

Ellen Bruzell Roll, Jon E. Dahl, Bjørn Johnsen og Terje Christensen

## Se opp for lys fra herdelamper

**B**ruken av lysherdende tannrestaureringsmaterialer har økt, og med den, anvendelsen av herdelamper. Det er variasjoner i lampenes fysiske karakteristika som bølgelengdeområde og lysintensitet, men felles for mange lamper er at intensiteten har økt sammenlignet med tidligere versjoner av samme fabrikat. Reflektert lys fra det belyste området vil kunne skade øynene. Vi har beregnet hvor lenge personer kan utsettes for slikt lys før man når anbefalte eksponeringsgrenser. Det viser seg at grensen blir nådd i løpet av kort tid, som regel raskere enn den tid som går med til å legge én fylling. Enhver direkte bestråling av øynene som kan skje ved uhell vil dessuten gi umiddelbar skade.

Synskorrigerende briller og kontaktlinser beskytter ikke mot ultrafiolett stråling (UV) og blått lys, selv kontaktlinser med UV-filter slipper gjennom noe av denne strålingen. På grunn av risiko for fotokjemisk skade på øynene fra synlig, blått lys, og mulige langtidsvirkninger av UV, er det svært viktig for tannhelsepersonell å beskytte øynene med egnede briller når man bruker herdelamper.

Materialer som krever lysherdning, ble brukt i mer enn halvparten av alle fyllinger i Norge i 1996 (1), og bruken av dem er økende (2). I tillegg bidrar myndighetenes anbefalinger og pasienters ønske om utskiftning av amalgamfyllinger til økt bruk av polymere materialer (3). Foruten i tannfyllinger, blir lysherdende materialer brukt til å feste keramiske og polymere fasader, innlegg og onlays samt i forbindelse med tannregulering.

Det finnes ikke fullstendige oversikter over omfanget av tannbehandling i Norge, men overslag viser at i 2001 la hver tannlege i gjennomsnitt 2,5 fyllinger per dag og at 60% av alle fyllinger ble lysherdet (4). Ved enkelte typer behandlinger, som f.eks. påsetting av apparatur for fast tannregulering, kan den totale lysherdningstiden kunne komme opp i flere timer per dag.

Tidligere ble det brukt herdelamper som sendte ut UV-stråling. I dag benyttes hovedsakelig kamferkinon som fotoiniti-

### Faktaboks

Det er mange fysiske betegnelser for lysstyrke eller effekt. For enkelhets skyld har vi valgt å bruke betegnelsen «intensitet» som et mål på lyseffekten, selv om dette begrepet ikke er en definert fysisk størrelse.

I bruksanvisninger til dentale herdelamper kan man se følgende størrelser brukt

Total fluks: Den totale effekten av fotoner fra lampen (mW):

Eksitans: Fluks per flateenhet på kildens overflate (mW/cm<sup>2</sup>)

Radians: Fluks per flateenhet per romvinkel (mW/cm<sup>2</sup> sr)\*

Irradians: Fluks per flateenhet på en flate som treffes av lyset (mW/cm<sup>2</sup>)

\*sr = steradian

ator i lysherdende materialer, og det må brukes lamper som sender ut lys som dekker absorpsjonsspekteret mellom 400 nm (på grensen mellom UV og synlig lys) og 500 nm (blått lys), med en absorpsjonstopp ved 468 nm (Fig.1).

Det er tre hovedtyper av herdelamper med forskjellig lyskilder: Halogenlamper, plasmabuelamper og lysdioder (LED). Generelt kan man si at halogenlamper sender ut stråling i bølgelengdeområdet fra 350 nm (i UV-området) til 550 nm, og at intensiteten kan variere fra omtrent 400 til 1 100 mW/cm<sup>2</sup> (Faktaboks). Intensiteten kan varieres med samme lampe ved å skifte størrelsen på lyslederen. Plasmabuelamper har høyere intensitet, men smalere bølgelengdeområde, mens LED-lamper har lavere intensitet enn halogenlampene og et smalt bølgelengdeområde.

### Stråling og øyeskader

Som kjent kan sollys gi øyeskader. De bølgelengdeområder som dentale herdelamper emitterer, finnes også som en del av solspekteret; noe UV-stråling og for det meste synlig lys i det blå området. Intensiteten fra halogenherdelamper kan være 10 000 ganger høyere enn sollys innen visse bølgelengdeområder (5).

I øyets netthinne sitter det fotoreseptorer som absorberer lys tilsvarende det bølgelengdeområdet som herdelampen sender ut. Hvis intensiteten av det fiolette og blå lyset blir for høy, kan det oppstå en fotokjemisk skade i fotoreseptorene. I litteraturen blir denne skaden ofte kalt blålys-retinaskade (6) (Fig. 2). Det er denne type skade som kan oppstå når man ser på solen ved solformørkelse lyset er såpass svakt at den naturlige tendensen til å knipe igjen øynene uteblir, men lyset er likevel sterkt nok til å gjøre skade på netthinnen. Tidligere trodde man at denne skaden var av termisk karakter, men det viser

### Forfattere:

Ellen Bruzell Roll,, gjesteforsker, siv. ing. NIOM –Nordisk institutt for odontologisk materialprøving. Dr. gradsstipendiat, Institutt for fysikk, NTNU

Jon E. Dahl,, seniorforsker, dr. scient. dr. odont. NIOM

Bjørn Johnsen,, forsker, siv. ing. Seksjon for ikke-ioniserende stråling, Statens strålevern

Terje Christensen,, forsker, professor, dr. philos. Seksjon for ikke-ioniserende stråling, Statens strålevern

Elektromagnetisk spektrum	UVB	UVA	Synlig lys (fiolett) (blått)	
Bølgelengde (nm)	300	360	400	500
Lampetyper				

Fig. 1. Emisjonsområdene til dentale herdelamper med forskjellige lyskilder

Elektromagnetisk spektrum	UVB	UVA	Synlig lys (fiolett) (blått)	
Bølgelengde (nm)	300	360	400	500
Virkningsmekanismer	Helst fotokjemisk			
Negative effekter	Helst termisk			
Øye	Hornhinne	Fotokerat		
	Linse	Katarakt	Katarakt <sup>2</sup>	
	Netthinne	Retinaskade ved afaki*		Retinaskade

Fig. 2. Bølgelengdeavhengige øyeskader og virkningsmekanismer. Figuren er gjengitt og endret med tillatelse fra Radiation Protection Dosimetry (Nuclear Technology Publishing) og Dr. David H. Sliney.

Afaki: Manglende linse

seg at høyere intensiteter må til for å gi en termisk skade. Eksempler på kilder som gir termisk skade på netthinnen, er lysbuen fra xenonlamper og strålingen fra lasere. Det er satt grenseverdier for termisk eksponering på øyet på lik linje med UV og synlig lys, men intensitetene er høyere enn de som er relevante for dentale herdelamper.

I motsetning til dannelse av termisk skade på netthinnen, er det resiprositet ved en fotokjemisk skade. Det vil si at skade kan oppstå enten ved at man eksponeres for veldig sterkt lys i et kort øyeblikk eller mindre sterkt lys over lengre tid. Skaden kan vise seg etter flere dager, og symptomene kan vare opp mot en måned. Ved lengre eller mer intens eksponering kan skaden bli permanent, og oppleves som en svart flekk midt i synsfeltet (7). Det er ikke bare på grunn av faren for denne akutte tilstanden at det er grunn til å beskytte øynene mot lyset fra herdelamper, men også fordi det er antatt at kronisk blålys-eksponering kan påvirke aldrings- og degenereringsprosesser i øyet (8).

UV-stråling, som har kortere bølgelengder enn synlig lys, når ikke så langt inn i øyet som til netthinnen, men blir absorbert i hornhinnen og linsen (Fig. 3). I hornhinnen kan det oppstå forbigående skader etter eksponering med UV-stråling med bølgelengder fra 180–400 nm. Tilstanden kalles fotokeratitt – eller mer folkelig – snøblindhet eller sveiseblink, etter hvilken årsak skaden har. Symptomene går gjerne over innen 48 timer

(9). Med bakgrunn i laboratoriestudier (10) spekuleres det i om det kan oppstå kroniske skader etter gjentatte episoder med snøblindhet.

Utvikling av katarakt (grå stær) er blitt satt i sammenheng med kortbølget UV-B stråling (295–325 nm) over lengre tid (11,12), og oppstår oftest hos eldre personer på våre nordlige breddegrader. Imidlertid tyder biokjemiske studier (13) på at UVA-stråling (bølgelengder fra 320–400 nm) også bidrar til å fremskynde aldringsprosessen av øyelinsen.

### Stråling og hudeffekter

UV-effekter på hud er mange og kjente. Det er negative effekter som solbrenthet, kreftutvikling (14) og fotosensibiliserende reaksjoner, mens en positiv effekt av UV-eksponering er at det dannes D-vitamin.

Fotosensibiliserende reaksjoner kan forekomme i forskjellige organer, f.eks. øye og hud, når visse kjemiske stoffer, oftest legemidler, er tilstede i det organet blir eksponert for UV eller synlig lys. Stoffet som absorberer stråling, kan forårsake produksjon av frie radikaler eller nedbrytningsprodukter. Disse produktene kan gi utslag i fototoksiske og fotoallergiske reaksjoner (15).

Det er mulig å få varmeskader av synlig lys ved høye nok intensiteter. Ellers sees denne effekten helst ved infrarød stråling.

Endringer i immunsystemet kan oppstå ved bestråling via huden. Disse endringene

kan ytre seg som endringer i kontaktallergiske reaksjoner og endringer i cellulær immunitet (16).

Når lyset trenger inn i huden eller et annet organ, vil noe reflekteres tilbake, noe vil spres og noe vil absorberes (5). Spredningen av lyset bestemmer hvor dypt strålingen vil nå, og den er avhengig av størrelsen på de spredende partiklene og av bølgelengden. Lyset fra dentale herdelamper varierer mye med hensyn til hvor stort område som blir belyst i en viss avstand fra enden på lyslederen (5).

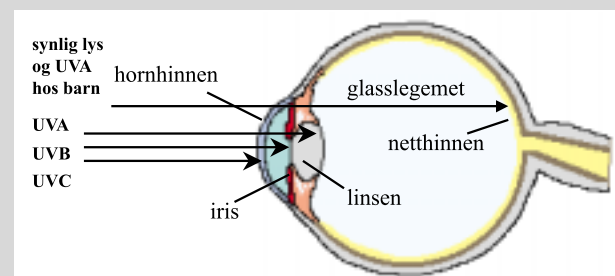


Fig. 3. Penetrasjon av UV og synlig lys i det humane øyet. Hos barn under ti år kan noe av UVA-strålingen nå netthinnen. Figuren er modifisert etter en illustrasjon laget av forsker Kirsti Bredholt, Statens strålevern.

## Retningslinjer for eksponering

Det finnes ingen grenseverdier som er spesifikke for dentale herdelamper. Optisk stråling i medisinsk sammenheng er regulert av strålevernsloven i Norge (17). Denne loven er generell, og angir ikke dosegrenser. Det finnes en rekke nasjonale og internasjonale standardiseringsorganisasjoner som arbeider med stråling i arbeidslivet, generelt og i pasientsammenheng. Norske myndigheter følger anbefalinger gitt av American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (18). Denne organisasjonen har satt opp kriterier for maksimale daglige eksponeringstider for blålyskilder i arbeidslivet basert på en 8-timers arbeidsdag. I de tilfeller der det er behov for anbefalinger som ikke dekkes av ACGIH, brukes retningslinjer fra andre standardiseringsorganisasjoner (5). International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) samarbeider med Verdens helseorganisasjon om å utgi vitenskapelig bakgrunnsmateriale for eksponeringsgrenser (19).

Mange halogenlampespektra har en UV-komponent. Det er derfor nødvendig i tillegg å vurdere spektraldata opp mot grenseverdier for UV. Det er gitt retningslinjer for yrkes- og generell eksponering for UV (18). Disse retningslinjene er også ment å beskytte mot kataraktutvikling som følge av UV-stråling.

Terskelverdier for øyeskader hos mennesker er basert på studier av forsøksdyr og verdiene er bekreftet ved hjelp av laboratoriedata og skadedata fra ulykker hos mennesker, f.eks. netthinne-skade etter at man har sett direkte på solen eller på lyset fra et sveiseapparat. UV-grenseverdiene er satt slik at man holder seg godt innenfor det som ville gi klinisk verifiserbar skade på hornhinnen. I eksponeringsgrensene ligger det også en antagelse om at gjentatt utendørseksponering kan bidra til å øke risikoen for kronisk skade selv om den enkelte eksponering ligger langt under daglig eksponeringsgrense for akutte effekter (9).

### Stråling fra dagens herdelamper

For å vurdere eventuell risiko for brukere av herdelamper er det spesielt to situasjoner vi er interessert i: Den strålingen som når lampeoperatørens øyne under behandling, og den strålingen som kan nå øynene til pasient eller behandler ved et uhell. I tillegg er det interessant å diskutere eventuelle effekter av synlig lys og UV på munnslimhinnen. I munnhulen vil bestrålingssituasjonen og vevstypene være forskjellige fra de i huden, som er det organ hvor UV-skader er best karakterisert. Bestrålingssituasjonen med herdelampe i munnhulen er spesiell. Kilden har høy intensitet over et begrenset, ikke-homogent område og av ulik varighet. Forskjellige vev absorberer og reflekterer strålingen forskjellig etter hvilken anatomi vevet har, som tykkelse av keratinlag, fuktighet, vaskularisering og tilstedeværelse av melanocytter.

Vi har vurdert spektraldata fra 13 dentale polymeriseringslamper av tildels forskjellig fabrikat (20). Hvert lampespektrum er vektet mot følgende funksjoner (5); blålys-skade i en yrkessituasjon, yrkes- og generell UV-eksponering av øyet, direkte UV-eksponering av øyet, direkte UV-eksponering av hud og UV-eksponering av hud i terapissammenheng (18, 19). Vi har beregnet maksimal eksponeringstid, dvs. hvor lenge tannhelsepersonell eller pasient kan utsettes for bestråling før eventuell skade kan inntre.

Tabell 1. Maksimale eksponeringstider for øyet i en avstand på 30 cm avhengig av bølgelengdeområde. Tallene er basert på lampen med høyest intensitet, og det er forutsatt 30 % refleksjon fra det belyste området

Reflektert lys under lysharding (refleksjon fra lampe til operatør)		
lys/UV	målorgan	maks. tilrådelig eksponeringstid
blått lys	øye	ca. 1 min/dag
UV	øye	overstiger ikke grenseverdi

Tabell 2. Maksimale eksponeringstider helt inntil øye og hud avhengig av bølgelengdeområde. Beregningene er basert på lampen med den høyeste intensiteten

Direkte, aksidentiell eksponering		
lys/UV	målorgan	maks. tilrådelig eksponeringstid
blått lys	øye	< 1 sek
UV	øye	< 1 sek
UV	hud	11 min

Ved utregning av eksponeringstider for behandleren, antok vi 30 % lysrefleksjon fra pasientens munn i retning av den som holder lampen. Denne refleksjonen har tidligere blitt målt til å være mellom 10–30 % (21). Vi anslo en avstand på 30 cm mellom behandlingsområdet og lampeoperatørens øyne. I de situasjoner der man anvender tannlegespeil under herdeprosessen, er det muligheter for at refleksjonen øker ytterligere.

Alle halogenlampene hadde en strålingsintensitet som innebar at grensen for maksimal eksponering for reflektert blått lys var nådd på under to minutter per dag. Basert på data fra den lampen med høyest intensitet, viste beregningene at daglig eksponeringsgrense for blått lys ble oppnådd etter ett minutt eksponering (Tabell 1). Direkte, aksidentiell belysning av øynene gir umiddelbar skade (Tabell 2).

### Diskusjon

#### Effekter på øyet

For å unngå å overskride den daglige anbefalte eksponeringstiden for blått lys, må man ikke bruke herdelampen i mer enn ett minutt per dag uten å beskytte øynene med briller som filtrerer ut det blå lyset. Selv om beregningen av denne eksponeringstiden er basert på lampen med den høyeste intensiteten, hadde alle halogenlampene en strålingsintensitet som innebar maksimal eksponeringstid på under to minutter per dag før grenseverdien er nådd. For plasmabelamper vil tiden være enda kortere. I tilfeller med mindre refleksjon enn 30 % vil lyset som når lampeoperatøren, avta tilsvarende, men selv med 10 % refleksjon kan det være vanskelig å rekke å legge ferdig en fylling før den daglige grenseverdien for blålys er nådd (ca. syv minutter med 10 % refleksjon). Refleksjonen vil ikke være den samme gjennom hele behandlingen. Den kan variere etter hvilket materiale man arbeider med, hvor i mun-

nen det arbeides og hvordan tannhelsepersonellet arbeider. Bruk av mørk, lysabsorberende kofferdam vil kunne redusere refleksjonen.

De utregnede eksponeringstidene er kortere enn dem som har blitt gjort i tidligere undersøkelser (21, 22). Selv for strålingsintensiteter som tilsvarer 10 ganger lengre eksponeringstider før grensen er nådd, ble det anbefalt øyebeskyttelse. I Moseleys artikkel erkjenner man den potensielle faren som blått lys fra herdelamper representerer, og at det er viktig å unngå unødvendig bruk av lampene (21). En oppnådd maksimal eksponeringstid på mindre enn ett sekund i nærsituasjonen, dvs. i det tilfellet man skulle være så uheldig å få lyset rett i øyet, tilsier at det er viktig at lampen alltid er avskrudd når lysherding av materialer ikke pågår.

Selv om lampeoperatøren bruker synskorrigerende briller, er det viktig å bruke egnede beskyttelsesbriller i tillegg. Vanlige brilleglass slipper gjennom det blå lyset og UV-stråling. Bruker man kontaktlinser bør man være klar over at de linsene som er tilsatt UV-filter, likevel slipper gjennom UV-stråling i varierende grad, og dette kan gi en falsk trygghet. Enkelte av disse filterne blir dessuten brutt ned ved bestråling, og mister dermed effekten over tid (23). Ved valg av beskyttelsesbriller må tannhelsepersonellet forsikre seg om at det foreligger dokumentasjon fra produsenten om brillenes beskyttelsesområde.

#### *Effekter på hud og slimhinner*

Det er flere forhold som gjør en vurdering av effektene av synlig lys og UV-stråler i munnhulen vanskelig. For det første er ikke lysutbredelsen homogen, og det er vanskelig å beregne lysintensiteten på et enkelt område. For det andre er det flere typer vev i munnhulen som har ulik evne til å absorbere og reflektere UV-stråling og synlig lys (5). Fuktighet øker penetrasjonen i slimhinnen fordi det blir mindre spredning i keratinlaget. Keratinlaget i munnslimhinnen varierer i tykkelse, og mangler helt på innsiden av lepper og kinn. Der er dessuten epitelet tynt, og det underliggende bindevevet er godt vaskularisert. Slik kan UV og synlig lys lett nå absorberende molekyler i blodet. Absorberende melanocytter finnes også i oralt epitel (24).

Det finnes et stort antall forskjellige immunceller i oral mucosa. Studier med belysning av munnslimhinnen har vist at lyset i herdelamper øker tilstedeværelsen av en spesiell gruppe T-lymfocytter (25). Det har vært gjort få immunstudier med synlig lys på hud og øye, men det er rapportert om økt proliferering av enkelte typer immunceller etter lysbehandling mot årstidsdepresjoner (26).

Den krefttypen som oftest forekommer i munnhulen er plateepitelkreft. I huden er denne kreftformen knyttet til langvarig eksponering for UVB (som ikke emitteres fra herdelamper). Det er kjent at DNA i hudceller har stor evne til reparasjon av UV-skade, men hvorvidt disse reparasjonsmekanismene finnes eller er like effektive for eventuelle UV-skader på celler i munnhulen, er ukjent.

Evolusjonsmessig har ikke munnhulevev gjennomgått samme tilvenning til UV og synlig lys som hud. Det er vanskelig å trekke konklusjoner angående eventuelle skadevirkninger av herdelamper fordi bildet av munnhulen med dens forskjellige vev og strålingsforhold er så komplekst. Det man med sikkerhet kan slå fast, er at munnhulevev har evne til

absorpsjon, refleksjon og spredning av UV-stråling og synlig lys, og at de inneholder absorbatører som melanin, blod og DNA. I tillegg kan det forekomme rester fra tannfyllingsmaterialer, hygieneprodukter og mat. Det som er usikkert, er om lysdosene som pasienten får i forbindelse med tannbehandling er tilstrekkelige til å utløse immunreaksjoner eller celleforandringer.

#### **Konklusjon**

Herdelamper som er blant de mest alminnelig brukte i dag, har så høye intensiteter at maksimale anbefalte eksponeringsdoser nås etter få minutter. Plasmabuelamper med enda høyere intensitet enn de vi har målt, finnes også på markedet (27). Skulle man ved et uhell få lyset direkte inn i øynene, overskrides eksponeringsgrensene for blått lys og UV på under ett sekund. Man må være påpasselig med å ha lampen avskrudd når den ikke er i bruk til materialherding for å forhindre utilsiktet eksponering. For å unngå skade på øynene anbefales det på det sterkeste at tannhelsepersonell bruker beskyttelsesbriller hver gang lampen brukes.

#### **Takk**

En stor takk til I. Eystein Ruyter og Hanne Wellendorf, NIOM, for tilgang til oppmålingsdata av herdelamper.

Forfatterne vil også takke Hanne Hjorth Tønnesen og Solveig Kristensen, Farmasøytisk institutt, UiO, for opplysninger og diskusjoner omkring legemidler og øyeskader, samt UV-beskyttende effekt av kontaktlinser.

Diskusjon omkring norske betegnelser på strålingsindusert øyeskade med Amund D. Ringvold, Øyeavdelingen, Rikshospitalet var svært nyttig og lærerik.

#### **English summary**

*Roll EB, Dahl JE, Johnsen B, Christensen T.*

#### **Watch out for the light from the light curing units**

Nor Tannlegeforen Tid 2002; 102: 576–80.

There is an increased use of light-cured dental restorative materials and light-curing units. The lamps vary with respect to physical characteristics like wavelength intervals and light intensity. However, the light intensity has increased compared to previous models of the same brands. Reflected light from the treated area may be hazardous to the operator's eyes. We have calculated the time that the operator can be exposed to light from the curing devices within recommended exposure limits. According to the calculations, the exposure limit will be exceeded before the curing of one filling is completed. Accidental, direct radiation exposure will result in immediate eye injury. Regular glasses and contact lenses do not protect against ultraviolet radiation (UV) and visible blue light. Even UV-blocking contact lenses partly transmit radiation of these wavelengths. It is of uttermost importance for dental personnel to wear appropriate protective glasses while operating light-curing units due to the risk of photochemical injury of the eyes from blue light and the possible long-term effects of UV.

## Referanser

1. Dahl JE, Mjör IA, Moorhead JE. Fyllingsterapi i Norge – materialvalg, holdbarhet og årsaker til revisjon. *Nor Tannlegeforen Tid* 2001; 111: 552–6.
2. Mjör IA, Dahl JE, Moorhead JE. Placement and replacement of restorations in primary teeth. *Acta Odontol Scand* 2002; 60: 25–8.
3. Berger B, Dahl JE. Valg av fyllingsmaterialer i offentlig tannpleie. En spørreundersøkelse fra Vestfold. *Nor Tannlegeforen Tid* 2001; 111: 558–61.
4. Roll EB, Ahlfors E, Dahl JE. Herdelamper kan påvirke munnslimhinnen. *NIOM info* 2001; (1): 1–2.
5. Christensen T, Dahl JE, Roll EB. Herding av dentale biomaterialer med blålys; biofysiske interaksjonsmekanismer. Haslum: NIOM rapport T-004/02, 2002.
6. Sliney DH, Wolbarsht ML. Safety with lasers and other optical sources. New York: Plenum; 1980.
7. Mainster MA. Spectral transmission of intraocular lenses and retinal damage from intense light sources. *Am J Ophthalmol* 1978; 85: 167–70.
8. Diffey H, Hart G. Ultraviolet and blue-light phototherapy – principles, sources, dosimetry and safety. York: IPPEM-Report 1997; 76: 37.
9. Sliney DH. Ultraviolet radiation effects upon the eye: Problems of dosimetry. I: Dennis JA, Stather J, redaktører. *Radiation Protection Dosimetry* 1997; 72 (Nr 3/4): 197–206.
10. Ringvold A. Damage of the cornea epithelium caused by ultraviolet radiation. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1983; 61: 898–907.
11. World Health Organization (WHO). Environmental Health Criteria No.160, Ultraviolet radiation. Joint publication of the United Nations Environmental Programme, the International Radiation Protection Association and the World Health Organization Geneva: WHO 1994.
12. Dolin PJ. Assessment of the epidemiological evidence that exposure to solar ultraviolet radiation causes cataract. *Doc Ophthalmol* 1994–95; 88: 327–37.
13. Young RW. Age related cataract. New York: Oxford University Press; 1991.
14. Smith KC. UV radiation effects: DNA repair and mutagenesis. I: Smith KC, redaktør. *The Science of Photobiology*, 2. utg. New York, London: Plenum Press; 1989: 111–34.
15. Tønnesen HH. Legemidler og lys. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1997; 117: 2481–3.
16. Cruz PD, Bergstresser PR. Photoimmunology: Effects of ultraviolet B radiation on cutaneous photocarcinogenesis and allergic contact sensitivity. I: Lim HW, Soter NA, redaktører. *Clinical Photomedicine*. New York, Basel, Hong Kong: Marcel Dekker; 1993: 137–52.
17. Om strålevern og bruk av stråling. Lov nr. 36 av 12. mai 2000. Oslo: Sosial- og helsedepartementet; 2000.
18. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). TLVs® and BEIs®
19. . Based on the documentations for Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. Cincinnati: ACGIH; 1999.
20. ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). Guidelines on limiting exposure to non-ionizing radiation. Matthes R, Bernhardt J, McKinlay A, redaktører. München: ICNIRP Report. 1999; 7/99.
21. Hårdlampor. Kunnskapsdokument från KDM. Kunnskapscenter för dentala material. Stockholm: Socialstyrelsen; 2002 (i trykk).
22. Moseley H, Strang R, MacDonald I. Evaluation of the risk associated with the use of blue light polymerizing sources. *J Dent* 1987; 15: 12–5.
23. Glansholm A. Light resin curing devices – a hazard evaluation. SSI (Statens strålskyddsinstitut) Rapport. 1985; 26.
24. Tønnesen HH, Mathiesen S-ES, Karlsen J. Ultraviolet transmittance of monthly replacement lenses on the Scandinavian market. *Int Contact Lens Clin* 1997; 24: 123–7.
25. Lindhe J, Karring T. The anatomy of the periodontium. I: Lindhe J, redaktør. *Textbook of clinical periodontology*. København: Munksgaard; 1983; 19–43.
26. Ahlfors EE, Roll EB, Dahl JE, Lyberg T, Christensen T. Blue light exposure of the oral mucosa induces T cell-based inflammatory reactions. Book of Abstracts of the 13th International Congress on Photobiology and 28<sup>th</sup> Annual Meeting American Society for Photobiology. San Francisco: AIP (Association Internationale de Photobiologie); Juli 2000: 322; 106–7.
27. Roberts JE, Whitt R, Lawless DeS, Terman JS, Terman M, Dillon J. Immune response to visible light treatment of SAD patients. I: Hollick MF, Kligman AM, redaktører. *Biological Effects of Light*. New York: Walter de Gruyter; 1992; 125–2.
28. Fano L, Ma WY, Marcoli PA, Pizzi S, Fano V. Polymerization of dental composite resins using plasma light. *Biomaterials* 2002; 23: 1011–5.

Nøkkelord: Syn; Lys; Slimhinne; Utstyr, odontologisk; Yrkesskade

Adresse: Ellen Bruzell Roll, Postboks 70, 1305 Haslum.  
E-post: ellen.roll@niom.no