

De rol van expertise bij de interpretatie van tandheelkundige röntgenfoto's

E. van der Stelt-Schouten,
psycholoog

Samenvatting. Er is uiteraard een verschil in de wijze waarop beginnende studenten en experts tandheelkundige röntgenfoto's interpreteren. Kennis over de wijze waarop de diagnose van de expert tot stand komt en over de ontwikkeling van zijn expertise is van belang voor het onderwijs in de tandheelkundige radiologie. Daartoe bekeken 15 waarnemers uit 3 groepen met een verschillend expertiseniveau 16 röntgenfoto's met enkele tandheelkundige afwijkingen in het harde weefsel. De waarnemers werd gevraagd alle gebieden op de foto te noemen die voor hen opvallend waren. Met behulp van hun verbale rapporten werd de informatiewaarde van de foto's voor de verschillende groepen bepaald. Eén foto met gelijke informatiewaarde voor alle groepen werd vervolgens ter diagnose voorgelegd aan 8 onervaren studenten en 8 experts. Tijdens de interpretatie van de foto werden de oogbewegingen van de waarnemers geregistreerd. Op grond van de resultaten werd geconcludeerd dat de experts vergeleken met de studenten een adequatere selectie maken uit de gegevens op de foto en een efficiënter kijkpatroon vertonen. Ten slotte worden aanbevelingen gedaan voor de opbouw van het onderwijs in de tandheelkundige radiologie.

STELT-SCHOUTEN E VAN DER. De rol van expertise bij de interpretatie van tandheelkundige röntgenfoto's. Ned Tijdschr Tandheelkd 1995; 102: 476-9.

Uit de afdeling Tandheelkundige
Radiologie van het Academisch Centrum
Tandheelkunde Amsterdam (ACTA).

Trefwoorden: Radiologie –
Radiologische expertise

Datum van acceptatie: 6 september 1995.

Adres: Mw. E. van der Stelt-Schouten,
ACTA, Louwesweg 1,
1066 EA Amsterdam.

1 Inleiding

Vastgesteld is dat experts een snellere en kwalitatief betere diagnose stellen dan beginnelingen bij de beoordeling van röntgenfoto's.¹ Voor het onderwijs in de tandheelkundige radiologie is het van belang te weten hoe de diagnose van de expert tot stand komt en welke processen een rol spelen bij de ontwikkeling van zijn expertise.

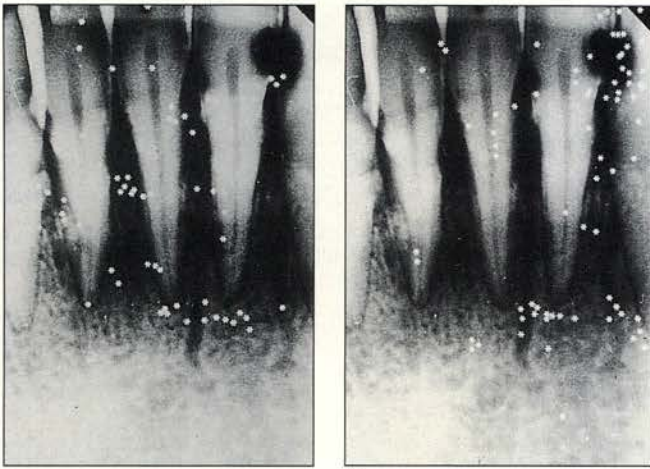
Radiologie onderscheidt zich van andere gebieden in de geneeskunde, doordat bij de diagnose zowel cognitieve als perceptuele componenten een rol spelen. De waarnemer moet in staat zijn een afwijkend beeld van een normaal beeld te onderscheiden en hij moet dit in verband kunnen brengen met een bepaald ziektebeeld (prototype) om tot een diagnose te kunnen komen.² Bij de ontwikkeling van radiologische expertise spelen dus zowel het verwerven van medische kennis als radiologische training een rol. Hoewel veel is gepubliceerd over beide afzonderlijke processen, is weinig bekend over hun onderlinge relatie.³⁻⁵

Over de wijze waarop de radiologische diagnose tot stand komt, bestaan verschillende theorieën: de bottom-up theorie veronderstelt dat de diagnose tot stand komt door een analyse van de visuele kenmerken van de foto; de top-down benadering gaat ervan uit dat de ervaren waarnemer zich bij het bekijken van de röntgenfoto laat leiden door prototypen die hij op basis van vroegere ervaring heeft gevormd.^{6,7} Een theorie waarin de bottom-up en top-down benadering in feite worden gecombineerd, is die waarbij verondersteld wordt dat het stellen van een diagnose een interactief proces is tussen de verwachting die men heeft van het beeld op de röntgenfoto en het werkelijke beeld.^{8,9} In dit interactieve proces, ook wel de perceptuele cyclus genoemd, start de waarnemer met een mentaal plan (schema) voor het bekijken van de foto.¹⁰ Tijdens het bekijken van de röntgenfoto wordt dit plan onder invloed van nieuwe visuele informatie herhaaldelijk gewijzigd. De eerste selectie van een bepaald schema komt tot stand op grond van eerdere ervaringen of op grond van de verwachting

van wat men te zien zal krijgen. Ervaring stelt de waarnemer in staat de normale radiologische anatomie te negeren en zich te concentreren op afwijkingen.

Een verdere uitwerking van deze theorie is het 2-fasen detectiemodel.¹¹ Dit model veronderstelt 2 achtereenvolgende detectiefasen. De eerste fase, die voorafgaat aan gerichte aandacht, bestaat uit een globale blik op de foto en werkt als een filter waarmee specifieke kenmerken uit het visuele veld worden geselecteerd voor de tweede fase van expliciete aandacht en cognitieve evaluatie door de waarnemer. De expert heeft een efficiënte set 'pre-attentive' visuele mechanismen ontwikkeld, waardoor de selectie van opvallende gebieden die nadere inspectie behoeven automatisch kan plaatsvinden. Een korte blik is voldoende voor het opmerken van een grote hoeveelheid diagnostische informatie. De ervaren waarnemer kan zijn aandacht dus richten op die gebieden die relevante informatie kunnen bevatten voor de diagnose en deze vergelijken met de prototypen die hij zich eigen heeft gemaakt door ervaring en training. Deze voor de diagnose relevante gebieden worden ook wel *cognitief* opvallend genoemd, in tegenstelling tot *visueel* opvallende gebieden die opvallen door vorm, contrast en details en daarom ook door leken worden waargenomen.¹²

Het kijkgedrag of zoekproces kan worden bestudeerd door het oogbewegingspatroon van de waarnemer vast te leggen. In dit artikel zal eerst verslag worden uitgebracht van een onderzoek waarin met behulp van een verbaal rapport werd nagegaan welke gebieden op een set tandheelkundige röntgenfoto's opvallend zijn voor waarnemers van verschillend expertiseniveau. Op deze wijze kon worden vastgesteld wat de informatiewaarde is van de verschillende foto's voor verschillende expertiseniveaus. Vervolgens werd één foto met dezelfde informatiewaarde voor beginnende studenten en experts, aan beide groepen aangeboden ter diagnose. Gedurende observatie van de foto werden de oogbewegingen van de waarnemers geregistreerd. Door de fixatiepatronen van beide groepen waarnemers te vergelijken, kon het verschil in zoekgedrag tussen hen worden onderzocht.



Afb. 1. Kijkpatronen van een expert (a) en een onervaren student (b) tijdens het interpreteren van een tandheelkundige röntgenfoto. Hoewel de informatiewaarde van de foto op basis van de verbale rapporten gelijk verondersteld wordt voor experts en onervaren studenten, is er een verschil in kijkpatroon waar te nemen. Het kijkpatroon van de expert lijkt systematischer dan dat van de student, bestrijkt een groter deel van de foto en er zijn veel fixaties (2 of meer kijkpunten van 20 msec) te zien in cognitief opvallende gebieden. Het kijkpatroon van de student daarentegen bestrijkt een kleiner deel van de foto en heeft een grote concentratie van fixaties in visueel opvallende gebieden.

2 Materiaal en methode

Drie groepen, bestaande uit 5 waarnemers, namen vrijwillig deel aan het eerste deel van het onderzoek.

- Groep 1: een groep tandheelkundestudenten, vlak voor de aanvang van de studie; geen expertise.
- Groep 2: een groep tandheelkundestudenten aan het eind van het eerste studiejaar, maar vóór de radiologiecursus; enige expertise.
- Groep 3: een groep ervaren tandartsen (experts); hoge mate van expertise.

Iedere waarnemer kreeg 16 tandheelkundige röntgenfoto's aangeboden in willekeurige volgorde. Deze röntgenfoto's bevatten tandheelkundige afwijkingen zoals wortelpuntontstekingen, cariës en botverlies.

De instructie voor de waarnemers luidde alle opvallende gebieden aan te wijzen en indien mogelijk te benoemen. De verbale rapporten werden opgenomen op cassette en de aangewezen gebieden werden door de proefleider aangegeven op een schets van de röntgenfoto. De scores werden geclusterd per foto en per expertisegroep. Om incidentele waarnemingen uit te sluiten, werden alleen gebieden die door 3 of meer waarnemers werden genoemd in de verdere analyse betrokken.

Op grond van de genoemde gebieden kon de volgende lijst van structuren of afwijkingen op de tandheelkundige röntgenfoto's worden samengesteld: overlapping, geometrische details, anatomische kenmerken, restauraties, cariës, zwarting bij de wortelpunt, wortelresorptie, tandsteen en parodontaal botverlies. De verschillen tussen de groepen werden getoetst met de Cochran-Q-test.

De overeenkomstige gebieden werden vervolgens geïnclassificeerd als visueel of cognitief opvallend op grond van de volgende criteria:

- Gebieden die relevante informatie bevatten of kunnen bevatten voor de diagnose, werden geïnclassificeerd als cognitief opvallende gebieden (COG); zwarting bij de wortelpunt, wortelresorptie, tandsteen en parodontaal botverlies.

Tabel I. Gemiddeld aantal malen dat visuele kenmerken of afwijkingen op de röntgenfoto's gerapporteerd werden door 3 groepen waarnemers met een verschillende mate van expertise in het interpreteren van tandheelkundige röntgenfoto's (n = 5; groep 1: geen ervaring, groep 2: enige ervaring, groep 3: hoge mate van ervaring). Significantie getoetst met de Cochran-Q-test.

	Expertisegroep			Q-test
	1	2	3	
Visueel opvallend:				
- overlapping	13	18	0	32,37*
- geom. details	6	4	0	5,60
- anatomie	3	3	5	0,80
Visueel en cognitief opvallend:				
- vullingen	14	15	12	2,33
- cariës	4	11	11	10,89*
Cognitief opvallend:				
- zwarting wortelpunt	2	4	8	9,33*
- wortelresorptie	1	1	3	0,30
- tandsteen	0	1	8	14,25*
- botresorptie	0	16	25	37,00*
* p < 0,05				

- Gebieden die opvallen door helderheid, contrast of vorm, maar geen relevante informatie voor de diagnose bevatten, werden geïnclassificeerd als visueel opvallend (VOG); overlapping, geometrische details en anatomische kenmerken.
- Restauraties en cariës hebben zowel visueel als cognitief opvallende kenmerken en werden daarom geïnclassificeerd als cognitief en visueel opvallend (VCOG).

De verschillen in scores van de 3 groepen waarnemers voor deze opvallende gebieden werden getoetst met de MANOVA-test.

In het tweede deel van het onderzoek is nagegaan wat het effect is van expertise op het zoekpatroon van de waarnemer. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een Whitaker Eye-view monitor, waarmee oogbewegingen werden geregistreerd van 8 experts en 8 onervaren studenten. De studenten waren te vergelijken met de studenten uit groep 2 van het eerste deel van het onderzoek. Uit de foto's van het eerste deel van het onderzoek werd een foto geselecteerd met gelijke informatiewaarde voor experts en studenten, dat wil zeggen dat de 3 groepen waarnemers dezelfde gebieden op deze foto opvallend noemden. Eventuele verschillen in kijkpatroon kunnen dus niet veroorzaakt worden door een verschil in medische/tandheelkundige kennis, maar zijn het gevolg van verschil in radiologische expertise. De proefpersonen werden gevraagd de foto te bekijken en een diagnose te geven. Tijdens de interpretatie werden de oogbewegingen geregistreerd. De verdeling van fixatiepunten (punten waar langer dan 40 msec naar gekeken is) van onervaren studenten en experts werden met elkaar vergeleken en getoetst met een t-toets.

3 Resultaten

Tabel I geeft de verdeling weer van de scores van de verschillende expertisegroepen over de verschillende tandheelkundige categorieën. Significante expertise-effecten werden gevonden voor de categorieën cariës, overlapping, zwarting bij de wortelpunt, tandsteen en parodontaal botverlies. Groep 2 (enige expertise) blijkt een tussenpositie in te nemen. Voor een aantal

Tabel II. De verdeling van de door de 3 groepen waarnemers (n=5) gerapporteerde visuele kenmerken of afwijkingen op de röntgenfoto's over de verschillende opvallende gebieden: Visueel Opvallende Gebieden - VOG; Cognitief Opvallende Gebieden - COG; Visueel en Cognitief Opvallende Gebieden - VCOG. Significantie getoetst met MANOVA-test, F(1;2;3), en contrast analyse, F(1vs2,3) en F(2vs3).

	Expertisegroep			F(1;2;3)	F(1vs2,3)	F(2vs3)
	1	2	3			
VOG	22	26	5	5,78*	1,68	9,60*
COG	3	21	45	12,64*	14,15*	10,25*
VCOG	18	26	22	2,59	-	-

*p < 0,05

Tabel III. Gemiddeld aantal fixaties (2 of meer kijkpunten van 20 msec) van de 2 groepen waarnemers (n=8) in de 3 typen opvallende gebieden. Gekeken werd naar een foto met gelijke informatiewaarde voor beide groepen: Visueel Opvallend Gebieden - VOG; Cognitief Opvallend Gebieden - COG; Visueel en Cognitief Opvallend Gebieden - VCOG. Significantie getoetst met een t-toets.

	Studenten	Experts	t
VOG	9,2	3,4	-2,84*
COG	3,8	10,8	2,78*
VCOG	3,6	3,2	-0,19

*p < 0,05

categorieën (overlapping en geometrische details) scoort deze groep als de groep zonder expertise (groep 1), maar voor andere (cariës en parodontaal botverlies) als de experts (groep 3).

Tabel II toont de scores van de 3 expertisegroepen in de 3 typen opvallende gebieden. Een significant expertise-effect werd gevonden voor cognitief opvallende gebieden. Contrastanalyse toonde aan dat dit verschil significant was voor alle groepen: groep 3 noemt significant meer cognitief opvallende gebieden dan groep 2, en groep 2 significant meer dan groep 1.

Ook met betrekking tot visueel opvallende gebieden werd een significant verschil gevonden voor de expertisegroepen. Dit verschil geldt vooral voor de groepen en 1 en 2 enerzijds en groep 3 anderzijds. De groepen 1 en 2 scoren significant meer in de visueel opvallende gebieden dan groep 3. Er kon geen significant verschil tussen de 3 groepen worden aangetoond voor de gecombineerd visueel/cognitief opvallende gebieden.

Hoewel studenten en experts geen verschil vertoonden in de gebieden die zij op de in het tweede deel van het onderzoek gebruikte foto opvallend noemden, was er wel een verschil in fixatiepatronen (tab. III). De experts hebben significant meer fixatiepunten in cognitief opvallende gebieden dan de studenten. Zij hebben daarentegen significant minder fixaties in de visueel opvallende gebieden.

4 Discussie

Het lijkt duidelijk dat de experts een adequate selectie maken uit de informatie die op de foto te zien is. Dit ondersteunt het 2-fasen detectiemodel: de ervaren waarnemer is in staat snel de normale radiologische anatomie te negeren en zich te concentreren op afwijkingen.¹¹ We zien het begin van de cognitieve evaluatie bij groep 2. Geen van beide groepen studenten had al een cursus radiologie gevolgd, maar groep 2, de studenten aan het einde van hun eerste jaar, hadden al andere tandheelkundige cursussen gevolgd. Hierdoor nam klaarblijkelijk hun prototypische kennis van bepaalde afwijkingen (cariës en parodontaal botverlies) toe, waardoor zij meer cognitief opvallende gebieden opmerkten. Het feit dat zij niet minder visueel opvallende gebieden opmerkten dan groep 1, wijst erop dat zij nog geen adequate selectie uit het stimulusmateriaal maakten. Kennelijk zijn zij nog niet voldoende in staat de normale radiologische anatomie te onderscheiden van de afwijkende en hebben zij nog geen visueel filter ontwikkeld. Hiervoor is waarschijnlijk een radiologische training noodzakelijk, waarin ervaring wordt opgedaan met radiologische afbeeldingen van normale structuren en normale variaties.

Of voor beginnende studenten het aanleren van een zoek-

strategie zonder meer zinvol is, valt te betwijfelen. De ontwikkeling van een zoekpatroon lijkt secundair te zijn aan de ontwikkeling van kennis over de plaats en typische kenmerken van normale en abnormale structuren op de röntgenfoto.¹³ Bij de in het tweede deel van dit onderzoek gebruikte foto noemden de studenten in hun verbale rapporten dezelfde opvallende gebieden als de experts. Toch hadden zij minder fixaties in de genoemde cognitieve gebieden dan de experts. Dit wijst erop dat zij, hoewel zij gebieden opvallend noemen, niet weten of deze informatie relevant is voor de diagnose. Dit bevestigt de eerder gestelde conclusie dat onervaren studenten nog niet in staat zijn een adequate selectie van informatie op de foto te maken, zodat zij irrelevante kenmerken niet kunnen negeren (relatief veel fixaties in visueel opvallende gebieden). Maar ook dat hun prototypische kennis nog niet zo ontwikkeld is dat zij zich adequaat kunnen richten op relevante informatie (relatief weinig fixaties in cognitief opvallende gebieden), waarschijnlijk doordat zij nog niet hebben leren generaliseren en discrimineren waardoor onzekerheid bestaat over de grenzen van hun concepten. Het lijkt dus aannemelijk dat radiologische training pas zinvol is als medische begripvorming heeft plaatsgevonden.

Afbeelding 1 laat ter illustratie een fixatiepatroon van een expert en van een onervaren student zien. Het fixatiepatroon van de expert lijkt systematischer en bestrijkt een groter deel van de foto dan dat van de student. Opvallend daarbij is dat de student een concentratie van fixatiepunten in een visueel opvallend gebied heeft.

5 Conclusie

De resultaten van dit onderzoek kunnen implicaties hebben voor het onderwijs in de tandheelkundige röntgendiagnostiek. Op grond van de resultaten lijkt een logische volgorde voor het onderwijs: beginnen met de conceptvorming op het gebied van de anatomie en pathologie, vervolgens een training geven in interpretatie van de normale anatomie op tandheelkundige röntgenfoto's en pas daarna het onderwijs in het interpreteren van tandheelkundige röntgenopnamen van afwijkingen laten aanvangen.

Literatuur

- 1 Dijkstra S, Stelt PF van der, Sijde PC van der. Het effect van verschillende expertiseniveaus op de interpretatie van tandheelkundige röntgenfoto's. In: Beishuizen JJ, Hamaker C, Hout Wolters B van, et al. Onderwijsleerprocessen. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1983.
- 2 Mugglestone MD, Gale AG, Cowley HC, et al. Diagnostic performan-

- ce on briefly presented mammographic images. In: Kundel HL, red. Image perception. Washington: SPIE, 1995.
- 3 Gale AG, Worthington BS. Image viewing habits and the false diagnosis. *Diagnostic Imaging* 1984; 130-3.
 - 4 Norman GR, Brooks LR, Allen SW. Expertise in visual diagnosis: a review of the literature. *Academic Medicine* 1992; 67: 78-83.
 - 5 Schmidt HG, Boshuizen HPA. The encapsulation of biomedical knowledge. In: Evans DA, Patel VL, red. *Advanced models of cognition for medical training and practice*. New York: Springer-Verlag, 1991.
 - 6 Bass JC, Chiles C. Visual skill: correlation with detection of solitary pulmonary nodules. *Investigative Radiology* 1990; 25: 670-4.
 - 7 Kundel HL, Nodine CF. A visual concept shapes image perception. *Radiology* 1983; 146: 363-8.
 - 8 Hochberg JE. Attention, organisation and consciousness. In: Mostovsky DJ, red. *Attention: contemporary theory and analysis*. New York: Appleton Century Crofts, 1970.
 - 9 Gale AG, Worthington BS. The utility of scanning strategies in radiology. In: Groner R, et al, red. *Scanning strategies in radiology*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1983.
 - 10 Neisser U. *Cognition and Reality*. San Francisco: Freeman, 1976.
 - 11 Swenson RG. A two-stage detection model applied to skilled visual search by radiologists. *Perception and Psychophysics* 1980; 27: 11-6.
 - 12 Engel FL. Visual conspicuity as an external determinant of eye-movements and selective attention. Eindhoven: Technische Universiteit, 1976. *Academisch proefschrift*.
 - 13 Kundel HL, LaFollette PS. Visual search patterns and experience with radiological images. *Radiology* 1972; 103: 523-8.

Summary

THE EFFECT OF EXPERTISE ON THE INTERPRETATION OF DENTAL IMAGES

Key words: Radiology – Expertise – Novice-expert difference

A difference exists in the way novices and experts interpret dental radiographs. For education in dental radiology knowledge about the expert strategy is important. The aim of this study was to determine how novices and experts differ in the way they judge dental radiographs. Therefore 16 radiographs with different types of pathologies in the hard tissues were observed by 15 observers with three different levels of expertise. Based on their verbal reports the information content of the radiographs was determined for the different expertise levels. One radiograph with the same information content for all levels was observed by 8 novices and 8 experts. The eye movements of the observers were registered during the interpretation. Based on the results it is concluded that the experts make a more adequate selection of the stimulus material. Recommendations are given for the structure of the educational programme in dental radiology.