

# Daglig konstanskontrol af fremkaldeprocessen ved brug af større dentalrøntgenanlæg

Ib Sewerin og Steen J. Skov

I henhold til Sundhedsstyrelsens nye bekendtgørelse om større dentalrøntgenanlæg, som træder i kraft den 1. maj 2000, skal der, ligesom ved de »almindelige« dentalrøntgenanlæg til intraorale optagelser, iværksættes effektive kvalitetsstyringsprogrammer, der bl.a. skal omfatte konstanskontrol.

I artiklen gennemgås konstanskontrol af fremkaldeprocessen ved brug af større dentalrøntgenanlæg på basis af et praktisk eksempel.

Den 1. maj 2000 træder Sundhedsstyrelsens nye bekendtgørelser om røntgenanlæg i kraft. Den tidligere bekendtgørelse om større dentalrøntgenanlæg fra 1980 (1) afløses af bekendtgørelse nr. 663 af 16. august 1999 (2). I nærværende nummer af *Tandlægebladet* er detaljer i bekendtgørelsen om større dentalrøntgenanlæg beskrevet i sektionen om »Faglig orientering«.

Som det gælder for såvel »almindelige« dentalrøntgenanlæg som for medicinske anlæg stilles også for større dentalrøntgenanlægs vedkommende krav om kvalitetsstyringsprogrammer, og der skal herunder på klinikkerne udføres daglig konstanskontrol af fremkaldeprocessen.

Mens det for »almindelige« dentalrøntgenanlæg er tilstrækkeligt at kontrollere fremkaldeprocessen ved at foretage en visuel sammenligning af referencefilm og testfilm, kræves der ved større dentalrøntgenanlæg en konstanskontrol på linje med de konstanskontroller som er obligatoriske for medicinske røntgenanlæg, og der kræves til dette formål måleudstyr.

Formålet med nærværende artikel var på grundlag af et praktisk eksempel at beskrive gennemførelse af den daglige konstanskontrol ved brug af større dentalrøntgenanlæg i henhold til Sundhedsstyrelsens nye bekendtgørelse.

## Baggrund

Hensigten med konstanskontrol af fremkaldeprocessen er en daglig sikkerhed for at fremkaldningen sker optimalt, og at patienterne ikke udsættes for øgede stråledoser pga. utilstrækkelig fremkaldning.

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

Konstanskontrollen kræver kendskab til begreber som filmens sensitometriske kurve, sværtning, base og grundslør, følsomhed og kontrast, som indledningsvis vil blive omtalt.

## Sværtning

En røntgenfilms sværtning/densitet/D-værdi (eng. *optical density (OD)*) defineres som logaritmen til opaciteten, hvor opaciteten er den reciprokke værdi til lystransmissionen, dvs. forholdet mellem det transmitterede lys og det indfaldende lys ved gennemlysning af en eksponeret røntgenfilm. Skalaen for sværtningsværdier strækker sig i princippet fra 0 til uendelig, men i praksis fra 0 til ca. 3, idet en D-værdi på 3 svarer til at kun 1/1000 af en vis mængde indfaldende lys kan passere filmen.

## Filmens sensitometriske kurve

En røntgenfilm responderer på en vis eksposition (bestråling)

med en vis sværtning efter fremkaldning. Stigende eksposition medfører øget sværtning. Der kan således optegnes en kurve som viser forholdet mellem eksposition og sværtning (filmens sensitometriske eller karakteristiske kurve).

For film der eksponeres direkte (fx dentalfilm), er kurven krum i hele sit forløb. For film der eksponeres indirekte via forstærkningsfolier, er kurven S-formet.

I Fig. 1 er vist et eksempel på en sensitometrisk kurve. Kurven er konstrueret ud fra den i nærværende artikel anvendte røntgenfilm og bygger på måling af 21 sværtningstrin med hver en stigende ekspositionsforinkel på log 0,15.

#### Base og grundslør

En ueksponeret film har efter fremkaldning en vis ringe sværtning. Det skyldes dels at filmbasen ikke er totalt klar, men er tilsat en farve (oftest blålig), dels at filmen opnår en svag sværtning som følge af en uundgåelig fremkaldning af

enkelte sølvhalogenkrystaller, på trods af at den ikke har været udsat for lys- eller røntgenstråling.

#### Følsomhed

En røntgenfilms følsomhed/hastighed (eng. *speed*) er et mål for filmens respons på stråling og fremkaldning. Følsomheden defineres som den bestråling der medfører en sværtningensværdi på 1 (over base og grundslør) på den fremkaldte film.

Ved løbende sammenligning af følsomhed, som det bl.a. er foreskrevet ved konstanstest af fremkaldeprocessen, vælges af praktiske grunde den sværtningensværdi som ligger tættest på 1.

I Fig. 1 er vist et eksempel på indtegnning af følsomheden på en sensitometrisk kurve.

#### Kontrast

Kontrasten i en eksponeret film udtrykker i hvor høj grad forskelle i eksposition medfører forskelle i sværtning. Hvis filmens sensitometriske kurve er stejl, vil en ringe forøgelse i eksposition medføre en kraftig forøgelse i sværtning, og hvis kurven er flad, vil en tilsvarende forøgelse medføre en mindre forøgelse i sværtning.

Kontrasten kan udtrykkes ved filmens gamma som matematisk beskriver hældningen af den stejleste og lineære del af kurven. I praksis beskrives kontrasten dog bedst ved middelgradienten, der defineres som hældningen af den del af kurven, som forbinder sværtningen 0,25 over base og grundslør og sværtningen 2,00 over base og grundslør. Formlen er

$$\frac{D_2 - D_1}{\log E_2 - \log E_1}$$

hvor  $D_2$  er sværtningen 2,0 og  $D_1$  er sværtningen 0,25, og hvor  $\log E_2$  er den eksposition udtrykt i Röntgen eller gray som medfører sværtningen  $D_2$ , og  $\log E_1$  er den eksposition som medfører sværtningen  $D_1$ . Differencen  $D_2 - D_1$  er if. definitionen af middelgradienten altid 1,75. I praksis måles kontrasten dog gerne som forskellen mellem de to trin, der ligger tættest på henholdsvis 0,25 og 2,0 med tillæg af base og grundslør.

I Fig. 2 er vist et eksempel på en sensitometrisk kurve med indtegnning af værdier til beregning af kontrasten.

#### Materiale og metode

Kontrolperioden omfattede fire uger (februar måned 2000) med start en tirsdag. Konstanstest blev udført i henhold til Sundhedsstyrelsens protokol for konstanstest af fremkaldemaskiner (4) og DIN-Norm 6868-5 (5).

De værdier som målttes på dag 01 betragtedes som referencenværdier.

Som reference- og testfilm anvendtes en blåfølsom Ultra-

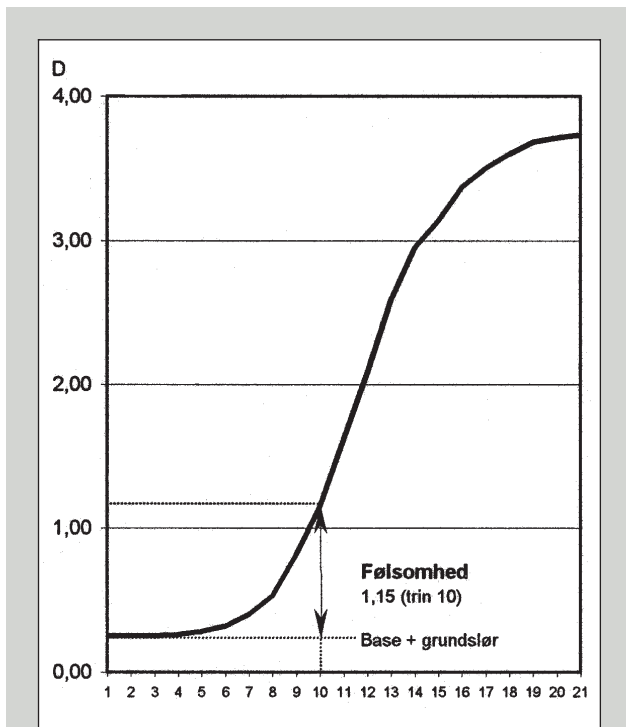


Fig. 1. Sensitometrisk kurve for den i undersøgelsen benyttede film baseret på måling af 21 sværtningstrin. Den benyttede referencenværdi for følsomhed ( $D = 1,15$ ) er angivet.

Fig. 1. Characteristic curve for the film used in the study based on measurements of 21 density steps. The reference value for film speed used ( $OD = 1.15$ ) is indicated.

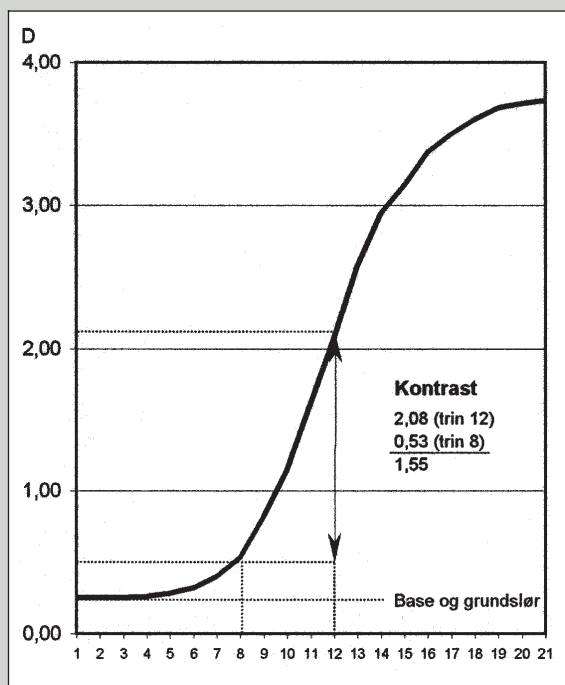


Fig. 2. Den i Fig. 1 viste sensitometriske kurve for den i undersøgelsen benyttede film med angivelse af den benyttede referencerværdi for kontrast ( $D = 1,55$ ).

Fig. 2. The characteristic curve for the film used in the study shown in Fig. 1 with the reference value for film contrast used indicated ( $OD = 1,55$ ).

Vision G film med udløbsdato i juli 2001 (Fa. Sterling, Newark, USA). Filmen er afdelingens standardfilm til brug ved panoramaoptagelser.

Eksposering foretoges i mørkekammeret med et Duolight sensitometer (Fa. Wellhöfer, Schwarzenbruch, Tyskland), der foruden sensitometerfunktionen tillige indeholder et densitometer til måling af filmsværtning.

Fremkaldning af referencefilm og af testfilm skete i en fuldautomatisk fremkaldemaskine (Fa. 3M XP 515) ved anvendelse af Cronex MD-Developer (Fa. Sterling Diagnostic, Hertfordshire, UK).

Filmen viser 21 sværtningstrin med en ekspositionsfor-skel mellem hvert trin på log 0,15.

Referencefilmen (filmen fremkaldt på dag 01) fremstilledes af forfatterne, mens fremstilling af de daglige testfilm foretoges af en klinikassistent efter en instruktion der varede få min. Yderligere foretoges sværtningmålingerne i densitometeret af samme klinikassistent efter en instruktion på ligeledes få min.

#### Konstruktion af sensitometrisk kurve

Indledningsvis konstrueredes en fuld sensitometrisk kurve for den anvendte film ud fra en måling af samtlige trin på sværtningsskalaen.

Densitometeret tilsluttedes en pc, og ved skanning af filmen overførtes sværtningstværdierne til denne, og ud fra et tilhørende program konstrueredes kurven (Fig. 1 og 2).

#### Måling af base og grundslør

Målingen foretoges i et tilfældigt ueksponeret felt af filmen.

#### Måling af følsomhed

Det sværtningstrin som lå nærmest på 1 med tillæg af base og grundslør identificeredes. Sværtningen på dette trin (nr. 10) androg på referencefilmen 1,15. De følgende målinger udførtes derfor på trin nr. 10.

#### Måling af kontrast

De to sværtningstrin som på referencefilmen lå tættest på henholdsvis 0,25 og 2,0 med tillæg af base og grundslør, identificeredes. Sværtningen på disse to trin androg henholdsvis 0,53 og 2,08, idet sværtningstværdierne i det aktuelle interval var 0,40 (trin 7), 0,53 (trin 8), 0,82 (trin 9), 1,15 (trin 10), 1,62 (trin 11), 2,08 (trin 12) og 2,58 (trin 13). Differencen mellem de to trin androg således 1,55 (Fig. 2).

De følgende daglige målinger af kontrasten udførtes derefter ved subtraktion af sværtningen på trin nr. 8 fra sværtningen på trin nr. 12.

#### Konstruktion af kurveblade

Værdierne fra de daglige målinger overførtes til en pc. Programmet for konstanskontrollen udregnede middelgradienterne, og computeren udskrev et kurveblad med de tre sæt målinger: 1) base og grundslør, 2) følsomhed og 3) kontrast. Kurverne blev konstrueret med udgangspunkt i referencelværdierne og med angivelse af de if. bekendtgørelsens driftsbetingelser tilladte tolerancer for følsomhed (0,15) og kontrast (0,15).

#### Resultater

I Fig. 3 er resultaterne fra månedens målinger vist i form af det computerudskrevne kurveblad. Kurverne omfatter målinger udført på månedens 20 hverdage. Værdierne fra fredage og mandage er forbundet.

#### Base og grundslør

Referencelværdien (dag 01) var 0,24. Værdierne i løbet af kontrolperioden varierede mellem 0,23 og 0,27.

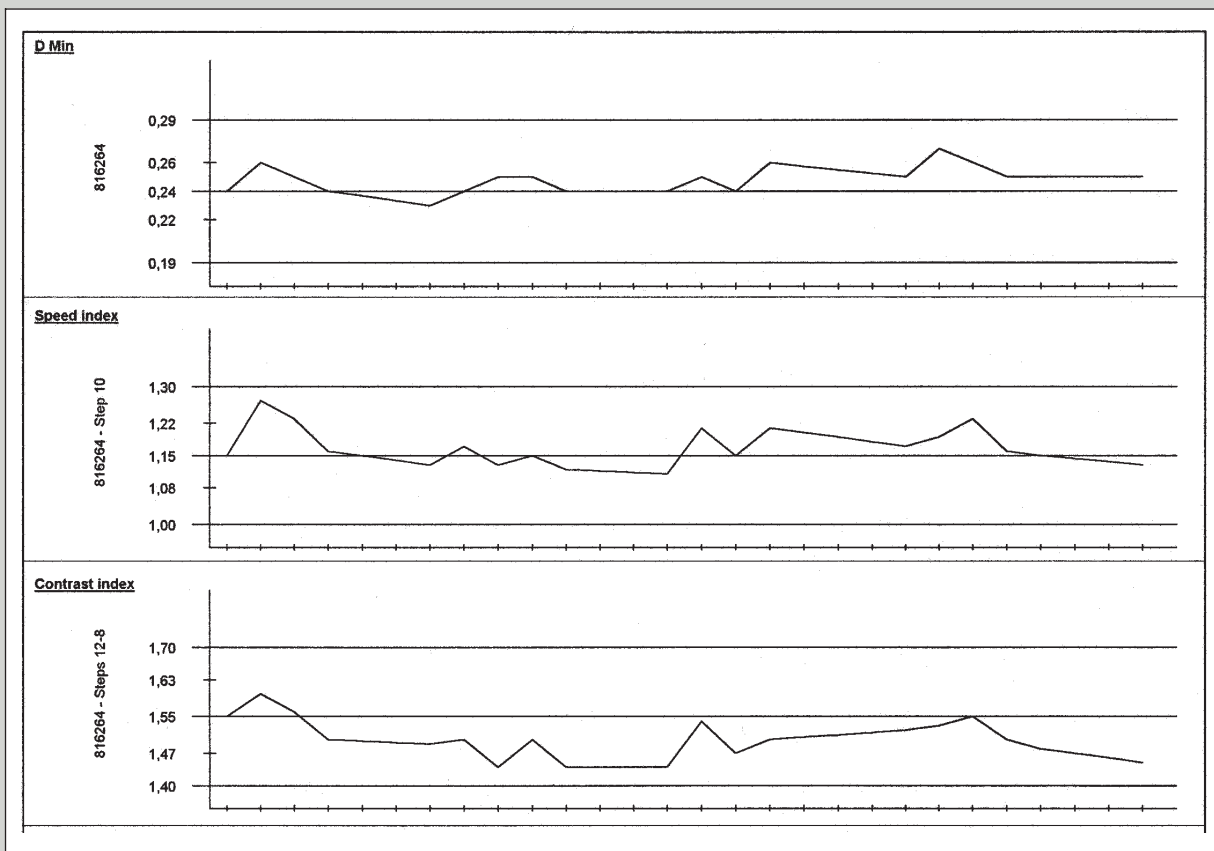


Fig. 3. Computerudskrevet kurveblad visende kurver over daglige variationer i D-værdier for base og grundslør (D Min), filmfølsomhed (speed index) og kontrast (contrast index) ved konstanskontrol gennem en måned.

Fig. 3. Computer-drawn scheme showing graphs of daily variations of densities of base and fog (D Min), film speed (speed index) and contrast (contrast index) by constancy control during one month.

### Følsomhed

Værdien tættest på 1 var sværtningsværdien på trin 10 som var 1,15. Værdierne varierede i løbet af kontrolperioden mellem 1,11 og 1,27. De maksimale udsving fra referenceværdien på dag 01, (1,15) var  $\pm 0,04$  og  $+0,12$ , dvs. at de lå inden for tolerancegrænsen på 0,15.

### Kontrast

Differencen mellem sværtningen af de valgte trinverdier på referencefilmen var 1,55. Værdierne varierede mellem 1,44 og 1,60. De maksimale udsving androg henholdsvis  $\pm 0,11$  og  $+0,05$ , dvs. at de lå inden for tolerancegrænsen på 0,15.

### Diskussion

Erfaringen fra forsøget viser at gennemførelsen af konstans-

kontrol af fremkaldeprocessen ved anvendelse af større dentalrøntgenanlæg kræver få min.s instruktion af klinikpersonalet og dagligt kan gennemføres på få min., når proceduren én gang for alle er fastlagt.

Da langt de fleste klinikker som besidder større dentalrøntgenanlæg har fuldautomatiske fremkaldemaskiner med automatisk regenerering, må det forventes at den daglige konstanskontrol vil være en rutinekontrol, og at der kun i undtagelsestilfælde vil forekomme afvigelser som kræver indgriben. På den anden side er det af vigtighed at identificere sådanne afvigelser og at få årsagen klarlagt så den tilgrundliggende fejl kan blive rettet. I modsat fald kan fejl i fremkaldeprocessen forblive upåagtede gennem lang tid og betyde en kontinuerligt øget strålebelastning af patienterne.

Undersøgelsen afslørede en sværtning stammende fra base

og grundslør som ved flere målinger oversteg grænseværdien 0,25. Fundet gav anledning til test af forskellige filmtyper, uden at nogen klar årsag kunne findes. Gentagne efterstående kontroller har dog vist en normalisering af værdierne. Fundet er et godt eksempel på betydningen af konstant at følge fremkaldprocessen og den fotografiske kvalitet.

Resultaterne illustrerer at trods brug af fuldautomatiske fremkaldemaskiner ligger de daglige værdier for følsomhed og kontrast ikke fast, hvilket nogle brugere måske ville forvente. På den anden side er sværtningsudsving inden for de fastsatte tolerancegrænser ikke synlige med det blotte øje og uden betydning for det diagnostiske udbytte af røntgenundersøgelserne.

Hvis der optræder sværtningsudsving som overstiger de tilladte tolerancegrænser, må årsagen søges identificeret. Ofte vil det dreje sig om svigt i tilførsel af skyllevand, temperatursvigt e.l. Hvis det ikke er muligt at finde en nærliggende årsag, må der tilkaldes teknisk assistance. Hvis der konstateres tendenser i måleresultaterne, fx i form af kontinuerligt faldende sværtningsværdier, må der vises særlig agtpågivenhed.

De i nærværende undersøgelse konstaterede sværtningsvariationer for følsomhed og kontrast var på linje med de variationer som refereres i litteraturen (6,7) og repræsenterer naturlige og helt forventelige udslag af måleusikkerhed.

I nærværende undersøgelse valgtes værdierne på dag 01 som referenceværdier. Det er i computerprogrammet muligt at vælge gennemsnit af fx tre dages målinger som referencelværdi, hvilket kan medføre valg af en mere repræsentativ referenceværdi.

I praksis er det værdierne som måles ved modtagekontrollen, resp. startkontrollen per 1. maj 2000, som er referencelværdier. Yderligere udføres en fornyet modtagekontrol hvis der skiftes type/fabrikat af fremkaldervæsker eller røntgenfilm.

### English summary

*Daily constancy control of processing procedures using major dental radiographic machines (for panoramic and cephalometric examinations)*

According to new directives from the Danish Board of Health, all dental clinics with dental x-ray machines for panoramic and cephalometric radiography must perform a daily control of the stability and efficacy of their processing procedure commencing May 1st, 2000. Film base and fog, film speed and film contrast must be measured every day using a sensitometer and a densitometer. An example of the practical performance and results of a four week control are presented.

### Litteratur

1. Sundhedsstyrelsen. Bekendtgørelse om større dentalrøntgenanlæg. Bekendtgørelse nr. 464 af 25. september 1980.
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. Sundhedsstyrelsen. Protokol for konstanstest af udstyr relateret til de fototekniske dele af røntgenbilleddannelse. Statens Institut for Strålehygiejne, AV-afdelingen, Skejby Sygehus og Medico-teknisk afdeling, Århus Amt; 1996.
5. Deutsches Institut für Normung. Sicherung der Bildqualität in röntgendiagnostischen Betrieben. Teil 5: Konstanzprüfung in der zahnärztlichen Röntgenaufnahmetechnik. DIN 6868-5; 1998.
6. Gray JE, Winkler NT, Stears J, Frank ED. Quality control in diagnostic imaging. Baltimore: University Park Press; 1983.
7. Moores BM, Watkinson SA, Henshaw ET, Percy BJ. Practical guide to quality assurance in medical imaging. Chichester: Wiley & Sons; 1987.

### Forfattere

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