

## POST ACADEMIAM

## COMPLICATIES BIJ HET GEBRUIK VAN LOKALE ANAESTHETICA IN DE TANDHEELKUNDE\*)

M. A. W. M. HASENBOS

Uit de afdeling Anesthesiologie  
van het St. Radboudziekenhuis te Nijmegen.

Trefwoorden: Anesthesiologie – Lokale anaesthetica

## 1. Inleiding

De internationale literatuur telt diverse publicaties over bijwerkingen en overlijdensgevallen bij het gebruik van kleine doses van diverse soorten lokale anaesthetica.<sup>1-5</sup> In dit artikel zal in het kort worden ingegaan op:

- de werkingsmechanismen van lokale anaesthetica,
- de verschillende soorten lokale anaesthetica,
- enkele klinische aspecten van lokale anaesthetica,
- de toxische werkingen van lokale anaesthetica,
- de mogelijke oorzaken van de toxische werking van lokale anaesthetica in de tandheelkunde,
- medicamenteuze therapie bij een anafylactische reactie.

## 2. De werkingsmechanismen van lokale anaesthetica

Om deze goed te begrijpen, is het noodzakelijk even stil te staan bij de normale membraanstructuur van de zenuwvezels, waarbij onderscheid gemaakt dient te worden tussen de oude en nieuwe opvatting ten aanzien van de opbouw van de celmembraan. De zenuwmembraan is opgebouwd uit proteïne- en lipoidlagen, volgens oude theorieën symmetrisch gerangschikt. Echter volgens de nieuwste theorieën hieromtrent, dringen de eiwitten zich tussen de lipoidlagen door zoals uit de afbeeldingen 1 en 2 blijkt.<sup>6,7</sup>

Er bestaat een potentiaalverschil over de celmembraan, die men rustpotentiaal noemt en die ongeveer -70mV bedraagt, waarbij het celinwendige negatief is. De absolute waarde van deze rustpotentiaal wordt bepaald door het verschil in kaliumconcentratie intra- en extracellulair (afb. 3).<sup>8</sup> Elke prikkeling van zenuwuiteinden veroorzaakt een verandering van de rustpotentiaal in de zin van een depolarisatie. Overschrijdt deze depolarisatie een bepaalde waarde (drempelwaarde) dan ontstaat er een actiepotentiaal (spike) (afb. 4).<sup>8</sup> De sterkte van de prikkel bepaalt het aantal actiepotentialen; de actiepotentialen zijn altijd gelijk van grootte. De actiepoten-

tiaal wordt op moleculair niveau veroorzaakt door Na-K-uitwisselingen over de celmembraan. Hierbij speelt ook Ca<sup>2+</sup> een rol.

De lokale anaesthetica binden zich in een competitief antagonisme met Ca<sup>2+</sup> aan de proteïnefracties in de membraan, en blokkeren op die manier de Na-K-uitwisselingskanalen, zodat de Na-K-uitwisselingen over de celmembraan stoppen en actiepotentialen niet meer plaatsvinden.

## 3. De verschillende soorten lokale anaesthetica

De lokale anaesthetica zijn opgebouwd uit één lipofiel en één hydrofiel deel, verbonden door een intermediaire keten van C-atomen. Het lipofiele deel is in afbeelding 5 de aromatische ring links op de figuur, het hydrofiele deel rechts op de afbeelding is een tertiaire amine.<sup>9</sup> Het lipofiele deel bepaalt de activiteit voor de receptoren; het hydrofiele deel is het actieve deel.

De afbraak van estertypen geschiedt in het plasma door het plasmacholinesterase, de afbraak van de amidetypen in de lever. De absorptie van lokale anaesthetica wordt beïnvloed door:

- de plaats van injectie (bij een snelle absorptie in bloedrijke weefsels is het gevaar voor toxische verschijnselen groter),
- de dosering in mg,
- de toevoeging van een vasoconstrictivum (deze doet de serumconcentratie met 50% dalen),
- de farmacologische eigenschappen van het lokale anaestheticum.

De volgende soorten lokale anaesthetica zijn beschikbaar (tabel I):<sup>9</sup>

Tabel I. Vergelijking van de gemiddelde werkingsduur van verschillende lokale anaesthetica bij infiltratie-anesthesie (Van Kleef<sup>9</sup>).

Anaesthetica		Werkingsduur in minuten	
		Zonder adrenaline	Met adrenaline (5µg/ml)
Lidocaïne	0,5%		
(Xylocaïne)		75	240
Mepivacaïne	0,5%		
(Scandicaïne)		120	240
Prilocaïne	1,0%		
(Citanest)		100	300
Bupivacaïne	0,25%		
(Marcaïne)		200	420

\*) In dit artikel zijn – vanwege hun onderlinge samenhang – drie artikelen (resp. § 1 t/m 4, § 5 en 6, en § 7) samengevoegd.

## Samenvatting:

Verschillende lokale anaesthetica worden gebruikt bij de tandheelkundige behandeling in het vaatrijke hoofd-halsgebied. Door middel van een injectie behoort het lokale anaestheticum in de nabijheid van een zenuw te worden gebracht; het kan echter in een bloedvat komen.

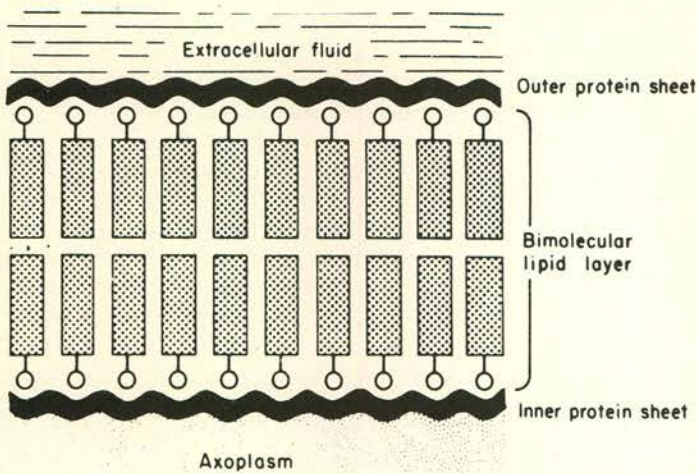
In dit artikel worden achtereenvolgens uiteengezet: de werkingsmechanismen, de verschillende soorten en de klinische aspecten van lokale anaesthetica. Tevens wordt het onderscheid beschreven tussen de toxische werkingen (allergie of overdosis) en bijwerkingen.

Drie mogelijke oorzaken worden gegeven van de toxische werking in het hoofd-halsgebied: 1. allergie, 2. 'reverse bloodflow' en 3. subperineurale spreading.

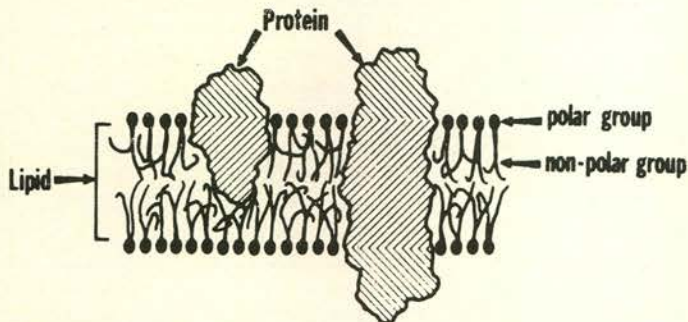
Tenslotte wordt de medicamenteuze therapie bij een anafylactische reactie behandeld.

- Procaïne, het prototype van het estertype, is kortwerkend, is allergogeen en kan leiden tot het ontstaan van een anafylactische shock. Door de komst van nieuwe lokale anaesthetica is het gebruik van Procaïne als routine obsoleet geworden.
- Tetracaïne, ook een estertype. Het is tienmaal krachtiger werkzaam, echter ook tienmaal zo toxisch als Procaïne.
- Nescaïne (= chloroprocaïne) is eveneens een estertype. Het wordt zeer snel enzymatisch afgebroken in het bloed en heeft daardoor weinig centraal toxisch effect. De maximaal toelaatbare dosering is dus zeer hoog (max. 1000 mg). Een goede indicatie is die techniek waarbij grote hoeveelheden lokale anaesthetica noodzakelijk zijn, zoals epidurale anesthesie over een zeer

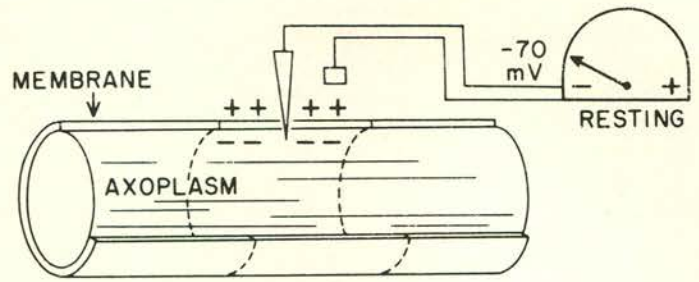




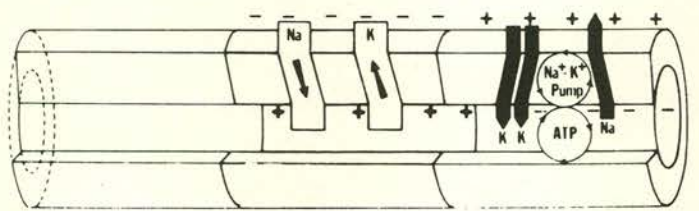
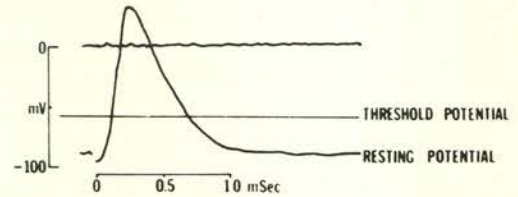
Afb. 1. Oude voorstelling van de opbouw van de zenuwmembran. Twee buitenste proteïnelagen en een dubbele lipoidlaag ertussen (Robertson<sup>6</sup>).



Afb. 2. Nieuwe voorstelling van de zenuwmembran. De eiwitten dringen zich in grote moleculen tussen de polaire lipoidlagen door en steken zelfs soms naar buiten uit (Singer<sup>7</sup>).



Afb. 3. Rustpolarisatiestand van de zenuwmembran (Covino<sup>8</sup>).



Afb. 4. Depolarisatiegolf van zenuwmembran waarbij ook de Na- en K-flux is aangegeven. Alleen de repolarisatie is energievragend (ATP). Als drempelwaarde van de depolarisatie van de membran wordt bereikt volgt een totale depolarisatiegolf (Covino<sup>8</sup>).

groot aantal segmenten en grote infiltratie-*anesthesieën*.

- Bupivacaïne (Marcaïne) is een amidetype met zeer lange werkingsduur.
- Lidocaïne (Xylocaïne) en Prilocaine (Citanest), beide amidetypen, vergelijkbaar in werkingsduur en toxiciteit. Het optreden van methemoglobine bij Citanest doet zich pas voor als probleem bij doseringen van 600 mg of meer. Het antidotum is dan methyleenblauw 1-2 mg/kg intraveneus.

Puur theoretisch is Prilocaine het veiligste lokale anaestheticum omdat ook bij hoge doses intravasculair de duur van het toxisch effect veel minder lang is, door zijn snelle redistributie in de weefsels en metabolisme.

#### 4. Enkele klinische aspecten van de lokale anaesthetica

De serumconcentratie na infiltratie-*anesthesie* bereikt zijn maximum 15 minuten na de injectie; d.w.z. toxische verschijnselen kan men constateren binnen 15 minuten. De lokale anaesthetica worden in het plasma zowel aan eiwitten als aan de erythrocyten gebonden. Hoe sterker de eiwitbinding hoe geringer de binding aan de erythrocyten.

**Placentaire transfer:** Lokale anaesthetica

passeren de placenta vrij gemakkelijk. Voor Lidocaïne bedraagt de concentratie in het foetale serum 50% van het maternale serum; echter de proteïnebinding is foetaal 2 x zo klein, d.w.z. de maximale concentratie is voor de moeder hetzelfde als voor de foet.

Voor Bupivacaïne bedraagt de eiwitbinding 95%, zodat theoretisch slechts 5% beschikbaar is voor placentale transfer, en dit lokale anaestheticum dus aangeraden wordt bij een eventuele *graviditeit*.

**Toevoeging van adrenaline:** Toevoeging van adrenaline aan het lokale anaestheticum leidt tot minder uitgebreide absorptie en tot intensivering van de blokkade ter plaatse. Hierdoor kan de maximale dosering worden verhoogd, en een eventuele bloedeloosheid van het operatieterrain vergroot worden. De maximale dosis van Lidocaïne is 200 mg zonder adrenaline (20 ml-1%) en met adrenaline 500 mg (50 ml-1%). Een adrenalineconcentratie van 1 op 200.000 werkt optimaal. Deze concentratie wordt verkregen door 0,1 ml adrenaline 1 op 1000 toe te voegen aan 20 ml van het lokale anaestheticum.

**Contra-indicaties voor adrenaline zijn:** thyreotoxicose; het gebruik van monoaminoxydase-remmers (in Nederland nu niet meer in de handel); aritmieën; hypertensie; korte behandelingen; het gebruik in de

buurt van eindarteriën (neuspunt, oren, penis, vingers en tenen).

**Intoxicatie door vasoconstrictoren:** De toegevoegde adrenaline kan door onbedoelde directe intraveneuze injectie reacties veroorzaken zoals: *tachycardie*, *bleekheid*, *zweeten*, *angst*, *tachypnoe*, *rillen*, *ventrikelfibrilleren*.

#### 5. De toxische werkingen van lokale anaesthetica

Deze werkingen moeten duidelijk onderscheiden worden van de bijwerkingen van een lokaal anaestheticum.

Onder *bijwerkingen* worden verstaan: reacties die optreden bij een zodanige dosering, dat de maximale dosis niet wordt overschreden.

a. Hart:

- verandering van de prikkelgeleiding,
- negatief inotrop effect, d.w.z. een remmend effect op de contractiekracht van het hart evenredig met de dosis, indien de dosis groter is dan 1½ mg per kg lichaamsgewicht (in het geheel niet van toepassing in de tandheelkunde),

b. Vaatstelsel:

Met name de venen vertonen een bifasische reactie: eerst contractie dan verslapping, afhankelijk van de gebruikte dosis.

c. Ademhaling:



Tot zeer lage doses blijven frequentie en ademvolume gelijk. De bronchiën vertonen een zelfde bifasische reactie als de vaten.

d. Centraal zenuwstelsel:

In lage doseringen treedt er een sederend effect op. Bij hogere doseringen zijn de effecten zoals in het rechter gedeelte van afbeelding 6, tot een complete depressie

van het centrale zenuwstelsel toe.<sup>9</sup>

De *toxische* werkingen moeten we echter onderscheiden in: a. allergische reacties, b. overdoserings-reacties.

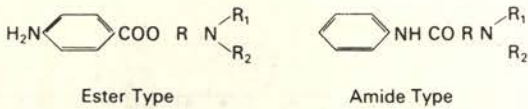
Allergische reacties treden op bij (sub)normale doseringen. We onderscheiden:

a. lokale reacties: roodheid, pijn, zwelling; pijn bij de injectie; eczemen bij toediening (m.n. tandartsen aan de handen).

b. algemene reacties: allergische oedemen (Quincke's oedeem, larynx oedeem); bronchospasme; cardio-respiratoire depressie = anafylactische shock.

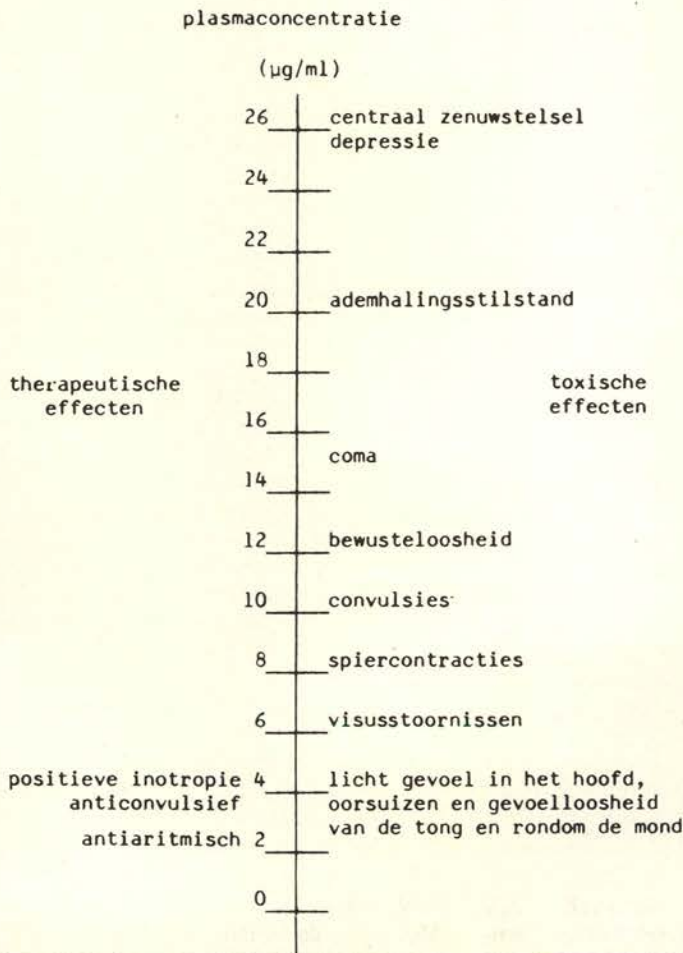
We onderscheiden absolute en relatieve overdosering. Bijvoorbeeld: de maximale dosis door intratracheale injectie is aanzienlijk lager dan bij epidurale anesthesie (b.v. bevalling).

- a. ester type: - CO - O -  
o.a. procaïne en tetracaïne
- b. amide type - NH - CO -  
het merendeel van de huidige L.A.  
zoals lidocaïne.

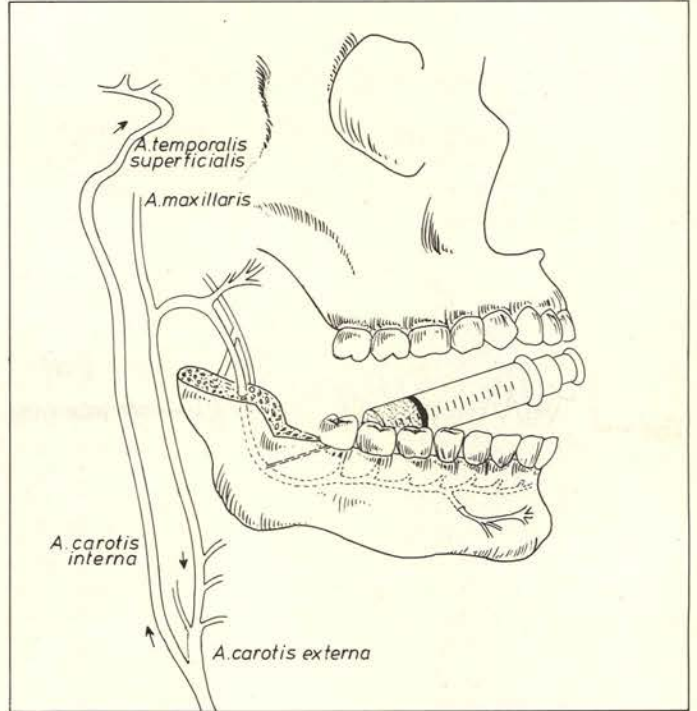


R, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> = Alkyl group containing 1-3 C-atoms

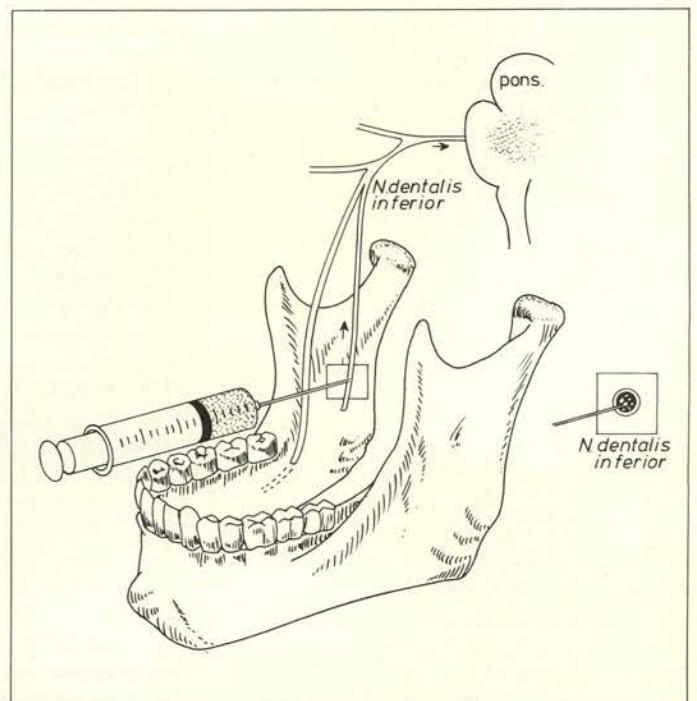
Afb. 5. Chemische structuur van de meeste klinisch in gebruik zijnde lokale anaesthetica (estertype, amidetype) (Van Kleef<sup>9</sup>).



Afb. 6. Klinische verschijnselen van lidocaïne en de daarbij behorende plasmaconcentraties (Van Kleef<sup>9</sup>).



Afb. 7. Schema van voorgestelde flow van lokale anaesthetica in de hersenvaten via de carotis interna, na abusievelijke injectie in de arteria alveolaris inferior (Aldrete<sup>17</sup>).



Afb. 8. Een voorbeeld van een subperineurale injectie, met verspreiding van het lokale anaestheticum naar de pontine kernen (Bromage<sup>21</sup>).



De maximale dosis hangt af van: vascularisatie van het betreffende gebied; adrenalinale al of niet toegevoegd; absorptiesnelheid; afbraaksnelheid; excretiesnelheid. In afbeelding 6 ziet u voor Lidocaïne het geheel schematisch samengevat.

#### 6. De mogelijke oorzaken van de toxische werking van lokale anaesthetica in de tandheelkunde

Tekenen van toxiciteit, zoals somnolentie, bewusteloosheid, tremor convulsies, respiratoire veranderingen en hartstilstand kunnen zich openbaren tijdens of vlak na de toediening van een lokaal anaestheticum.<sup>10</sup> Het optreden van convulsies onmiddellijk na injectie vooral in de tandheelkunde suggereert dat het lokale anaestheticum een centripetale weg heeft gevolgd in de arterie.<sup>11-15</sup>

Harris liet zien dat bij 8534 uitgevoerde aspiraties na het toedienen van een lokaal anaestheticum (op de Northwestern University Dental School Clinics) er in 3,2% sprake was van positieve aspiratie.<sup>16</sup> Bij Schiano (Kings County hospital oral surgery dept.) met 2401 uitgevoerde aspiraties was dit percentage 4%. De vraag blijft echter bestaan hoe het mogelijk is dat kleine hoeveelheden lokale anaesthetica (b.v. 2 ml 1% = 20 mg of 2% = 40 mg) ernstige en fatale reacties teweeg kunnen brengen. Veel grotere doses lokale anaesthetica worden b.v. bij ritmestoornissen intraveneus gebruikt (100 mg en meer) zonder (neuro)toxiciteit.

Voor het grotere potentiële gevaar dat bestaat bij toediening van lokale anaesthetica in het hoofd-halsgebied blijven de volgende drie verklaringen open:

##### a. Allergie

Een studie van Aldrete liet zien dat bij patiënten, waarvan men zei dat ze overgevoelig waren voor een bepaald lokaal anaestheticum, deze overgevoeligheid in werkelijkheid beruiste op een verkeerde toedieningswijze: vagale reacties, drugsinteracties of op een psychogene respons.<sup>1</sup> Een overgevoeligheid op de amidetype lokale anaesthetica is zeer zeldzaam. De meeste overgevoelighedsreacties worden in de tandheelkundige praktijk beschreven.<sup>11-14</sup> Dit kan natuurlijk het gevolg zijn van het feit dat tandartsen meer dan wie ook lokale anaesthetica gebruiken, en dus statistisch gezien meer kans hebben om een overgevoelighedsreactie tegen te komen.

Aldrete heeft via literatuuronderzoek tot 1976 vastgesteld dat van alle beschreven gevallen van overgevoeligheid er slechts 3 waren waarbij sprake was van echte allergie.

Met de priktest, de intracutane test en de plaktest, test men de typen I, III en IV overgevoelighedsreacties. Overgevoeligheid kan optreden voor het lokale anaes-

theticum, voor het conserveermiddel nipa-gine (= methylhydroxybenzooat) en het conserveermiddel voor adrenaline (= natriumbisulfiet). Er bestaat geen kruisovergevoeligheid tussen ester- en amidetypen, maar ook tussen de amidetypen lokale anaesthetica onderling is dit niet altijd het geval. Dat wil zeggen dat als een patiënt overgevoelig is voor een estertype lokaal anaestheticum dit nog niet wil zeggen dat hij dit ook is voor een amidetype lokaal anaestheticum. Als een patiënt overgevoelig is voor één soort amidetype bijvoorbeeld Lidocaïne, wil dat niet automatisch zeggen dat hij ook overgevoelig is voor alle andere amidetypen lokale anaesthetica. Dit kan wel, maar is niet noodzakelijk. Bupivacaïne is beschikbaar zonder conserveermiddel.

##### b. 'Reverse bloodflow'

Wat zal er gebeuren als het lokale anaestheticum ondanks een positieve aspiratietest toch in het vat wordt gespoten? Bij het intra-arterieel komen van het lokale anaestheticum zou men veronderstellen dat dit de normale route zou volgen, dus centrifugaal door het capillaire vaatbed en dan in het veneuze vaatbed. Echter het onmiddellijk optreden van convulsies in sommige gevallen en in de tandheelkundige praktijk (zeer vaatrijk gebied, dicht bij het cerebrum), suggereerde eigenlijk een centripetale route van het lokale anaestheticum (afb. 7).<sup>17-18</sup> Hiervoor is een druk nodig die de arteriële druk overschrijdt. Hoewel met grotere hoeveelheden lokale anaesthetica dan in de tandheelkundige praktijk te doen gebruikelijk, blijkt zo een route wel mogelijk. Met 3 ml contrastvloeistof gespoten in de a. facialis bleek men zelfs een compleet cerebraal angiogram te verkrijgen bij de rhesusaap met afbeelding van de a. carotis communis interna en zelfs de a. axillaris.<sup>17</sup> Zelfs met een perifeer gespoten lokaal anaestheticum (a. brachialis a. femoralis) bleek zich een centraal toxische concentratie te kunnen ontwikkelen.<sup>10</sup> Extrapolatie door gecomputeriseerde axiale tomografie laat zien dat het cerebrale bloedvolume in de menselijke hersenen op een bepaald moment 30 ml bedraagt.<sup>19</sup> Zo kan 1 mg (= 1000 µgr) gespoten in de a. carotis reeds een arteriële concentratie geven van 20 µgr/ml ± 2 µgr/ml (1 ml Lidocaïne 1% = 10 mg = 1000 µgr ter vergelijking). Zoals uit afbeelding 6 blijkt is deze concentratie reeds voldoende om een ademstilstand tot gevolg te hebben.

##### c. De subperineurale spreiding

In diersmodellen liet Chen ons zien dat een lokaal anaestheticum geïnjecteerd via dunne naalden die precies onder het perineurium van een zenuw werden gezet, in staat was in centripetale richting te gaan (afb. 8).<sup>20-21</sup> Zo bereikt het lokale anaestheticum dus de hersenstam waar een tijdelijke blokkade kan optreden van b.v. het ademcentrum.

Vooraf in de tandheelkunde zouden de zenuwen – die in benige kanalen liggen – voor dit mechanisme gevoelig zijn.<sup>22</sup> Tegen deze theorie zijn enkele argumenten in te brengen:

1. Waarom wordt de zenuw niet van het naalduiteinde weggeduwd?
2. Er is een groot verschil tussen de nervus trigeminus en de thoracale en/of lumbale zenuwen. Het ganglion trigemini is ingebed in speciaal fibreus weefsel op afstand van de hersenen, in tegenstelling tot het ggl. dorsale dat dichtbij het ruggemerg ligt en waar geen fibreus kapsel omheen ligt.

#### 7. Medicamenteuze therapie bij een anafylactische reactie

In de tandheelkunde hebben we behalve met toxische reacties afkomstig van lokale anaesthetica (zoals die hiervoor genoemd zijn) ook te maken met reacties die wat de symptomatologie betreft veel lijken op die toxische reacties, echter er niets mee te maken hebben.

Deze reacties kunnen we onderverdelen in:

- a. psychomotore reacties: 1. hyperventilatie, 2. vasovagale reacties.
- b. sympathische stimuleringsreacties, endogeen van oorsprong (het bijriemerg zorgt voor het vrijkomen van adrenaline/noradrenaline).
- c. reacties door het operatietrauma.

Vooraf de reacties onder a. genoemd komen relatief vaak voor. Het herkennen hiervan is dus van belang.

Een aanval van hyperventilatie ontstaat geleidelijk, voorafgegaan door moeheid, tintelingen in vingers, tenen, lippen, wazig zien of verschijnselen van tetanie (spierzwakte). Soms draagt hyperventilatie bij tot het ontstaan van een vasovagale syncope. Door dieper en sneller te ademen dan met de behoefte van het lichaam overeenkomt, ontstaat een hypocapnie. Deze hypocapnie veroorzaakt een vernauwing van de hersenvaten en een enkele maal bewustzijnsverlies (hypocapnie is een te laag koolzuurgehalte in het bloed). Een therapie bestaat uit het zetten van een zak op de mond van de patiënt, waardoor de uitgedemde koolzuur weer wordt ingeademd.

De vasovagale reacties berusten op een reflex, waarbij zowel het afferente als het efferente deel van de reflexboog tot de nervus vagus behoort. Zo'n reactie wordt meestal uitgelokt door een emotioneel gebeuren dat met angst of pijn gepaard gaat. Bij een dergelijke aanval vertoont de patiënt prodromale verschijnselen, zoals een diepe zucht, neiging tot gapen, misselijkheid, bleekheid, zweten en een leeg gevoel in het hoofd. Dan wordt het zwart voor de ogen, de spieren verslappen, het contact met de omgeving gaat verloren en de patiënt zakt ineen. De pols is dan zeer langzaam en de bloeddruk laag. Bij een hori-



zontale houding nemen de polsfrequentie en bloeddruk toe en het bewustzijn keert spoedig terug. Bij uitzondering duurt het bewustzijnsverlies langer dan vijf minuten. Hoewel zo'n reactie bijna altijd een onschuldige zaak is, is het toch niet uitgesloten dat deze verantwoordelijk moet worden gesteld voor bepaalde sterfgevallen van tevoren gezonde mensen, met name wanneer een horizontale houding werd verhinderd. De therapie bestaat uit het horizontaal leggen van de patiënt, het toedienen van 100% O<sub>2</sub> zuurstof en het injiciëren van atropine 1/2 mg intraveneus.

De meest ernstige toxische reactie op een lokaal anaestheticum is de anafylactische reactie. Dit is een acute vaak explosieve reactie welke gekarakteriseerd wordt door een of meer van de volgende verschijnselen: urticaria, respiratoire aandoeningen, circulatoire veranderingen en abdominale verschijnselen. De reactie treedt op bij sensibiliseerde personen die hernieuwd contact hebben met het antigeen waarvoor ze overgevoelig zijn.

Dit in tegenstelling tot een anafylactoïde reactie, dit is een reactie welke optreedt bij verhoogde concentratie histamine in het plasma. De verhoogde concentratie is het gevolg van directe vrijmaking van deze stof. Er is dus geen antigeen-antilichaamcontact aan voorafgegaan. De behandeling is overeenkomstig de behandeling van de anafylaxie.

Therapie van de diverse vormen anafylactische reactie:

– angioneurotisch oedeem (vooral indien het oedeem gelokaliseerd is in de buurt van de stemband); therapie: intubatie, adrenaline, anti-histaminica, corticosteroiden.

– urticaria; therapie: geen therapie noodzakelijk.

– hypotensie; therapie: correctie circulatie (volume-expansie, adrenaline), intubatie beademers, corticosteroiden, anti-histaminica, natriumbicarbonaat.

– bronchospasme; therapie: intubatie beademers, aminophylline, adrenaline, anti-histaminica, corticosteroiden

– misselijkheid; therapie: geen therapie noodzakelijk.

Het zal een ieder duidelijk zijn dat indien zo'n reactie zich in alle heftigheid voordoet, de patiënt ook na herstel naar een ziekenhuis dient te worden overgebracht en aldaar zeker 24 uur bewaakt moet worden. Toch dienen de volgende stoffen binnen handbereik te zijn en de werking ervan in grote lijnen bekend te zijn.

– Atropine 1/2 mg intraveneus bij een vagale reactie. Dit versnelt de hartactie door het remmen van de nervus vagus.

– Tavegil 2 mg intraveneus om de vier uur herhalen tot 48 uur na de 'shock'. Dit is een anti-histaminicum.

De stoffen die bij een anafylactische reac-

tie vrijkomen zijn: slow reactant substance A bradykinine, eosinofiel cholinotrope factor A, tromboxane A<sub>2</sub> en de belangrijkste: histamine. Histamine heeft de volgende gevolgen:

*circulatoir*: hypotensie en een afname van het circulerend volume, zowel een afname van de vaatweerstand als een toename van de permeabiliteit van de vaatwand;

*respiratoir*: samentrekking van de bronchi = bronchospasme;

*cerebraal*: toename van de intracraniale druk;

*secretair*: toename van de secretie;

– Aminophylline 240 mg intraveneus. Dit verwijdt de bronchi.

– Oradexon 10 mg intraveneus, continueren vier maal 5 mg gedurende 48 uur. Dit voorkomt een verder vrijkomen van mediators als histamine, remt de synthese van histamine, remt de metabolisatie van catecholaminen die ter correctie van de reactie circuleren en voorkomt een late reactie.

– Adrenaline 0,5-1 mg intramusculair/intraveneus. Adrenaline stimuleert de contractiekracht van het hart en verhoogt de hartfrequentie. Verder gaat adrenaline de vaatverwijding tegen behalve in het spiergebied en het verwijdt de bronchi. Kortom het werkt op alle niveaus maar is zeker niet ongevaarlijk. Intramusculair spuiten geeft geen onmiddellijk effect (wel na ± 1/2 uur), heeft ook geen uitgesproken piekeffect en is dus alleen zinvol als er circulatie bestaat (anders wordt het niet opgenomen) en de situatie niet zeer acuut is.

Intraveneus gebruik van adrenaline alleen in uiterste noodzaak. Het dient verdund te worden: 1 mg in 10 ml fysiologisch zout of glucose 5% en dan per ml (is dan dus 0,1 mg) intraveneus getitreerd te worden. Als er bijna geen circulatie meer aanwezig is kan 1 mg opgelost worden in 10 ml aqua destillata en door de cricothyroid-membraan worden geïnjecteerd. Er volgt dan opname via de bronchiale circulatie in het hart waar dus een direct effect wordt verkregen, vergelijkbaar met een injectie in het hart, maar met minder risico's.

## 8. Conclusie

Gezien de voorafgaande beschouwing moet men concluderen dat het injiciëren van een lokaal anaestheticum zonder herhaalde (iedere 1/2 ml) aspiratie een kunstfout is. Desondanks kunnen zich toch nog complicaties voordoen. Een voldoende kennis zowel theoretisch als praktisch van hoe te handelen bij een vagale reactie, kortdurende ademstilstand, epileptisch insult en in het uiterste geval anafylactische shock behoort een eis te zijn die gesteld kan worden aan iedere tandarts. Het zal een ieder duidelijk zijn dat dergelijke reacties uiterst zelden voorkomen, als ze zich echter voordoen is snel en doordacht handelen levensreddend.

## Summary:

Title: Complications of local anaesthetics in dentistry.

Keywords: Anaesthesiology – Local anaesthetics

Various local anaesthetic agents are used in dental treatment in the highly vascular maxillofacial area. The primary purpose of the injections is to deposit the local anaesthetic in the vicinity of a nerve, however inadvertent intravascular injections may occur. In this article the principles of work of the various local anaesthetics, the differences between the local anaesthetics and the clinical aspects of the local anaesthetics are explained.

The differences between a toxic reaction (allergic or overdose) and side effects of the local anaesthetics are pointed out.

Three possible causes of an adverse reaction in maxillofacial regions are mentioned: 1. allergic reaction, 2. reverse blood flow, 3. subperineural spread.

At last treatment of a generalized allergic systematic reaction is explained.

## Literatuur:

1. Aldrete JA. Reactions to local anaesthetics in dentistry and the allergic patient. Franer CA, ed. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas, 1973: 2.
2. Bourne JG. Deaths with dental anaesthetics. *Anesth* 1970; 25: 473.
3. Criepp LH. Allergy to procaine hydrochloride with three fatalities. *J Am Med Assoc* 1953; 151: 1185.
4. Sidon MA. A patient with multiple allergies: what anaesthetic to use? *J Am Dent Assoc* 1971; 82: 366.
5. Tomlin PJ. Death in outpatient dental anaesthetic practice. *Anaesthetic* 1974; 29: 551.
6. Robertson JD. *Biochem Soc Symp* 1959; 16: 3.
7. Singer SJ, Nicolson GL. *Science* 1972; 175: 720.
8. Covino BC, Vassallo HG. *Local anaesthetics*. New York, San Francisco, London: Grune & Stratton, 1976.
9. Van Kleef JW. Lokale anaesthetica, fundamentele werkingsmechanismen en klinisch gebruik. *Ned Tijdschr Geneesk* 1982; 126: 12.
10. Aldrete JA. Reverse arterial bloodflow as a pathway for central nervous system toxic responses following injections of local anaesthetics. *Anesth Analg* 1978; 57: 428.
11. Frye DG. Aspirator syringes – fact and figures. *J NC dent Soc* 1962; 45: 180.
12. Mohorn HW. Reactions to local anaesthetics. *J Mich Dent Assoc* 1967; 49: 41.
13. Schiano AM. Frequency of accidental intravascular injection of local anaesthetics in dental practice. *Oral Surg* 1964; 17: 178.
14. Witrock JW. The aspiration of blood through small gauge needles. *J Am Dent Assoc* 1968; 76: 79.
15. Bartlett FZ. Clinical observations on the effects of injection of local anaesthetics preceded by aspiration. *Oral Surg* 1972; 33: 520.
16. Harris SC. Aspiration injections of dental local anaesthetics. *J Oral Surg* 1957; 15: 299.
17. Aldrete JA. Reverse carotid bloodflow – a possible explanation for some reactions to local anaesthetics. *J Am Dent Assoc* 1977; 94: 1142.
18. Aldrete JA. Untoward reactions to local anaesthetics via reverse intracarotid flow. *J Dent Res* 1975; 54: 145.
19. Penn RD. Cerebral bloodvolume in man: computer analysis of a computerized brain scan. *J Am Med Assoc* 1960; 172: 1493.
20. Chen CJ. The perineural space of the peripheral nerve. Thesis, McGill University (V.S.), 1945.
21. Bromage PR. Death in outpatient dental practice. *Anaesthesia* 1975; 30: 239.
22. Moore DC. Importance of perineural spaces in nerve blocking. *J Am Med Assoc* 1954; 156: 1050.

Maart 1984.

Postbus 9101,  
6500 HB Nijmegen.



## DE TOEPASSING VAN ENKELE EENVOUDIGE MAATREGELLEN TER BEVORDERING VAN DE STRALENHIGIËNE BIJ HET MAKEN VAN RÖNTGENOPNAMEN: DE SITUATIE NA 10 JAAR

L. V. ARNOLD

*Uit de afdeling Tandheelkundige Radiologie van de rijksuniversiteit te Groningen.*

**Trefwoorden:** Radiologie – Stralenbescherming – Enquête

### Inleiding

'De toepassing van de röntgenstralen in de tandheelkunde heeft belangrijke verbeteringen in de diagnostiek tot gevolg gehad. Het is bekend dat hierbij steeds de nodige aandacht moet worden besteed aan de veiligheidsmaatregelen. Steeds weer dient men zich de vraag te stellen of met een minimum aan stralen een maximum aan informatie kan worden verkregen.'

Met deze zinnen werd in 1973 een artikel ingeleid,<sup>1</sup> dat de resultaten weergeeft van een enquête, die tot doel had een indruk te verschaffen betreffende de toepassing van een aantal maatregelen, die in de tandartspraktijk genomen kunnen worden om aan de eisen van goed en veilig werken met ioniserende straling te voldoen. Het ging hier om relatief eenvoudige factoren:

- de diafragma-opening;
- de gevoeligheid van de filmsoort;
- de afstand van de operateur tot de patiënt;
- de positie van de operateur ten opzichte van patiënt en röntgenapparaat.

De resultaten van de toenmalige enquête leidden tot de conclusie, dat behalve wat betreft de te gebruiken filmsoort, er nog veel verbeterd kon worden.

Sindsdien heeft zich een aantal ontwikkelingen voorgedaan, dat een nieuw onderzoek naar de situatie in de algemene praktijk rechtvaardigt.

1. De bevolking is in de afgelopen tien jaar meer bekend met en mede daardoor kritischer ten aanzien van het gebruik van röntgenstraling geworden.
2. De röntgenapparatuur, hulpmiddelen en filmsoorten, die voor de tandarts verkrijgbaar zijn, hebben duidelijke verbeteringen ondergaan.
3. In de internationale literatuur kan een groeiende stroom artikelen worden gevonden, waarvan de resultaten een 'zuiniger' gebruik van straling beogen; in de Nederlandse taal werd echter slechts weinig aandacht aan de stralenbescherming in de tandheelkunde besteed.<sup>2-4</sup>
4. Terwijl in 1973 de ICRP-aanbevelingen nog werden gebruikt als criterium,<sup>5</sup> zijn thans in de Nederlandse wet (Toestellenbesluit van de Kernenergiewet) regelingen getroffen voor een aantal factoren.<sup>6</sup>

5. De algemene ICRP-aanbevelingen hanteren thans het zogenaamde ALARA-principe;<sup>7</sup> dit betekent dat de gebruikte hoeveelheid straling 'as low as reasonably achievable' gehouden moet worden; wanneer wordt gesproken over eenvoudige maatregelen, zijn deze alle redelijk en zullen dus moeten worden toegepast; de interpretatie van het genoemde uitgangsprincipe betekent ook, dat van de tandarts geen minimum maar een maximuminspanning wordt gevraagd.

Op grond van deze ontwikkelingen en van de resultaten van de vorige enquête mag worden verwacht, dat de situatie thans tot een meer positieve conclusie zal kunnen leiden dan in 1973.

In het aangehaalde artikel uit 1973 werd ook uitgebreid ingegaan op de wijze, waarop de onderzochte factoren invloed hebben op de stralenbelasting van de patiënt en van de operateur van het röntgenapparaat tijdens het maken van röntgenopnamen. Tevens werden de effecten vermeld van maatregelen, die in de tandartspraktijk kunnen worden genomen om wat de genoemde factoren betreft goed en veilig met röntgenstraling te werken. Deze aspecten zullen daarom niet worden herhaald. Wel zal een aantal nieuwe adviezen worden gegeven, gedeeltelijk voortgekomen uit de nieuwe wetgeving, gedeeltelijk het gevolg van nieuwe internationale aanbevelingen.

Tot slot zal in de appendix worden aangegeven, dat toepassing van de rechthoekregel-techniek met behulp van instelapparaat niet alleen voorbehouden is aan tandartsen, die over relatief zware apparatuur beschikken. Door de keuze van een gevoeliger filmsoort kan het merendeel der tandartsen in Nederland namelijk gebruik maken van deze – wat stralenhigiëne en beeldkwaliteit betreft superieure – opnametechniek.

### Materiaal en methode

Om gegevens te verkrijgen uit de algemene praktijk werd evenals in 1973 een enquête gehouden. Aan 300 tandartsen, algemeenpractici, verspreid over geheel Nederland, werd gevraagd hun medewerking te verlenen. De namen werden willekeurig gekozen uit de Tandartsengids 1982, waarbij degenen, die werkzaam zijn aan universi-

### Samenvatting:

In 1973 werden in dit tijdschrift de resultaten beschreven van een enquête, die tot doel had een indruk te verschaffen betreffende de toepassing van een aantal eenvoudige te nemen maatregelen om aan de eisen van goed en veilig werken met röntgenstraling te voldoen. Het ging om de volgende factoren:

- a. de diafragma-opening;
  - b. de gevoeligheid van de filmsoort;
  - c. de afstand van de operateur tot de patiënt;
  - d. de positie van de operateur ten opzichte van patiënt en röntgenapparaat.
- Omdat de toenmalige conclusie was dat er nog veel kon worden verbeterd, is nu tien jaar later een tweede enquête gehouden, waaraan 182 tandartsen deelnamen. Hierbij is ook nog aan de volgende twee factoren aandacht geschonken:
- e. de aanwezigheid van een afschermmende wand;
  - f. de aanwezigheid en het gebruik van een loodschoort.

Wanneer de huidige Nederlandse wet en internationale aanbevelingen van de ICRP als criterium worden gehanteerd, geven de resultaten uit de enquête aan, dat thans ongeveer 75% van de tandartsen voldoet wat betreft factor a, 83% voldoet wat betreft factor c, 90% voldoet wat betreft factor d, 58% voldoet wat betreft factor e en 61% voldoet wat betreft factor f, terwijl ook reeds 10% de meest gevoelige filmsoort gebruikt. De conclusie is dan ook dat gemiddeld veel is verbeterd ten opzichte van 1973, maar dat in individuele gevallen de situatie nog niet overal optimaal is.

teiten en grote klinieken werden uitgesloten.

De enquête bestond uit een vragen/instructieformulier en een röntgenfilm formaat 13 × 18 cm (Kodak X-Omat MA Ready Pack). Het formulier bevatte vragen over gegevens betreffende:

1. merk en type röntgenapparaat met kV en mA;
2. lengte van de conus of tubus;
3. afstand van de punt van de conus of het einde van de tubus tot de huid van de patiënt;
4. in gebruik zijnde filmsoort, merk en type;
5. de aanwezigheid van een beschermende wand in de praktijk;
6. de aanwezigheid en het gebruik van een loodschoort.

Aangaande de laatste twee aspecten werden in 1973 geen vragen gesteld.



Tevens bevatte het formulier een diagram waarop men kon aangeven waar men zich opstelt bij het maken van een röntgenopname ten opzichte van patiënt en röntgenapparaat; dit gegeven werd gevraagd ten aanzien van opnamen van frontstreek en molaarstreek in onder- en bovenkaak. Het instructiegedeelte van het formulier vermeldde de wijze waarop de meegezonden röntgenfilm moest worden belicht. Het vragenformulier en de belichte film dienden te worden geretourneerd. Na ontvangst werd de film ontwikkeld, waarna de veldgrootte ter plaatse van de huid kon worden gemeten.

Gegevens betreffende de factoren filmgevoeligheid, afstand tot de patiënt, positie ten opzichte van de patiënt en het röntgenapparaat, afscherpende wand en loodschort werden verzameld uit de vragenformulieren en, voor zover mogelijk, vergeleken met de gegevens uit 1973.

**Resultaten**

Van de 300 verzonden enquêteformulieren werden er 182 terugontvangen; dit komt overeen met 61%. Hiervan waren om verschillende redenen 21 niet geschikt voor gebruik, zodat tenslotte 161 enquêtes werden verwerkt, dat wil zeggen 54% van het verzonden aantal. In vergelijking met 1973 liggen deze percentages een weinig lager, maar de absolute aantallen zijn hoger. De verdeling over plaats en jaar van afstuderen van degenen, van wie de resultaten zijn verwerkt, is weergegeven in tabel I. Ter vergelijking zijn in de kolommen 'landelijk percentage' de percentages gegeven, die betrekking hebben op de tandartspopulatie van Nederland. De gegevens voor deze cijfers zijn afkomstig uit twee bronnen.<sup>8,9</sup> De gemiddelde leeftijd bij afstuderen is hierbij gesteld op 26,5 jaar. Het blijkt dat de getrokken steekproef representatief is wat betreft plaats en jaar van afstuderen. De relatief enigszins te lage deelname aan de enquête van oudere tandartsen kan worden verklaard uit het feit, dat in de landelijke percentages alle tandartsen zijn betrokken, terwijl voor de enquête tandartsen, die geen eigen praktijk meer bezitten, zijn uitgesloten.

**Diafragma-opening**

Afbeelding 1a geeft de afmetingen van de veldgrootte ter plaatse van de huid weer zoals deze uit de enquête werden gevonden in 1973 en afbeelding 1b de resultaten uit 1983. De kleinste veldgrootte, die thans werd gevonden, is 4,3 cm (in 1973: 4,6 cm) en de grootste veldgrootte 9,8 cm (in 1973: 14,0 cm). Het treft dat de grootste veldgroottes zijn verdwenen. Tevens is er een groep rechthoekige veldgroottes bijgekomen, die 4,5% van de gevallen uitmaakt. Rechthoekige diafragmering kan op ver-

Tabel I. Verdeling van de deelnemers aan de enquête.

Plaats van afstuderen	Percentage	Landelijk percentage	Jaar van afstuderen	Percentage	Landelijk percentage
RUU	48,8	51,6	1982-1972	55,0	53,2
RUG	22,4	19,5	1972-1962	23,1	19,1
KUN	11,9	12,1	1962-1952	10,7	11,9
UvA	12,5	10,7	1952-1942	8,1	9,9
VU	4,4	6,1	voor 1942	3,1	5,9

schillende manieren worden verkregen, maar in alle gevallen handelt het hier om veldgroottes, die beter bij het formaat van de film passen dan de gebruikelijke cirkelvormige diafragmering.<sup>10,11</sup> De huidige wettelijke regeling betreffende de diafragma-grootte staat omschreven in artikel 26e van het Toestellenbesluit KEW: 'De gebruiker van een röntgentoestel waarmee tandheelkundig onderzoek wordt verricht, waarbij de film intra-oraal is aangebracht, is verplicht een middel aan te wenden, dat: de diameter van de omschreven cirkel van het veld aan het uiteinde van de tubus of conus niet meer bedraagt dan 6 cm.'

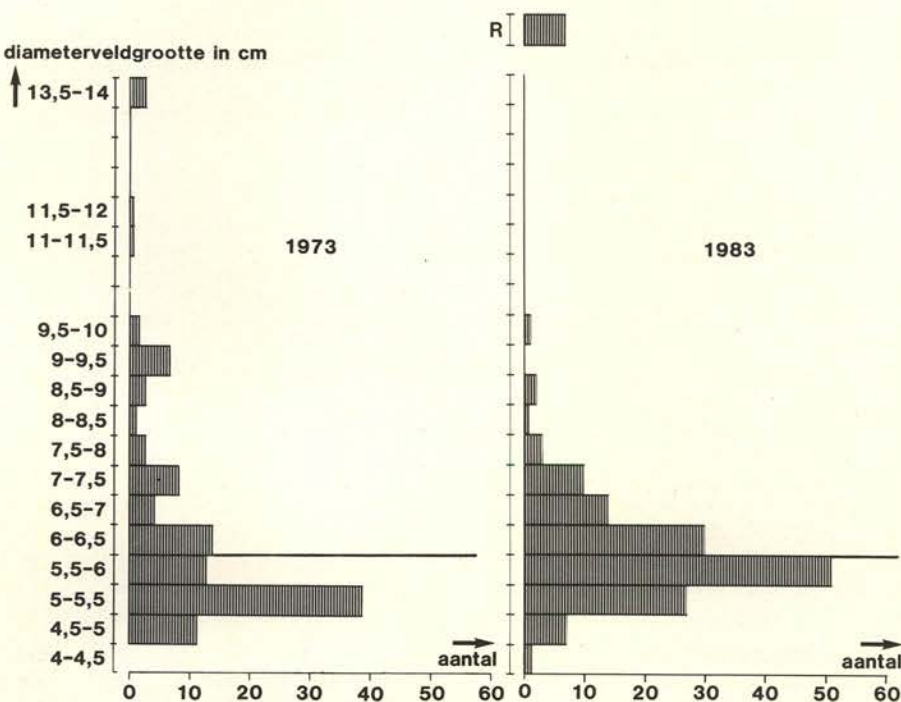
Wanneer dit criterium zonder meer wordt toegepast op de verkregen resultaten, voldoet slechts 57,5% van de tandartsen hieraan (in 1973: 51,8%). De wet spreekt echter van de veldgrootte aan het uiteinde van de tubus of conus. Door de divergentie van de bundel röntgenstraling vanaf de focus is de veldgrootte ter plaatse van de huid van de patiënt groter dan die aan het einde van de tubus in het geval dat er bij de opname

een afstand bestaat tussen einde van de tubus en huid van de patiënt. Gemiddeld mag men daarom aannemen, dat bij een tubuslengte van 5-15 cm (gevonden bij 77,1% van de geënquêteerden) en een afstand tot de huid van 0-2,5 cm (gevonden bij 89,8% van de geënquêteerden) een veldgrootte van 6,5 cm ter plaatse van de huid nog voldoet aan de wet.

Deze redenering geldt echter niet voor individuele gevallen. Het percentage tandartsen, dat een röntgenapparaat gebruikt, dat wat dit aspect betreft voldoet aan de wet, bedraagt dan 75,8 (in 1973: 62,7).

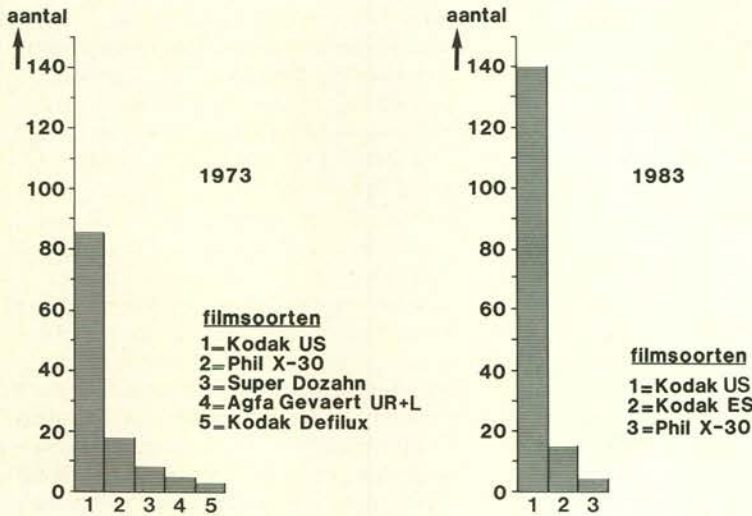
**Filmgevoeligheid**

In afbeelding 2a zijn de filmsoorten weergegeven, die in 1973 in gebruik waren, terwijl afbeelding 2b aangeeft, welke filmsoorten thans in gebruik zijn. Het treft dat het aantal merken is afgenomen en dat op het tijdstip van de enquête reeds een vijftiental tandartsen gebruik maakt van Ektaspeedfilm. Deze film was toen nog niet zo

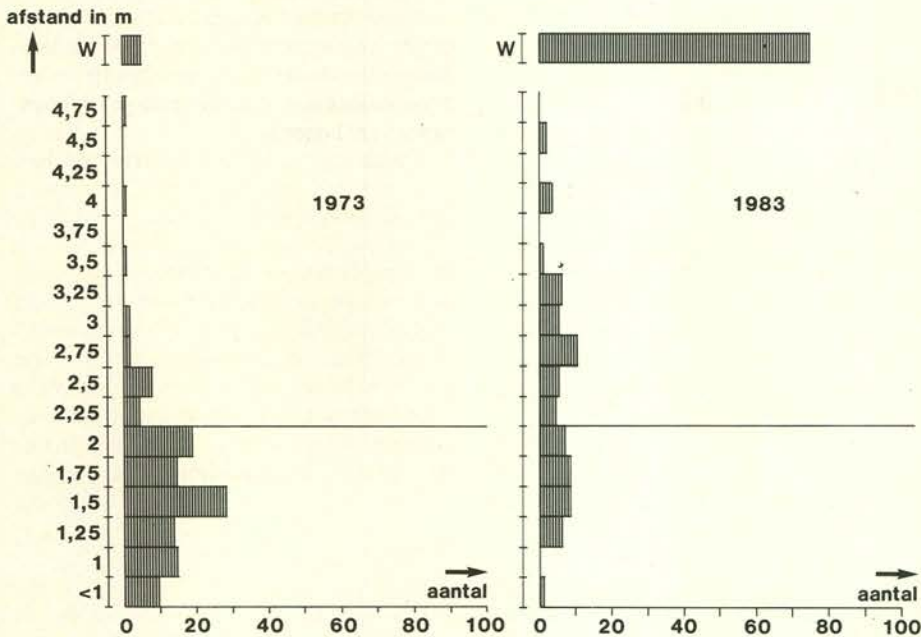


Afb. 1. Veldgrootte ter plaatse van de huid. Bij R is aangegeven het aantal tandartsen dat een rechthoekige diafragmering toepast. Links de resultaten uit 1973, rechts die uit 1983.





Afb. 2. In gebruik zijnde filmsoorten. Links de resultaten uit 1973, rechts die uit 1983.



Afb. 3. Afstand van de operateur tot de patiënt. Bij W is aangegeven het aantal tandartsen dat een afschermbende wand toepast. Links de resultaten uit 1973, rechts die uit 1983.

lang in Nederland verkrijgbaar. De voor- en nadelen van deze nieuwe film zijn in de Nederlandse literatuur uitgebreid beschreven.<sup>12 13</sup> De hogere gevoeligheid voor röntgenstraling is uiteraard de belangrijkste factor, waarom de aanbeveling wordt gedaan deze film in de praktijk te gebruiken, ondanks de enigszins lagere beeldkwaliteit. Voor de normale tandheelkundige interpretatie blijkt er geen verschil tussen de twee in gebruik zijnde Kodak-films te bestaan wat betreft de diagnostische kwaliteit.<sup>14</sup> Daarom kan over het algemeen zonder diagnostisch verlies over worden gegaan op het gebruik van Ektaspeed-film ten koste van Ultraspeed-film.

*Afstand operateur tot patiënt*

Wanneer de resultaten wat betreft de af-

stand van de operateur van het röntgenapparaat tot de patiënt worden beschouwd, resulteert dit in de vergelijking, die is weergegeven in afbeelding 3. De situatie in 1973 is weer links aangegeven.

Er is een duidelijke verandering opgetreden in de situatie in de praktijk wat dit aspect betreft. Het meest treffend is dit waar te nemen aan het grote aantal tandartsen, dat thans gebruik maakt van een afschermbende wand, in de afbeelding weergegeven met de categorie W. Bijna 58% van de geënquêteerden maakt thans gebruik van een dergelijke wand (in 1973: 4%). Tevens staan degenen, die geen gebruik maken van een afscherming, thans duidelijk op een grotere afstand verwijderd van de patiënt dan in 1973. De aanbevelingen van de ICRP vermelden nog steeds een minimale afstand van 2 meter.<sup>15</sup> Wanneer

dit criterium wordt gehanteerd staat nog 17% van de tandartsen te dicht bij de patiënt tijdens het maken van röntgenopnamen (in 1973: 80%).

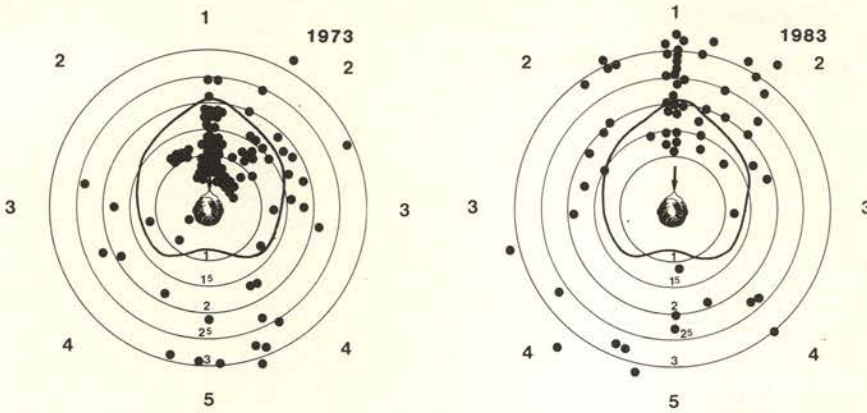
Artikel 24 lid 2 van het Toestellenbesluit KEW luidt: 'De gebruiker van een toestel voor medisch-radiografisch of medisch-fluoroscopisch onderzoek is verplicht ervoor zorg te dragen, dat in de daarvoor bestemde ruimten andere personen dan degene die het onderzoek ondergaat, zich hetzij achter een scherm van voldoende stralenverzwakkend vermogen, hetzij buiten het lokaal waar het onderzoek plaats heeft, bevinden.' Dit betekent dat volgens de letter van de wet de tandarts verplicht is de praktijkkamer te voorzien van een afschermbende wand en dat dus slechts 58% van de tandartsen hieraan voldoet. Na overleg met het bevoegd gezag is duidelijk geworden dat thans het ontbreken van een afschermbende wand in de tandartspraktijk zal worden getolereerd. Welke de mening in de toekomst hieromtrent zal zijn valt nog niet te voorspellen. Wanneer echter wel een afschermbende wand aanwezig is, zal automatisch worden aangenomen, dat de hoeveelheid straling, die jaarlijks maximaal kan worden ontvangen, altijd onder de zogenaamde 5 mSv (0,5 rem)-limiet blijft. Dit betekent dan weer dat een aantal andere wettelijke verplichtingen, zoals medische keuringen, filmbadges, waarschuwborden en periodieke metingen, vervallen.<sup>16</sup> Daarom luidt onze aanbeveling om een afschermbende wand aan te brengen in de praktijk of een andere vorm van afscherming te realiseren en de opnameknop van het röntgenapparaat permanent achter deze afscherming te bevestigen. Deze aanbeveling wordt gedaan ondanks het feit dat bij toepassing van bijvoorbeeld voldoende afstand het risico voor de operateur al bijzonder gering is. Maar op deze wijze zal de situatie ook in de toekomst bij een eventuele stringenter interpretatie van de wet voldoen.

*Positie van operateur ten opzichte van patiënt en röntgenapparaat*

Wat betreft de tandartsen, die geen afschermbende wand gebruiken, kan nog een vergelijking worden gemaakt aangaande de positie, waar zij zich opstellen bij het maken van röntgenopnamen. De vuistregel, dat de beste positie die is, waarbij een hoek van 90-135° bestaat met de richting van de primaire bundel röntgenstraling en achter de patiënt is langzamerhand vrij bekend.<sup>1</sup>

Afbeelding 4 toont de resultaten van 1973 en van 1983 voor de positie van de operateur, aangegeven door een stip, bij een frontopname van de bovenkaak. Wanneer de dikgetrokken iso-exposielijn, die een bepaalde waarde voor de hoeveelheid strooistraling rondom de patiënt aangeeft,





Afb. 4. Plaats van de operateur ten opzichte van de patiënt en het röntgenapparaat. Iedere stip is één tandarts. Links de resultaten uit 1973, rechts die uit 1983.

als criterium wordt gehanteerd, staat thans slechts 10% van de tandartsen hierbinnen (in 1973: 68%). Afbeelding 4 geldt voor opnamen in het bovenfront-gebied. In de andere opnamegebieden is echter een zelfde verschuiving ten opzichte van de situatie in 1973 te vinden.

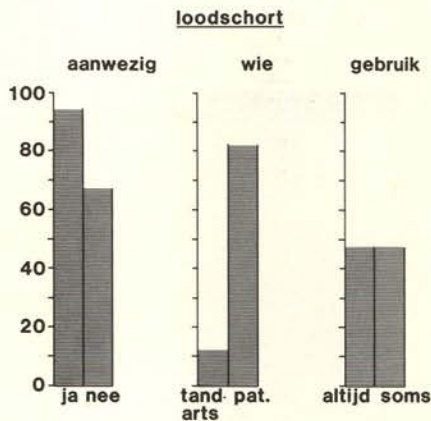
Vooral in kleinere ruimten, waar het onmogelijk is een grote afstand in te nemen en die niet van een afschermd wand zijn voorzien, kan door deze maatregel een stralensreductie van de operateur worden verkregen.

In het Toestellenbesluit KEW is een tweetal artikelen te vinden, die betrekking hebben op de positie. Artikel 19 lid 4 luidt: 'De gebruiker van een toestel is verplicht ervoor zorg te dragen, dat het toestel zodanig is opgesteld of afgeschermd dat personen zich niet aan de primaire stralensbundel behoeven bloot te stellen tenzij ten behoeve van een medische onderzoek of behandeling.' Artikel 23 luidt: 'De gebruiker van een toestel is verplicht doeltreffende maatregelen te nemen ten aanzien van de inrichting, opstelling en werkwijze van het toestel teneinde te voorkomen, dat door verstrooide straling schade wordt toegebracht aan mensen, dieren, planten of goederen.'

**Gebruik van een loodschort**

Afbeelding 5 laat de resultaten zien van de vraag in de enquête betreffende het gebruik van een loodschort of loodschild. In 1973 werd hier geen vraag over gesteld. Een vergelijking is dus niet mogelijk.

Het blijkt dat in ongeveer 61% van de praktijken een loodschort aanwezig is. In het merendeel van de gevallen wordt dit gebruikt voor de patiënt. De geënquêteerden, die het loodschort voor zichzelf gebruiken, behoren eigenlijk te worden gerekend tot de groep tandartsen, die gebruik maakt van een afscherming. Het gebruik van een loodschort voor dit doel is in principe mogelijk. Afhankelijk van de dikte van het loodschort en het doordringingsvermogen van de bundel röntgenstraling wordt



Afb. 5. Aanwezigheid en gebruik van het loodschort. De resultaten uit 1983.

80-99% van de straling hierdoor geabsorbeerd. Wanneer echter andere, eenvoudiger te nemen maatregelen, zoals bijvoorbeeld afstand en positie, juist worden toegepast, is de stralenbelasting, en daarmee het risico voor de operateur al bijzonder gering. Gezien de vrij grote inspanning, die men zich moet getroosten om elke keer bij een röntgenopname het loodschort bij zichzelf om te hangen, menen wij dat deze handelswijze niet zinvol is. Een afschermd wand heeft voor dit doel duidelijk de voorkeur.

Toepassing van een loodschort of loodschild bij de patiënt is zeer doeltreffend. De hoeveelheid secundaire straling, die vooral in de huid van het bestraalde gedeelte van het aangezicht van de patiënt ontstaat en vandaar de gonaden van de patiënt kan bereiken, wordt ook met ongeveer 80-99% teruggebracht. Doch bij toepassing van andere stralensbeschermende maatregelen is de gonadenexposie reeds zeer ver teruggebracht. Gezien het praktisch te verwaarlozen risico wordt het gebruik van een loodschort dan ook niet verplicht gesteld in de Nederlandse wet.

De tandarts zal zelf per geval moeten beslissen of hij het loodschort tijdens een röntgenopname bij de patiënt omhangt.

Hierbij dient hij enerzijds in aanmerking te nemen, dat een belangrijke dosisreductie kan worden verkregen; maar anderzijds kost deze maatregel een redelijke inspanning en bestaat de kans dat men de patiënt juist confronteert met de gevaren van röntgenstraling en dat dit een te vermijden negatieve uitwerking kan hebben. In de overweging moet ook worden opgenomen of de patiënt misschien zwanger is, hoeveel de gevolgen van bestraling van de foetus in de eerste weken van de zwangerschap de belangrijkste effecten teweeg kunnen brengen, de tijd dat de vrouw meestal niet eens weet dat zij zwanger is. Ook bij zwangerschap blijven de risico's zelfs zonder gebruik van een loodschort te verwaarlozen klein, maar om psychologische redenen menen wij dat het gebruik van een loodschort in zo'n geval op zijn plaats is. Ook kinderen vormen een aparte categorie patiënten, omdat bij hen de afstand tussen plaats van oorsprong van de secundaire straling en de gonaden veel kleiner is dan bij volwassenen, waardoor de gonadenexposie veel hoger is.

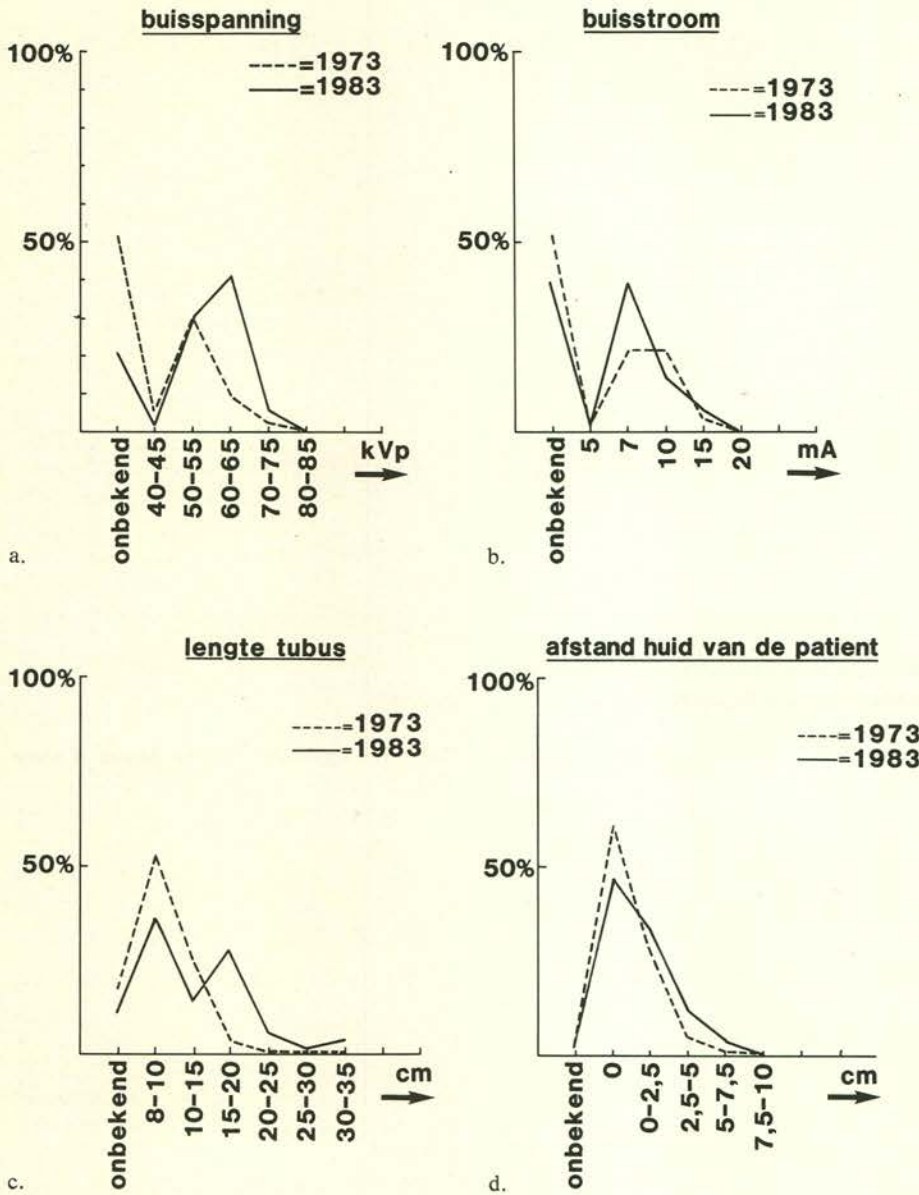
Wanneer een patiënt om extra bescherming vraagt zal de tandarts deze moeten kunnen geven. Daarom luidt onze aanbeveling dat in iedere tandartspraktijk een loodschort aanwezig moet zijn; dit is in 39% van de gevallen nog niet het geval. De mogelijkheid bestaat dat de tandarts na afweging van alle factoren tot de conclusie komt dat hij bij iedere patiënt en bij iedere röntgenopname het loodschort gaat gebruiken. Gezien de resultaten uit de laatste kolommen van afbeelding 5 is dit ook gebeurd.

**Typen röntgenapparaten**

In de inleiding is reeds vermeld, dat de röntgenapparatuur en eventuele hulpmiddelen duidelijk zijn verbeterd in de afgelopen tien jaar. In hoeverre deze nieuwe apparatuur ook wordt gebruikt door de tandarts in de praktijk is af te leiden uit de antwoorden op de vragen betreffende merk en type röntgenapparaat, buisspanning, buisstroom, lengte tubus en afstand van het einde van de tubus tot de huid van de patiënt. De afbeeldingen 6a tot en met 6d laten de resultaten zien van een vergelijking tussen 1973 en 1983.

Uit afbeelding 6a is af te leiden dat de gemiddelde buisspanning omhoog is gegaan. Met name röntgenapparatuur met een buisspanning van 60-65 kVp komt meer voor. Dit zal ten koste zijn gegaan van de groep 50-55 kVp, hoewel dit uit de grafiek niet duidelijk is af te leiden. Het hoge percentage tandartsen, dat in 1973 onbekend was met de buisspanning van hun röntgenapparaat, moet echter voor het grootste deel worden toegeschreven aan de 50-55 kVp-groep. In verband met het benodigde doordringingsvermogen van de bundel





Afb. 6. Specificaties ten aanzien van het type röntgenapparaat en de opnametechniek.

- 6a. Buisspanning van de in gebruik zijnde röntgenapparaat.
- 6b. Buisstroom van de in gebruik zijnde röntgenapparaat.
- 6c. Lengte van de tubus van de in gebruik zijnde röntgenapparaat.
- 6d. Afstand van de huid van de patiënt t.o.v. het einde van de gebruikte tubus.

röntgenstraling en de vereiste output van het röntgenapparaat, wanneer een langere tubus wordt gebruikt, wordt een minimale buisspanning van 65-70 kVp aanbevolen. Wat betreft de buisstroom laat afbeelding 6b zien dat er niet veel is veranderd. Het lijkt zelfs alsof de gemiddelde waarde van de buisstroom een weinig is verlaagd. Toch moet een zo hoog mogelijke buisstroom worden aanbevolen, tenminste 10-15 mA. Dit is noodzakelijk om te lange belichtingstijden te voorkomen.

De lengte van de tubus of conus geeft over het algemeen een juiste indicatie omtrent de te bereiken focus-film afstand. Wanneer men de rechthoekregel-techniek met behulp van instelapparatuur wil toepassen in de praktijk zal een minimale afstand van 30 cm noodzakelijk zijn.<sup>10</sup> Een tubuslengte

van ongeveer 20-25 cm zal hiermee overeenkomen. Dit hangt echter ook af van het ontwerp van het instelapparaat en de constructie van het röntgenapparaat. Uit afbeelding 6c blijkt dat de gemiddelde tubuslengte thans groter is dan in 1973. Deze verschuiving loopt synchroon met de ver-

hoging van de buisspanning. De limiet van 20-25 cm wordt echter door slechts enkele procenten van de in gebruik zijnde apparaten gehaald.

Ook een indicatie voor de toepassing van de rechthoekregel-techniek, die uit oogpunt van beeldkwaliteit en om stralenhigienische redenen is te prefereren, is de afstand van het einde van de tubus tot de huid van de patiënt. Deze zal bij de meeste typen instelapparaten 7,5-10 cm bedragen. Uit afbeelding 6d blijkt dat slechts enkele tandartsen deze afstand gebruiken. De conclusie moet zijn dat de in de tandartspraktijk aanwezige apparatuur slechts zeer ten dele voldoet aan de nieuwe aanbevelingen en dat slechts in enkele gevallen de rechthoekregel-techniek kan worden toegepast, gezien de röntgenapparatuur. In de appendix van dit artikel zal worden aangetoond op welke wijze een bestaand röntgenapparaat geschikt kan worden gemaakt voor de rechthoekregel-techniek.

*Algemene conclusie en discussie*

Werd tien jaar geleden gesteld, dat er nog veel kon worden verbeterd door toepassing van eenvoudige maatregelen, thans is de eindconclusie, dat gemiddeld gesproken een duidelijke verbetering is waar te nemen.

Met name de aandacht voor de bescherming van de operateur van het röntgenapparaat door middel van afstand en afscherming is sterk verhoogd. Maar ook de keuze van de filmsoort en in mindere mate de controle van de diafragma-opening krijgen steeds meer aandacht. Deze twee factoren zijn zowel voor de bescherming van de operateur als van de patiënt van belang. De aanwezigheid en het gebruik van een loodschort voor de patiënt voldoet ook ruimschoots aan de verwachting. Maar bij een aantal tandartsen is op één of meer punten nog een noodzakelijke verandering aan te brengen, waardoor zonder veel moeite een verbetering in de stralenscherming bereikt kan worden. Vaak is het onbekendheid met de mogelijkheden, die deze veranderingen belemmeren. De veel gehoorde mening, dat vooral bij oudere tandartsen die al langer zijn afgestudeerd, de aandacht voor de stralenhigiene niet voldoende is, blijkt maar ten dele juist te zijn. In tabel II worden de aantallen deelnemers aan de

Tabel II. Verdeling van de deelnemers aan de enquête, die niet aan bepaalde criteria voldoen.

Plaats van afstuderen	Percentage	Jaar van afstuderen	Percentage
RUU	32	1982-1972	18
RUG	28	1972-1962	27
KUN	42	1962-1952	65
UvA	10	1952-1942	62
VU	14	voor 1942	20



enquête gegeven, bij wie hetzij het diafragma te groot is, hetzij te dicht bij de patiënt wordt gestaan tijdens de opname, als percentage van de aantallen in een bepaalde subgroep wat betreft plaats en jaar van afstuderen. De criteria waren respectievelijk een veldgrootte ter plaatse van de huid van de patiënt groter dan 65 mm en een afstand tot de patiënt en het röntgenapparaat kleiner dan 2 meter.

De conclusie is dat weliswaar bij oudere tandartsen een hoger percentage niet aan de criteria voldoet, maar dat ook bij jongere tandartsen, opgeleid in plaatsen, waar reeds lang voldoende kennis wordt verstrekt om de bedoelde maatregelen toe te passen, de situatie lang niet altijd optimaal is.

Een probleem bij de interpretatie van de resultaten van de enquête is het percentage tandartsen, dat niet heeft gereageerd op het verzoek deel te nemen. Dit percentage bedraagt 39. Men zou kunnen veronderstellen, dat juist bij deze tandartsen de situatie wat betreft de stralenbescherming niet voldoende is. Er is geen informatie of deze hypothese juist is, omdat niet is getracht alsnog gegevens uit deze praktijken te verkrijgen. Ook in 1973 is dit niet gedaan, zodat een rechtstreekse vergelijking wel is geoorloofd. De mogelijkheid is echter aanwezig, dat de situatie in de praktijk minder rooskleurig is dan wordt aangegeven door de resultaten. De vermelde percentages moeten dan ook in dit licht worden beoordeeld, wanneer in absolute zin conclusies worden getrokken.

Een laatste opmerkelijk resultaat is dat de röntgenapparatuur, die in de algemene praktijk wordt aangetroffen, over het algemeen niet geschikt is om de rechthoekregel-techniek toe te passen. Deze techniek wordt echter door alle subfaculteiten tandheelkunde in Nederland onderwezen en de voordelen in verband met stralenhigiëne én beeldkwaliteit ten opzichte van de bisectriceregels-techniek worden reeds meer dan 30 jaar onderkend.

Misschien dat de komst van een nieuwe, gevoeliger filmsoort de mogelijkheden van de bestaande röntgenapparatuur verruimt (zie appendix) en de introductie van nieuwe instelapparatuur de rechthoekregel-techniek meer populair zal maken. Een toekomstige enquête zal dit leren.

#### Appendix

De toepassing van de rechthoekregel-techniek vergt een minimale focus-filmstand van 30 cm.<sup>10</sup> Om deze grote afstand te overbruggen dient het röntgenapparaat een bepaalde output te leveren om te lange belichtingstijden te voorkomen. Het bezwaar van lange belichtingstijden is de grotere kans op bewegingsonscherpte. De output van een röntgenapparaat (in Gy/sec) wordt over het algemeen niet gegeven door de

fabrikant. De belangrijkste factoren, die de output bepalen, zijn, naast de filtering, de buisspanning en de buisstroom. Bij gebruik van Ultraspeed-film (of een andere filmsoort uit speedgroup D) zijn een buisspanning van minimaal 65-70 kVp en een buisstroom van minimaal 10-15 mA noodzakelijk om de bedoelde output te bereiken en de film binnen een maximale belichtingstijd van 1,25 sec voldoende zwarting te geven na ontwikkeling.

Door echter over te gaan op Ektaspeed-film (behorend in speedgroup E) kan de belichtingstijd worden gereduceerd tot 60%.<sup>13</sup> In plaats van een reductie van de belichtingstijd kan ook worden gekozen voor verlenging van de focus-filmstand. Hierdoor wordt het mogelijk om met een röntgenapparaat met een lagere buisspanning en buisstroom toch rechthoekregel-techniek toe te passen in de praktijk. De hier volgende berekening, die is uitgevoerd voor het Philips Oralix 65-röntgenapparaat, toont dit aan.

De voorgeschreven belichtingstijd voor een bovenmolaaropname bij gebruik van Ultraspeed-film = 0,85 sec.

De focus-filmstand hierbij met de standaard-tubus = 22 cm.

De aanvaardbare maximale belichtingstijd = 1,25 sec.

De toe te passen focus-filmstand met deze maximale tijd is te berekenen:

$$\frac{\text{oude bel.tijd}}{\text{nieuwe bel.tijd}} = \frac{(\text{oude focus-filmstand})^2}{(\text{nieuwe focus-filmstand})^2}$$

$$\frac{0,85}{1,25} = \frac{(22)^2}{(x)^2}; x = 27 \text{ cm.}$$

De focus-filmstand is met 5 cm toegenomen tot 27 cm, maar nog niet voldoende om de rechthoekregel-techniek toe te kunnen passen. Nu wordt overgegaan op Ektaspeed-film.

De belichtingstijd voor een bovenmolaaropname bij gebruik van Ektaspeed-film = 60% × 1,25 = 0,75 sec.

De aanvaardbare maximale belichtingstijd echter = 1,25 sec.

De nu toe te passen focus-filmstand is te berekenen (zie vorige berekening):

$$\frac{0,75}{1,25} = \frac{(27)^2}{(x)^2}; x = 35 \text{ cm}$$

De tubus kan dus nu in totaal met 13 cm worden verlengd tot een focus-filmstand van 35 cm ten opzichte van de beginsituatie en het röntgenapparaat is geschikt gemaakt voor de rechthoekregel-techniek. Daar een dergelijke tubus niet door de fabrikant wordt geleverd, zal men een andere oplossing moeten zoeken. Er moet wel voor worden gewaakt, dat het diafragma wordt aangepast aan de nieuwe situatie. Het bestaande diafragma zal verkleind moeten worden, zodat de veldgrootte aan het einde van de tubus maximaal een doorsnede van 6 cm zal vertonen.<sup>1 10</sup>

Een berekening, zoals hierboven is gedaan voor

het Philips Oralix 65-röntgenapparaat kan voor ieder willekeurig apparaat worden uitgevoerd. Wanneer dit wordt gedaan voor het Oralix 50-apparaat, zal blijken dat bij overgang van Ultraspeed-film naar Ektaspeed-film, de tubus van het Oralix 65-apparaat gebruikt kan worden. Men gaat dan uit van een opgegeven belichtingstijd van 0,65 sec (voor Ultraspeed-film) en een originele focus-filmstand van 12 cm. De berekende focus-filmstand zal dan 22 cm bedragen (bij gebruik van Ektaspeed-film). Hoewel nog geen echte rechthoekregel-techniek kan worden toegepast, is er toch sprake van een duidelijke verbetering in de opnametechniek. De gevoeliger filmsoort wordt dus aangewend om een langere tubus op het röntgenapparaat te kunnen plaatsen. Het voordeel van deze maatregel in verband met de stralenbelasting voor de patiënt wordt in de literatuur op verschillende wijze geïnterpreteerd,<sup>11 17</sup> maar een verbetering van de beeldkwaliteit hierdoor is duidelijk aangetoond.<sup>10</sup>

#### Summary:

Title: The application by the dentist of some simple measures to promote radiation protection during X-ray exposure: the situation after ten years.

Keywords: Radiology – Radiation protection – Inquiry

In 1973 the results of an inquiry into radiation hygiene were published in this journal. The inquiry was held to obtain information into the extent to which a number of simple measures were utilized in dental practice for the purpose of radiation protection. The following factors were screened:

1. the collimation of the beam;
  2. the film speed;
  3. the distance of the operator to the patient;
  4. the position of the operator with respect to the patient and the X-ray machine.
- Since the conclusion at that time was that insufficient use was made of the possibilities for improving radiation hygiene in dental practice, a second inquiry, ten years after the first, was held among 182 Dutch dentists. In this inquiry attention was paid to two additional factors:
5. the presence of a barrier wall;
  6. the presence and the use of a lead apron.

When the present Dutch legislation and international recommendations of the I.C.R.P. are applied, the results of the inquiry show that about 75% of the dentists meet the requirements of factor 1, 83% factor 3, 90% factor 4, 58% factor 5 and 61% factor 6. 10% were already using the new high speed dental films. It can be concluded that on average there has been a definite improvement compared to the results of 1973. In individual cases substandard radiation hygiene could however be easily improved.

#### Literatuur:

1. Arnold LV. De toepassing van enkele eenvoudige



- maatregelen ter bevordering van de stralenhigiene bij het maken van röntgenopnamen. Ned Tijdschr Tandheelkd 1973; 80: 386-97.
2. Arnold LV. De afscherming van röntgenruimten in de tandheelkunde. Ned Tijdschr Tandheelkd 1976; 83: 382-91.
  3. Duinkerke ASH. De invloed van het klinisch oordeel en van organisatorische maatregelen op de stralenbelasting van de patiënt. Ned Tijdschr Tandheelkd 1977; 84: 196-200.
  4. Barendsen GW. Wat is 'veilig' en hoe groot zijn 'risico's' bij toepassingen van ioniserende straling? Ned Tijdschr Tandheelkd 1980; 87: 326-31.
  5. International Commission on Radiological Protection. Protection against ionizing radiation from external sources. ICRP-publication 15. Pergamon Press, 1969.
  6. Toestellenbesluit Kernenergielwet. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden. Stb. 1981, 565.
  7. International Commission on Radiological Protection. Recommendations. ICRP-publication 26.

- Annals of the ICRP, 1977; volume 1 no. 3.
8. Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde. Mankrachtnota. Berekeningen en aanbevelingen. Oktober 1980.
  9. Adviescommissie Opleiding Tandarts. Eerste interimrapport. 17 januari 1983.
  10. Aken J van. Optimum conditions for intraoral roentgenograms. Oral Surg 1969; 27: 475-91.
  11. Updegrave WJ. Simplified and standardized intraoral radiography with reduced tissue irradiation. J Am Dent Assoc 1972; 85: 861-9.
  12. Linden LWJ van der, Kwee HT, Stelt PF van der. Stralens beperking door Kodak Ektaspeed film. Ned Tandartsenbl 1982; 37: 636-9.
  13. Stelt PF van der, Kwee HT, Linden LWJ van der. De kwaliteiten van de Kodak-Ektaspeed-röntgenfilm. Ned Tijdschr Tandheelkd 1982; 89: 339-42.
  14. Gröndahl K, Gröndahl H-G, Olving A. A comparison of Kodak Ektaspeed and Ultraspeed films for the detection of periodontal bone lesions. Dentomaxillofac Radiol 1983; 12: 43-6.

15. International Commission on Radiological Protection. Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine. ICRP-publication 33. Annals of the ICRP 1982; volume 9 no. 1.
16. Cornelis JCh, Duinkerke ASH. Toelichting bij de wettelijke bepalingen op het gebied van de stralensbescherming (voor zover van toepassing in de tandheelkunde). In: Arnold LV, Duinkerke ASH, Stelt PF van der. Tandheelkundige Radiologie. Alphen aan den Rijn/Brussel: Samsom/Stafleu 1984.
17. Welander U, Wickman G. The relationship between the integral dose and the focus to object distance in dental radiography. Dentomaxillofac Radiol 1977; 6: 83-7.

Januari 1984.

Adres: Dr. L. V. Arnold,  
Ant. Deusinglaan 1,  
9713 AV Groningen.

## GERODONTOLOGIE, EEN TERREINVERKENNING MET BETREKKING TOT HET RESTGEBIT\*)

W. J. KLÜTER  
H. M. WIJDEVELD  
G. H. M. VANDER ZAND

Uit het Instituut Conserverende Tandheelkunde voor Volwassenen van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

Trefwoorden: Gerodontologie – Behandelingsbehoefte

### 1. Inleiding

De laatste decennia is er een duidelijke verschuiving waar te nemen in de leeftijdsopbouw van de Nederlandse bevolking. Er worden minder kinderen geboren en het aantal bejaarden – zij die ouder zijn dan 65 jaar – stijgt relatief.<sup>1</sup> Dientengevolge zal tot voorbij de eeuwwisseling zowel het absolute als het relatieve aantal bejaarden stijgen. Het is de verwachting dat tot aan de eeuwwisseling tevens het absolute aantal edentate bejaarden zal stijgen, maar daarna zullen steeds meer bejaarden hun (rest)dentitie behouden.<sup>2,3</sup> Dit zal tot gevolg hebben dat bejaarden een andere tandheelkundige zorg behoeven dan tot nu toe gebruikelijk is. Het is daarom noodzakelijk dat tandheelkundige zorgverlening reeds nu anticipeert op deze ontwikkeling. Hoewel in de tandheelkunde aan dit onderwerp meer aandacht wordt besteed (zie onder meer dit tijdschrift, themanummer, vol. 89, 1982) is in tegenstelling tot de geneeskunde waar het vakgebied gerontologie erkend is, in de tandheelkunde de gerodontologie een nog nauwe-

lijks ontgonnen gebied.

Tandheelkundig onderzoek onder bejaarden richt zich meestal op het terrein van de prothese; over problemen van bejaarden met hun restgebit is nauwelijks iets bekend. In verband met de hiervoor geschetste verwachting ten aanzien van de veranderende gebitssituatie van bejaarden, is het noodzakelijk gegevens te verzamelen onder bejaarden die nog in het bezit zijn van (een rest van) de eigen dentitie. Tegen deze achtergrond zijn wij ter verkenning van het terrein op twee manieren te werk gegaan:

- het verrichten van literatuuronderzoek;
  - het houden van een enquête.
- In deze publikatie zullen de bevindingen van het literatuuronderzoek worden vermeld. De resultaten van de te houden enquête zullen in een later stadium worden gepresenteerd.

### 2. Literatuuroverzicht

Het is moeilijk een realistisch beeld te schetsen, omdat de literatuur schaars is en de gegevens daaruit onderling nauwelijks vergelijkbaar zijn. Bovendien zijn er vrijwel geen Nederlandse gegevens bekend, terwijl de buitenlandse literatuur niet zonder meer van toepassing is op de Nederlandse situatie. In het hierna volgende trachten wij de beschikbare informatie zo objectief mogelijk weer te geven. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen achter-

### Samenvatting:

Op grond van recente literatuurgegevens wordt een beeld geschetst van de toestand van het restgebit bij bejaarden. Het blijkt dat circa 30% van de ouderen nog een restgebit bezit, dat echter verwaarloosd en weinig functioneel is; het wordt gekenmerkt door plaque, tandsteen, (tandhals-)cariës en een gering aantal elementen.

Gewezen wordt op de discrepantie tussen behandelingsnoodzaak en behandelingsbehoefte. De behandelingsbehoefte wordt in belangrijke mate bepaald door de psychische gesteldheid en gemotiveerdheid van de bejaarde. Door gebruik te maken van een in de literatuur beschreven model van de tandheelkundige gezondheidszorg wordt de tandheelkundige hulp aan bejaarden geanalyseerd. Diverse aanbevelingen worden gegeven gericht op verder onderzoek en meer aandacht voor gerontostomatologie.

eenvolgens: de gezondheid van het gebit, de behandelingsbehoefte en de zorgverlening.

#### 2.1. De gezondheid van het gebit

Er is relatief veel bekend over het percentage edentaten in de bevolking. In Nederland varieert dit percentage voor wat betreft bejaarden tussen 70 en 93, al naar gelang de opzet van het uitgevoerde onderzoek.<sup>2,4-7</sup> In andere Westeuropese landen zijn percentages gevonden tussen de 50 en 91.<sup>3,8-11</sup>

\*) Dit artikel kwam tot stand in het kader van een doctoraal-project 'wetenschappelijke scholing', onder supervisie van Prof. Dr. A. J. M. Plasschaert van het Instituut Conserverende Tandheelkunde voor Volwassenen, Katholieke Universiteit te Nijmegen.