

## ABSTRACT

## Rodbehandling med forstørrelse

Behandlerens visuelle performance under tandbehandling er afhængig af lys i arbejdsfeltet, forstørrelse og behandlerens alder. Lupbriller og mikroskoper kan kompensere for aldersbetingede synsforandringer (presbyopi). Når man anvender en høj forstørrelse under arbejdet, får man et bedre detaljesyn, men mister til gengæld skarphedsdybde, og synsfeltet bliver mindre. Det medfører, at behandleren har et reduceret overblik over arbejdsfeltet. Anvendelse af forstørrelse giver fordele under ortograd endodontisk behandling, hvor især lokalisering af rodkanaler og behandling af iatrogene komplikationer lettes. Man får dermed mulighed for at behandle tænder, man ellers ikke ville forsøge at redde. Indenfor endodontisk mikrokirurgi kan succesraten forøges signifikant, når der bruges større forstørrelser i form af mikroskop eller endoskop. En anden fordel ved anvendelse af lupbriller og/eller mikroskop er, at behandlerens krop aflastes ved en mere ergonomisk korrekt kropsholdning under behandling.

# Visuelle hjælpemidler under endodontisk behandling

Luise Jungnickel, tandlæge, videnskabelig assistent, Sektion for Oral Radiologi, Institut for Odontologi, Aarhus Universitet

Casper Kruse, tandlæge, ph.d.-studerende, Sektion for Oral Radiologi, Institut for Odontologi, Aarhus Universitet

Jesper Østergaard Hjortdal, klinisk professor, overlæge, dr.med., ph.d., Øjenafdelingen, Aarhus Universitetshospital

Lise-Lotte Kirkevang, lektor, ph.d., Sektion for Oral Radiologi, Institut for Odontologi, Aarhus Universitet og professor i endodonti, Afdeling for endodonti, Institutt for klinisk odontologi, Universitetet i Oslo

Accepteret til publikation den 30. oktober 2017

Ønsket om høj kvalitet og mere præcision under tandbehandling har medført et øget fokus på brug af optiske hjælpemidler i tandlægepraksis. En del tandlæger arbejder altid med lupbriller, mens færre bruger et mikroskop. Undersøgelser i Storbritannien (1) og Schweiz (2) har vist, at mellem 44 % og 64 % af tandlægerne i disse lande bruger dentale lupbriller. I Schweiz har 19 % af tandlægerne adgang til et mikroskop, der i de fleste tilfælde bliver brugt til ortograd endodontisk behandling og endodontisk kirurgi.

Øjets ukorrigerede synsstyrke for nærarbejde (korte afstande) er i høj grad afhængig af alder. Presbyopi, "gammelmandssyn" eller "alderssyn", er en synsfejl, der skyldes aldersbetinget stivhed i øjenlinsen. Dette fører til et progressivt tab af øjets evne til akkommodation fra omkring 40-års alderen. Det bliver mere og mere vanskeligt at skifte fra afstands- til nærsyn, og man mister noget af synsstyrken for nær (nær-synsstyrke eller læsesynsstyrke), der netop er nødvendig i forbindelse med tandbehandling. Dette forhold er velkendt for alle: I løbet af 40- til 50-års alderen får stort set alle brug for et læsetillæg i brillen for at læse avis. Hvis man ikke har benyttet briller tidligere, kan god læseevne og normal synsstyrke for nær opnås med en billig simpel læsebrille. Øjets kontrastfølsomhed nedsættes dog også med alderen (3), hvilket ikke afhjælpes med en læsebrille. I en undersøgelse vurderede man 172 tandlægers syn, og man fandt, at 27 % havde nedsat synsstyrke for nær, og 96 % af disse

var over 45 år. Tandlæger over 45 år valgte da også en længere arbejdsafstand sammenlignet med en gruppe yngre tandlægestuderende (4). I en undersøgelse, der inkluderende 69

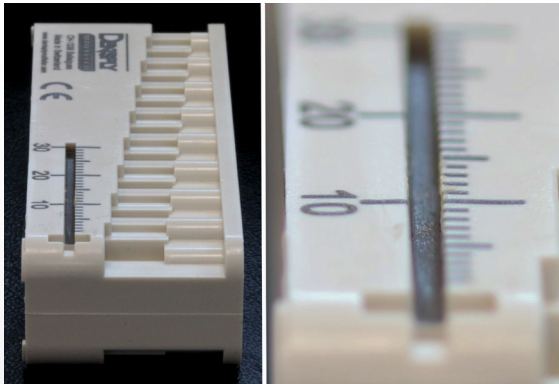
### EMNEORD

Optics; microscope; endoscope; dental loupes; ergonomics



Henvendelse til førsteforfatter:  
Luise Jungnickel  
E-mail adresse: ljungnickel@dent.au.dk

## Effekt af forstørrelse



**Fig. 1.** (V) Ingen forstørrelse, høj skarphedsdybde og stort synsfelt. (H) Stor forstørrelse, bedre detaljevisning, mindre skarphedsdybde, mindre synsfelt.

**Fig. 1.** (L) No magnification, high depth of field and field of view. (R) High magnification, more details, smaller depth of field and field of view.

tandlæger, foretog man en simuleret synstest på en distal molarkavititet. En tredjedel af disse tandlæger havde nedsat synsstyrke for nær uden selv at vide det. De vurderede tværtimod fejlagtigt, at deres synsstyrke var god, og at den ikke påvirkede den tandbehandling, de udførte. Næsten alle af disse var over 40 år (2). Denne undersøgelse viser, at tandlægerne ikke selv var bevidste om deres nedsatte syn, og understreger betydningen af regelmæssig kontrol ved optiker, da man ved korrekt brug af hjælpemidler kan korrigere for den synsforringelse, der kommer med alderen. Det blev vist, at forskellene mellem aldersgrupperne blev udlignet med stigende kvalitet af linsesystemet af lupbrillerne, og ved anvendelse af mikroskop fandt man næsten ingen aldersbetinget forskel mere (3).

Når man anvender forstørrelse, må man være indstillet på at indgå et kompromis. Med et skarpt billede i stor forstørrelse får man samtidig mindre skarphedsdybde og et mindre synsfelt (Fig. 1) (3). Man øger altså detaljevisning og fokus, men mister overblikket over omgivende strukturer. For at opnå et skarpt billede skal man holde en bestemt fokusafstand til arbejdsområdet. Det giver en mere oprejt arbejdsstilling ved brug af et mikroskop (Fig. 2) eller lupbriller, hvilket er meget fordelagtigt for ergonomi og kropsholdning, men frihed til bevægelse begrænses.

## Ergonomi



**Fig. 2.** Opret arbejdsstilling og direkte belysning.

**Fig. 2.** Upright body position and direct illumination.

## Faktaboks

**Synsstyrke:** Evnen til at skelne fine detaljer af et objekt, fx forskellen mellem to linjer. Kan bestemmes ved hjælp af en synstest.

**Akkommodation:** Processen, hvor øjet for at opretholde fokus på (og dermed et skarpt billede af) et objekt i varierende afstande forandrer lensens krumning.

**Presbyopi:** Progressivt tab af øjets evne til at akkommodere. Opræder typisk fra 40-års alderen.

**Galilei-lupbriller:** De mest udbredte lupbriller; små og lette. Kombination af konvekse og konkave linser. Forholdsvis stort synsfelt, forstørrelse mellem 2,3 og 3,8x.

**Kepler-lupbriller:** Mere overlegen optisk konstruktion med linser og棱mer; større og tungere. Højere forstørrelser end Galilei-lupper (3,5-6x), højere pris.

**Mikroskop:** Adskillige forstørrelsesindstillinger, bedste optiske egenskaber. Ortograd belysning af arbejdsfeltet.

**Endoskop:** Består af et kamera, lyskilde, og en monitor. I dag findes modificerede medicinske endoskoper, der bruger fibernet, således instrumenterne er lettere og fleksible.



### Lupbriller

Der findes to forskellige typer af lupbriller: Galilei- og Kepler-systemer. Galilei-lupper er de mest anvendte til lupbriller, da de er små og lette. Mulige forstørrelser er mellem 2,3-3,8x, og synsfeltet er forholdsvis stort med forholdsvis stor skarphedsdybde. Kepler-lupper har en mere overlegen optisk konstruktion, men er til gengæld større, tungere og dyrere. Muligheden for forstørrelse er større (3,5-6x). I et review fandt man, at alle aldersgrupper kunne forbedre deres synsstyrke for nær ved anvendelse af lupbriller. Galilei-lupper var i stand til at kompensere for den aldersbetingede synsreduktion for nær (presbyopi) hos personer over 40 år (3). I forbindelse med brug af lupbriller er en ekstra lyskilde fordelagtigt. Der findes små og meget lette lyskilder til direkte montering på brillen. Disse giver mulighed for parallel belysning uden skyggedannelser.

### Mikroskop

Dentale mikroskoper blev første gang introduceret i 1980'erne. De første dentale mikroskoper vandt dog ikke stor udbredelse, fordi de var klodsede og ikke gav tilfredsstillende forstørrelse eller forbedret ergonomi. Med teknisk udvikling af mikroskoperne begyndte de at vinde indpas omkring 1995, specielt indenfor endodonti, hvor det bedre indsyn og forstørrelsen gav helt nye og forbedrede muligheder i forbindelse med vanskelige behandlinger. I 1997 foreskrev American Association of Endodontists (AAE), at man skulle indføre obligatorisk træning i brug af mikroskop under specialistuddannelsen indenfor endodonti (5).

Mikroskopet giver fordele både visuelt og ergonomisk. Man kan opnå en væsentlig højere forstørrelse end med lupbriller. Med et indbygget objektiv (varioskop) kan arbejdsafstanden let justeres. Samtidig forebygger mikroskopet, at behandlerens øjne trættes, fordi de ikke skal akkommodere i samme omfang (3). Der findes både fast monterede og mobile mikroskoper. Fastmonterede mikroskoper fylder mindre og modstår rystelser bedre. De mobile kan anvendes i flere forskellige klinikrum, men de kræver mere plads, både i klinikrummet og under flytning. Mange mikroskoper kan købes med kamera og skærm. Dette kan lette både klinikassistentens arbejde samt give mulighed for dokumentation under arbejdet. Arbejdsforløbet skal tilpasses og indøves, så behandleren i mindst muligt omfang skal flytte fokus fra mikroskopet. Klinikassistenten har derfor et stort ansvar for, at behandlingen glider let for både behandler og patient. Særlige instrumenter er ofte nødvendige, så fokusområdet i mikroskopet ikke kompromitteres af behandlerens fingre, instrumenter eller hovedet på boremaskiner (6).

### Endoskop

Med et endoskop kan man se ind i kroppens hulrum ved hjælp af endoskopets kamera, lyskilde og monitor. Allerede i 1979 brugte man det første endoskop til diagnose af dentinfrakturer. Først i 1996 blev en endoskopbaseret teknik til endodontisk kirurgi beskrevet (7). Traditionelle, stive endoskoper kan bruges

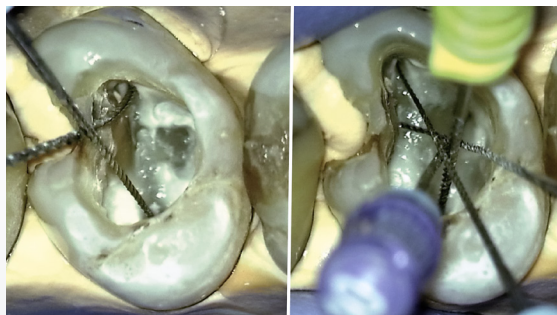
til endodontisk kirurgi, mens endoskoper med fleksible fibernet og meget tynde spidser kan bruges til visualisering inde i selve rodkanalsystemet.

### Forstørrelse og endodonti

Øget belysning på kaviteten vil kun i begrænset omfang øge belysningen ned i kanalsystemet. Derfor vil en rodbehandling stadigvæk ofte være en procedure, der foretages "i mørke" på baggrund af behandlerens erfaring, taktile fornemmelse, længdemåling og røntgendiagnostik. Ved endodontisk behandling skal tandlægen være i stand til at visualisere objekter ned til en størrelse på 0,06 mm. Dette er diameteren på det tyndeste instrument, der anvendes i endodonti. I en undersøgelse af betydningen af brug af forstørrelse til endodonti var kun unge tandlæger under 40 år i stand til at identificere en 0,06 mm stor rodkanalindgang ved hjælp af Galilei-lupbriller, mens tandlæger i alle aldersgrupper havde brug for et mikroskop for at kunne identificere et objekt på denne størrelse inde i selve rodkanalsystemet (8). Det betyder, med andre ord, at når behandlingen foregår nede i rodkanalen, vil forstørrelse med mikroskop være afgørende for at kunne udføre en god behandling.

For succesfuld endodontisk behandling er det afgørende at lokalisere, udrense og fylde samtlige kanaler i en tand. Morfologi og antal af kanaler varierer i mange tandgrupper. Store forstørrelser og intensiv belysning forbedrer visualisering af kompleks rodkanalanatomi. Dentikler og andre kalkificeringer kan ligeledes fjernes præcist og uden samtidigt tab af anden tandsubstans. Farveforskelle mellem pulpabunden, kanalindgangene, væggene og dentinoverhæng bliver tydeligere og kan som et landkort hjælpe med lokaliseringen af rodkanaler (Fig. 3).

### Lokalisering af rodkanaler i overkæbemolar



**Fig. 3.** Med det blotte øjne fandt man kun to kanaler. Ved brug af mikroskop kunne kalkificerede kanalindgange til MB2 og DF findes og instrumenteres.

*Fig. 3. Without magnification, only two canals were found. Using a microscope, the calcified orifices of MB2 and DB were localized and the canals instrumented.*



## KLINISK RELEVANS

Der findes ingen evidensbaserede guidelines i forhold til syn og belysning under endodontisk behandling. De fleste rodbehandlinger i Danmark bliver foretaget i almindelig tandlægepraksis, med eller uden forstørrelse, hvor en del tandlæger bruger lupbriller, og få bruger et mikroskop. Ekstra forstørrelse kan dog være meget fordelagtigt under rodbehandling; et bedre

detaljesyn gør det muligt at arbejde mere præcist, at visualisere og behandle flere og mindre anatomiske strukturer, og dermed forøge behandlingssucces. Desuden kan forstørrelse kompensere for den aldersbetingede nedsættelse af behandlerens synsskarphed og visuelle performance, der indtræder omkring 40-års alderen.

I et studie undersøgte man, hvor mange rodkanaler tandlægestuderende ville være i stand til at finde i ekstraherede inciserer, præmolare og molare. Man fandt ingen stor forskel i lokalisering af kanaler, hvad enten de anvendte lupbriller eller ej, hhv. 86 % og 84 %; men når de anvendte mikroskopet, fandt de 93 % af kanalerne (9). I en klinisk undersøgelse fandt man, at specialister i endodonti kunne finde en anden mesio-bukkal kanal i 17,2 %, 62,5 % og 71,1 % af de behandlede første overkæbemolare hhv. med det blotte øje, lupbriller og mikroskopet (10). De forskelle i resultaterne mellem disse studier kan evt. forklares med studiedesign (*in vitro* vs. *in vivo*), men også behandlerens alder og erfaring. I en større klinisk undersøgelse inkluderende mere end 1.700 overkæbemolare dokumenterede en erfaren endodontist, at en anden mesio-bukkal kanal blev fundet i 73 % af tænderne uden mikroskop. Med mikroskop fandt han kanalen efterfølgende i over 90 % af tænderne (11).

Hvis et instrument er fraktureret i kanalen, er formålet med behandlingen enten at fjerne fragmentet eller at præparere forbi fragmentet (bypass), så den ellers ikke tilgængelige del af kanalen kan udrenses. Ved hjælp af et mikroskop og fine instrumenter bliver det muligt at fjerne instrumentet eller præparere en bypass, uden at der induceres flere komplikationer (12).

Iatrogene perforationer bør altid lukkes hurtigst muligt. Kvaliteten af behandling af cervikale perforationer kunne i en laboratorieundersøgelse forøges ved lukning under mikroskop (13). Det er svært, hvis ikke umuligt, at aflukke parietale perforationer længere nede i kanalsystemet uden brug af mikroskop.

Oversete dentinfrakturer er en hyppig årsag til mislykket endodontisk behandling. Fordi disse kan være svære at visualisere

med det blotte øje, kan hjælpemidler som lupbriller, mikroskop eller endoskop forøge sandsynligheden for korrekt diagnostik af sådanne frakturer (Fig. 4) (14).

### Kirurgisk endodontisk behandling

Metoder og teknikker til endodontisk kirurgi har undergået en stor udvikling inden for de seneste 20 år. I en meta-analyse undersøgte man, hvordan brugen af forstørrelse påvirkede succesraten i kirurgisk endodonti. Behandlingerne blev udført med de samme biokompatible materialer og mikro-præparationsmetoder. Man fandt en succesrate på hhv. 88 % og 94 % for behandlinger udført uden og med mikroskop (15). En anden meta-analyse fandt, at traditionel endodontisk kirurgi ikke kunne konkurrere med endodontisk mikrokirurgi med hhv. 59 % og 94 % succesrate (16). Ud over mikroskop og lupbriller kan også endoskop anvendes til endodontisk kirurgi. Med endoskopets kamera er det muligt at visualisere operationsfeltet på en monitor. I en undersøgelse fandt man ingen signifikant forskel mellem mikroskop og endoskop i forhold til behandlingssucces i endodontisk mikrokirurgi med hhv. 92 % og 90 % succesrate (17).

### Konklusion

Brugen af forstørrelse gavner både ortograd rodbehandling og endodontisk kirurgi og kan muliggøre specialbehandlinger man ellers ikke ville være i stand til at lave. Hjælpemidler til forstørrelse kan udligne aldersbetingede synsændringer og desuden forbedre ergonomien under behandling.

### Tak

Vi takker Mads Juul for bidrag til billedet i Fig. 2 og Maria Ravn Holm og Bjarke Juul Larsen for bidrag til billedet til Fig. 3.

### Dentinfraktur i +7



**Fig. 4.** I mikroskopet kan en frakturlinje fra DF og over bunden af pulpacavum identificeres (røde pile).

**Fig. 4.** Using a microscope, a fracture line from DB and over the floor of the pulp cavity was visualized (red arrows).

## ABSTRACT (ENGLISH)

**Visual devices for endodontic treatment**

The dentist's visual performance during dental treatment depends on illumination, magnification and the practitioner's age. Dental loupes and microscopes can compensate for age-related visual alterations (presbyopia). With higher magnification, better detail detection can be obtained, but depth of field and field of view are reduced. This results in reduced overview. Magnification can benefit orthograde endodontic treatment,

especially during identification of root canal orifices and treatment of iatrogenic complications. This gives an opportunity to treat teeth one would otherwise not consider saving. For apical microsurgery, high magnification using a microscope or endoscope can significantly increase treatment success. Using dental loupes or an operation microscope, and an ergonomically improved body posture during treatment can relieve the practitioner's body.

**Litteratur**

- Farook SA, Stokes RJ, Davis AK et al. Use of dental loupes among dental trainers and trainees in the UK. *J Investig Clin Dent* 2013;4:120-3.
- Eichenberger M, Perrin P, Ramsayer ST et al. Visual acuity and experience with magnification devices in swiss dental practices. *Oper Dent* 2015;40:E142-9.
- Perrin P, Eichenberger M, Neuhaus KW et al. Visual acuity and magnification devices in dentistry. *Swiss Dent J* 2016;126:222-35.
- Burton JF, Bridgman GF. Presbyopia and the dentist: the effect of age on clinical vision. *Int Dent J* 1990;40:303-12.
- Selden HS. The dental-operating microscope and its slow acceptance. *J Endod* 2002;28:206-7.
- Machtou P. The surgical microscope. In: Bergenholtz G, Hörsted-Bindslev P, Reit C, eds. *Textbook of Endodontology*. 2nd ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010; 163-8.
- Rubinstein R. Magnification and illumination in apical surgery. *Endodontic Topics* 2005;11:56-77.
- Perrin P, Neuhaus KW, Lussi A. The impact of loupes and microscopes on vision in endodontics. *Int Endod J* 2014;47:425-9.
- Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Detection rate of root canal orifices with a microscope. *J Endod* 2002;28:452-3.
- Buhrley LJ, Barrows MJ, BeGole EA et al. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. *J Endod* 2002;28:324-7.
- Stropko JJ. Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. *J Endod* 1999;25:446-50.
- Machtou P, Reit C. Non-surgical retreatment. In: Bergenholtz G, Hörsted-Bindslev P, Reit C, eds. *Textbook of endodontology*. 2nd ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010; 340-2.
- Schmidt BS, Zaccara IM, Reis Sé MV et al. Influence of operating microscope in the sealing of cervical perforations. *J Conserv Dent* 2016;19:152-6.
- von Arx T, Kunz R, Schneider AC et al. Detection of dentinal cracks after root-end resection: an ex vivo study comparing microscopy and endoscopy with scanning electron microscopy. *J Endod* 2010;36:1563-8.
- Setzer FC, Kohli MR, Shah SB et al. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the literature – Part 2: Comparison of endodontic microsurgical techniques with and without the use of higher magnification. *J Endod* 2012;38:1-10.
- Setzer FC, Shah SB, Kohli MR et al. Outcome of endodontic surgery: a meta-analysis of the Literature – Part 1: Comparison of traditional root-end surgery and endodontic microsurgery. *J Endod* 2010;36:1757-65.
- Taschieri S, Del Fabbro M, Testori T et al. Microscope versus endoscope in root-end management: a randomized controlled study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:1022-6.