

DE MATE VAN REPRODUCEERBAARHEID
VAN PERI-APICALE OPNAMEN
BIJ GEBRUIK VAN DE
LONG-CONE PARALLELTECHNIEK*)

Uit de afdeling Tandheekkundige Röntgenologie
van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.
Hoofd: A.C.M. van de Poel

A. S. H. DUINKERKE
A. C. M. VAN DE POEL
W. H. DOESBURG**)

In de tandheekkunde worden peri-apicale röntgenfoto's onder meer gemaakt om te worden geïnformeerd over afwijkingen die rond de wortelpunt kunnen optreden. Om het resultaat van een endodontische behandeling te bepalen worden de behandelde elementen veelal vervolgd met behulp van dit type röntgenopnamen. Wanneer de bij het begin van de behandeling aanwezige peri-apicale zwarting na verloop van tijd kleiner wordt en tenslotte geheel verdwijnt, kan worden aangenomen dat de normale botstructuur zich heeft hersteld. In bepaalde gevallen persisteert een peri-apicale radiolucentie door de aanwezigheid van fibreus littekenweefsel (Quintana e.a., 1969).

Het groter of kleiner worden van een afbeelding op de foto wordt niet alleen bepaald door veranderingen in afmeting van de weergegeven structuur, maar is mede afhankelijk van de manier waarop het gefotografeerde wordt geprojecteerd op de film. Om deze afhankelijkheid uit te sluiten ontwikkelden reeds verschillende auteurs een gestandaardiseerde opnametechniek. Ter wille van een minimale vertekening dient daarbij steeds de long-cone paralleltechniek te worden gebruikt, dat wil zeggen: een focus-objectafstand van meer dan 30 cm en de film evenwijdig aan de lengteas van de elementen; de centrale straal van de röntgenbundel moet door het midden van de film verlopen en loodrecht op het filmoppervlak staan (Van Aken, 1969). De meest gebruikte methode is die waarbij aan de filmhouder een beet van kunsthar wordt bevestigd, waarin het

occlusale deel van de kroon van het te fotograferen element onbeweeglijk past (Heideborn, 1970; Matsue e.a., 1970; Matsue e.a., 1971; Plotnick e.a., 1971; Renggli e.a., 1971).

Deze methode is echter alleen bruikbaar indien het occlusale vlak onveranderd blijft. In de restauratieve tandheekkunde wordt het occlusale deel van de tand in vele gevallen geheel vervangen door een restauratie, die bij endodontisch behandelde elementen vaak rust op een stiftopbouw. Bovendien moeten ook de buurelementen veelal van een restauratie worden voorzien, waardoor alle occlusale oriëntatiepunten verloren gaan. Om ook in deze gevallen het groter of kleiner worden van een radiolucentie voor en na een endodontische behandeling te kunnen vervolgen, is het wenselijk de mate van reproduceerbaarheid te bepalen van een opnametechniek, die geen gebruik maakt van deze occlusale oriëntatiepunten. In dit onderzoek is hiertoe de long-cone paralleltechniek onderzocht.

Materiaal en methode

De gebruikte röntgenopnamen zijn afkomstig uit controlefoto's van endodontisch behandelde elementen, die op deze manier met bepaalde tijdsintervallen werden vervolgd. Te weten: een opname vlak vóór en vlak ná de wortelkanaalbehandeling en vervolgens na 3, 9 en 21 maanden. Het aantal gebruikte foto's per serie van vijf was afhankelijk van de beschikbaarheid en geschiktheid (tabel I). De opnamen werden door verschillende geoefende röntgenlaboranten gemaakt volgens de regels van de long-cone paralleltechniek met behulp van een filmhoudersinstelapparaat volgens Van Aken (afb. 1). Het belichten en ontwikkelen geschieden gestandaardiseerd.

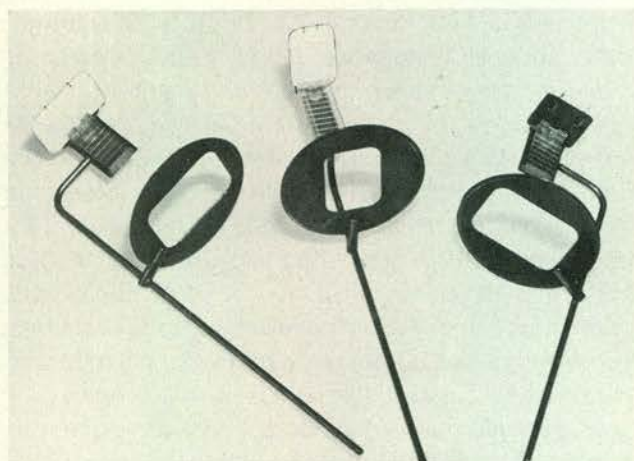
*) In de Engelse taal gepubliceerd in Archives of Oral Biology 18 (1973) pp. 745-750.

**) Medewerker van de statistische afdeling van het Universitair Rekencentrum van de Katholieke Universiteit te Nijmegen.

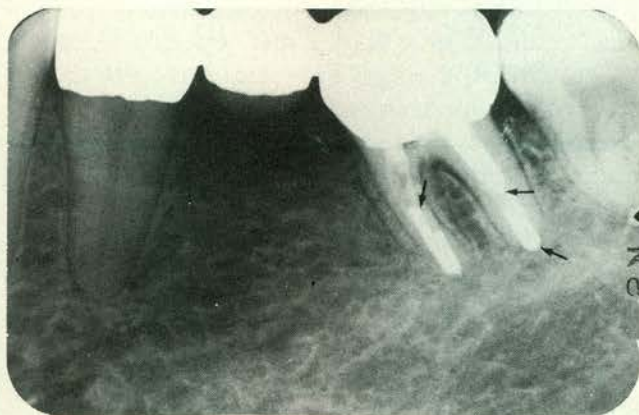
Tabel I. Verkregen schattingen voor de spreidingen van de fouten in de metingen van de afstand tussen twee punten.

	<i>I^a — duplo's — I^b</i>			<i>II (enkelvoudige metingen)</i>		
	<i>Onderkaak</i>		<i>Premolaren</i>	<i>Onderkaak</i>		<i>Bovenkaak</i>
	<i>Molaren</i>	<i>Molaren</i>		<i>Molaren</i>	<i>Premolaren</i>	<i>Molaren</i>
De gemeten afstanden in mm	2 — 12	9 — 18	1 — 26	1 — 22	1 — 14	3 — 18
Markeerfout s_M in mm	0,05	0,15	0,05 *)	0,05 *)	0,05 *)	0,05 *)
Overall-fout s_F in mm	0,22		0,21	0,25	0,79	0,85
Standfout s_S in mm	0,22		0,21	0,25	0,79	0,85
Aantal series van 3 foto's	5	7	2	26	12	21
Aantal series van 2 foto's	11	7	3	24	16	21

*) Overgenomen uit *I^a*; zie tekst.



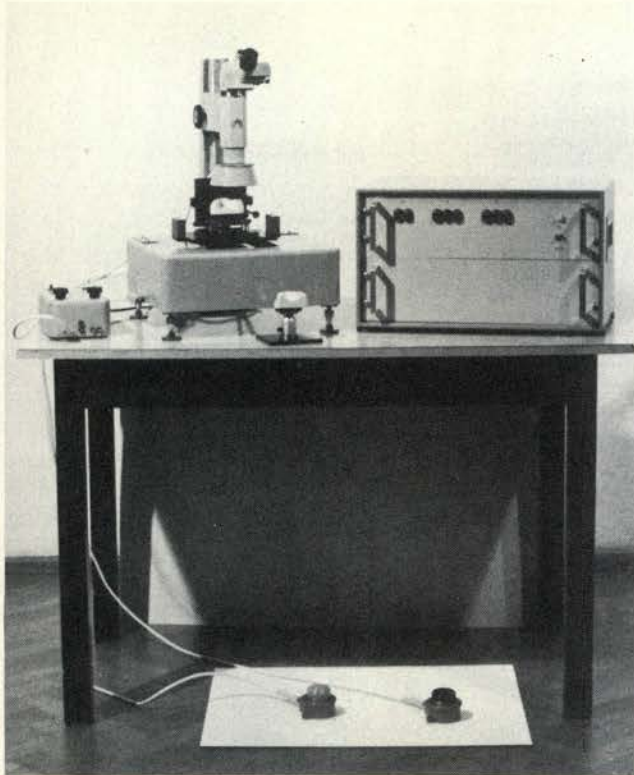
Afb. 1. Set filmhouders-instelapparaten (volgens Van Aken) voor het boven- en onderfront (midden) en de premolaar-molaarstreek (links en rechts).



Op de foto's werden per te beoordelen element drie in de hele serie terugkerende referentiepunten gekozen. Dit zijn in volgorde van voorkeur: de apicale punt van de zilverstiftsectie(s), de apicale punt van de stiftopbouw en de mesiale of distale, naar coronaal gerichte punt van de zilverstiftsectie(s) (afb. 2). Van de zilverstiftsecties mag worden aangenomen dat ze gedurende verscheidene jaren een constante afstand ten opzichte van elkaar behouden. Bovendien zijn ze goed markeerbaar op de film door het grote contrast tussen een zilverstiftsectie of een stiftopbouw en het omringende weefsel. De onderlinge afstand tussen de gekozen punten werd gemeten met behulp van de Optocom (Van der Linden e.a., 1972). Met dit apparaat (afb. 3) kunnen door middel van de tweedimensionaal beweegbare objecttafel waarop een lichtbak is bevestigd (afb. 4), in tiende millimeters nauwkeurig, de coördinaten van de referentiepunten worden bepaald ten opzichte van twee loodrecht op elkaar staande assen. Het referentiepunt wordt gemarkeerd, door dit punt op de foto door middel van de objecttafel, onder een in het lenzenstelsel van de microscoop zichtbaar ingebouwd meetpunt te brengen. Via een „data converter” worden de meetpunten

◀ Afb. 2. De gebruikte referentiepunten:

1. de apicale punt van de zilverstiftsectie(s).
2. de apicale punt van de stiftopbouw.
3. de mesiale of distale, naar coronaal gerichte punt van de zilverstiftsectie(s).



Afb. 3. De Optocom.

daarna uitgetypt op de Teletype en tegelijkertijd op een ponsband vastgelegd.

De verrichte metingen zijn als volgt ingedeeld:

- I. Metingen (op foto's van molaren in de onderkaak) van afstanden tussen
 - a. drie goed markeerbare punten (de gekozen referentiepunten);
 - b. een goed markeerbaar punt en een minder nauwkeurig te markeren punt, de glazuur-cementgrens.

Deze metingen zijn alle twee keer verricht met een interval van een week.

- II. Metingen (op foto's van premolaren en molaren in boven- en onderkaak) van afstanden tussen de drie gekozen en goed markeerbare referentiepunten.

Deze metingen zijn slechts eenmaal uitgevoerd. Alle metingen zijn door dezelfde geoefende waarnemer verricht.

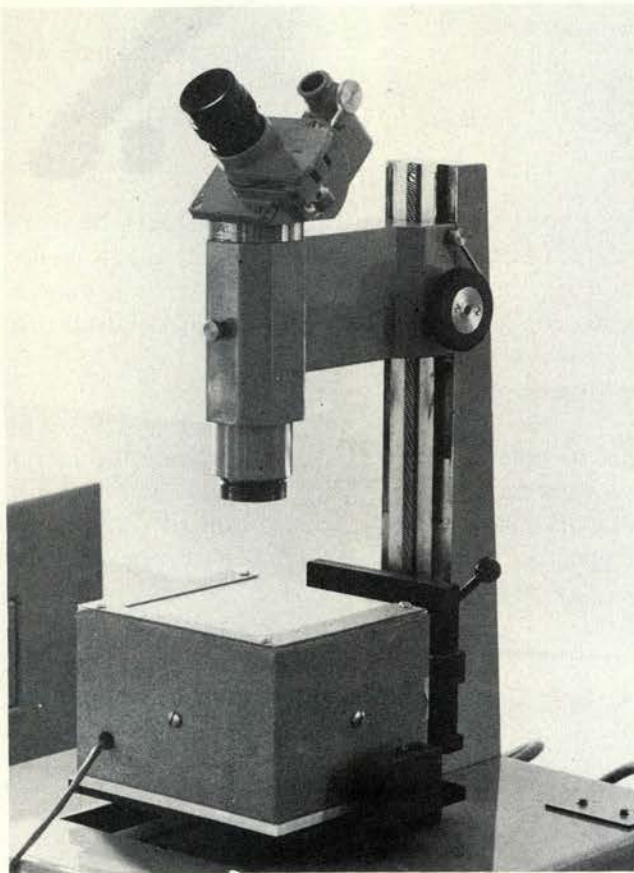
Een theoretisch model en de constructie van de foutenschatters

- I. Fouten in de meting van de afstand tussen twee punten op foto's van molaren in de onderkaak. Elke afstand is tweemaal gemeten.

De variaties in de meting van een afstand volgens de beschreven meettechniek zijn een gevolg van twee factoren:

1. Variaties in de markering van de punten op de foto. Deze veroorzaken een „markeerfout”, aangegeven als ϵ_M^* . De spreiding σ_M zal in het volgende worden beschouwd als een maat voor de mogelijke grootte van de markeerfout.
2. Variaties in de stand van de film en de richting van de röntgenstralen ten opzichte van de lengteas van het element. Deze veroorzaken een „standfout” die wordt aangegeven als ϵ_S . In de spreiding σ_S van deze standfout zijn eveneens de mogelijke (kleine) verschillen inbegrepen tussen de röntgen-

*) Stochastische variabelen zullen steeds onderstreept worden aangegeven. Met $E(\dots)$ respectievelijk $\text{var.}(\dots)$ wordt de verwachtingswaarde (het gemiddelde) respectievelijk de variantie bedoeld van de tussen () geplaatste stochastische grootheid.



Afb. 4. De lichtbak op de tweedimensionaal beweegbare objecttafel.

laborantes bij gebruik van de long-cone parallel-techniek.

Om een indruk te krijgen omtrent de mogelijke grootte van deze variaties (dus van σ_M en σ_S) in de gemeten afstanden (steeds drie per foto) wordt uitgegaan van het volgende model:

gemeten afstand = werkelijke afstand + markeerfout + standfout, of:

$$(1) \quad x = x + \epsilon_M + \epsilon_S.$$

Er wordt ondersteld dat ϵ_M en ϵ_S onderling (stochastisch) onafhankelijk zijn (wat gezien de gehanteerde meetprocedure voor de hand ligt) en:

$$E(\epsilon_M) = 0 \quad E(\epsilon_S) = 0$$

$$\text{stel: } \text{var.}(\epsilon_M) = \sigma_M^2 \quad \text{var.}(\epsilon_S) = \sigma_S^2.$$

Voor wat zal worden genoemd de „overall-fout” $\epsilon_M + \epsilon_S = \epsilon_F$ geldt dan:

$$E(\epsilon_F) = 0$$

$$\text{var.}(\epsilon_F) = \sigma_M^2 + \sigma_S^2 = \sigma_F^2. \quad (\text{stel})$$

Uitgaande van dit model en met behulp van de uit de meetresultaten verkregen informatie worden nu schatters geconstrueerd voor:

σ_M^2 : Geeft informatie over de nauwkeurigheid van het markeren van het gekozen referentiepunt. Deze schatter wordt aangeduid met s_M^2 .

σ_S^2 : Kan als een maat worden beschouwd voor de reproduceerbaarheid van het beeld op de röntgenfoto bij opnamen gemaakt met behulp van de long-cone paralleltechniek op verschillende tijdstippen en door verschillende operatoren. De schatter voor σ_S^2 wordt s_S^2 genoemd.

σ_F^2 : Beschrijft de mogelijke fout in een individuele afstandmeting door middel van de gehanteerde meettechniek. De schatter hiervoor wordt s_F^2 genoemd.

Op 5 series van 3 foto's en 11 series van 2 opnamen van de molaarstreek in de onderkaak werden de drie afstanden tussen de gekozen drie referentiepunten elk twee keer gemeten met een interval van een week. In totaal zijn dus 111 afstanden in duplo gemeten. Het waarnemingschema over één serie van drie foto's voor één bepaalde afstand kan als volgt worden weergegeven:

Waarnemingsschema van één serie van drie foto's.

aantal foto's = $h_i = 3$ waarneming 1 waarneming 2

foto 1 = „stand 1”	x_{11}	x_{12}
foto 2 = „stand 2”	x_{21}	x_{22}
foto 3 = „stand 3”	x_{31}	x_{32}

De schatter s_M^2

Stel voor het i^e waarnemingschema ($i = 1, \dots, 111$)

$$\text{var.}(\epsilon_M) = \sigma_{M_i}^2.$$

De schatter voor $\sigma_{M_i}^2$ is dan:

$$s_{M_i}^2 = \frac{1}{2h_i} \sum_{j=1}^{h_i} (x_{j1} - x_{j2})^2$$

waarin: x = de gemeten afstand tussen twee referentiepunten,

i = de index van een waarnemingschema ($i = 1, \dots, 111$),

j = de stand-index ($j = 1, \dots, h_i$),

$h_i = 2$ of 3 .

Daar volgens de gehanteerde meettechniek de markeerfout niet afhankelijk is van de fotoserie (op elke serie zijn immers drie goed contrasterende punten genomen) en tevens blijkt dat de geschatte afstanden

$$x_i = \frac{1}{2h_i} \left(\sum_j x_{j1} + \sum_j x_{j2} \right)$$

niet correleren met de geschatte markeerfouten σ_{M_i} (produkt-moment correlatiecoëfficiënt $r = -0,06$), lijkt de onderstelling gewettigd dat alle $s_{M_i}^2$ schattingen zijn voor eenzelfde σ_M^2 . Een zuivere schatter voor σ_M^2 is dan:

$$(2) \quad s_M^2 = \frac{\sum_i h_i \cdot s_{M_i}^2}{\sum_i h_i}.$$

(De berekende grootheden $\frac{2s_{M_i}^2}{s_M^2}$ (voor $h_i = 2$) varieerden van 0,2 tot 8. Dit lijkt niet groter dan op grond van deze onderstelling mocht worden verwacht.)

De schatter s_F^2

Stel voor het i^e waarnemingschema:

$$\text{var. } (\epsilon_F) = \sigma_{F_i}^2.$$

$$x_j = \frac{1}{2} (x_{j1} - x_{j2}) \text{ voor } j=1, \dots, h_i$$

en
$$\bar{x}_j = \frac{1}{h_i} \sum_{j=1}^{h_i} x_j$$

Dan volgt uit (1): $\sigma_{F_i}^2 = \text{var. } (x_j) + \frac{1}{2} \sigma_{M_i}^2$ en derhalve is een zuivere schatter voor $\sigma_{F_i}^2$:

$$(3) \quad s_{F_i}^2 = \frac{\sum_j (x_j - \bar{x})^2}{h_i - 1} + \frac{1}{2} s_{M_i}^2$$

De geschatte overall-fouten s_{F_i} blijken niet te correleren met de geschatte afstanden tussen de tweetallen punten ($r = 0,09$). Daar de standfout, gezien de meettechniek, onafhankelijk is van de fotoserie (althans voor de molaren in de onderkaak) lijkt de onderstelling gewettigd dat alle $s_{F_i}^2$ zijn op te vatten als schattingen voor eenzelfde σ_F^2 . Een zuivere schatter s_F^2 voor σ_F^2 is nu als volgt geconstrueerd:

uit (3) volgt:

$$s_{F_i}^2 - \frac{1}{2} s_{M_i}^2 = \frac{\sum_j (x_j - \bar{x})^2}{h_i - 1}$$

De term in het rechterlid is een zuivere schatter met $h_i - 1$ vrijheidsgraden voor: $\sigma_{F_i}^2 - \frac{1}{2} \sigma_{M_i}^2 = \sigma_F^2 - \frac{1}{2} \sigma_M^2$.

Beschouw nu per fotoserie één willekeurige afstand (van de drie bepaalde afstanden). Een zuivere schatter voor $\sigma_F^2 - \frac{1}{2} \sigma_M^2$ is nu (gesommeerd over deze afstanden = \sum^*):

$$\frac{\sum^* (h_i - 1) \left\{ s_{F_i}^2 - \frac{1}{2} s_{M_i}^2 \right\}}{\sum^* (h_i - 1)}$$

en als schatter voor $\sigma_F^2 = (\sigma_F^2 - \frac{1}{2} \sigma_M^2) + \frac{1}{2} \sigma_M^2$ wordt door substitutie van (2) verkregen:

$$\frac{\sum^* (h_i - 1) \left\{ s_{F_i}^2 - \frac{1}{2} s_{M_i}^2 \right\}}{\sum^* (h_i - 1)} + \frac{1}{2} \frac{\sum_i h_i \cdot s_{M_i}^2}{\sum_i h_i}$$

Door deze uitdrukking nu te middelen over de drie per fotoserie gemeten afstanden, wordt als schatter voor σ_F^2 verkregen: (4)

$$s_F^2 = \frac{\sum_i (h_i - 1) s_{F_i}^2}{\sum_i (h_i - 1)} + \frac{1}{2} \left\{ \frac{\sum_i h_i \cdot s_{M_i}^2}{\sum_i h_i} - \frac{\sum_i (h_i - 1) \cdot s_{M_i}^2}{\sum_i (h_i - 1)} \right\}$$

De schatter s_S^2

De schatter s_S^2 voor σ_S^2 is berekend als:

$$s_S^2 = s_F^2 - s_M^2 \text{ met } s_F^2 \text{ en } s_M^2 \text{ respectievelijk uit (4) en (2).}$$

II. Schattingen van de fouten uit de enkelvoudig uitgevoerde metingen op foto's van premolaren en molaren in boven- en onderkaak.

Bij de hier beschikbare 125 series gemeten foto's kan het waarnemingschema over één serie foto's voor één bepaalde afstand als volgt worden weergegeven:

Waarnemingschema van één serie van 3 foto's.

aantal foto's = $h_i = 3$	waarneming
foto 1	x_1
foto 2	x_2
foto 3	x_3

met als gemiddelde gemeten afstand:

$$\bar{x} = \frac{1}{h_i} \sum_{j=1}^{h_i} x_j$$

Per waarnemingschema is $s_{F_i}^2$ berekend door middel van:

$$s_{F_i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{h_i} (x_j - \bar{x})^2}{h_i - 1}$$

Vervolgens is afzonderlijk voor boven- en onderkaak voor premolaren en molaren (en gebaseerd op eenzelfde argumentatie als onder I) de schatter s_F^2 berekend als:

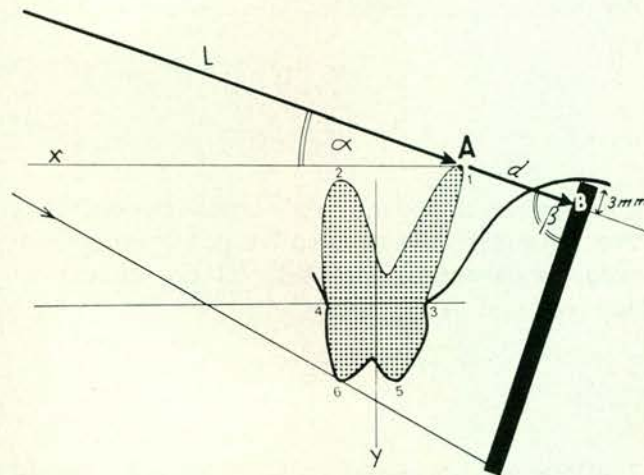
$$s_F^2 = \frac{\sum_i (h_i - 1) s_{F_i}^2}{\sum_i (h_i - 1)}$$

Tenslotte is s_S^2 berekend uit $s_S^2 = s_F^2 - s_M^2$ waarin voor ieder van de vier onderzochte groepen voor s_M^2 de schatting uit het onder I verkregen resultaat is genomen. Dit leek geoorloofd omdat de gemeten afstanden bij II over ongeveer eenzelfde variatiebreedte varieerden als bij I en omdat bij de analyse van I bleek, dat indien de punten even nauwkeurig kunnen worden gemarkeerd, de markeerfout onafhankelijk is van de foto.

Resultaten

De bij het onderzoek verkregen resultaten zijn weergegeven in tabel I. Er kan worden geconcludeerd dat:

1. Wanneer de glazuur-cementgrens wordt gekozen als één van de referentiepunten een significant grotere markeringsfout ontstaat ($p < 0,05$; toets van Wilcoxon voor twee steekproeven $I^a - I^b$).
2. Tussen de metingen in de premolaar- en molaarstreek geen significant verschil in de overall-fout blijkt te bestaan ($p > 0,50$; combinatie van Wilcoxontoetsen (Rümke en Van Eeden, 1961) bij boven- en onderkaak).
3. De gevonden waarden van de schattingen voor de overall-fout (s_f) voor de bovenkaak significant hoger zijn dan voor de onderkaak ($p \approx 0,001$; combinatie van Wilcoxontoetsen bij premolaren en molaren).
4. Variaties in de markering van de punten (indien deze goed contrasteren) verwaarloosbaar weinig bijdragen in de overall-fout. Duidelijk blijkt, dat de fout in een afstandsmeting met behulp van de beschreven methode bijna uitsluitend het gevolg is van variaties in de stand van de film en de richting van de röntgenstralen ten opzichte van de lengteas van het element.



Afb. 5. De factoren die de beeldvorming bepalen. In dit onderzoek is β steeds 90° .

(Uit: Optimum conditions for intraoral roentgenograms; J. van Aken).

L : focus-object afstand (ten opzichte van A).

α : de hoek waarover de röntgenbundel afwijkt ten opzichte van de ideale richting (x) te weten loodrecht op de lengteas van het element (y).

d : object-film afstand.

Discussie

De standfout is afhankelijk van vele factoren. In de bovenkaak worden α en d (afb. 5) door de vorm van het palatum sterker beïnvloed door een enigszins gewijzigd plaatsen van het instelinstrument dan in de onderkaak. Dit draagt in aanzienlijke mate ertoe bij, dat metingen in de bovenkaak in het algemeen onnauwkeuriger zijn dan metingen in de onderkaak.

Bij het meten van de doorsnede van een peri-apicale zwarting op de röntgenfoto moet rekening worden gehouden met een nog grotere markeerfout dan bij I' omdat dan mogelijk twee slecht contrasterende punten worden gemeten.

Bij het beoordelen van peri-apicale zwartingen op de röntgenfoto, wordt regelmatig gebruik gemaakt van een indeling (Eggink, 1970).

Bij de beoordeling van zwartingen in de premolaar-molaarstreek van de onderkaak lijkt de volgende indeling bevredigend:

geen afwijking,

zwarting ≤ 2 mm,

$2 \text{ mm} < \text{zwarting} < 4 \text{ mm}$,

zwarting > 4 mm.

Indien echter rekening wordt gehouden met de gevonden spreiding van de overall-fout $\sigma_f \approx 0,8$ mm is deze indeling voor de in dit onderzoek gebruikte opnamen van de bovenkaak te fijn. Dit houdt in dat, indien op de foto een doorsnede door de radiolucentie van 2 mm wordt gemeten, de werkelijke grootte (met vrij grote zekerheid) tussen 0,4 en 3,6 mm ligt. De kans op misclassificatie c.q. een foutieve beoordeling van de zwarting lijkt dan groot.

Samenvatting:

Om de mate van reproduceerbaarheid van peri-apicale opnamen, gemaakt met behulp van de long-cone paralleltechniek, na te gaan werden met grote tijdsintervallen op controlopernamen van endodontisch behandelde elementen, per score, een drietal op iedere foto terugkerende referentiepunten bepaald. Dit waren in volgorde van voorkeur:

1. de apicale punt van de zilverstiftsectie(s);
2. de apicale punt van de stiftopbouw;
3. de mesiale of distale, naar coronaal gerichte punt van de zilverstiftsectie(s).

Vervolgens werd met behulp van de Optocom de onderlinge afstand tussen deze punten gemeten.

Om de fouten in deze metingen te bestuderen, wordt een mathematisch-statistisch model beschreven. Met behulp hiervan werden 311 opnamen van de premolaar- molaarstreek van boven- en onderkaak onderzocht. De fouten in de

metingen op de foto's van de bovenkaak, blijken significant groter te zijn dan die van de onderkaak.

Bij het beoordelen van peri-apicale zwartingen op de röntgenfoto wordt regelmatig gebruik gemaakt van een indeling naar grootte. Een dergelijke indeling dient voor de bovenkaak dan ook aanzienlijk grover te zijn dan die voor de onderkaak.

De schrijvers zijn dank verschuldigd aan de heer W.A. Lemmens voor het schrijven van de voor de berekeningen benodigde FØRTRAN-programma's en aan Drs. J.A.M. van Druten, voor het kritisch doornemen van het manuscript.

Summary:

Title: The reproducibility of periapical radiographs made with the aid of the extension-tube paralleling technique.

The reproducibility of periapical radiographs made with the aid of the extensiontube paralleling technique is described. A series of radiographs taken at variable time intervals, of endodontically treated posterior-teeth, were used.

Three reference points, in each series were determined according to the order of preference:

1. the apical point of the silver section(s);
2. the root apex of the core;
3. the other end of the silver section(s) away from the apex.

Finally the distance between these points were all measured with the help of the Optocom.

To examine the errors a mathematical and statistical model is described. 311 negatives of the premolar- molar regions of both the upper and lower-jaw were used. Errors in the measurements of the negatives of the upper-jaw were definitely greater than in the lower-jaw.

Periapical densities on the X-rays are classified according to a single scale:

- normal,
 density \leq 2 mm,
 2 mm < density \leq 4 mm,
 density > 4 mm.

This serves well for the mandible, but the maxilla needs wider modification.

Literatuur:

1. Aken, J. van (1969): Optimum conditions for interaoral roentgenograms. *Oral Surg.* 27: 475.
2. Eggink, C.O. (1970): Resultaten van endodontische behandelingen beoordeeld volgens een gestandaardiseerde methode. Stafleu en Tholen N.V., Leiden.
3. Heideborn, O. (1970): Zur Frage der Herstellung individueller, periodisch identischer, intraoraler Röntgenbilder kieferorthopädisch bewegter Zähne. *Dtsch Zahnärztl Z* 25: 406.
4. Linden, F.P.G.M. van der, e.a. (1972): Three dimensional analysis of dental casts by means of the Optocom. *J Dent Res* 51: 1100.
5. Matsue, I., Collings, C.K., Zimmerman, E.R., Vail, W.C. (1970): Microdensitometric analysis of human autogenous alveolar bone implants. *J Periodontol* 41: 489.
6. Matsue, I., Zimmerman, E.R., Collings, C.K., Best, J.T. (1971): Microdensitometric analysis of human autogenous alveolar bone implants II. Two dimensional density and pattern analysis of interproximal alveolar bone. *J. Periodontol* 42: 435.
7. Plotnick, I.J., Beresin, V.E., Simkins, A.B. (1971): A technique for standardized serial dental radiographs. *J Periodontol* 42: 297.
8. Quintana, R., Velazquez, H. (1969): Periapical lesions. Plenary Consultative Session. *World News Maxillofac. Radiol* 1: 17.
9. Renggli, H., Steiner, E., Curilovic, Z. (1971) Reproducible radiographs and photographs in periodontal diagnosis. *Parodontologie* 25: 66.
10. Rümke, Chr., Eeden, C. van (1961): Statistiek voor medici. Leiden, Stafleu en Zoon.

Februari 1972.

Philips van Leydenlaan 25,
 Nijmegen.