

Konstanskontrol af fremkaldeprocessen ved brug af dentalrøntgenanlæg med spændinger til og med 70 kV

Steen J. Skov og Ib Sewerin

I henhold til Sundhedsstyrelsens nye bekendtgørelse om dentalrøntgenanlæg, som træder i kraft den 1. maj 2000, skal der iværksættes effektive kvalitetsstyringsprogrammer, der bl.a. skal omfatte konstanskontrol. I artiklen gennemgås konstanskontrol af fremkaldeprocessen ved dentalrøntgenanlæg til intraorale optagelser med spændinger til og med 70 kV ved anvendelse af tre forskellige former for testobjekter og ved brug af henholdsvis manuel og maskinel fremkaldning.

Den 1. maj 2000 træder Sundhedsstyrelsens nye bekendtgørelser om røntgenanlæg i kraft. I såvel bekendtgørelsen om dentalrøntgenanlæg til intraorale optagelser med spændinger til og med 70 kV, i det følgende benævnt »almindelige« dentalrøntgenanlæg (1), som i bekendtgørelserne om større dentalrøntgenanlæg (2) og om medicinske røntgenanlæg (3) stilles krav om kvalitetsstyringsprogrammer, og der skal herunder på klinikkerne udføres daglig eller mindst ugentlig konstanskontrol af fremkaldeprocessen.

I nærværende nummer af *Tandlægebladet* gennemgås bekendtgørelsen om »almindelige« dentalrøntgenanlæg i detaljer under »Faglig orientering«.

Formålet med nærværende artikel var at beskrive gennemførelse af konstanskontrol af fremkaldeprocessen for »almindelige« dentalrøntgenanlæg med anvendelse af forskellige metoder og at vise eksempler på en konstanskontrol. Sideordnet gennemførtes kontrol af fremkaldningens indflydelse på filmens base- og grundslør.

I et følgende nummer af *Tandlægebladet* gennemgås bekendtgørelsen om større dentalrøntgenanlæg i detaljer, og i en faglig artikel beskrives konstanskontrol af fremkaldeprocessen ved fremkaldning af røntgenfilm eksponeret med disse typer af anlæg.

Baggrund

Konstanskontrol af fremkaldeprocessen bygger på sammenligning af sværtningen/densiteten af røntgenfilm der er eksponeret ens, idet eventuelle forskelle må være et resultat af variationer i fremkaldeprocessen.

En røntgenfilms sværtning defineres som logaritmen til opaciteten, hvor opaciteten er den reciprokke værdi til lys transmissionen, dvs. forholdet mellem det transmitterede lys og det indfaldende lys ved gennemlysning af en røntgenfilm. Skalaen for sværtningsværdier strækker sig i princippet fra 0 til uendelig, men i praksis fra 0 til ca. 3, idet en sværtningsværdi på 3 svarer til at kun 1/1000 af en vis mængde indfaldende lys kan passere filmen.

Konstanskontrol af filmældningen bygger på sammenligning af sværtningen af ueksponerede film. En ueksponeret film har efter fremkaldning en vis ringe sværtning der skyldes dels at filmbasen ikke er totalt klar, men er tilsat en farve (oftest blålig), dels at filmen opnår en vis ringe sværtning som følge af en uundgåelig fremkaldning af enkelte sølvhalogenkrystaller, på trods af at filmen ikke har været udsat for lys eller røntgenstråling. Basens sværtning for Kodak Ektaspeed røntgenfilm andrager 0,15. I henhold til ISO-standard 3665 (4) må den samlede sværtningsværdi stammende fra såvel base som grundslør højst andrage 0,35.

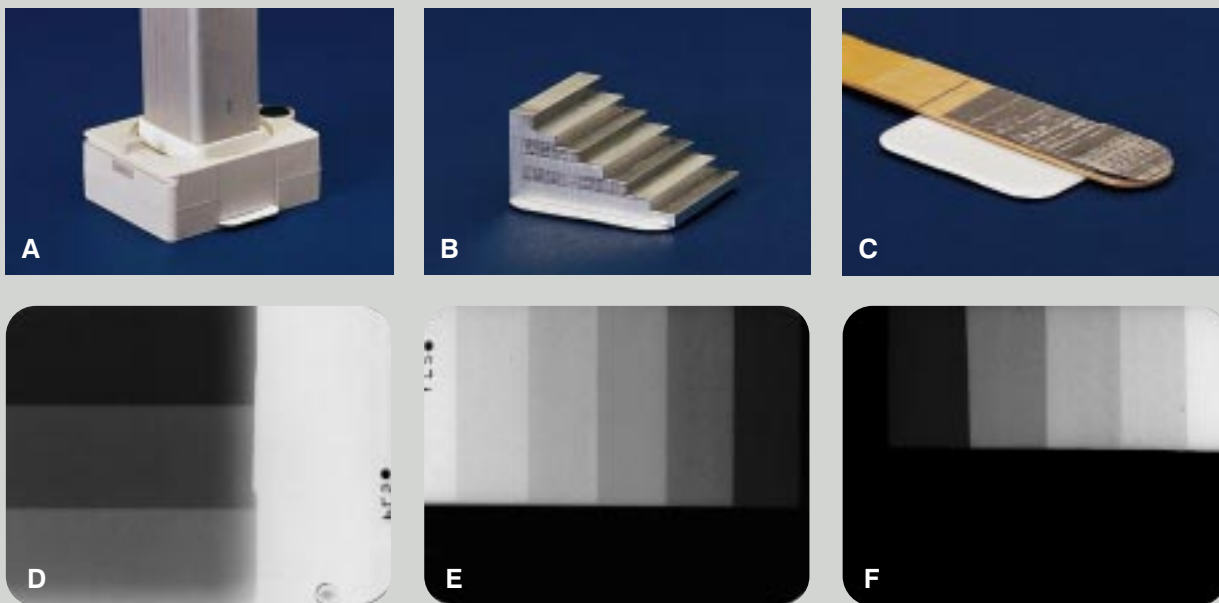


Fig. 1. Tre typer af testlegemer og tilhørende referencerøntgenbilleder. A: Fabriksfremstillet testfantom og tilhørende røntgenbillede visende tre sværtningstrin (D). B: Aluminiumtrappe og tilhørende røntgenbillede visende syv sværtningstrin (E). C: »Hjemmelavet« testobjekt og tilhørende røntgenbillede visende seks sværtningstrin (F).

Fig. 1. Three types of test objects and matching reference radiographs. A: Serial produced test phantom and matching radiograph showing three density steps (D). B: Aluminium step wedge and matching radiograph showing seven density steps (E). C: Home-made test object showing six density steps (F).

Materiale og metode

Der udførtes konstanskontrol af fremkaldeprocessen med anvendelse af tre typer af testobjekter: 1) et testfantom, 2) en aluminiumtrappe og 3) et hjemmelavet testobjekt.

Testfantomet var fabriksfremstillet (Philips) og svarede til DIN-standard 6868 (5). Aluminiumtrappen rummede syv trin med højderne 3, 6, 9, 12, 15, 18 og 24 mm. Det hjemmelavede objekt bestod af blyfolie fra dentalfilmpakninger i varierende lag som var limet på en træspatel. De tre typer af testobjekter er vist i Fig. 1.

Eksponeringerne af filmene skete ved brug af et dentalrøntgenapparat (Fa. Gendex, Milano, Italien) og et Secondent eksponeringsur (Fa. Gendex, Milano, Italien), som kompenserer indtil $\pm 10\%$ for netspændingsvariationer. De benyttede film var Ektaspeed Plus (Kodak) med udløbsdato 2001/04.

Kontrolperioden omfattede fire uger med start en tirsdag (februar 2000), og der fremkaldtes én testfilm daglig for hver af de tre testobjekter.

Fremstilling af referencefilm foretoges af forfatterne, mens fremstilling af testfilm og fremkaldning i hele kontrolperioden foretoges af en klinikassistent efter en instruktion der varede ca. fem min. Referencefilmene for de tre typer af testobjekter er vist i Fig. 1.

Eksponeringstiderne blev fastlagt efter et antal prøveeksponeringer med forskellige tider. For testfantomet's vedkommende bestemtes projektionsafstanden af tubuslængden, idet tubus anbragtes i kontakt med fantomet ved eksponering (Fig. 1A). Ved anvendelse af aluminiumtrappen og det hjemmelavede objekt indstilledes med en afstand mellem tubus' basis og filmen på 30 cm. I henhold til DIN-standard 6868 (5) bør et centralt trin i sværtningsskalaen vise en D-værdi i intervallet 1,0-1,4.

Den manuelt udførte fremkaldning fandt sted med anvendelse af et Scanfors Unisæt 140, bestående af 0,5 l fremkalder (nr. 302) og 0,5 l fikservæske (nr. 762). Der fremkaldtes i henhold til fabrikantens anvisninger i 5 min. ved 20 °C.

Den automatiske fremkaldning fandt sted i en fuldautoma-

tisk fremkaldemaskine (Dürr XR 24 Nova) med anvendelse af original Dürr fremkaldervæske. Fremkaldningstemperaturen var 27,6 °C.

Fremstilling af referencefilmene ved brug af manuel fremkaldning skete på dag 01 ved ibrugtagning af et nyt sæt fremkalder og fikservæske. Samtlige testfilm fremkaldtes i samme fremkalder, som imidlertid ikke benyttedes til andre fremkaldningsformål i prøveperioden. Fremkaldningsmaskinen fungerede med automatisk regenerering.

Kontrol af filmældningen skal i henhold til bekendtgørelsen ske ved stikprøvevis kontrol hver tredje måned. I nærværende forsøgsrække gennemførtes en daglig kontrol af variationer i filmens base og grundslør ved henholdsvis manuel og maskinel fremkaldning.

Sværtningen af reference- og testfilm målt med to decimaler vha. et Duolight densitometer (Fa. Wellhöfer, Tyskland). Som basis for sammenligningerne vedr. de eksponerede film valgtes for de maskinelt fremkaldte referencefilm et sværtningstrin med en sværtning i intervallet ca. 1,0-1,4 som angivet i DIN-standarden (5). For de manuelt fremkaldte film målt sværtningen på samme trin af testobjektet, selvom værdierne lå lavere, for bl.a. at sammenligne sværtningerne ved de to fremkaldemetoder.

Alle densitetsmålinger blev udført med filmene monteret i betragtningsrammer. Alle anførte værdier er derfor forhøjet med 0,05 stammende fra rammernes densitet.

Resultater

Maskinfremkaldning

Ved visuel vurdering konstateredes i ingen tilfælde afvigelser i sværtning i løbet af kontrolperioden der kunne betegnes som »væsentlige«.

For de maskinelt fremkaldte film valgtes trin af testobjekterne som viste sværtninger på henholdsvis 1,31, 1,26 og 1,22, som referenceværdier.

I Fig. 2 er vist kurver over sværtningsværdierne for de tre testobjekter gennem kontrolperioden. De maksimale udsving i sværtning androg henholdsvis $\pm 0,13$, $\pm 0,14$ og $\pm 0,12$.

Base- og grundslør målt ved kontrolperiodens start til 0,27 (inkl. monteringsfolie). I løbet af kontrolperioden registreredes udsving på 0,02.

Manuel fremkaldning

Ved visuel vurdering var sværtningen af de manuelt fremkaldte film lavere end ved de maskinelt fremkaldte film, men afvigelserne kunne ikke betegnes som »væsentlige«. Ved visuel vurdering af serien af manuelt fremkaldte billeder i konstanstesten konstateredes heller ikke i nogen tilfælde afvigelser i sværtning der kunne betegnes som »væsentlige«.

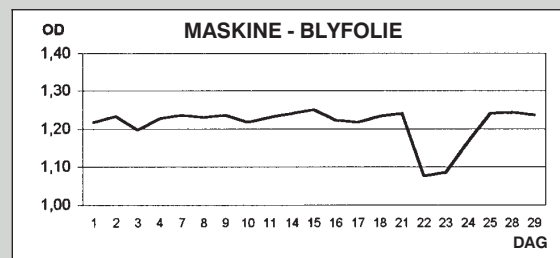
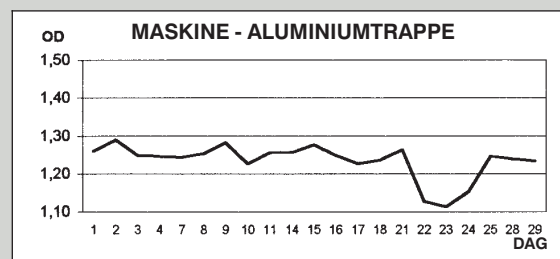
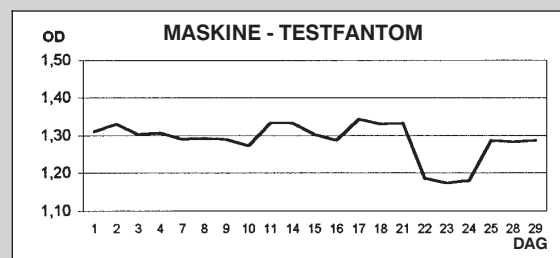


Fig. 2. Sværtningsværdier (OD) for referencefilm (dag 01) og testfilm gennem en kontrolperiode på fire uger ved brug af maskinfremkaldning. A: Testfantom. B: Aluminiumtrappe. C: Hjemmelavet testobjekt.

Fig. 2. Optical density values (OD) of reference film (day 01) and test films during a control period of four weeks using automatic processing. A: Test phantom. B: Aluminium step wedge. C: Homemade test object.

På de manuelt fremkaldte film målt sværtningen densitometrisk på de samme trin af testobjekterne som var valgt som måletrin på de maskinelt fremkaldte film. Referenceværdierne (dag 01) for de tre testobjekter var henholdsvis 0,95, 0,95 og 0,94.

I Fig. 3 er i kurveform vist sværtningen af referencefilmene (dag 01) samt variationerne i sværtning i kontrolperioden for de tre testobjekter. De maksimale udsving i sværtning androg henholdsvis +0,06, +0,07 og +0,06.

Base og grundslør målt ved kontrolperiodens start til 0,23 (inkl. monteringsfolie). I løbet af kontrolperioden registreredes udsving på +0,06.

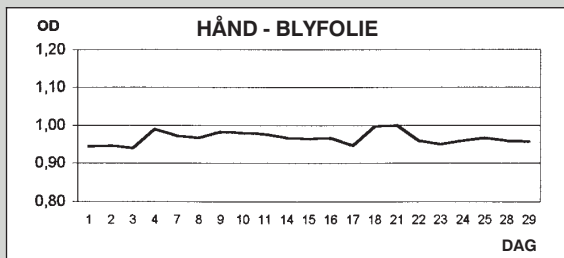
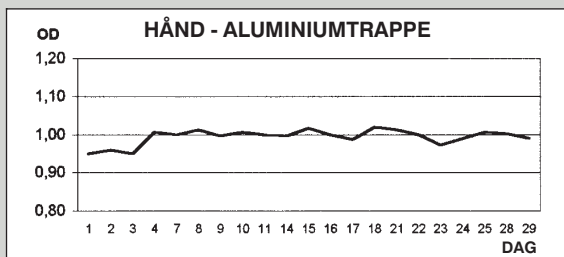
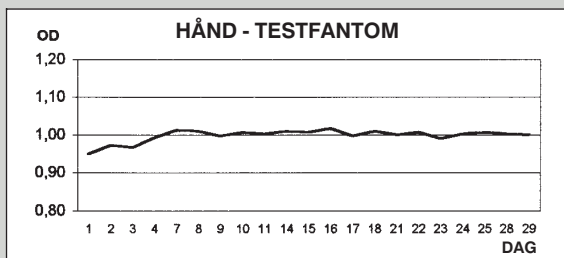


Fig. 3. Sværtningsværdier (OD) for referencefilm (dag 01) og testfilm gennem en kontrolperiode på fire uger ved manuel fremkaldning. A: Testfantom. B: Aluminiumtrappe. C: Hjemmelavet testobjekt.

Fig. 3. Optical density values (OD) of reference film (day 01) and test films during a control period of four weeks using manual processing. A: Test phantom. B: Aluminium step wedge. C: Homemade test object.

Diskussion

I henhold til Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse kontrolleres fremkaldeprocessen ved visuelt at sammenligne testfilm med en referencefilm. Sværtningen af testfilmene må »ikke afvige væsentligt« fra referencefilmen. Der er ikke fastsat talmæssige grænser for de acceptable sværtningsvariationer.

I nærværende undersøgelse udførtes densitometriske målinger af sværtningen med det formål at kunne optegne kurver over de nøjagtige variationer i sværtning og at kunne sammenligne henholdsvis manuel og maskinel fremkaldning i detaljer.

Hvis klinikken i forvejen er i besiddelse af et densitometer

(som er lovbeftet til konstanskontrol af fremkaldeprocessen ved brug af større dentalrøntgenanlæg), vil det være naturligt at foretage densitetsmålinger, hvorved udsving i sværtning kan følges mere præcist end ved visuel vurdering, men det er ikke et krav i bekendtgørelsen for »almindelige« dentalrøntgenanlæg.

Fremstilling af testfilm kunne ske efter få min.s instruktion af en klinikassistent. De udførte densitetsmålinger skete ligeledes efter få min.s demonstration af densitometerets funktion.

Maskinfremkaldning

De registrerede måleværdier var meget konstante i hele kontrolperioden, bortset fra to dage hvor sværtningen faldt. Det skete efter at der var foretaget en rensning af maskinen. Efter to dages forløb foretoges en fornyet rensning og en ny opfyldning af kemi, hvorefter sværtningsniveauet var genoprettet. Årsagen til sværtningsfaldet kunne ikke forklares.

Der konstateredes ikke visuelt »væsentlige« udsving i sværtningen, og det må derfor fastslås at fremkaldeprocessen i kontrolperioden har fungeret tilfredsstillende.

Manuel fremkaldning

Det var bemærkelsesværdigt at referenceværdierne opnået ved fremkaldning på dag 01 var lavere end værdierne i resten af perioden. Der er ingen forklaring på forholdet.

De registrerede måleværdier viste dog alligevel mindre udsving end værdierne ved maskinfremkaldning. I ingen tilfælde registreredes udsving der måtte betegnes som »væsentlige«. Det må derfor ligeledes for den manuelle fremkaldning konstateres at fremkaldeprocessen har fungeret tilfredsstillende.

Der konstateredes ved den manuelle fremkaldning udført med samme 0,5 l fremkaldervæske intet fald i sværtning i løbet af kontrolperioden på 28 dage. Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser som har vist at en fremkalder til manuel fremkaldning som opbevares under optimale vilkår, dvs. med tætsluttende låg mellem fremkaldningerne, kan fremkalde optimalt i op til ni uger ved fremkaldning af et moderat antal film (6,7).

Sammenligning af maskinfremkaldning og manuel fremkaldning

Ved sammenligning af værdierne for maskinel og manuel fremkaldning ses det at sværtningsværdierne for manuel fremkaldning for alle tre testobjekters vedkommende lå ca. 0,3 under værdierne for maskinel fremkaldning. Dette er et kendt forhold, men fremkaldningen udført med manuel teknik må stadig betegnes som fuldt tilfredsstillende.

Det ses samtidig at sværtningsværdierne ved manuel frem-

kaldning var mere stabile end ved maskinfremkaldning, hvilket bekræfter at manuel fremkaldning er en meget pålidelig (og samtidig billig) fremkaldningsmetode.

Testobjekterne

Resultaterne viser at de undersøgte tre typer af testobjekter er ligeværdige mht. at kontrollere sværtningsforskelle. En fordel ved testfantomet er dog at indstillingen er nem, og at udmålingen af projektionsafstanden er meget præcis. Ved fremstilling af et hjemmelavet testobjekt skal der eksperimenteres en del med lagtykkelserne af blyfolie for at opnå en tilpasning til de aktuelle afstands- og eksponeringsforhold.

Base og grundslør

I henhold til bekendtgørelsen skal konstanskontrol af fremkaldeprocessen gennemføres »dagligt eller mindst én gang ugentligt«. I nærværende undersøgelse udførtes for fuldstændighedens skyld daglig kontrol. Kontrol af filmældningen skal i henhold til bekendtgørelsen kun ske hver tredje måned. I nærværende undersøgelse kontrolleredes base og grundslør dagligt med det formål at undersøge pålideligheden og ensartetheden af de to fremkaldningsmetoder.

Det er tidligere påvist (8) at maskinfremkaldning medfører et højere base og grundslør end manuel fremkaldning, idet den udføres ved en højere temperatur (28 °C) end manuel standardfremkaldning (20 °C) (5). Dette bekræftedes ved nærværende undersøgelse hvor det gennemsnitlige base og grundslør ekskl. monteringsfolie androg 0,205 (variation 0,17-0,24) ved manuel fremkaldning og 0,219 (variation 0,21-0,23) ved maskinfremkaldning. Forskellen var dog minimal. I intet tilfælde oversteg værdierne imidlertid den internationalt fastsatte grænseværdi (4).

English summary

Constancy control of processing procedures using dental radiographic equipment with kilovoltage up to 70 kV

According to new directives from the Danish Board of Health, all dental clinics must from May 1st, 2000, perform a daily control of the stability and efficacy of their processing procedure. The practical performance of this control is described during a four-week period employing three kinds of test objects. The results using automatic processing as well as manual processing are presented. Density values obtained by automatic processing were approximately 0,3 higher than with manual processing, but both methods resulted in very stable values.

Litteratur

1. Sundhedsstyrelsen. Bekendtgørelse om dentalrøntgenanlæg til

intraorale optagelser med spændinger til og med 70 kV. Bekendtgørelse nr. 209 af 6. april 1999.

2. Sundhedsstyrelsen. Bekendtgørelse om større dentalrøntgenanlæg. Bekendtgørelse nr. 663 af 16. august 1999.
3. Sundhedsstyrelsen. Bekendtgørelse om medicinske røntgenanlæg til undersøgelse af patienter. Bekendtgørelse nr. 975 af 16. december 1998.
4. International Standard (ISO). Photography – Intra-oral dental radiographic film – Specification. ISO 3665; 1996.
5. Deutsches Institut für Normung. Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben. Teil 5: Konstanzprüfung in der zahnärztlichen Röntgenaufnahmetechnik. DIN 6868-5; 1998.
6. Sewerin I, Skov SJ. Manuel fremkaldning af dentale røntgenfilm med Unisæt 140. Tandlægebladet 1992; 96: 849-53.
7. Sewerin IP, Skov SJ. Durability of processing solutions for dental radiographic films. Quintessence Int 1995; 26: 53-6.
8. Sewerin IP. Base and fog densities of fresh Ektaspeed Plus dental X-ray films. Acta Odontol Scand 1997; 55: 79-83.

Forfattere

Steen J. Skov, tandlæge, og Ib Sewerin, docent, dr. odont. Afdeling for Radiologi, Odontologisk Institut, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet