

Xie-Qi Shi, med dr, Enheten för cariologi och endodonti, Odontologiska institutionen, Karolinska institutet, Huddinge.

Avancerade metoder för tidig upptäckt och kvantifiering av karies

Den 6 april 2001 försvarade tandläkare Xie-Qi Shi avhandlingen "Comparative studies of modern methods for caries detection and quantification" vid Odontologiska institutionen vid Karolinska institutet i Huddinge.

Syftet med avhandlingen var att utvärdera och jämföra några nya metoder beträffande deras kapacitet att upptäcka och kvantifiera karieslesioner på ett mycket tidigt stadium. Bland de metoder som studerats är såväl metoder som redan är tillgängliga för kliniskt bruk (DIAGNOdent), som sådana som främst är avsedda för klinisk forskning (QLF) och sådana som än så länge befinner sig på laboratoriestadiet (TACT och färgkodade röntgenbilder).

Fakultetsopponent var professor Jaap ten Bosch, University of Groningen, Groningen, Nederländerna. Handledare under avhandlingsarbetet har varit professor Birgit Angmar-Månsson, professor Ulf Welander och docent Gunilla Tronje.

Autoreferat

Tidig upptäckt av initiala karieslesioner och möjlighet att mäta och registrera lesionernas progression är nyckelfaktorer för att diagnostisera, behandla och kontrollera kariesjukdomen. Därför behöver de traditionella undersökningsmetoderna modifieras och kompletteras med nya känsligare metoder för detektion och kvantifiering av karieslesioner. Innan sådana nya metoder kan accepteras för klinisk tillämpning behöver de testas och utvärderas på laboratoriet, och testas och utvärderas intraoralt under kontrollerade förhållanden.

I avhandlingen har fyra nya metoder studerats avseende deras tillförlitlighet och validitet, dvs överensstämmelse med vad de avser att mäta, samt diagnostisk noggrannhet vid detektion och/eller kvantifiering av karieslesioner. En översikt över de studerade nya metoderna för detektion och/eller kvantifiering av karieslesioner presenteras i diagrammet (fig 1).

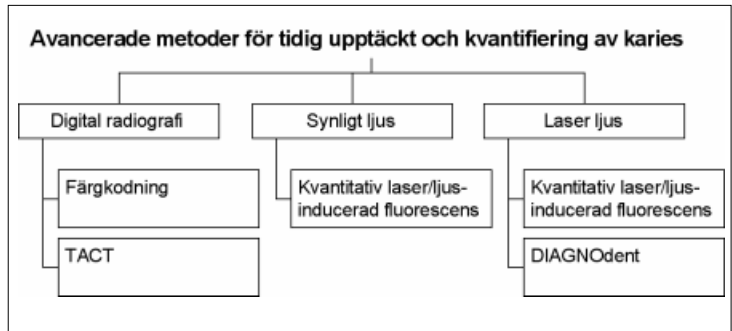
Karieslesioner diagnostiseras för närvarande med hjälp av visuell undersökning kombinerad med bitewing-radiografi, vilket inte ger tillräcklig information för att upptäcka karieslesioner på ett tidigt stadium. Båda metoderna baseras på subjektiva bedömningar som visats resultera i stora variationer mellan olika undersökare. Dessutom är metoderna kvalitativa, vilket begränsar deras tillämpning för att mäta förändringar i lesioner, såsom progression eller regression, och att kontrollera effektiviteten/resultatet av rekommenderade förebyggande åtgärder eller mäta effekten av nya material eller metoder för kariesprofilax.

Om en nytt diagnostiskt hjälpmedel skall introduceras, bör idealet vara en metod med hög grad av diagnostisk noggrannhet för detektion av både emalj- och dentinkaries; metoden skall helst vara kvantitativ så att små förändringar kan registreras; den skall också vara tillförlitlig när samma användare eller olika användare tillämpar den vid olika tillfällen.

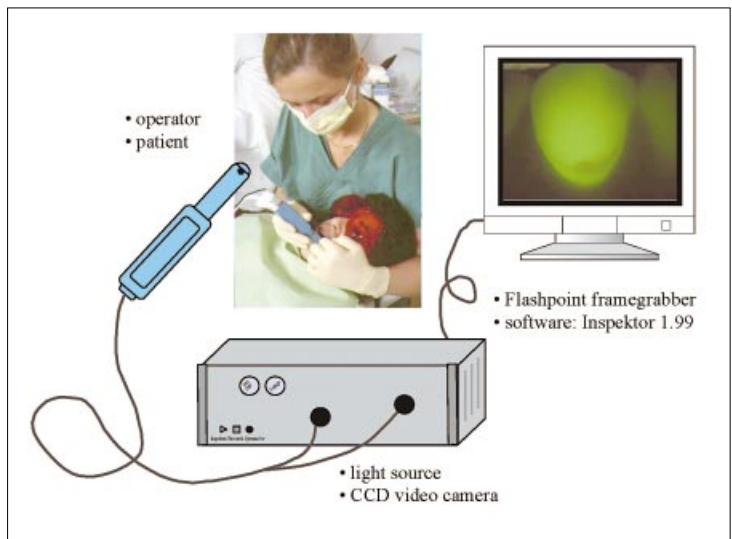
Syftet med avhandlingsarbetet var att utvärdera och jämföra flera nya metoder för detektion och kvantifiering av karieslesioner med avseende på validitet, tillförlitlighet och diagnostisk noggrannhet.

Metoder

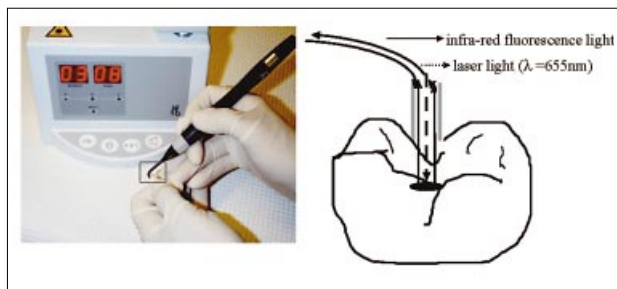
De metoder som studerats kan indelas i två kategorier, fluorescensbaserade metoder och radiografiska metoder. Emalj och dentin har naturlig egenfluorescens, dvs när tandhårdvävnad belyses med ljus av specifik våglängd uppstår fluorescens. Karieslesioner, plack och mikroorganismer innehåller också fluorescerande substanser. De fluorescensbaserade metoder som studerats i avhandlingen är QLF (Quantitative Light-induced Fluor-



Figur 1. Översikt över de avancerade metoder för tidig upptäckt och kvantifiering av karieslesioner som studerats i avhandlingen.

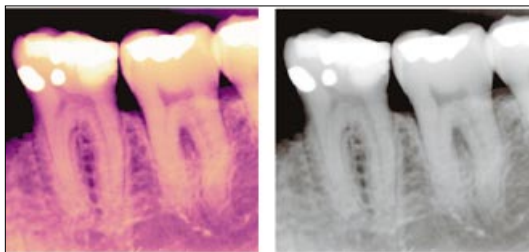


Figur 2. Principen för QLF: Ljus av en specifik våglängd leds via optiska fiber och belyser tandytan varvid fluorescens uppstår. Fluorescensbilden fångas av en CCD videokamera. Där en karieslesion finns minskar fluorescensen, vilket kan registreras både med bild och mätvärden. (Montage: Sofia Traneus)

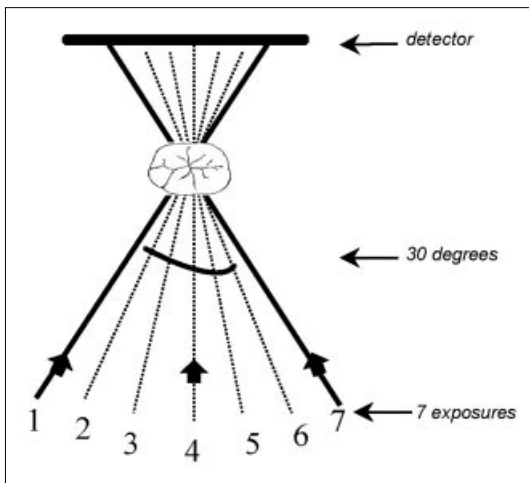


Figur 3. DIAGNOdent i användning (t v) och schematisk bild av mätsonden i kontakt med ocklusalytan på en tand (t h). Laserljus av våglängden 655 nm leds via optiska fibrer och belyser tanden varvid fluorescens uppstår. Fluorescensen fångas upp i mätsonden och transporteras via optiska fibrer till mätenheten där mätvärdet kan avläsas.

escence) och DIAGNOdent (KaVo, Biberach, Tyskland). Skillnaden mellan fluorescens från frisk tandvävnad och från en karieslesion kan gö-



Figur 4. Intraoral röntgenbild efter färgkodning, respektive i svart-vit återgivning.



Figur 5. Grafisk illustration av exponeringsgeometri och antal exponeringar i TACT-studien där vinkelskillnaden var 30°.

ras synlig och mätbar med QLF-metoden. Metoden ger en fluorescensbild som analyseras matematiskt i dator och mätdata presenteras som procentuell andel av fluorescensvärdet för frisk tandhårdvävnad (fig 2). QLF-metoden har utvecklats och tillämpats för forskningsändamål i laboratoriestudier sedan ett 20-tal år och nyligen också i kliniska studier. DIAGNOdent introducerades för några år sedan som ett hjälpmedel för diagnostik av främst ocklusalkaries. Rött laserljus med våglängden 655 nm leds från huvudenheten via fiberoptik till ett handstycke med en mätsond (fig 3). När laserljuset träffar tanden uppstår fluorescens som fångas upp i instrumentets mätsond och transporteras sedan av optiska fibrer till huvudenheten. Intensiteten hos fluorescensen presenteras som ett värde mellan 0 och 99, där 0 representerar ett minimum och 99 ett maximum av fluorescens.

DIAGNOdents prestanda avseende detektion och kvantifiering av både ocklusalkaries och glattyttekaries undersöktes i laboratoriestudier. Den diagnostiska noggrannheten hos DIAGNOdent för detektion av ocklusalkaries jämfördes med den hos röntgenfilm. DIAGNOdent och QLF jämfördes också beträffande kvantifiering av glattyttekari-

es. Dessutom genomfördes en *in vivo*-studie med QLF avseende reproducerbarhet under intraorala förhållanden.

Under rubriken radiografiska metoder har en ny färgskala utvecklats med syftet att förbättra visuell perception jämfört med den konventionella gråskalan och därigenom förbättra kariesdetektionen. Färgkodade röntgenbilder jämfördes med digitala röntgenbilder med tillämpning av ett så kallat "perceptibility curve test" (fig 4). Därefter användes färgkodade röntgenbilder för detektion av approximalkaries och den diagnostiska noggrannheten hos färgkodade röntgenbilder jämfördes med den hos svart-vita röntgenbilder och med DIAGNOdent-teknik. Ytterligare en ny radiografisk metod studerades, "Tuned Aperture Computed Tomography", TACT®, vilket är en "tomosyntetisk" teknik (fig 5). Genom att skapa en serie tvärsnittsbilder av ett objekt och sedan kombinera dem kan en tredje dimension presenteras med TACT® tekniken, vilket kompenserar för nackdelarna med konventionell radiografi som presenterar det tredimensionella objektet i tvådimensionella bilder. TACT® användes för att detektera ocklusalkarieslesioner och jämfördes med röntgenfilm med hjälp av ROC analys.

Konklusion

- Resultaten av studierna visar att både DIAGNOdent och QLF är tillförlitliga metoder, med höga korrelationskoefficienter när mätvärden jämfördes med "gold standard".
- Valideringsstudier visade att de två fluorescensmetoderna är värdefulla som hjälpmedel både för att underlätta upptäckten av karies och för att kvantifiera karieslesionens djup och omfattning.
- Jämfört med konventionell röntgendiagnostik har de två radiografiska metoderna, TACT® och "Color-coded radiographs", hittills visats ge vissa fördelar enbart för dentinkariesdiagnostik.
- Vid korrekt tillämpning och korrekt tolkning av informationen kan de studerade avancerade teknikerna bidra till förbättrad diagnostik av kariessjukdomen och därigenom underlätta valet av adekvat behandling.
- Fortsatta studier under kliniska förhållanden behövs emellertid och planeras.

Publikationer

1. Shi X-Q, Welander U, Angmar-Månsson B. Occlusal caries detection with KaVo DIAGNOdent and radiography: an *in vitro* comparison. *Caries Res* 2000; 34: 151-8.
2. Shi X-Q, Tranaeus S, Angmar-Månsson B. Validation of DIAGNOdent for quantification of smooth surface

- caries: an *in vitro* study. Acta Odontol Scand 2001; 59: 74–8.
3. Shi X-Q, Tranaeus S, Angmar-Månsson B. Comparison of two laser fluorescence methods, QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. Caries Res 2001; 35: 21–6.
 4. Tranaeus S, Shi X-Q, Trollsås K, Lindgren L-E, Angmar-Månsson B. In vivo quantification of natural incipient caries lesions using the Quantitative Light-induced Fluorescence method – a reproducibility study. Progress in Biomedical Optics 2000. Vol.1, No. 4. Lasers in dentistry VI. 235–41.
 5. Shi X-Q, Han P, Welander U, Angmar-Månsson B. Tuned aperture computed tomography for detection of occlusal caries. Dentomaxillofac Radiol 2001; 30: 45–9.
 6. Shi X-Q, Sällström P, Welander U. A color coding method for radiographic images. Image and vision computing 2001; in press.
 7. Shi X-Q, Li G, Welander U. Perceptibility curve test for conventional and color-coded radiographs. Dentomaxillofac Radiol 2001; in press.
 8. Shi X-Q, Welander U, Angmar-Månsson B. Approximal caries detection by digital radiographs, color-coded radiographs and laser fluorescence. An *in vitro* study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2001; in press.

Adress:

Xie-Qi Shi

Enheten för cariologi och endodonti,
Odontologiska institutionen, Karolinska institutet,
Box 4064, SE-141 04 Huddinge