

STRALINGSNIVEAUS IN TANDARTS- PRAKTIJKEN

G. P. van den Berg, fysicus*¹
S. Last, fysicus*¹
L. V. Arnold, tandarts**²

SAMENVATTING

In tien tandartspraktijken werd onderzoek verricht naar de stralingsniveaus. De metingen werden verricht bij de in elke praktijk gebruikelijke omstandigheden. Tevens werden gegevens verzameld met betrekking tot de röntgenapparatuur, het gebruikte filmtypen, en maatregelen ter bevordering van de stralingshygiëne voor tandarts en assistente.

De gemeten exposities blijken tussen praktijken sterk te verschillen. De berekende stralingsbelasting voor tandarts en assistente voldoet niet overal aan het wettelijk aanvaarde ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable). De stralingsbelasting kan in een aantal praktijken op eenvoudige wijze worden teruggebracht. De meest effectieve maatregel is het gebruik van een wettelijk verplichte afschermd wand; deze wordt echter nog niet algemeen toegepast.

VAN DEN BERG GP, LASTS, ARNOLD LV. Stralingsniveaus in tandartspraktijken. Ned Tijdschr Tandheelkd 1989; 96: 219-22.

Uit de *¹Natuurkundewinkel en de **²afdeling Tandheelkundige Radiologie van de rijksuniversiteit te Groningen.

Trefwoorden: Radiologie – Stralingsbescherming – Expositie

Datum van acceptatie: 6 oktober 1988.

Adres: Ir. G. P. van den Berg, Nijenborgh 18, 9747 AG Groningen.

1. INLEIDING

1.1. Enkele stralingshygiënische begrippen

Expositie is een maat voor het aantal ionisaties dat röntgenstraling per volume-eenheid veroorzaakt. De expositie wordt uitgedrukt in röntgen (afgekort: R). Het exposietempo, ook wel het stralingsniveau genoemd, is de expositie per tijdseenheid en wordt uitgedrukt in röntgen per uur (R/h).

Vanuit het oogpunt van gezondheid is echter de stralingsdosis, uitgedrukt in sievert (Sv), van belang: deze bepaalt de schadelijkheid van ioniserende straling. Voor lage doses (minder dan ongeveer 0,5 Sv) correspondeert de hoogte van de dosis met de kans op het ontstaan van somatische en genetische afwijkingen. Voor röntgenstraling is er een eenvoudig kwantitatief verband tussen expositie en stralingsdosis: een expositie van 1 röntgen komt bij benadering overeen met een stralingsdosis van 10 millisievert ($1 R \approx 10 mSv$).

1.2. Stralingshygiënische normen

Bij de toepassing van radioactieve straling zijn drie wettelijk vastgestelde uitgangspunten van belang:

1. het gebruik moet nut hebben (rechtvaardigingsprincipe);
2. de stralingsdosis moet zo laag mogelijk zijn (ALARA-principe: As Low As Reasonably Achievable);
3. de stralingsdosis moet onder wettelijk vastgestelde normen blijven.

Aan het eerste uitgangspunt is voldaan als tandarts en patiënt een röntgenopname nuttig achten. Het tweede uitgangspunt is een kwestie van afweging: welke inspanningen zou een tandarts zich moeten getroosten de stralingsdosis voor zowel zichzelf als anderen (patiënt, assistente) te verminderen? Het derde uitgangspunt is in het Besluit Stralingsbescherming van de Kern-

energiewet concreet uitgewerkt. Personen die beroepshalve met ioniserende straling omgaan, zoals tandartsen, mogen per jaar niet meer ontvangen dan 50 mSv. Personen die een jaarlijkse stralingsdosis ontvangen boven de 15 mSv moeten daarbij onder medisch toezicht staan. Voor vrouwen geldt als extra voorwaarde dat zij in het buikgebied geen hoge doses binnen korte tijd (hoogstens 13 mSv per 13 opeenvolgende weken), en tijdens de zwangerschap niet meer dan 5 mSv mogen ontvangen. Voor patiënten geldt geen limiet wanneer het een medisch onderzoek betreft. Het rechtvaardigingsprincipe vormt dan garantie tegen onnodige stralingsbelasting. Bij andere toepassingen van straling mogen zij per jaar niet meer dan 5 mSv ontvangen. Daarenboven mag de dosis gemiddeld over het leven niet meer dan 1 mSv per jaar bedragen.

1.3. Doel van het onderzoek

In tien tandartspraktijken is de expositie gemeten onder de omstandigheden die in de onderzochte praktijken, bij het maken van röntgenfoto's gebruikelijk zijn.

2. MATERIAAL EN METHODE

2.1. De tandartspraktijken

De tien onderzochte praktijken zijn willekeurig uit de telefoonboeken van Groningen en Gemeinden gekozen: de tien benaderde tandartsen waren allen bereid tot medewerking. Van iedere praktijk zijn gegevens verzameld over de röntgenapparatuur, het aantal opnamen per jaar, de wijze waarop opnamen worden gemaakt, en van de aanwezige afscherming.

2.2. Exposiemetingen

De metingen zijn verricht met behulp van een

ionisatiekamer. Deze meet de door de röntgenstraling in de lucht vrijgemaakte elektrische lading en vertaalt dat in de expositie. De omstandigheden (belichtingstijd, kilo-voltage etc.) waren zoals gebruikelijk in de betreffende praktijk. De patiënt werd echter nagebootst met behulp van een fantoom: een jerrycan gevuld met water. De verstrooiing daarvan is vergeleken met die van een 'echte' fantoomkop van de afdeling Tandheelkundige Radiologie van de rijksuniversiteit te Groningen. De overeenkomst was zeer goed: bij de in dit onderzoek gebruikte meetrichtingen gaf de jerrycan, binnen de grenzen van de meetnauwkeurigheid, dezelfde mate van verstrooiing als de speciaal voor dit doel vervaardigde fantoomkop.

Er is steeds gemeten op 1 meter afstand van het fantoom in een horizontaal vlak rond de plaats van het hoofd van de patiënt. Het stralingsniveau op een willekeurige afstand volgt dan uit de kwadratische afstandswet: als de afstand met een factor a toeneemt, vermindert het stralingsniveau met een factor a^2 . In de eerste drie onderzochte praktijken is dit experimenteel bevestigd. Er is voor metingen (in verschillende richtingen) in een horizontaal vlak gekozen omdat voor de tandarts vooral de stralingsbelasting van de gonaden van belang is; deze behoren tot de voor de straling meest gevoelige organen.

3. RESULTATEN

3.1. De tandartspraktijken

Een aantal gegevens van de onderzochte praktijken en enkele resultaten van de metingen zijn bijeengebracht in tabel 1. De belangrijkste punten worden hier nader besproken.

In acht praktijken werd een lange conus (20 cm) gebruikt; zoals eerder is aangetoond, veroorzaakt een korte conus een onnodig brede röntgenbundel.¹

In zeven praktijken was een afschermd muurtje aanwezig, waarvan de tandarts echter maar in vier gevallen gebruik maakte, de assistente in alle gevallen. In die gevallen waarin geen

Tabel I. Gegevens en meetresultaten per praktijk.

	Tandartspraktijk (volgnummer)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Model conus	lang	kort	lang	punt	lang	lang	lang	lang	lang	lang
Afstands- bediening	ja	nec	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Belichtings- instelling	aut.	hand	aut.	hand	aut.	aut.	hand	aut.	aut.	aut.
Filmtype ¹⁾	U	U	A	?	E	U	U	E	U	U
Foto's per jaar	1000	600	1200	750	<1000	2000	1000	1500	1000	750
Gebruik loodschort	?	nec	nec	soms	nec	ja	soms	ja	soms	ja
Gebruik loodschild	?	nec	ja	nec	ja	nec	nec	nec	ja	nec
Muurtje aanwezig	ja	nec	ja	ja	ja	ja	ja	ja	nec	nec
Positie tandarts	meestal achter muur	1,5 m achter rö.app	3 m vóór patiënt	1 m schuin achter patiënt	achter muur	4 m schuin vóór patiënt	achter muur	2,5 m achter muur	5 m schuin vóór pat.	achter houten wand
Positie assistente	achter muur	ander vertrek	achter muur	achter muur	achter muur	5 m vóór patiënt	achter muur	ander vertrek	2 m naast/ 4 m schuin vóór patiënt	(geen ass)
Gemeten expositie (indexcijfer) ²⁾	?	?	31	45	12	63	55	46	100	15
Berekende dosis (mSv per jaar) ^{3, 4)}										
tandarts	<0,12	0,26	0,4	0,14	v	0,4	v	v	0,20	v
assistente	v	0,006	v	v	v	0,02	v	v	0,15	-

¹⁾ U=Kodak Ultra Speed; E=Kodak Ekta Speed; A=Agfa;

²⁾ gemiddelde van op 1 m. afstand gemeten exposities bij laterale opname onderkaak bij 0 en +45 graden; index 100 = 107 µR;

³⁾ (aantal opnamen per jaar) × (gemiddelde expositie frontopname bovenkaak en laterale opnamen beide kaken op plaats tandarts/assistente) × (0,01 Sv/R);

⁴⁾ v(erwaarloosbaar) indien dosis < 0,0015 mSv.

muur aanwezig was of er geen gebruik van werd gemaakt, bevond de tandarts zich op één tot vijf meter afstand van de patiënt.

De positie wisselde per tandarts, maar was meestal aan de voorzijde van de patiënt. De assistente bevond zich in slechts twee gevallen zonder afscherming in het vertrek: in één praktijk op twee of vier meter van de patiënt, in het andere geval op vijf meter.

Wat betreft de bescherming van de patiënt werd een loodschort in drie praktijken wel, in drie niet en in drie soms gebruikt. Een loodschild werd in drie praktijken wel en in zes niet gebruikt. Gegevens over gebruik van een loodschort of -schild ontbreken van één praktijk. Er was geen relatie tussen het gebruik van het loodschild of -schort en het gebruik van een afschermend muurtje.

3.2. Exposiemetingen

De resultaten van de metingen zijn grafisch samengevat in de polaire diagrammen in afbeelding 1.

Bij deze diagrammen geldt uiteraard dat alleen de (dik aangezette) punten in de meetrichtingen werkelijke meetwaarden voorstellen. De lijnen die deze punten verbinden berusten niet op metingen, maar suggereren het vermoedelijke verloop van de expositie.

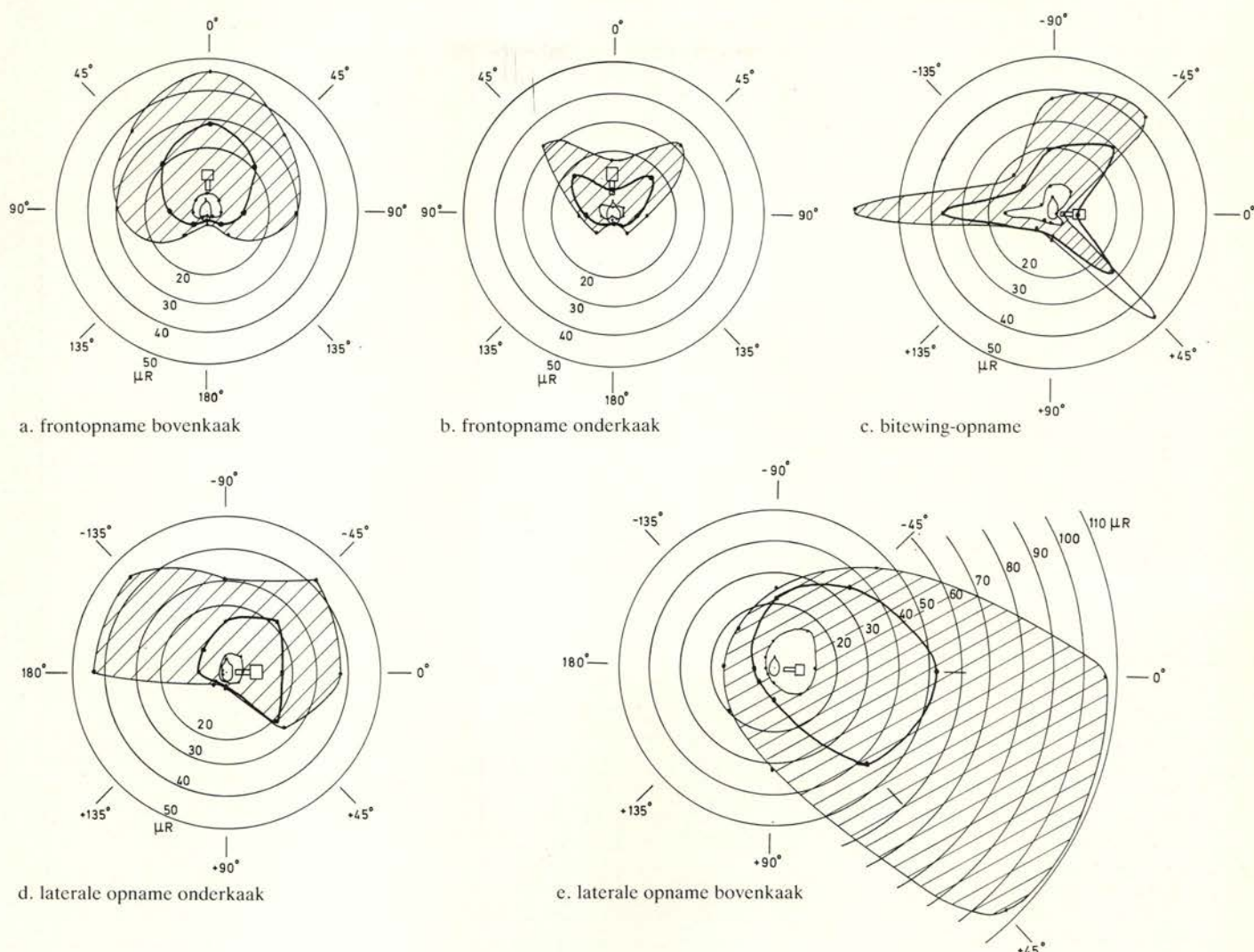
Beschouwen we de frontopname van de bovenkaak (afb. 1a), dan blijkt betrekkelijk veel röntgenstraling te worden verstrooid aan de zijde van het röntgenapparaat. Aan de tegenoverliggende kant is de expositie aanzienlijk lager vanwege absorptie van de straling. Ditzelfde fenomeen is ook bij de laterale opname van de bovenkaak te zien (afb. 1c). Vergelijken we deze diagrammen met de frontale en laterale opnamen van de onderkaak (afb. 1b en d), dan zien we in deze laatste gevallen duidelijk lagere exposities. Bij de bitewing-opname (afb. 1c) wordt aan de zijde tegenover het röntgenapparaat een betrekkelijk hoge expositie gemeten, omdat daar in de – door absorptie weliswaar afgezwakte – primaire bundel werd gemeten. Een dergelijke piek tegenover het röntgenapparaat zal overigens ook bij de overige opnamen optreden, maar dan niet in

het vlak waarin is gemeten. Tenslotte zijn de gemeten exposities bij 0° bij de bitewing- en de frontopname van de onderkaak laag, omdat hier in de schaduw van het röntgenapparaat is gemeten.

3.3. Berekende stralingsbelasting

Teneinde de exposities te kunnen vergelijken is in tabel I (noot 2) een goed vergelijkbare meetwaarde gegeven op basis van een indexcijfer, waarbij de hoogst gemeten expositie op 100 is gesteld. Hieruit blijkt dat de gemeten expositie per praktijk sterk verschilt, zoals de grootte van de gearceerde gebieden in afb. 1 al illustreerde: tussen de praktijken 5 en 9 bestaat een verschil van een factor 8. Dit verschil is voornamelijk het gevolg van de gebruikte belichtingstijd en is dus gebonden aan filmtype en apparatuur.

De jaarlijkse stralingsbelasting van de tandarts wordt echter zeker niet alleen door die expositie bepaald, maar ook door de afstand en de positie ten opzichte van apparaat en patiënt, door het



Afb. 1. Gemeten exposities bij verschillende opnamen op 1 meter afstand. De fantoomkop en het röntgenapparaat bevinden zich in het centrum. De dikke lijn geeft de over de tien praktijken gemiddelde expositie weer. Een gearceerd gebied omvat (vrijwel) alle meetwaarden die in de tien praktijken werden gevonden; de buitenste begrenzing wordt gegeven door meetwaarden uit de praktijk met de hoogste gemiddelde expositie voor de betreffende opname (= gemiddelde van exposities in alle meetrichtingen); de binnenste begrenzing wordt evenzo bepaald door de praktijk met de laagste gemiddelde expositie. Op het stelsel concentrische cirkels is de hoogte van de expositie af te lezen.

aantal opnamen per jaar, en vooral door de eventuele afscherming. Uit gegevens geldig voor de betreffende praktijk en uit een gemiddelde expositie is een globale schatting van de stralingsbelasting per jaar berekend voor zowel tandarts als assistente. Als gemiddelde expositie is die van een frontale en een laterale opname genomen (tabel 1, noot 3). Bij de frontale opname is daarbij weinig verschil tussen de onder- en bovenkaak; bij de laterale opname is gekozen voor de bitewing-opname aangezien deze het meest voorkomt.

Uit de berekeningen volgt dat de stralingsbelasting voor de tandarts uiteen loopt van minder dan 0,0015 is mSv per jaar tot ongeveer 0,4 mSv per jaar. De assistentes ontvangen duidelijk minder straling: op één na lagen alle berekende stralingsdoses onder de 0,1 mSv per jaar.

4. DISCUSSIE

Met nadruk zij eerst opgemerkt dat het hier

een kleine steekproef betrof. De resultaten en conclusies moeten dan ook met voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Hoewel de berekende stralingsdoses in de tien onderzochte praktijken voor zowel tandarts als assistente ruim onder de wettelijke norm liggen, blijkt uit de onderlinge verschillen dat in een aantal praktijken een aanzienlijk lagere stralingsdosis haalbaar is. Vooral afscherming door een muur verlaagt de stralingsdosis sterk. Hoewel een afschermende wand volgens de wet verplicht is, blijken vier van de tien tandartsen

er geen te hebben, terwijl slechts drie van de overige zes de wand altijd gebruiken. Daarenboven voldoet in twee van de negen gevallen de assistente niet aan het (wettelijke) voorschrift zich achter een afscherming, dan wel in een ander vertrek te bevinden.

Wanneer nog geen afschermende wand wordt toegepast zal de tandarts op andere wijze aan het ALARA-principe moeten voldoen. Het houden van voldoende afstand (minstens 2 meter),² het kiezen van een gunstige positie (135° met neusrichting

SUMMARY

RADIATION LEVELS IN THE DENTAL OFFICE

Key words: Dental radiography – Radiation protection – Exposure

patiënt én 135° met richting primaire bundel), en het reduceren van de belichtings-tijd door een gevoeliger filmtypet te kiezen zijn dan maatregelen die in acht moeten worden genomen.

De resultaten van dit onderzoek blijken in grote lijnen overeen te stemmen met een in 1984 beschreven soortgelijkt onderzoek.² Opvallend is de verdubbeling van het percentage tandartsen dat een lange conus of het gevoeligste filmtypet gebruikt.

De stralingshygiëne in Nederlandse tandartspraktijken is niet optimaal. In het bijzonder laat het gebruik van voldoende afscherming te wensen over.

Measurements of radiation levels were made with an ionisation chamber in dental offices under normal conditions. Also, data were collected with regard to the type of X-ray apparatus and film used, and measures to protect the dentist and his assistant from radiation.

The exposure varied strongly between the different dental practices. The calculated radiation dose of the dentist and his assistant was in every office below the legal limit, but did not always comply with the officially accepted ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable).

LITERATUUR

¹ARNOLD LV. De toepassing van enkele eenvoudige maatregelen ter bevordering van de stralenshygiëne bij het maken van röntgenopnamen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1973; 80: 386-97.

²ARNOLD LV. De toepassing van enkele eenvoudige maatregelen ter bevordering van de stralenshygiëne bij het maken van röntgenopnamen: de situatie na 10 jaar. Ned Tijdschr Tandheelkd 1984; 91: 460-6.
