

DE MATE VAN NAUWKEURIGHEID WAARMEE NEDERLANDSE TANDARTSEN CARIËS KUNNEN VASTSTELLEN OP BITEWING-RÖNTGENFOTO'S

P. A. Mileman, tandarts^{*)}
 L. T. van der Weele, statisticus^{**)}
 D. J. Purdell-Lewis, tandarts^{*)}
 A. C. M. van de Poel, tandarts^{*)}
 R. S. B. Liem, histoloog^{***)}
 L. J. van Rijn, tandarts^{****)}

Uit de ^{*)} vakgroep Parodontologie-Prothetodontie-Sosiodontie, uit het ^{**)} Rekencentrum, de vakgroep ^{***)} Orale Biologie en de ^{****)} kliniek voor Mondziekten en Kaakchirurgie van de rijksuniversiteit te Groningen.

Trefwoorden: Restauratieve tandheelkunde – Röntgenologie – Cariësdagnostiek – Bitewing-röntgenfoto

SAMENVATTING

In dit artikel worden de resultaten beschreven van een onderzoek onder een 10% (N=444) aselechte steekproef uit de Nederlandse tandartsen over de manier waarop zij met behulp van bitewing-röntgenfoto's restauratieve beslissingen nemen.

De opdracht was om met een bepaalde mate van zekerheid, met behulp van een set geduplicateerde bitewing-röntgenfoto's van een fantoom, de juiste cariësdiagnose te stellen van een approximaal vlak en aan te geven of men dit vlak wilde restaureren.

Indien de respondenten (N=276) er zeker van waren dat er cariës aanwezig was in de buitenste helft van het dentine dan bleek de gemiddelde sensitiviteit en specificiteit, vergeleken met de norm 'dentinecariës' vastgesteld door middel van microradiografie, respectievelijk 39% met een standaarddeviatie van 15% en 99% s.d. 2% te bedragen. Werd de conditie van het oppervlak als norm gebruikt, dan bleek de gemiddelde sensitiviteit 54% te zijn met een standaarddeviatie van 16%. De specificiteit was echter wat lager (94% s.d. 4%). Het aantal vlakken waarvan de tandartsen van mening waren dat deze zouden moeten worden gerestaureerd, wisselde van 12 tot 60 (gemiddelde en mediaan 30, s.d. 7). Vergeleken met de microradiografisch verkregen norm 'cariës doorgedrongen tot in de buitenste helft van het dentine' werden gemiddeld 2,4 vlakken ten onrechte gediagnostiseerd als 'behandeling noodzakelijk' (fout positief 4%), terwijl 17,2 vlakken ten onrechte niet werden behandeld (fout negatief 38%).

De conclusies zijn: de uitgebreidheid van de carieuze laesie wordt vaker onderschat dan overschat. Een kwart van de deelnemers wil meer vlakken restaureren dan volgens de experts noodzakelijk is.

MILEMAN PA, VAN DER WEELE LT, PURDELL-LEWIS DJ, VAN DE POEL ACM, LIEM RSB, VAN RIJN LJ. De mate van nauwkeurigheid waarmee Nederlandse tandartsen cariës kunnen vaststellen op bitewing-röntgenfoto's. Ned Tijdschr Tandheelkd 1987; 94: 433-40.

Datum acceptatie: 30 maart 1987.

Adres: Dr. P. A. Mileman, Ant. Deusinglaan 1, 9713 AV Groningen.

1. INLEIDING

Het gebruik van bitewing-röntgenfoto's ten behoeve van de cariësdagnostiek zou kunnen worden beschouwd als het toepassen van een diagnostische test voor het nemen van restauratieve beslissingen.¹⁻⁵ De beslissing tot behandelen over te gaan wordt altijd met enige onzekerheid genomen. Bovendien is er de variatie in het inschatten, bij een bepaald röntgenologisch beeld, hoever het cariësproces klinisch is voortschreden. Dit alles heeft niet alleen gevolgen voor de doeltreffendheid van de behandeling maar evenzeer voor de frequentie waarmee bitewing-röntgenfoto's zouden moeten worden gemaakt. Ongeveer 50% van de algemeen-practici zegt bij voorbeeld het wenselijk te vinden om op röntgenfoto's gevonden glazuurcariës te behandelen.¹⁻⁵ Dit kan onnodig behandelen van kleine carieuze laesies tot gevolg hebben. Deze kleine laesies kunnen immers niet alleen minder groot worden, maar kunnen zelfs weer geheel verdwijnen. Indien echter tandartsen de diepte van de laesies onderschatten dan zouden sommige van deze 'glazuur'-defecten wel eens irreversibele dentinelaesies

kunnen zijn.¹⁻⁶

Wanneer de prevalentie van een ziekte alsmede de mate van onnauwkeurigheid van een diagnostische test bekend zijn, dan is het mogelijk de voorspellende waarde van de test te berekenen.^{1-2,5,7} Wanneer is vastgesteld binnen welke grenzen diagnostische fouten mogen worden gemaakt, dan kunnen diagnostische criteria met behulp van de voorspellende waarden van de test worden bepaald. Op een dergelijke manier kan de frequentie voor het maken van bitewing-röntgenfoto's worden vastgesteld, evenals de meest geëigende manier van onderzoek van de patiënt.¹⁻⁵

In Nederland, Zweden en Amerika zijn onlangs aanbevelingen gedaan om de frequentie van het maken van bitewing-röntgenfoto's te verminderen en zelfs om andere behandelcriteria te gaan hanteren.⁸⁻¹² Het doel van deze maatregelen is waarschijnlijk de kosten te drukken en de stralenhygiëne te verbeteren.

Het lijkt er echter op dat deze aanbevelingen zijn gedaan, zonder rekening te houden met de behandelcriteria die de algemeen-practici hanteren, evenmin als met de mate van nauwkeurigheid van de cariësdagnostiek bij het toepassen van bitewing-

röntgenfoto's of de frequentie van het maken hiervan. De aanbevelingen lijken uitsluitend te zijn gebaseerd op de huidige kennis van het tempo van voortschrijden van het cariësproces.

Het doel van het hier beschreven onderzoek is de variatie te bepalen in cariësdagnostiek en de genomen restauratieve beslissingen van Nederlandse algemeen-practici. Voorts de mate van nauwkeurigheid waarmee zij op bitewing-röntgenfoto's cariës in de buitenste helft van het dentine kunnen vaststellen.

2. MATERIAAL EN METHODE

Bij het onderzoek is ervan uitgegaan dat carieuze laesies, die waren voortschreden tot in de buitenste helft van het dentine of caviteiten groter dan een halve millimeter in doorsnee, zouden moeten worden gerestaureerd.

De resultaten van de proefgroep werden vergeleken met die van twee expert-waarnemers. De carieuze laesies in de op de bitewing-röntgenfoto afgebeelde gebitsellemen zijn ook nog histologisch en met behulp van microradiografie op cariës onderzocht. De oordelen van de expert-waarnemers zijn gevalideerd met behulp van de resultaten van deze technieken.

2.1. Samenstelling proefgroep

In de herfst van 1984 is naar een 10% (N = 444) aselechte steekproef uit de Nederlandse algemeen-practici¹ een vragenlijst gestuurd over de cariësdagnostiek met behulp van bitewing-röntgenfoto's. Van deze steekproef heeft 77,5% (N = 344) deze enquête compleet ingevuld teruggestuurd.

Aan de respondenten die zeiden röntgenfoto's te gebruiken (N = 331), werd een tweede enquêteformulier toegestuurd. Hieraan werd door 83% (N = 276) deelgenomen, zijnde 62% van de oorspronkelijke groep (N = 444).

2.2. Samenstelling enquête

De enquête bestond uit een aantal formulieren en een geduplicateerde röntgenfoto waarop een serie van 15 bitewing-röntgenfoto's was afgebeeld. De approximale vlakken van de afgebeelde gebitselementen waren genummerd van 1-105. Bovendien werd de deelnemers een beschrijving gegeven van een 15-jarige vrouwelijke patiënt.¹ De vraag was:

1. onderzoek elk approximaal vlak op de aan- of afwezigheid van cariës;
2. neem een beslissing welke vlakken zeker behandeld zouden moeten worden indien het uw patiënte zou zijn.

Op een 5-puntsschaal moesten de tandartsen aangeven met hoeveel vertrouwen zij de aan- of afwezigheid van een carieuze laesie vaststelden in: de buitenste helft van het glazuur, de binnenste helft van het glazuur, de buitenste helft van het dentine en de binnenste helft van het dentine. Deze 'vertrouwens'-schaal liep van: cariës zeker afwezig (0) tot: cariës zeker aanwezig (4).

2.3 De constructie en het valideren van de test-batterij van carieuze laesies

Het oppervlak van de elementen werd onderzocht op de aanwezigheid van cariës alvorens coupes met een dikte van $\pm 250 \mu\text{m}$ werden gemaakt. De uitgebreidheid van elke carieuze laesie werd vastgesteld met behulp van een stereomicroscop (20x) zowel van het ongekleurde als het met fuchsine gekleurde carieuze gedeelte (voor criteria zie tabel I). Vervolgens werd van deze coupes met behulp van microradiografie het gehalte aan mineralen vastgesteld en aldus werd een microradiografische norm gecreëerd.^{13 14}

2.4. Het valideren van de röntgenfoto's door de expert-waarnemers

De expert-waarnemers werd verzocht,¹ volgens de methode Marthaler, dezelfde bitewing-röntgenfoto's te beoordelen als de proefgroep.¹⁵ Alle röntgenfoto's werden beoordeeld met een 2x vergroting. Als criteria werden gebruikt:

- 0 = geen tekenen van carieuze decalcificatie;
1 = radiolucentie in de buitenste helft van het

glazuur die niet zichtbaar is in de binnenste helft van het glazuur wanneer de buitenste helft wordt afgedekt;

2 = radiolucentie zichtbaar in de binnenste helft van het glazuur nadat de buitenste helft is afgedekt;

3 = radiolucentie zichtbaar in het dentine nadat de gehele glazuurlaag is afgedekt;

4 = radiolucentie zichtbaar in de binnenste helft van het dentine.

Deze indeling is gebruikt gezien de vele overeenkomsten die deze heeft met de klinische wijze van beoordelen van een carieuze laesie.¹⁵

2.5. Het analyseren van de gegevens

De gegevens zijn statistisch bewerkt met behulp van W.E.S.P.¹⁶ en S.P.S.S.¹⁷ Voor de Receiver Operating Characteristic (R.O.C.)-analyse is het programma van Dorfman en Alf ge-

bruikt.^{18 19} Vergeleken zijn de aanwezigheid of waargenomen uitgebreidheid van de carieuze laesie in de buitenste helft van het dentine conform de vijf normen:

- a. De toestand van het oppervlak (diameter caviteit > 0.5 mm: aanwezig - afwezig).
- b. De niet-gekleurde coupe (cariës in het dentine: aanwezig - afwezig).
- c. De gekleurde coupe (cariës in het dentine: aanwezig - afwezig).
- d. De microradiografische norm (cariës in het dentine: aanwezig - afwezig).
- e. De expert-waarnemers (cariës op de bitewing-röntgenfoto in het dentine: aanwezig - afwezig).

De verdeling van de carieuze laesies volgens deze indeling is weergegeven in tabel II.

Met behulp van een zogenaamde beslissingsmatrix was het mogelijk om de mate van specificiteit

Tabel I. De cariësdefinitie van en het scoresysteem voor de carieuze laesies zoals deze histologisch en microradiografisch zijn vastgesteld.

Cariësdefinitie	De diepte van de carieuze laesie	
Geen demineralisatie waarneembaar	0	Gezond
Cariës defect duidelijk waarneembaar en/of een wit gedemineraliseerd gebied	1	In de buitenste helft van het glazuur
	2	Vanaf halfweg de dikte van het glazuur tot en met de glazuur-dentine-grens
Het cariësproces omvat het glazuur en bovendien is er nog een caviteit of verkleuring of een gedemineraliseerd gebied voorbij de glazuur-dentinegrens in het dentine	3	Tot en met de buitenste helft van het dentine
	4	Vanaf de buitenste helft van het dentine tot aan de pulpakamer

Tabel II. Frequentieverdeling naar de mate dat de cariës in de 105 vlakken is voortgeschreden, zoals vastgesteld met behulp van de verschillende methoden.

Verschillende normen voor validatie van carieuze laesie	De mate waarin cariës is voortgeschreden					Totaal aantal vlakken
	0	1	2	3	4	
Toestand van het oppervlak	29%	31%	14%	20%	5%	105 (100%)
Niet verkleurd	33%	12%	15%	34%	5%	105 (100%)
Verkleurd	32%	14%	13%	38%	2%	105 (100%)
Microradiografie	42%	7%	9%	36%	7%	105 (100%)
Expert-waarnemers	45%	16%	12%	21%	5%	105 (100%)

teit, sensitiviteit en van overeenstemming (Cohen's Kappa), terecht positief en nosologisch fout positief te berekenen (afb. 1).¹ De gebruikte scores waren 'waarschijnlijk cariës' (3+4) of 'cariës afwezig' (2+1+0) en de beslissing: 'wel of niet restaureren'⁷ (tabel I).

In een R.O.C.-analyse zijn alle gegevens van de zekerheidsschaal afzonderlijk gebruikt. Dit laatste houdt in dat eerder toegepaste programma's, aanbevolen voor 'medisch gebruik' en ook geschikt voor tandheelkundig gebruik, zijn toegepast voor het bepalen van de nauwkeurigheid van de verschillende diagnoses.^{1-5 7 18-21}

3. RESULTATEN

3.1. Enige gegevens over de mate van sensitiviteit, specificiteit en overeenstemming waarmee de deelnemers hun diagnoses stellen



In tabel III en IV zijn de resultaten weergegeven van de sensitiviteit, specificiteit en Kappa van de diagnose: 'cariës in de buitenste helft van het dentine'.

Voor carieuze laesies waarvan werd aangenomen, met een score 4 op de zekerheidsschaal, dat deze zich uitstrekten tot in de buitenste helft van het dentine zijn in tabel III het gemiddelde, de standaarddeviatie en de spreiding opgenomen. Deze tabel bevat ook een vergelijking tussen de waarneming 'caviteit groter dan 0.5 mm in doorsnee' en 'cariës tot in het dentine'. Hierbij is verondersteld dat tandartsen als criterium voor het restaureren zowel 'cariës tot in de buitenste helft van het dentine' als 'caviteit groter dan 0.5 mm in doorsnee' hanteren. Ook is een vergelijking met het oordeel van de expert-waarnemers opgenomen.

Vergeleken met de experts missen de algemeen-practici 39% van de laesies. Dat sluit niet uit dat sommige laesies die door de experts worden gemist wel door de tandartsen correct zijn beoordeeld. Het eindresultaat blijft echter dat de praktici de uitgebreidheid van de laesie op de röntgenfoto onderschatten.

De scores verkregen met behulp van gekleurde en ongekleurde coupes en microradiogrammen lagen erg dicht bij elkaar. De R.O.C.-curves blijken vrijwel identiek te zijn. In de analyses is daarom alleen de *microradiografische* score gebruikt. De sensitiviteit is dan 39%. Dit wil zeggen dat slechts twee van de vijf carieuze laesies in de buitenste helft van het dentine zullen worden ontdekt. De specificiteit is 98%. Het is interessant om de norm 'microradiografie' te vergelijken met de 'toestand van het oppervlak'. Alhoewel de sensitiviteit voor de 'toestand van het oppervlak' relatief hoog is, is de specificiteit met 94% de laagste van alle normen (tabel III).

Inzicht in hoeverre de scores van de deelnemers met de werkelijke toestand van de proximale vlakken overeenkwamen, kan worden verkregen uit de waarden van de Cohen's Kappa (tabel III). De gemiddelde waarden tonen een redelijke overeenstemming; de hoogste scores tonen zelfs een grote overeenstemming (0.98)

	De diagnosestandaard	
	Echt positief	Echt negatief
De door de tandarts-algemeen-practicus op de bitewing-röntgenfoto gestelde diagnose		
Cariës tot in het dentine	Terecht positief	Fout positief
Gezond	Fout negatief	Terecht negatief

Afb. 1. Matrix waarin is aangegeven op welke manier met behulp van de diagnosestandaard de genomen beslissing in kaart is gebracht.

Tabel III. Kwaliteit van diagnose – hoge mate van zekerheid over het oordeel.

De mate van diagnostische nauwkeurigheid	Zeker cariës aanwezig* ¹ in de buitenste helft van het dentine					
	% Sensitiviteit		% Specificiteit		Kappa	
	Gem.	s.d.	Gem.	s.d.	Gem.	s.d.
Toestand van het oppervlak 'geen' caviteit/caviteit > 0.5 mm.	54	16	94	4	.52	.12
Niet-verkleurd 'gezond'/cariës in dentine	43	15	98	3	.45	.15
Verkleurd 'gezond'/cariës in dentine	42	15	98	3	.43	.14
Microradiografie 'gezond'/cariës in dentine	39	15	99	2	.41	.14
Expert-waarnemers 'gezond'/cariës in dentine	61	21	98	3	.65	.18

*¹ = De mate van zekerheid van de diagnose bedraagt hier niveau 4. N = 276 tandartsen.

met die van de experts.

In tabel IV waarin de resultaten zijn afgedrukt van de met minder zekerheid (3 en 4) vastgestelde diagnoses, is dezelfde teneur te zien als in tabel III. Echter de sensitiviteit en Kappa zijn voor alle normen gestegen, terwijl de specificiteit is gedaald: meer 'gezonde' vlakken worden beoordeeld als 'dentine cariës' of 'grote caviteiten'. Een vergelijking met de 'conditie van het oppervlak' laat zien dat men gemiddeld meer dan 10% van de gezonde vlakken of vlakken met 'een carieuze laesie < 0.5 mm in doorsnee' beoordeelt als 'cariës in de buitenste helft van het dentine'.

De gemiddelde sensitiviteit van de tandarts om een vlak te restaureren vergeleken met de 'conditie van het oppervlak' (tabel I) zou resulteren in het restaureren van 78% van 'caviteiten > 0.5 mm in doorsnee'. Te veel restaureren (fout positief) zou gemiddeld plaatsvinden bij 12,6% van de gezonde vlakken of oppervlakken met initiële cariës.

3.2. Variatie tussen tandartsen in röntgendiagnoses en restauratieve beslissingen

De variatie in de diagnoses is weergegeven in afbeelding 2. Kappa varieert hier voor 'cariës waarschijnlijk tot in de buitenste helft van het dentine' bij gebruik van de microradiografie als norm van 'slecht' (-0.05) tot 'behoorlijk' (0.80).

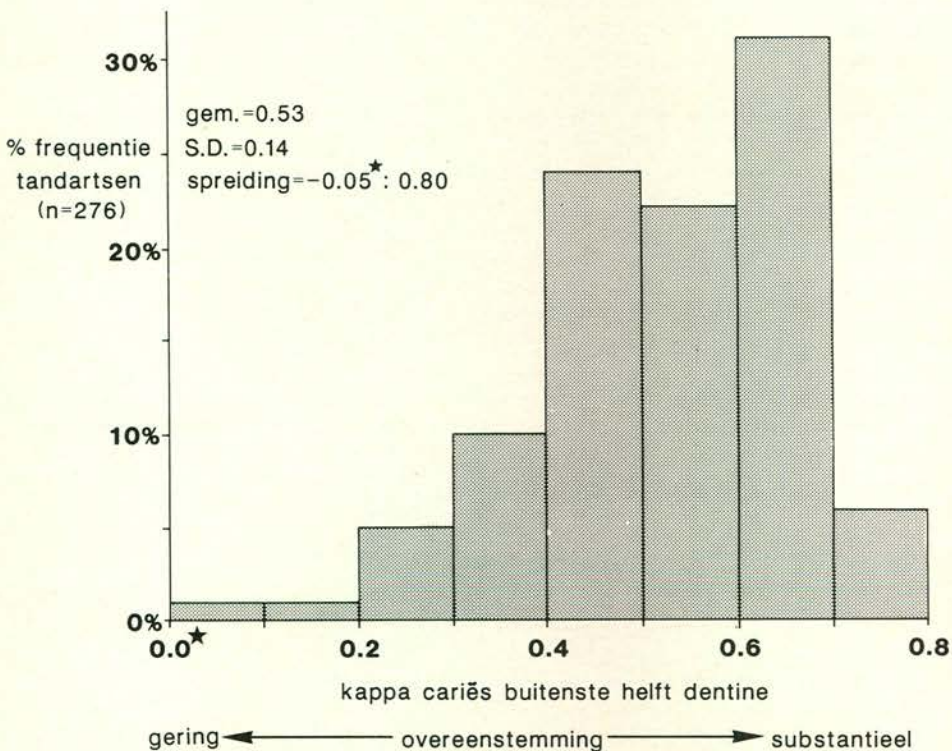
De onderste helft van afbeelding 3 toont hoe de frequentie van de tandartsen varieert gezien het aantal geschatte vlakken met 'cariës tot in de buitenste helft van het dentine'. Het maximum aantal vlakken was 52, het minimum 7 en gemiddeld 26. Niet alle vlakken hadden in werkelijkheid 'cariës tot in het dentine' (de zogenaamde terecht positieven). Indien van het terecht positieve deel de sensitiviteit wordt berekend, dan zou 24% van de practici een sensitiviteit lager dan 45% hebben. Het is echter beter deze frequentieverdeling te vergelijken met het aantal carieuze vlakken conform de verschillende normen (tabel II). Het aantal carieuze vlakken dat met microradiografie werd gescoord als 'dentinecariës' of 'caviteiten > 0.5 mm in doorsnee' of door de experts als 'dentinecariës' was respectievelijk 45, 26 en 28. De frequentieverdeling van de tandartsen voor het aantal vlakken waarvan werd aangenomen dat deze gerestaureerd zouden moeten worden, is afgebeeld in de bovenste helft van afbeelding 3. Het aantal vlakken varieert hier van 12 tot 60 met een gemiddelde van 30. Tandartsen hanteren in het algemeen een soepeler criterium dan 'waarschijnlijk cariës in de buitenste helft van het dentine', of hebben een criterium voor het restaureren van 'cariës in het glazuur'.

In het boxendiagram van afbeelding 4 worden de waarden weergegeven waartussen 50% van de tandartsen zich bevindt die vullingen zouden hebben voorgeschreven.²² Opnieuw is het interessant om deze gegevens te vergelijken met het aantal laesies in de buitenste helft van het glazuur verkregen met de microradiografische en de expertnormen. Ten gevolge van onnauwkeu-

Tabel IV. Kwaliteit van diagnose – matige zekerheid over het oordeel.

De mate van diagnostische nauwkeurigheid	Cariës waarschijnlijk aanwezig*) in de buitenste helft van het dentine					
	% Sensitiviteit		% Specificiteit		Kappa	
	Gemidd.	s.d.	Gemidd.	s.d.	Gemidd.	s.d.
Toestand van het oppervlak 'geen' caviteit/caviteit > 0.5 mm.	70	14	90	6	.59	.09
Niet-verkleurd 'gezond'/cariës in dentine	57	14	96	5	.57	.13
Verkleurd 'gezond'/cariës in dentine	56	14	96	5	.55	.13
Microradiografie 'gezond'/cariës in dentine	54	14	97	5	.53	.14
Expert-waarnemers 'gezond'/cariës in dentine	79	17	95	5	.75	.13

*) = De mate van zekerheid van de diagnose bedraagt hier de niveau's 3 en 4. N = 276 tandartsen.



Afb. 2. Variatie in de mate van overeenstemming voor de diagnose 'waarschijnlijk cariës in de buitenste helft van het dentine'. De microradiografische norm is hierbij als standaard gebruikt. (Tandartsen met een Kappa van -0.05 of lager zijn toegevoegd aan de groep die voor Kappawaarden scoorden tussen 0.0 en 0.1.)

righeden in de diagnose kunnen eventueel enige uitgebreide dentinelaesies zijn gemist (fout negatieve beslissing) en sommige gezonde vlakken of vlakken met initiële cariës wellicht per ongeluk zijn aangemerkt als 'behoeven behandeling' (fout positieve beslissingen). De mate waarin dit is gebeurt wordt vermeld in tabel V.

Alle tandartsen geven minder vlakken aan

heid van de cariësdagnostiek met behulp van bitewing-röntgenfoto's.

Van bij voorbeeld vijf van de 100 vlakken met 'cariës in de buitenste helft van het dentine' zou dan van drie laesies terecht worden beweerd dat deze moeten worden gerestaureerd. Van een zelfde aantal cariësvrije vlakken zou dit ten onrechte zijn gezegd.

mers werden tijdens het tweede deel van het onderzoek opnieuw benaderd - 62% van de oorspronkelijke steekproef deed mee. Er is aangetoond dat bij een dergelijk onderzoek onder tandartsen een response van 45% niet-significant verschilt van die van de totale populatie.²³

Twee factoren waarvan wordt aangenomen dat ze het meest variëren tussen tandartsen in een praktijksituatie zijn al eerder onderzocht.^{1,3} Hierbij bleek dat verschillen in gezichtsscherpte en de lichtsterkte van de lichtkast nauwelijks van invloed waren op de verschillen in hun klinische diagnostiek.

Uit psychofysisch onderzoek blijkt dat de verschillen in diagnostische kwaliteit tussen de originele en de gedupliceerde röntgenfoto's hoogst waarschijnlijk de klinische resultaten niet beïnvloeden.^{24,25} De kwaliteit van de duplicaten werd in ons onderzoek nauwkeurig in de gaten gehouden. Het is derhalve onwaarschijnlijk dat dit verschillen in waarneming heeft opgeleverd. Daar in de algemene praktijk bitewing-röntgenfoto's vaak niet optimaal van kwaliteit zijn, is het ook onwaarschijnlijk dat de variatie in de diagnose is onderschat of de nauwkeurigheid overschat.^{26,27}

Tussen de 45% en de 60% van de tandartsen geeft aan dat zij hun beslissing om approximale cariës te gaan behandelen alleen baseren op de röntgenfoto.^{1,28} De tijd die zij aan een patiëntenonderzoek besteden (70% van hen geeft aan een compleet cariësonderzoek binnen 10 minuten te doen) laat weinig ruimte om in dezelfde zitting de gemaakte films nog te ontwikkelen en te bekijken.¹

Tabel V. Het aantal vlakken dat Nederlandse tandartsen, algemeen-practici, zouden restaureren conform de mate van uitgebreidheid van de carieuze laesie volgens drie manieren van beoordelen.

Type valideringsnorm	Diagnostische waarde	Gem.	s.d.	Spreading
Microradiografie	FN	17.2	5.6	4-37
	FP	2.4	3.2	0-19
Toestand van het oppervlak	FN	5.7	2.6	0-20
	FP	9.9	5.4	1-34
Expert waarnemers	FN	3.8	3.4	0-21
	FP	6.1	5.3	0-32

FP = fout positief.

FN = fout negatief.

met dentinecariës die zouden moeten worden gerestaureerd dan die met behulp van microradiografie worden gevonden. Gemiddeld worden 2,4 vlakken ten onrechte behandeld, terwijl 17,2 van de 45 carieuze vlakken worden gemist of ten onrechte niet behandeld. De weergegeven spreidingsbreedtes zijn uitersten met een maximum van 19 vlakken ten onrechte behandeld en 37 ten onrechte niet behandeld.

3.3. Het meten van de nauwkeurigheid en het verkrijgen van inzicht in de keuze van behandelcriteria bij het gebruik van een R.O.C.-curve-analyse

De nauwkeurigheid van de diagnose met behulp van röntgenfoto's is bepaald door middel van de sensitiviteit en de specificiteit. Aangezien er een relatie bestaat tussen de sensitiviteit en de specificiteit zijn zij zodanig gecombineerd dat het mogelijk is hun verschillende invloeden zichtbaar te maken.

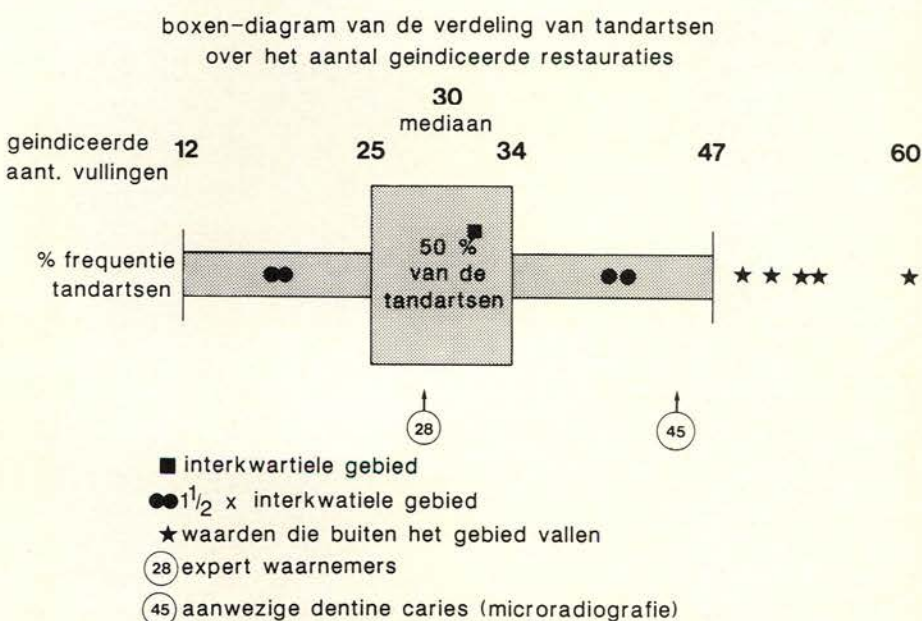
Gegevens voor de mate van vertrouwen in de diagnose van de 276 tandartsen zijn bijeengebracht in afbeelding 5. Deze afbeelding toont de gemiddelde verhouding tussen sensitiviteit en specificiteit voor 'cariës in de buitenste helft van het dentine'; de microradiografische norm is hierbij als standaard gebruikt. Wanneer echter bij een toenemende soepelheid in beoordeling de sensitiviteit stijgt, gebeurt dit eveneens met het aantal fout positieve diagnoses; de specificiteit daalt.

De nauwkeurigheid van de diagnose van de experts werd geschat op Az 0,94. Zeven vlakken met 'dentine cariës' bleven bij het toepassen van het meest soepele omslagpunt onopgemerkt. Dit is een indicatie voor de mate van nauwkeurigheid

4. DISCUSSIE

4.1. Algemeen

Het onderzoek bestond uit twee delen. Deel I betrof een aselechte steekproef onder Nederlandse tandartsen, de deelnemers verschilden niet-significant in leeftijdsopbouw van de totale populatie.¹ De deelne-



Afb. 4. Frequentieverdeling van de Nederlandse algemeen-practici naar het aantal vlakken dat volgens hen gerestaureerd zou moeten worden. Het aantal vlakken met tenminste cariës in de buitenste helft van het dentine volgens de expert-waarnemers en de microradiografische norm zijn er 'overheen' gezet.

Alhoewel het in de literatuur niet wordt aanbevolen, lijkt het waarschijnlijk dat tandartsen hun behandelbeslissingen direct op de röntgenfoto baseren.²⁶ Het gebruik van bitewing-röntgenfoto's voor de cariësdagnostiek wordt door de analytische besiskunde beschouwd als een diagnostische test.¹ Dit gebruik vereist dat de therapeutische doelstelling van de tandarts voor elke diagnostische uitslag moet worden geëxpliciteerd. Het is derhalve correct tandartsen te vragen hun behandelbeslissing alleen te baseren op het beeld op de röntgenfoto.

De selectie van de laesies voor een 'test-batterij' voor een ziekte met een lage prevalentie is een compromis tussen het hebben van genoeg gevallen om redelijk betrouwbare resultaten te verkrijgen en het

hebben van voldoende gezonde gevallen om betrouwbare gegevens over de specificiteit te krijgen, *zonder de deelnemers te zwaar te belasten*.²⁰ Er is op gelet dat een aantal gevallen is verzameld die overeenkomen met het soort beslissingen waarvoor de practicus gewoonlijk wordt gesteld.

De resultaten van de algemeen-practici (Az 0,88) uit dit onderzoek hebben een grotere nauwkeurigheid voor de diagnose 'cariës in de buitenste helft van het dentine' dan die van de in de literatuur vermelde röntgenologen (Az 0,86).⁶ Dit is een indicatie dat de deelnemers hun opdracht hebben begrepen en hun taak konden uitvoeren.

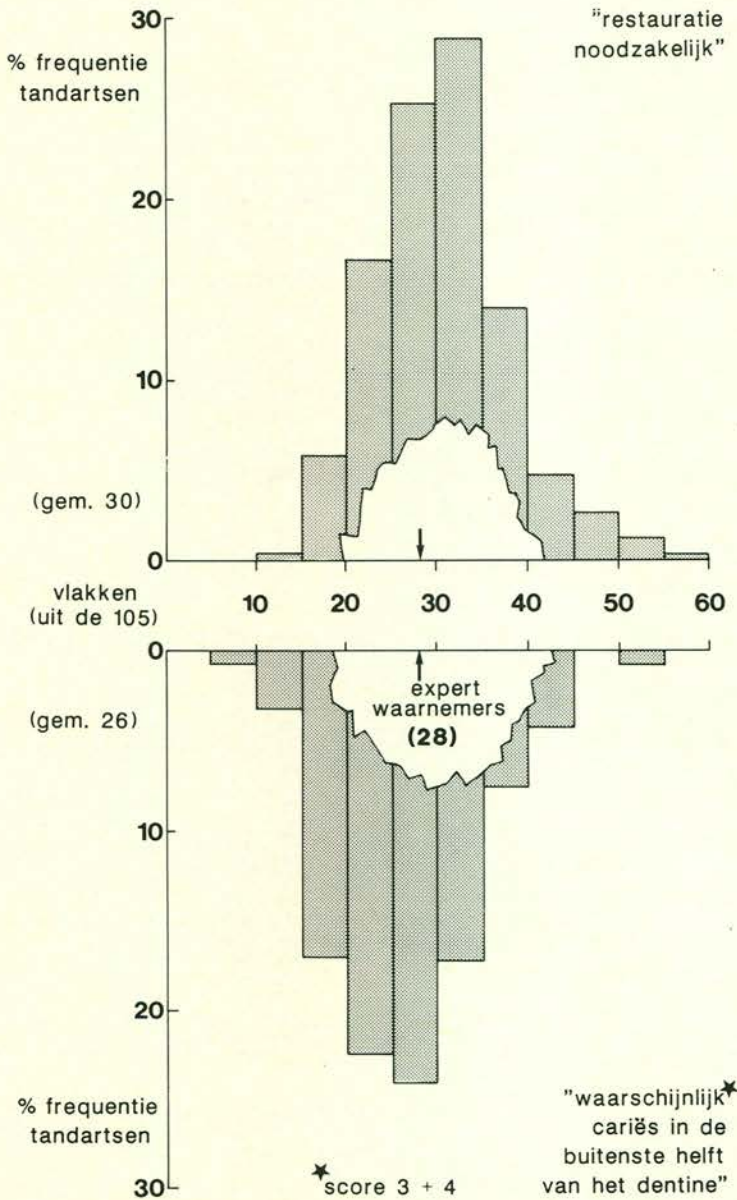
In dit artikel zijn alleen de gegevens over 'cariës tot in de buitenste helft van het dentine' geanalyseerd. 'Cariës tot in het

dentine' wordt echter als de meest geëigende röntgenologische norm gezien voor de indicatie: 'moet worden gerestaureerd'.²⁹ Het kan ook worden beschouwd als een ijkpunt met behulp waarvan elk diagnostisch gedrag kan worden gemeten.¹

4.2. De relevantie van de resultaten

Dit onderzoek toont aan dat niet mag worden aangenomen dat in de praktijk van alle dag de diagnose 'cariës', gesteld aan de hand van een röntgenfoto, een nauwkeurige is. Zeven van de 45 laesies tot in het dentine konden bij voorbeeld door de experts met geen enkel zekerheidsniveau worden vastgesteld (maximale sensitiviteit 82%, specificiteit 95%).

Informatie over het diagnostisch gebruik van röntgenfoto's door deze en andere experts is wel eens gebruikt om een suggestie te doen voor de ideale frequentie voor het opnieuw met behulp van bitewing-röntgenfoto's onderzoeken van patiënten.⁸ Van het rapport van de Gezondheidsraad over de ideale frequentie van het gebruik van bitewing-röntgenfoto's mag worden aangenomen, dat er rekening is gehouden met de snelheid waarmee cariës doordringt, de kosten van het behandelen van glazuurcariës en het over het hoofd zien van dentinecariës gedurende 1-3 jaar.⁸ Hoewel uit dit onderzoek blijkt dat tandartsen gemiddeld minder nauwkeurig zijn dan de experts (gemiddelde sensitiviteit van de tandartsen 79% en specificiteit 97%, tabel IV). Voor een kwart (24%) van de practici is de sensitiviteit lager dan 45%. In deze aanbeveling voor de frequentie van het opnieuw maken van röntgenfoto's zou moeten worden uitgegaan van een laag niveau van diagnostische zekerheid. Dit om de impliciete standaard te handhaven voor wat betreft de diagnostische sensitiviteit. In omstandigheden waar de prevalentie van dentinecariës op de röntgenfoto rond de 5% ligt,^{2, 8} zou dit kunnen leiden tot het ten onrechte scoren van 'dentinecariës' bij 12% van de gezonde vlakken of vlakken met glazuurcariës (afbeelding 5). Bij een prevalentie van 5% zouden bij voorbeeld van de tien werkelijk aanwezige dentine laesies er acht correct zijn gediagnostiseerd, terwijl 24 gezonde vlakken of vlakken met alleen glazuurcariës ten onrechte als 'cariës in de buitenste laag van het dentine' zouden zijn beoordeeld (fout positief). De gemiddelde snelheid waarmee een carieuze laesie zich uitbreidt in het glazuur, is traag. Recente schattingen bij patiënten die fluoride gebruiken geven aan dat het gemiddeld vier jaar duurt alvorens de laesie tot aan of in het dentine is voortschreden; 91%, 74%, 55% en 41% van de nieuwe laesies blijven na respectievelijk 1, 2, 3 en 4 jaar röntgenologisch beperkt tot het glazuur, onafhankelijk van het soort element en of



Afb. 3. Variatie in de vlakken die moeten worden gerestaureerd vergeleken met het aantal waarschijnlijk* carieuze vlakken.

* Het gemiddelde behandelcriterium is op de curve gesuperponeerd; TP (terecht positief) 62%, FP (fout positief) 4%.

de patiënt een hoog of laag risico voor cariës had.³⁰ Het lijkt dan ook redelijk om het restauratief behandelen van glazuurcariës te beschouwen als een onterechte behandeling. Dergelijke onnodige behandelingen veroorzaken extra financiële kosten zowel voor de patiënt als het gezondheidsstelsel. De vraag is: zijn zij een gevolg van het soepel hanteren van een behandelingscriterium voor 'cariës in de buitenste helft van het dentine' of wordt dit gedaan om een langer interval tussen bitewingopnamen te kunnen aanhouden. Patiënten van tandartsen die weinig nauwkeurig diagnostiseren, zouden hiervan nog meer na-deel ondervinden.

Hier moet worden opgemerkt dat Nederlandse tandartsen, vergeleken met tandartsen in andere landen, in het algemeen maar weinig bitewing-röntgenfoto's maken.^{8 31-3}

Worden de verschillen tussen algemeenpractici ten opzichte van het aantal vlakken dat behandeld zou moeten worden in beschouwing genomen, dat kunnen, ondanks de grote variaties, de volgende conclusies worden getrokken: 1. de praktici indiceren gemiddeld meer vullingen dan er carieuze laesies zijn die tot in de buitenste helft van het dentine reiken (afb. 3 en 4); 2. en ook gemiddeld meer vullingen dan er laesies in het dentine zijn vastgesteld door de experts (afb. 3 en 4).

Het verschil in behandelbeslissingen (afbeelding 2 en 3) met een minimum van 12 en een maximum van 60 vullingen is groot en kan worden verklaard door: een verschil in keuze van criterium en/of variatie in diagnostische nauwkeurigheid (afbeelding 2). Het verband hiertussen behoeft nader onderzoek.

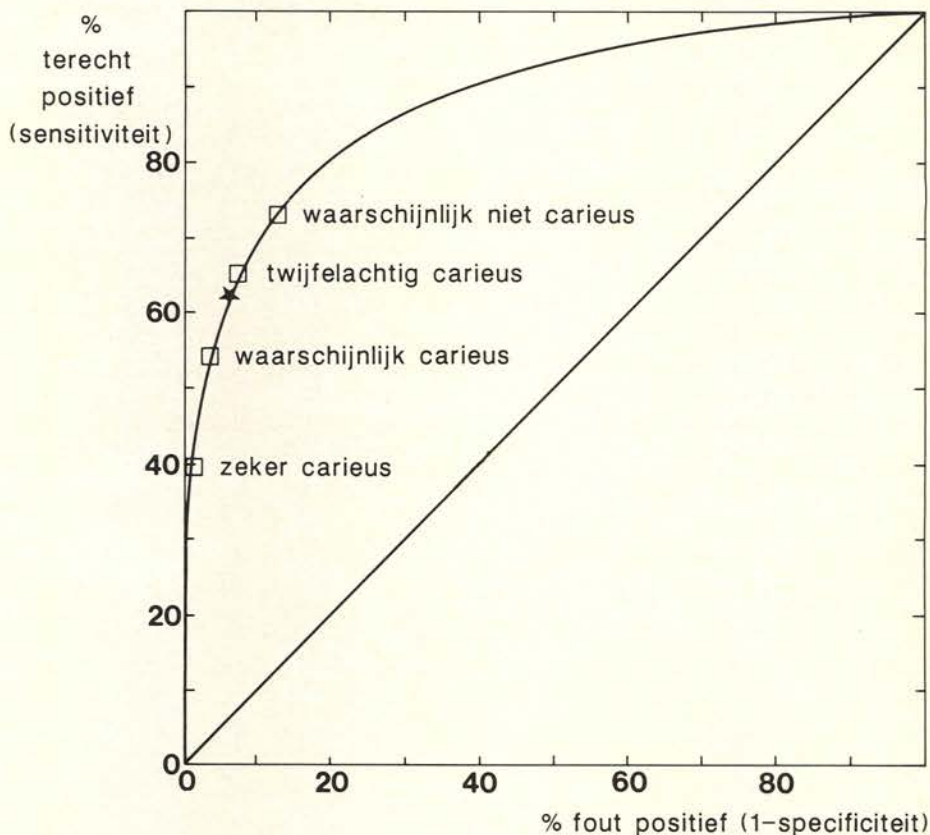
De experts hadden een hoge index voor de diagnostische nauwkeurigheid (Az 0.94) vergeleken met die van andere experts voor een zelfde taak beschreven in de literatuur.⁶ Onze experts hadden voor de drie niveau's van diagnostische betrouwbaarheid: zeker cariës, waarschijnlijk cariës en onzeker of er cariës aanwezig is, een specificiteit van 100%. De sensitiviteit was 36%, 62% en 69%. Dit wil zeggen dat waar zij zijn gebruikt als een norm in andere onderzoeken deze experts de aanwezige cariës in de buitenste helft van het dentine lichtelijk zullen onderschatten. Ten slotte is gebleken dat de normen, gebruikt in dit onderzoek, vergelijkbare resultaten geven. Dit geeft aan dat welke norm ook wordt gehanteerd, de algemene conclusie voor wat betreft de indicatie 'restaureren' gehandhaafd blijft.

5. CONCLUSIES

De belangrijkste conclusies zijn dat:

1. de Nederlandse tandartsen, algemeen practici, minder nauwkeurig diagnostise-

ROC curve met de microradiografie als norm



Afb. 5. R.O.C. (Receiver Operating Characteristic)-curve van 276 Nederlandse algemeen-practici met behulp van bijeengevoegde gegevens.

SUMMARY

A SURVEY OF VARIATION AND ACCURACY IN RADIOGRAPHIC CARIES DIAGNOSIS AND TREATMENT DECISION MAKING

Keywords: Restorative dentistry – Radiology – Caries diagnosis – Bitewing radiograph

A study has been carried out in which a 10% (N=444) random sample of Dutch dental practitioners were asked to diagnose bitewing radiographs.

The practitioners were requested to use a confidence scale to diagnose presence or absence of actual caries on an approximal surface and to decide whether they would restore that surface. When compared with the presence of the dentine caries validated by microradiography, the responding practitioners (62%, N=276) mean sensitivity and specificity were 39% s.d. 15% and 99% s.d. 2% respectively for caries which the dentists considered was definitely in the outer half of dentine. If surface condition was used as a norm, mean sensitivity was 54% s.d. 16%, but mean specificity was lower (94% s.d. 4%).

The number of surfaces of which the dental practitioners thought needed fillings, varied from 12 to 60 (mean and median 30, s.d. 7). For caries in the outer half of dentine, compared with a microradiography validating norm, 'overtreatment' decisions were made on a mean of 2.4 surfaces (false positive 4%) whilst 17.2 surfaces were 'undertreated' (false negative 38%). It was concluded that under diagnosis is more likely to occur than over diagnosis. It was suggested that a quarter of the practitioners would treat more than the number of surfaces either with cavities > 0.5 mm, or seen in dentine by the expert observers using bitewing radiographs.

LITERATUUR

- ¹ MILEMAN PA. Radiographic caries diagnosis and restorative treatment decision making. Groningen: rijksuniversiteit, 1985. Academisch proefschrift.
- ² MILEMAN PA, VISSERS T, PURDELL-LEWIS DJ. The application of decision making analysis to the diagnosis of approximal caries. *Community Dent Health* 1986; 3: 65-81.
- ³ GRÖNDAHL H-G. Radiographic caries diagnosis. A study of caries progression and observer performance. Göteborg: Dept of Oral Radiology. *Swed Dent J* 1979; Suppl 3.
- ⁴ ESPELID I, TVEIT AB, HAUGEJORDEN O, RIORDAN PJ. Variation in radiographic interpretation and restorative treatment decisions on approximal caries among dentists in Norway. *Community Dent Oral Epidemiol* 1985; 13: 26-9.
- ⁵ DOUGLAS CW, MCNEIL BJ. Clinical decision analysis methods applied to diagnostic tests in dentistry. *J Dent*

- ren dan tot nu toe werd verondersteld;
2. ze geen algemeen toepasbare manier hebben om te beslissen of een carieuze laesie moet worden gerestaureerd;
3. ongeveer een kwart van de Nederlandse tandartsen 'sneller' restaureren dan, gezien de huidige kennis van het cariësproces, noodzakelijk is;
4. patiënten die regelmatig de tandarts bezoeken statistisch een grotere kans lopen dat onnodig elemente worden gerestaureerd dan onregelmatige bezoekers.

De auteurs zijn de Nederlandse Maarschappij tot bevordering der Tandheelkunde zeer erkentelijk voor het ter beschikking stellen van de steekproef.

- Educ 1983; 47: 708-12.
- ⁶ WHITE SC, HOLLENDER L, GRATZ BM. Comparison of xeroradiographs and film for detection of proximal surface caries. *J Am Dent Assoc* 1984; 108: 755-9.
- ⁷ ESPELID I, TVEIT AB. Radiographic diagnosis of mineral loss in approximal enamel. *Caries Res* 1984; 18: 141-8.
- ⁸ GEZONDHEIDSRAAD. Advies inzake periodiek tandheelkundig röntgenonderzoek. 's Gravenhage: Staatsuitgeverij, 1982.
- ⁹ KAAIJK DJ. Wijziging verstreking en besluiten. Nieuwegein: Nederlandse Maatschappij tot bevordering der Tandheelkunde, 1984.
- ¹⁰ NATIONAL CENTRE FOR HEALTH CARE TECHNOLOGY. Dental radiology: a summary of recommendations from the technology assessment forum. *J Am Dent Assoc* 1981; 103: 423-5.
- ¹¹ NOWAK AJ, CREEDON RC, MUSSELMAN RJ, TROUTMAN KC. Summary of the conference on radiation exposure in paediatric dentistry. *J Am Dent Assoc* 1981; 103: 425-8.
- ¹² SOCIALSTYRELSSENS FÖRFATTINGSSAMLING. 1984: 3. Socialstyrelsens allmänna råd om diagnostik, behandling och registrering av karies på approximalytör samt rutiner för överföring av patient till annan tandklinikare. Stockholm: Norstedts Tryckeri, 1984.
- ¹³ JOSSELINE DE JONG E, TEN BOSCH JJ. Error analysis of the microradiographic determination of mineral content in mineralized tissue slices. *Phys Med Biol* 1985; 30: 1067-75.
- ¹⁴ GELHARD TBFM. Remineralization of human enamel in vivo. Groningen: rijksuniversiteit, 1982. Academisch proefschrift.
- ¹⁵ MARTHALER TM. A standardized system of recording dental conditions. *Helv Odont Acta* 1966; 10: 1-18.
- ¹⁶ VAN DER WEELE LT. WESP Waarslijck Eenvoudig Statistisch Pakket. Groningen: rekencentrum Rijksuniversiteit, RC publicatie 8, 1977.
- ¹⁷ NIE NH, HULL CH, JENKINS JG, STEINBRENNER K, BENT DH. SPSS Statistical Package for the Social Sciences. New York: McGraw Hill, 1975.
- ¹⁸ DORFMAN DD, ALF E. Maximum likelihood estimation of parameters of signal detection theory and determination of confidence intervals rating method data. *J Math Psychol* 1969; 6: 487-96.
- ¹⁹ SWETS JA. ROC analysis applied to the evaluation of medical imaging techniques. *Invest Radiol* 1979; 14: 109-21.
- ²⁰ METZ CE. Basic principles of ROC analysis. *Semin Nucl Med* 1978; 8: 283-98.
- ²¹ SWETS JA, PICKETT RM. Evaluation of diagnostic systems: methods from signal detection theory. New York: Academic press, 1982.
- ²² MCNEIL DR. Interactive data analysis. A practical primer. New York: John Wiley 1977, 2-13.
- ²³ HOULAND ES, ROMBERG E, MORELAND EF. Non-response bias to mail survey questionnaires within a professional population. *J Dent Educ* 1980; 44: 270-4.
- ²⁴ ERALES FA, MANSON-HING LR. A study of the quality of duplicated radiographs. *Oral Surg* 1979; 47: 98-104.
- ²⁵ PRICE C. A densitometric evaluation of two radiographic duplicating films under differing conditions of exposure and processing. *Oral Surg* 1980; 50: 190-4.
- ²⁶ MANNY EF, CARLSON KC, MCCLEAN PM, RACHLIN JA, SEGAL P, STORY P. An overview of dental radiology. Rockville, Maryland: Monograph series, National Centre for Health Technology, 1980.
- ²⁷ MCDONALD SP. A method to reduce interproximal overlapping and improve reproducibility of bitewing radiographs for use in clinical trials. *Community Dent Oral Epidemiol* 1983; 11: 289-95.
- ²⁸ BILLE J, THYLSTRUP A. Radiographic diagnosis and clinical tissue changes in relation to treatment of approximal carious lesions. *Caries Res* 1982; 16: 1-6.
- ²⁹ HOWAT AP. A comparison of the sensitivity of caries diagnostic criteria. *Caries Res* 1981; 15: 331-7.
- ³⁰ SCHWARTZ M, GRÖNDAHL H-G, PLISKIN JS, BOFFA J. A longitudinal analysis from bitewing radiographs of the rate of progression of carious lesions through human dental enamel. *Archs Oral Biol* 1984; 29: 529-36.
- ³¹ MILEMAN PA, BOUMA J, VAN DER WEELE LT, PURDELL-LEWIS DJ. The mode of use of bitewing radiographs by dentists in Holland. *Dentomaxillofac Radiol* 1985; suppl 7: 130.
- ³² MILEMAN PA, ESPELID I. Radiographic treatment decisions. A comparison between Dutch and Norwegian practitioners. *J Dent Res Spec Iss* 1986; 65: 609.
- ³³ MATTESON SR, MORRISON WS, STANEK EJ, PHILIPS C. A survey of radiographs obtained at the initial dental examination and patient selection criteria for bitewings at recall. *J Am Dent Assoc* 1983; 107: 586-90.