

Interviewundersøgelse af danske tandlæger der anvender direkte digital røntgenteknik

Ann Wenzel og Erik Gotfredsen

Digitale røntgensystemer er ved at vinde udbredelse i dansk tandlægepraksis. Gennem tandlægens venlige samtykke har vi på Røntgenafdelingen på Tandlægeskolen, Aarhus Universitet, været i stand til at følge udviklingen og føre en opdateret liste over »digitale« tandlæger. Viden om de digitale røntgensystemers kvalitet og muligheder kommer imidlertid udelukkende fra undersøgelser i universitetsmiljøer, og der er kun ringe kendskab til hvordan systemerne fungerer i almen tandlægepraksis.

Det var derfor denne interviewundersøgelses formål at kortlægge anvendelsen af og eventuelle problemer med digitale røntgensystemer i dansk tandlægepraksis. Desuden blev der foretaget en sammenligning med en tilfældigt udvalgt gruppe af tandlæger der ikke anvender digital røntgen på klinikken.

I 1988 markedsførtes det første direkte digitale røntgensystem til intraorale optagelser (1). Systemet baserede sig på en såkaldt CCD-sensor (*charge-coupled device*), hvor en ledning forbinder sensoren og computeren, og billedet vises momentant på computerens skærm efter at man har trykket på eksponeringsknappen. Fem år senere kom det første fosforpladesystem på markedet (2), baseret på et koncept kendt fra den medicinske radiologi. I fosforpladesystemet bliver der under eksponering med røntgenstråling dannet et latent billede i fosforlaget. Denne information bliver frigivet når pladen stimuleres med lys af en bestemt bølgebredde i en laserskanner (2). Pladen kan herefter genanvendes. I denne artikel anvendes betegnelsen »digital røntgen« (filmøs digital røntgenteknik) for begge de ovennævnte principper.

Næsten hver dag kommer der nye digitale røntgensystemer til tandlæger på markedet baseret på ovenstående to principper, og det kan være vanskeligt at følge med i udviklingen. En oversigt over de forskellige systemer kan imidlertid ses på hjemmesiden:

<http://www.odont.aau.dk/rad/digitalx.htm> som opdateres kontinuerligt. Det er i flere oversigtsartikler de senere år hævdet at de digitale systemer har mange fordele frem for den traditionelle film (3-7), hvor de vigtigste er tidsbesparelse, ingen våd fremkaldningsproces med anvendelse af kemikalier, dosisbesparelse, lettere lagring og kommunikation, større eksponeringsdynamik (i hvert fald fosforpladen), og at de leverer et dynamisk billede, idet kontrast og sværtning kan tilpasses den diagnostiske opgave. De rapporter der eksisterer i litteraturen, om de digitale systemers diagnostiske muligheder, dosisbesparelse og omtagninger er imidlertid alle udført i et universitetsmiljø, og der er kun ringe kendskab til hvordan de digitale systemer fungerer i praksis hos den enkelte tandlæge.

Det var derfor denne interviewundersøgelses formål at kortlægge anvendelsen af og eventuelle problemer med digitale røntgensystemer i dansk tandlægepraksis. Desuden blev der foretaget en sammenligning med en tilfældigt udvalgt gruppe af tandlæger der ikke anvender digital røntgen på klinikken.

Materiale og metoder

Et telefoninterview blev gennemført med 37 danske tandlæger der alle havde arbejdet med digital røntgen på tandklinikken i mindst tre måneder. På tidspunktet for undersøgelsens gennemførelse var dette den samlede population af danske tandlæger med digital røntgen på klinikken. Alle danske tandlæger der anvender digital røntgen, er opført (efter samtykke) på Røntgenafdelingens hjemmeside: <http://www.odont.aau.dk/rad/digitaldent.htm>. Interviewet varede i gen-

nemsnit 15 min. Bortset fra tandlæger i én kommunal tandpleje og på to amtsklinikker var alle de interviewede tandlæger klinikejere. Antallet af klinikejere i Danmark er ca. 2600 (Christian Holt, Dansk Tandlægeforening, personlig meddelelse), og andelen der har digital røntgen, udgør således ca. 1,3%.

Desuden gennemførtes et interview med 37 tilfældigt udvalgte danske klinikejere (ikke specialtandlæger) som ikke havde digital røntgen på klinikken. Disse udvalgte efter et tilfældighedskriterium: opført nederst i højre spalte i DTF's medlemskatalog fra 1998. Tandlæger på Færøerne og Grønland blev ikke medtaget. Interviewet med disse tandlæger varede ca. 5 min.

For tandklinikker med digital røntgen blev interviewene gennemført på et på forhånd aftalt tidspunkt hvor tandlægen havde afsat tid til det. Det tog udgangspunkt i et spørgeskema der efter nogle almene oplysninger om klinikforhold bestod af spørgsmål inden for otte kategorier: 1) Anskaffelse af digitalt røntgenudstyr (tidspunkt, motivation), 2) type af udstyr (CCD-sensor/fosforplade, intraoralt, ekstraoralt), 3) driftssikkerhed (tekniske problemer, reparationer), 4) daglig brug (tidsforbrug, antal billeder, omtagninger, patientubehag, patientinformation, billedforsendelse, brug af konventionelle film), 5) dosis (reduktionstiltag, procentvis reduktion) 6) billedkvalitet (i forhold til film, billedmanipulation), 7) økonomi og 8) tilfredshed.

Spørgeskemaet til tandlæger uden digital røntgen indeholdt de samme almene oplysninger om klinikken og desuden spørgsmål om grunde til ikke at have anskaffet digitalt udstyr. Der var én af de tilfældigt udvalgte tandlæger der ikke ville medvirke i interviewet; derfor blev den næste klinikejer opført i medlemsfortegnelsen, valgt.

Forskelle mellem CCD-sensorbrugere og fosforpladebrugere blev testet statistisk. I resultatafsnittet er den statistiske tests resultater kun anført i de tilfælde hvor $P < 0,1$. I tilfælde hvor intet er angivet, skal forskelle mellem de to grupper tolkes som ikke-signifikante. Det samme gælder for forskelle mellem brugere og ikke-brugere af digital røntgen.

Resultater

Der var ingen signifikant forskel i kandidatår mellem tandlæger der brugte og ikke brugte digital røntgen (Tabel 1). Der var derimod signifikant flere mandlige tandlæger ($N=32$) blandt brugere af digital røntgen end blandt ikke-brugere ($N=17$). If. Dansk Tandlægeforening er en tredjedel af danske klinikejere kvinder.

Femogtres procent af de tandlæger der havde digital røntgen, havde også elektronisk journal, og de fleste af disse (95%) havde anskaffet journalen før eller samtidig med røntgenud-

Tabel 1. Kandidatår for 37 danske tandlæger der er brugere af digital røntgen, og 37 tilfældigt udvalgte ikke-brugere.

| Kandidatår | »Digitale« tandlæger | »Ikke-digitale« tandlæger | Total |
|------------|-------------------------|------------------------------|-------|
| 1955-59 | – | 1 | 1 |
| 1960-64 | 4 | 3 | 7 |
| 1965-69 | 5 | 5 | 10 |
| 1970-74 | 4 | 8 | 12 |
| 1975-79 | 8 | 8 | 16 |
| 1980-84 | 7 | 6 | 13 |
| 1985-89 | 5 | 5 | 10 |
| 1990-94 | 2 | – | 2 |
| Uoplyst | 2 | 1 | 3 |
| I alt | 37 | 37 | 74 |

styret. I modsætning hertil arbejdede kun 5% af de interviewede tandlæger uden digital røntgen med elektronisk journal. Forskellen var statistisk signifikant. Antallet af pc'er hos de tandlæger der havde digital røntgen, varierede mellem 1 og 19 med en medianværdi på 6. På næsten 80% af klinikkerne var disse pc'er forbundet i netværk. Hos tandlæger uden digital røntgen fandtes mellem 0 og 10 pc'er på klinikken; medianen var 1. På to af disse klinikker fandtes ingen computer. På alle klinikker der havde mere end to pc'er, var disse forbundet i netværk. Forskellen i antallet af pc'er var statistisk signifikant.

Som motivation for at anskaffe direkte digital røntgen angav tandlægerne én eller flere faktorer (Tabel 2). Tidsbesparelse var den hyppigst angivne grund (70%), fulgt af kli-

Tabel 2. Grunde til at anskaffe digital røntgen blandt 37 brugere, fordelt efter system. De fleste tandlæger angav mere end én grund. »Total« er procent af samtlige digitale røntgenbrugere, mens tallene i parentes er procent af CCD- henholdsvis fosforpladebrugere.

| Grund | CCD-sensor | Fosforplade | Total (%) |
|-------------------------------|------------|-------------|-----------|
| Tidsbesparelse | 10 (77) | 16 (67) | 70 |
| Klinik-»image« | 6 (46) | 13 (54) | 51 |
| Miljøvenligt/ingen kemikalier | 6 (46) | 12 (50) | 49 |
| Bedre diagnostik | 5 (38) | 10 (42) | 41 |
| Arkivering/håndtering | 2 (15) | 13 (54) | 41 |
| Mindre dosis | 5 (38) | 9 (38) | 38 |
| Patientinformation | 2 (15) | 6 (25) | 22 |

Tabel 3. Grunde til ikke at anskaffe digital røntgen blandt 37 tilfældigt udvalgte ikke-brugere.

| Grund | % |
|---------------------------------|------|
| Prisen på udstyret | 52,8 |
| Det næste vi køber | 16,7 |
| Er tilfreds med filmrøntgen | 16,7 |
| Har ikke nok viden | 13,9 |
| Der er tekniske problemer | 11,1 |
| Er for gammel | 8,3 |
| Har slet ikke edb på klinikken | 8,3 |
| Har for lidt plads på klinikken | 8,3 |
| Journalen kan ikke sammen med | 8,3 |
| Ingen grund | 2,8 |

nik-»image« (51%) og afskaffelsen af kemikalier (49%). Som motiv for ikke at have anskaffet digital røntgen angav disse tandlæger ligeledes flere grunde (Tabel 3). Den hyppigst angivne grund var prisen (53%).

De følgende afsnit omhandler kun de tandlæger der havde digital røntgen på klinikken. I 1992 anskaffede den første danske tandlæge et intraoralt digitalt røntgensystem (Tabel 4). Dette var et Trophy, RVG, som var det eneste udstyr på markedet på det tidspunkt. I 1994 blev de første fosforpladesystemer anskaffet. Disse var af fabrikatet Digora fra Soredex, som markedsførte det første fosforpladesystem til intraoralt brug. I de seneste år er der sket en øgning i antallet af digitale systemer hos danske tandlæger, og flere forskellige fabrikater er nu repræsenteret. Ca. 2/3 af de direkte digitale systemer i dansk tandlægepraksis i dag er fosforpladesystemer (Tabel 4).

Tabel 4. Anskaffelsesåret for det digitale røntgensystem blandt 37 brugere, fordelt efter system.

| Anskaffelsesår | CCD-sensor | Fosforplade | Total |
|----------------|------------|-------------|-------|
| 1992 | 1 | | 1 |
| 1993 | 2 | | 2 |
| 1994 | 1 | 3 | 4 |
| 1995 | 1 | 1 | 2 |
| 1996 | | 4 | 4 |
| 1997 | 4 | 3 | 7 |
| 1998 | 4 | 8 | 12 |
| 1999 | | 5 | 5 |
| I alt | 13 | 24 | 37 |

Tabel 5. Forekomst og varighed af tekniske problemer i forbindelse med at installere digital røntgen på klinikken hos 37 brugere, fordelt efter system. »Total« er procent af samtlige digitale røntgenbrugere, mens tallene i parentes er procent af CCD- henholdsvis fosforpladebrugere.

| Problemer | CCD-sensor | Fosforplade | Total (%) |
|-----------|------------|-------------|-----------|
| Ingen | 7 (54) | 11 (46) | 49 |
| < 3 mdr. | 3 (23) | 10 (42) | 35 |
| > 3 mdr. | 3 (23) | 3 (12) | 16 |
| I alt | 13 (100) | 24 (100) | 100 |

To af tandklinikkerne havde ud over intraoralt også ekstraoralt digitalt udstyr, enten panorama- eller et kombineret panorama- og cefalostatudstyr.

Næsten halvdelen af tandlægerne angav ikke at have haft nogen problemer i forbindelse med installationen af digital røntgen som ikke blev løst med det samme, mens 35% havde problemer i startfasen, defineret som de første tre mdr. (Tabel 5). Seks tandlæger, tre CCD-sensorbrugere og tre fosforpladebrugere, havde haft problemer ud over de første tre mdr. Der havde været egentlige reparationer på udstyret hos 42% af CCD-brugerne og 32% af fosforpladebrugerne.

Kun to af tandlægerne mente ikke at have haft en tidsbesparelse efter indførelse af digital røntgen. De resterende mente at have sparet tid, og de som ønskede at angive hvor

Tabel 6. Fordeling af svar vedr. omtagninger, patientgener og billedkvalitet hos en gruppe af brugere af digital røntgen. »Total« er procent af samtlige digitale røntgenbrugere, mens tallene i parentes er procent af CCD- henholdsvis fosforpladebrugere.

| | CCD-sensor | Fosforplade | Total (%) |
|-----------------------|------------|-------------|-----------|
| <i>Omtagninger</i> | | | |
| Færre | 1 (8) | 10 (45) | 31 |
| Det samme | 5 (38) | 5 (23) | 29 |
| Flere | 7 (54) | 7 (32) | 40 |
| <i>Patientgener</i> | | | |
| Færre | – | 3 (14) | 9 |
| Det samme | 8 (62) | 11 (52) | 56 |
| Flere | 5 (38) | 7 (34) | 35 |
| <i>Billedkvalitet</i> | | | |
| Ringere | 2 (15) | 10 (42) | 33 |
| Det samme | 4 (31) | 5 (21) | 24 |
| Bedre | 7 (54) | 9 (37) | 43 |

meget, svarede mellem 15 og 240 min. per dag (median=45 min.) for hele klinikken.

I Tabel 6 ses hvor mange omtagninger tandlægerne mente at foretage i forhold til da de arbejdede med film, hvor meget tandlægerne mente at patienterne angav gener i forhold til film, og hvilken billedkvalitet tandlægerne mente at opnå vurderet i forhold til film. Der var statistisk signifikant forskel på antallet af omtagninger angivet af CCD-brugere (54%) og fosforpladebrugere (32%). Billedkvaliteten blev anført at være bedre end med film af 54% af CCD-brugerne og af 37% af fosforpladebrugerne, men ringere af henholdsvis 15% og 42% (resten sagde kvaliteten var den samme). Alle tandlægerne anvendte sværtnings- og kontrastmanipulation, mens kun få anvendte andre billedmanipulationsmuligheder. Af CCD-brugerne angav 71% at de generelt tog flere røntgenbilleder end da de brugte film, mens dette var tilfældet for 56% af fosforpladebrugerne. Over 80% af tandlægerne anførte at de, uanset hvilket system de havde, brugte de digitale billeder mere i forbindelse med information til patienten end de gjorde tidligere da de brugte film.

En tredjedel af de tandlæger der anvendte CCD-sensor, angav at de ikke mere havde film på klinikken, mens dette gjaldt for 63% af fosforpladebrugerne. Denne forskel var statistisk signifikant. De hyppigste årsager til at anvende film var bitewing-optagelser (50%), visdomstandsoptagelser (18%) og forsikringssager (13%). De CCD-brugere der ikke havde film på klinikken, tog ikke traditionelle bitewing-optagelser, men tog i stedet 4-8 billeder med sensoren på højkant i hver side af munden.

Alle tandlægerne angav at de havde opnået en dosisreduktion efter anskaffelsen af digital røntgen. Den anslåede reduktion i dosis spændte fra 20 til 90%. Medianværdien for den angivne dosisreduktion hos CCD-brugerne var 60%, mens den for fosforpladebrugerne var 75%. Det dosisreducerende tiltag var først og fremmest at nedsætte eksponeringstiden; i enkelte tilfælde var røntgenapparatet justeret til at udsende færre fotoner per tidsenhed (i fx Trophy røntgenapparater). Kun én tandlæge havde indblændet tubus' strålefelt så det svarede til receptorens størrelse.

De færreste tandlæger havde beregnet hvor lang tid det ville tage dem at tjene udstyret ind, men de som havde, angav 1-3 år. Alle tandlægerne undtagen to angav at være meget eller stort set tilfredse med deres digitale system; de to der var utilfredse, var én CCD-bruger og én fosforpladebruger. Det var de samme to som ikke mente at spare tid, men tværtimod at have brugt ekstra tid på problemer med det digitale system.

Diskussion

Interviewformen blev valgt for at lade en del af spørgsmålene

være åbne. Informationerne fra interviewet blev undervejs nedskrevet i et spørgeskema. Alle tandlægerne, på nær én af de tilfældigt udvalgte, var villige til at deltage i interviewet.

Som man kunne forvente, havde tandlæger med digital røntgen mere elektronisk udstyr på klinikken i form af computere og journalsystemer end andre tandlæger. En del af forklaringen på forskellen i antal pc'er er anturligvis at disse er nødvendige for at kunne håndtere det digitale røntgenbillede. Interessen for elektronisk udstyr på klinikken er måske stadig en smule mandsdomineret, idet 86% af tandlægerne med digital røntgen var mænd mod 66% af alle danske klinikejere.

Tidsbesparelse var, også forventeligt, den hyppigst angivne grund til at anskaffe digitalt røntgenudstyr, og den blev angivet til at være i gennemsnit tre kvarter om dagen. Årsagerne til tidsbesparelsen var hovedsageligt at der ikke mere anvendes tid til våd fremkaldning, men også at tid brugt til arkivering af og søgning efter røntgenbilleder var minimeret. En nylig undersøgelse har vist at en bitewing-undersøgelse omfattende to billeder inkl. eksponering og lagring af billederne gennemførtes på 160 sek. i gennemsnit med en CCD-sensor og på 206 sek. med en fosforplade (8). *Sewerin & Skov* (9) har tidligere fremført at en væsentlig del af omkostningerne ved en røntgenoptagelse med film udgøres af fremkaldningen; jo færre billeder man optager om året, jo større andel udgør fremkaldningen. Hvis man derudover anvender hurtigfremkaldning til nogle af optagelserne, stiger omkostningerne (10). I omkostningerne medregnedes både den anvendte tid og udgifter til kemikalier. Ud over den økonomiske/tidsmæssige besparelse ved at undgå våd fremkaldning er dette også en miljømæssig gevinst, ligesom fremkalderfejl, som angiveligt er hyppige i dansk tandlægepraksis (11), elimineres. I 1994 udførte *Skov & Sewerin* (12) en beregning af omkostningerne ved at foretage intraorale røntgenoptagelser med digitalt udstyr frem for konventionel film og fandt at merudgiften var 100-200% hvis der anvendtes en kombination af digital optagelse og film. Der var kun indeholdt CCD-sensorer i kalkulen, idet fosforpladen ikke var markedsført da undersøgelsen gennemførtes. Nogle af omkostningsberegningens præmisser forekommer imidlertid ulogiske, bl.a. at de digitale optagelser i modsætning til de konventionelle altid udføres af tandlægen og ikke klinikassistenten (12), et udsagn som nærværende interviewundersøgelse ikke kan understøtte. Nærværende interview støtter heller ikke at tandlæger der arbejder med digital røntgen, også er nødt til at have film på klinikken (12). Hovedparten af CCD-brugerne havde stadig film på klinikken, mens hovedparten af fosforpladebrugerne ikke havde. At man må påregne startproblemer (som er tidsrøvende) samt egentlige reparationer af

det digitale udstyr, som også angivet i den tidligere beregning (12), kan derimod støttes af tandlægenes oplysninger i denne undersøgelse. At der havde været flere reparationer hos CCD-brugerne end hos fosforpladebrugerne, kan i nogen grad tillægges det faktum at en del af CCD-sensorerne havde fungeret i længere tid end fosforpladerne.

Andre af præmisserne for de beregninger der udførtes i 1994, er væsentligt ændret i dag, bl.a. er prisen på lagermediet faldet drastisk. Desuden bør der i beregningen af omkostningerne ved en filmbaseret undersøgelse medtages tid og udgifter der medgår til den kvalitetssikring af filmfremkaldningen som kræves i den nye bekendtgørelse fra Sundhedsstyrelsen for røntgenanlæg til og med 70 kV (13). En ny sammenligning mellem omkostninger ved røntgenoptagelse med digitalt udstyr og film er ikke foretaget i nærværende undersøgelse, men meget tyder på at meromkostningerne ikke er nær så høje som tidligere estimeret (12). Nogle af tandlægerne havde beregnet at det tog 1-3 år at tjene udstyret ind, alt efter hvor mange billeder der optages på klinikken, og hvilket digitalt udstyr der investeres i. Dette skøn var imidlertid kun foretaget af få tandlæger, og mange svarede at de ikke var interesserede i at lave sådan en beregning, da andre faktorer, som ikke kunne prissættes, var vigtige for at de havde investeret i udstyret. Den initiale pris på udstyret var dog stadig den hyppigst angivne årsag til ikke at anskaffe digital røntgen blandt de tandlæger der ikke havde udstyret.

Flere af CCD-brugerne end af fosforpladebrugerne angav at de ofte var nødt til at tage billeder om, og den oplysning støttes af tidligere offentliggjorte artikler om at det er nødvendigt med flere omtagninger når en helstatus udføres med en CCD-sensor, end når den udføres med film (14). Disse oplysninger tyder således på at det er vanskeligere at placere CCD-sensoren rigtigt i munden og holde den fast under eksponeringen. En undersøgelse har vist at patienter synes det er mere ubehageligt at gennemgå en bitewing-undersøgelse med CCD-sensoren (den store sensor, 32 mm × 45 mm × 7,5 mm) end med fosforpladen (35 mm × 45 mm × 2 mm ydre mål) (15). Hvis patienter synes det er mere ubehageligt, vil dette formentligt også resultere i flere positioneringsfejl på billederne. Alle CCD-brugerne havde den lille sensor, som har et aktivt strålefelt svarende ca. til en børnefilm, således at 1-2 tænder kan gengives i én eksponering. Det er ikke muligt at foretage en traditionel bitewing-optagelse med denne sensor, og de fleste af disse tandlæger brugte da også stadig film til bitewing-optagelser. Den tredjedel af CCD-brugerne der ikke mere brugte film på klinikken, tog ikke traditionelle bitewings, men periapikale optagelser, 4-8 i hver side af munden. De seneste par år har det været muligt at få sensorer i en størrelse næsten som den almindelige voksen-

film, hvilket har gjort en bitewing-undersøgelse mulig. Hos nogle patienter er det imidlertid stadig ikke muligt at gennemføre en bitewing-undersøgelse, selv med den store sensor (15). Fosforpladerne findes i forskellige størrelser (fra størrelse 0 til størrelse 4 for nogle systemer). Pladerne er fleksible til en vis grad, men kan ikke bukkes som filmen. Nogle af tandlægerne havde gjort den erfaring at man kan klippe et hjørne eller en kant af fosforpladen og på den måde tilpasse den en bestemt region (fx hjørnetandsregionen).

Billedkvaliteten anførtes af nogle tandlæger at være bedre end med film og af andre at være ringere. Næsten alle der anførte at den var ringere, mente at de digitale billeder var mere »grovkornede« end filmen. Fosforpladen har hidtil kun kunnet præstere en lineopløsning på ca. 6 linepar/mm, mens CCD-sensorerne har ligget højere (8-10 lp/mm), men stadig ikke med så god detaljeskarphed som film (10-12 lp/mm). De nyeste fosforplader medfører en opløsning på 8-10 lp/mm, mens de nyeste CCD-sensorer angiveligt medfører en opløsning højere end filmens. Den teoretiske betragtning at en højere opløsning vil give et større diagnostisk udbytte, kan imidlertid ikke støttes af diagnostiske undersøgelser af carieslæsioner hvor forskellige digitale røntgensystemer og film sammenlignedes (16). Der er således meget der tyder på at ikke kun lineopløsningen, men måske specielt kontrasten i et billede er afgørende for dets diagnostiske anvendelighed. Alle tandlægerne anvendte sværtnings- og kontrastmanipulationsmulighederne i deres digitale system for at optimere kvaliteten.

Hovedparten af tandlægerne foretog generelt flere røntgenoptagelser efter de havde fået det digitale udstyr end de havde gjort med film, en konsekvens af at indføre digital røntgen som allerede Skov & Sewerin (12) gjorde opmærksom på. De digitale billeder anvendtes generelt meget mere end filmen i forbindelse med information af patienten, og dette blev endda angivet som en af årsagerne til at anskaffe digital røntgen. Tandlægerne tænker således på tiltag der kan give patienten et højt informationsniveau, og nogle af de ekstra billeder anvendes måske hertil.

Alle tandlæger angav at have opnået en dosisreduktion ved indførelsen af digital røntgen. For fosforpladeteknikken gælder det at dosis kan nedsættes til 5-6% af dosis for en E-speed dentalfilm, uden at billedkvaliteten og den diagnostiske værdi forringes (17-19). Så stor dosisreduktion kan imidlertid næppe opnås kun ved at nedsætte eksponeringstiden på et konventionelt dentalapparat, og de fleste tandlæger havde ikke gjort andre dosisreducerende tiltag. Den gennemsnitlige estimerede dosisreduktion var derfor omkring 75% for fosforpladebrugerne og 60% for CCD-brugerne. Man skal imidlertid holde sig for øje at dosisreduktionen er estimeret på

grundlag af nedsættelsen i eksponeringstiden for en enkelt eksponering. Da den CCD-sensor der er i brug på danske klinikker, er væsentligt mindre end en voksenfilm, kunne man forvente at tubusåbningen var blevet tilpasset sensorens størrelse hos disse brugere – enten ved at påsætte en rektangulær tubus eller indblænde det cirkulære strålefelt yderligere – men dette var kun tilfældet hos en enkelt tandlæge. Meget unødigt hudareal bestråles med en tubus der har et cirkulært strålefelt på 6 cm i diameter når sensorens aktive areal er ca. 25 mm × 18 mm. Hvis der med CCD-sensorerne udføres flere eksponeringer end man ville have gjort med film for at undersøge samme område (som tilfældet er til bitewingundersøgelse), mindskes dosisreduktionen i takt med antallet af ekstra eksponeringer. Desuden angav flertallet af tandlægerne at de generelt tog flere røntgenbilleder nu, end da de brugte film. Den samlede dosisnedsættelse blandt tandlæger der er gået over til digital røntgen, specielt CCD-brugerne, er derfor formentlig en del mindre end tallene antyder.

Alle tandlæger har af og til brug for at sende deres røntgenbilleder til andre instanser. Omkring 40% af dem der brugte digital røntgen, havde prøvet at sende billederne elektronisk (disk eller e-mail), mens resten enten sendte dem printet på almindeligt papir, specielt papir eller folie. Det fremstår således ikke som en nødvendighed for danske tandlæger at man skal besidde en speciel termoprinter til at udskrive billederne, som angivet tidligere (12). Nogle tandlæger havde imidlertid haft problemer i forbindelse med vurderingen af forsikrings-sager, hvor vurderingsmændene generelt ikke var tilfredse med en printet papirkopi af et digitalt billede. Dette problem søges nu løst ved at vurderingsmændene kan få stillet den software der er udviklet på Røntgenafdelingen (20), til rådighed således at ethvert digitalt billede uanset kilde kan ses på enhver pc, da det naturligvis ikke er hensigtsmæssigt at skulle optage et ekstra billede på en film i forsikrings-sager. Hvis dette problem løses, må det til gengæld ses som en gevinst for vurderingsmændene at sværtnings- og kontrastfejl, som findes i henholdsvis 35% og 50% af alle røntgenbilleder indsendt til forsikringsselskab (21), fremover kan undgås.

English summary

An interview study with Danish dentists who work with direct digital radiography

The effectiveness of direct digital radiography systems has been reported in studies from universities world wide; little is known, however, about their use in dental practice. A telephone interview based on a questionnaire was completed with all the Danish dentists (N=37 at the time for the interview; 34 private practitioners, three working in community dentistry) who have worked with direct digital radio-

graphy for at least three months. 65% of the dentists also kept their patient records electronically, and the median number of computers in their clinics was six (range 1-19). Their main motivation for buying digital radiography was the time reduction (70%). Two-thirds of the dentists had chosen a phosphor plate system, one-third a CCD sensor based system, all sensors were small size. Half of the dentists had experienced no technical problems in connection with the installation of the system, while 35% had had problems in the initial phase (three months). Six dentists had had major problems. More CCD users than phosphor plate users had had repairs. Two dentists stated that no time reduction was achieved, the rest stated a median time reduction of 45 min./day. Significantly more CCD users (54%) than phosphor plate users (32%) stated that they had to retake more images than when they used film. Image quality was stated to be better than when they used film by 54% of CCD users and 37% of phosphor plate users, but poorer by 15% and 42%, respectively (the rest said it was the same). Thirty per cent of the CCD users did not have film at all in their clinics, while this was the case for 63% of the phosphor plate users. The main reasons for using film were for bitewing and mandibular third molar examinations. Those CCD users who did not have film, performed 4-8 periapical images in each side of the mouth to replace one bitewing. All dentists stated that a dose reduction had been achieved, the range was 20-90%. Median dose reduction with the CCD users was 60% and 75% with the phosphor plate users. The main dose-reducing initiative was to lower the exposure time, and in only one of the CCD clinics a collimator was mounted to adjust the radiation field to fit sensor size. Those dentists who had made calculations on costs stated that it would take 1-3 years to amortize the expense. All dentists except two were satisfied or very satisfied with their digital system. In conclusion, image quality in direct digital radiography systems seems to be inferior to film in some offices. Dose reduction is achieved, but not as much as reasonably attainable; with the CCD sensors, the radiation field was not collimated, and more exposures and re-exposures were made than with film.

Litteratur

1. Mouyen F, Benz C, Sonnabend JP. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1989; 68: 238-42.
2. Gröndahl H-G, Wenzel A, Borg E, Tammissalo E. An image plate system for digital intra-oral radiography. *Dental Update* 1996; 23: 334-7.
3. van der Stelt PF. Digital radiology: deficiencies, failures and other adventures. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24: 67-8.
4. Wenzel A, Gröndahl H-G. Direct digital radiography in the dental office. *Int Dent J* 1995; 45: 27-34.

5. Wenzel A. Computer-aided image manipulation of intraoral radiographs to enhance diagnosis in dental practice: a review. *Int Dent J* 1993; 43: 99-108.
6. Versteeg CH, Sanderink GCH, van der Stelt PF. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. *J Dent* 1997; 25: 215-24.
7. Wenzel A. Matters to be considered when implementing direct digital radiography in the dental office. *Intern J Comp Dent* 1999; 2: 269-90.
8. Wenzel A, Frandsen E, Hintze H. Bitewing examination with a storage phosphor plate and a CCD-based sensor: a comparison for patient discomfort, time use, and crossinfection control. Programs and Abstracts of the 5th Symposium on Digital Imaging in Dental Radiology, Amsterdam, 1998, abstract 4.
9. Sewerin I, Skov SJ. Hvad koster et intraoralt røntgenbillede? 1. Omkostninger ved konventionelle optagelser og standardfremkaldning. *Tandlægebladet* 1993; 97: 847-52.
10. Sewerin I, Skov SJ. Hvad koster et intraoralt røntgenbillede? 2. Omkostninger ved konventionelle optagelser og kombineret standard- og hurtigfremkaldning. *Tandlægebladet* 1994; 98: 71-3.
11. Sewerin I, Stoltze K. Sværtning af intraorale røntgenfilm ved fremkaldning på tandklinikker i Danmark. *Tandlægebladet* 1986; 90: 853-9.
12. Skov SJ, Sewerin I. Hvad koster et intraoralt røntgenbillede? 3. Omkostninger ved direkte digitale optagelser. *Tandlægebladet* 1994; 98: 521-5.
13. Sundhedsstyrelsen. Bekendtgørelse nr. 209 af 6. april 1999. Bekendtgørelse om dentalrøntgenanlæg til intraorale optagelser til og med 70 kV.
14. Versteeg CH, Sanderink GCH, van Ginkel FC, van der Stelt PF. An evaluation of periapical radiography with a charge-coupled device. *Dentomaxillofac Radiol* 1998; 27: 97-101.
15. Wenzel A, Frandsen E, Hintze H. Patient discomfort and crossinfection control in bitewing examination with a storage phosphor plate and a CCD-based sensor. *J Dent* 1999; 27: 243-6.
16. Wenzel A. Digital imaging for dental caries. *Dent Clin North Am* (i tryk).
17. Borg E, Gröndahl H-G. On the dynamic range of different x-ray photon detectors in intra-oral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 82-8.
18. Huysmans M-CDNJM, Hintze H, Wenzel A. Effect of exposure time on in vitro caries diagnosis using the Digora® system. *Eur J Oral Sci* 1997; 105: 15-20.
19. Borg E, Gröndahl H-G. Endodontic measurements in digital radiographs acquired by a photostimulable, storage phosphor system. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 20-4.
20. Gotfredsen E, Wenzel A. A non-Dicom based system for distributing and viewing digital images from multiple sources in dentistry. *Comput Ass Radiol Surg* 1999; 964-7.
21. Sewerin I, Marvitz L. Kvalitet af intraorale røntgenbilleder indsendt til forsikringsselskaber. *Tandlægebladet* 1992; 96: 758-61.

Forfattere

Ann Wenzel, professor, lic. et dr. odont., og *Erik Gotfredsen*, programmør

Afdeling for Oral Radiologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet