het loodschort werd vervolgens verwijderd en de serie belichtingen werd voltooid.

### 3. RESULTATEN

De gemiddelde waarden in nC die op de verschillende anatomische plaatsen werden gemeten, volgen hieronder.

#### a. De dosis voor de schildklier bij gebruik van een loodschort

Detector:	pos. 1	pos. 2	pos. 3
Uitlezing in nC:	6316	8040	3963 4712 10837 11084

#### b. De dosis voor de schildklier zonder gebruik van een loodschort

Detector:	pos. 4	pos. 5	pos. 6
Uitlezing in nC:	9142 12288	4871 3690	11491 11412

c. Het experiment werd herhaald zonder gebruik te maken van een loodschort of loodschild. In dit geval werden er vier detectoren in het midden op de hals geplaatst en werd een volledige serie belichtingen voor een intra-orale röntgenstatus uitgevoerd, maar dan slechts 3× zo hoog als normaal. De resultaten waren als volgt:

Detector:	pos. 7	pos. 8	pos. 9	pos. 10
Uitlezing in nC:	2258	2479	2264	2237

De achtergrondstraling bedroeg 45 nC.

#### d. De dosis voor de schildklier bij gebruik van een cervicaal loodschild

Detector:	pos. 11	pos. 12	pos. 13	pos. 14	pos. 15
Uitlezing in nC:	301	231	323	234	310

De achtergrondstraling bedroeg 31 nC.

#### e. De dosis op het gelaat ten gevolge van de primaire bundel

Gebied:	Detector:	Uitlezing bij 20 belichtingen:
bovenmolaren	16	125.030
	17	123.980
bovenmolaren	18	148.090
	19	139.060
premolaren	20	87.136
	21	92.570
ondermolaren	22	130.590
	23	128.530

De achtergrondstraling is bij deze resultaten reeds afgetrokken.

#### f. Bepaling van de strooiestraling ten gevolge van het loodschort bij bestraling door de primaire bundel

De verstrooiing door het loodschort werd bepaald door de dosis in de primaire bundel te meten; dit werd eenmaal gedaan terwijl het loodschort op het fantoom was aangebracht en eenmaal zonder dit loodschort. De opnameomstandigheden waren in beide gevallen identiek, waarbij de afstand van het röntgenapparaat 25 cm bedroeg. De belichtingstijd was 1,2 sec. De gemeten dosis boven het loodschort bedroeg 1950 mR, terwijl deze dosis zonder loodschort 2310 mR bedroeg.

#### g. De dosis voor de gonaden

De dosis die de gonaden ontvangen werd gemeten met en zonder toepassing van het loodschort. In beide gevallen bedroeg de dosis bij de belichting voor een volledige röntgenstatus ongeveer 0,4-1,0 mR.

#### h. De dosis voor het midden van de borst zonder gebruik van een loodschort of een cervicaal loodschild

Er werden achtereenvolgens 20 opnamen gemaakt met een belichtingstijd van 1,2 seconde. De detectoren waren op het midden van de borst van het fantoom geplaatst zonder dat een loodschort of een loodschild werd toegepast. De dosis voor de borst bedroeg ongeveer 10 mR per röntgenopname.

### 4. DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN

Sommige meetwaarden tonen een behoorlijke spreiding, met name bij de eerste metingen (sectie a). Dit kan als volgt worden verklaard. Wanneer de uitlezingen dicht bij elkaar liggen is het een fout in het TLD-systeem, maar wanneer de verschillen groot zijn is dat waarschijnlijk te wijten aan het zogenaamde plaatseffect: de detectoren liggen dan aan de rand van de primaire bundel.

De stralenbelasting voor het gebied van de schildklier bedraagt bij toepassing van een loodschort ongeveer 300 mR en zonder gebruik van het loodschort 350 mR. Beide resultaten liggen in dezelfde orde van grootte. De conclusie is dat de hoeveelheid strooiestraling die de schildklier bereikt onafhankelijk is van het gebruik van een loodschort. De dosis voor het gebied van de schildklier, bij toepassing van het cervicale loodschild, bedraagt voor een enkele röntgenopname 30-35 mR. Dit is aanzienlijk minder; het loodschild vermindert de strooiestraling in dit gebied met 90%.

De schildklier is van groot belang wanneer over stralenbescherming in de tandheelkundige radiologie wordt gesproken. Er is een mogelijk verband te leggen tussen kanker in de schildklier en bestraling. Modan en anderen vermelden dit in hun rapport over stralenbelasting en risico's.<sup>7,8</sup>

De stralenbelasting voor het gebied van de molaren en premolaren bedraagt bij het vervaardigen van een intra-orale röntgen-

### SUMMARY

#### PATIENT EXPOSURE FROM INTRAORAL DENTAL RADIOGRAPHIC EXAMINATION

Keywords: Dental radiography

An experiment was conducted in order to compare the efficiency of the cervical lead shield, with the lead apron, which both serve as protection from radiation. Thermoluminescent dosimeters T.L.D.-100, were placed upon a 'Temex Equivalent Human Phantom' at the gonadal region, ovaries, testes and upon the thyroid gland. The amount of radiation was measured under three conditions: a. with a lead apron; b. without a lead apron; c. with a cervical lead shield. Full mouth examination was carried out, 14 periapical and two bitwing, using an x-ray generator type Siemens Helyodont. The cervical lead shield was shown to be superior to the lead apron with regard to skin exposure in the thyroid gland region.

status 1800-2600 mR. De dosis voor de borststreek bedraagt 50 mR, onafhankelijk van het gebruik van een loodschort of loodschild.

Voor wat betreft het gebied van de schildklier blijkt het cervicale loodschild doelmatiger te zijn dan het loodschort. Wij vonden een vermindering van de huidexpositie van 90%. Om die reden bevelen wij het gebruik van een loodschild voor de hals aan als het meest efficiënte middel om de patiënt tijdens tandheelkundig röntgenonderzoek tegen straling te beschermen.

#### LITERATUUR

- <sup>1</sup>BLOCK AJ, GOEPP RA, MANSON EW. Thyroid radiation dose during panoramic and cephalometric dental x-ray examination. *Angle Orthod* 1977; 47: 17-24.
- <sup>2</sup>WHITCHER BL, GRATT BM, SICKLES EA. Leaded shields for thyroid dose reduction in intraoral dental radiography. *Oral Surg* 1977; 48: 567-70.
- <sup>3</sup>DANFORTH RA, GIBBS SJ. Diagnostic dental radiation. What is the risk? *J Can Dent Assoc* 1980; 8: 28-35.
- <sup>4</sup>WALL BF, FISHER ES. Doses to patients from pantomographic and conventional dental radiography. *Br J Radiol* 1979; 52: 727-34.
- <sup>5</sup>VAN AKEN J, VAN DER LINDEN JWJ. Integral absorbed dose in conventional and panoramic complete mouth examination. *Oral Surg* 1966; 22: 603-8.
- <sup>6</sup>STACEY AJ, BEVON AR, DICKENS CW. A new phantom material employing depolymerised natural rubber. *Br J Radiol* 1961; 34: 510-6.
- <sup>7</sup>MODAN B, MART H, BAIDAT ZD, STEMIT ZR, LEVIN S. Radiation induced head and neck tumors. *Lancet* 1974; 1: 277-9.
- <sup>8</sup>FAVUS NJ, SCHNEIDER AD, STACHURA ME. Thyroid malignancy occurring as a late consequence of head and neck irradiation evaluation of 1056 patients. *N Engl J Med* 1976; 292: 1019-23.

## BEOORDELING VAN VOLLEDIGE GEBITS-PROTHESSEN EN ORALE STRUCTUREN

A. A. M. van Aken, tandarts\*)  
 W. Kalk, tandarts\*\*)  
 K. G. König, tandarts\*)  
 M. A. van 't Hof, statisticus\*\*\*)

Uit het \*) Instituut voor Preventieve en Sociale Tandheelkunde, het \*\*) Instituut voor Volledige Prothese en Maxillo-Faciale Prothetiek en de \*\*\*) Mathematisch Statistisch Adviesafdeling van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: **Prothetische tandheelkunde** – Beoordelingskwaliteit – Volledige prothese

Datum van acceptatie: 10 maart 1988.

Adres: A. A. M. van Aken, postbus 9101, 6500 HB Nijmegen.

#### SAMENVATTING

De problemen van dragers van een volledige gebitsprothese zijn terug te voeren op de persoon van de drager en de technische kwaliteit van de prothese. Een betrouwbare vaststelling van deze kwaliteit en de toestand van de mond is bij klachten van groot belang voor de therapie. Uit de literatuur en ook uit dit onderzoek waarin tien beoordelingskenmerken zijn geanalyseerd, blijkt dat de interbeoordelaars-overeenstemming met betrekking tot prothesekwaliteit en toestand van de mond, ook bij ervaren beoordelaars, matig is.

VAN AKEN AAM, KALK W, KÖNIG KG, VAN 'T HOF MA. Beoordeling van volledige gebitsprothesen en orale structuren. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 1988; 95: 219-23.

#### 1. INLEIDING

Problemen met de gebitsprothese komen in gelijke mate voor bij mannen en vrouwen, ongeacht of zij particulier of bij een ziekenfonds verzekerd zijn.<sup>1</sup> Deze problemen kunnen worden veroorzaakt door zowel een onvoldoende technische kwaliteit van de prothese, als door een onvoldoende geïmpacteerd zijn van de gebruiker aan zijn prothese. Mogelijke oorzaken kunnen ook ongunstige orale condities zijn, die, zoals b.v. de resorptie van de processus alveolaris.<sup>2</sup>

De technische kwaliteit van een prothese kan worden beoordeeld aan de hand van nauwkeurig omschreven criteria. De toepassing van dergelijke criteria door verschillende beoordelaars bij eenzelfde patiënt leidt echter niet altijd tot identieke beoordelingsresultaten.<sup>3-7</sup> Hetzelfde geldt - in mindere mate - ook voor herhaalde beoordelingen door eenzelfde onderzoeker.

Voor het uitvoeren van een dergelijk onderzoek moet daarom vooraf de reproduceerbaarheid van de toe te passen beoordelingscriteria worden geanalyseerd.<sup>8</sup>

Aan de klinische beoordeling van een volledige prothese door de tandarts kunnen de volgende eisen worden gesteld<sup>9</sup>:

1. eenvoud en hanteerbaarheid; 2. reproduceerbaarheid ('repeatability'); 3. validiteit.

Dit onderzoek richt zich uitsluitend op de reproduceerbaarheid van de klinische beoordeling.

#### 2. REPRODUCEERBAARHEID

Onder reproduceerbaarheid wordt verstaan de mate waarin overeenstemming wordt bereikt bij het beoordelen van eenzelfde object op twee of meer verschillende momenten door een of meer beoordelaars. Reproduceerbare beoordelingen

worden eerst mogelijk wanneer de omgevingsfactoren die de beoordeling kunnen beïnvloeden, gestandaardiseerd zijn. Factoren, die beoordelingsverschillen kunnen veroorzaken, zijn: a. biologische variatie binnen het te onderzoeken subject; b. afwijkingen die veroorzaakt worden door de persoon van de beoordelaar en/of door de toegepaste meetapparatuur; c. onduidelijkheden in de omschrijving van de beoordelingschaal.

Een uiting van waarnemingsfouten binnen het te onderzoeken object is de variatie met een toevalskarakter. Een concrete oplossing hiervoor kan zijn om het gemiddelde van enkele elkaar opvolgende waarnemingen te nemen.<sup>10</sup> Een tweede uiting van waarnemingsfouten binnen het te onderzoeken object is de variatie met een systematisch karakter. Waarnemingsfouten kunnen mede veroorzaakt worden door de mate van zorgvuldigheid waarmee de beoordelaars te werk gaan. Fouten kun-