

ABSTRACT

Øjenbeskyttelse mod hærdeleys

Introduktion og formål – 13 udvalgte filterprodukter til brug som øjenbeskyttelse mod blått lys ved hærkning af dentale materialer blev vurderet. Ved en tilsvarende vurdering, som blev udført i 2006, fandt man, at halvdelen af filterprodukterne havde en tilfredsstillende beskyttelsesgrad.

Materiale og metoder – Et spektrometrietrisk instrument koblet til en integrerende kugle blev brugt til at vurdere filtrenes egnethed og lysbeskyttelsesgrad. "Maksimalt tilladte eksponeringstid" blev beregnet med høj og lav sikkerhedsmargin. Udregningerne var baseret på internationale retningslinjer fra International Commission on Non-Ionising Radiation Protection vedrørende blålyseksponering af øjne.

Resultater og konklusion – Baseret på beregninger med høj sikkerhedsmargin viste 7 ud af 13 filtre en tilfredsstillende grad af beskyttelse, mens beregninger med lav sikkerhedsmargin indikerede, at 10 ud af 13 filtre var tilfredsstillende. I artiklen diskuteres øjenskader og -sygdomme, som kan udvikles og forårsages af ultraviolet (UV) stråling og synligt lys. Disse strålingsformer kan medføre akutte øjenskader. Når det gælder kroniske sygdomme som katarakt og aldersrelateret makuladegeneration, er sammenhængen ikke lige så entydig; men eksperimentel forskning underbygger i stadig større grad, at lyseksponering kan være en plausibel forklaring på sygdomsudviklingen. Brugen af øjenbeskyttelse vil eliminere eller reducere risikoen for øjenskader betragteligt. Det er afgørende, at filtrenes transmissionsgrad er tilstrækkeligt lav (0,1 %) i det bølglængdeinterval, som er relevant for hærdelamper (390-525 nm).

Sufficient øjenbeskyttelse reducerer risikoen for øjenskader fra hærdelamper

Ellen M. Bruzell, seniorforsker, dr. scient., Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer (NIOM), Oslo, Norge

Terje Christensen, forsker, dr. philos., Statens strålevern, Østerås, Norge

Bjørn Johnsen, forsker, siv. ing., Statens strålevern, Østerås, Norge

Tandklinikker anvender forskellige instrumenter og apparater, som udsender optisk stråling. Der foreligger ikke dokumentation for, at tandplejepersonale har flere øjenskader, som kan relateres til denne type stråling, end andre erhvervsgrupper. Alligevel udgør stråling fra hærdelamper den største risiko for at udvikle eller pådrage sig strålingsrelaterede øjenskader i almindelig tandlægepraksis. Denne påstand kan begrundes i flere forhold. Brugen af hærdelamper forårsager større eller mindre eksponering for personalet i de fleste klinikker. Desuden er der en velkendt sammenhæng mellem egenskaber ved det blå lys, som vore dages hærdelamper udsender, og nethindeskader, og det er praktisk muligt at opnå skadelige doser. Endelig er brug af øjenbeskyttelse ikke altid optimal, fordi den enten ikke anvendes hver gang eller har utilstrækkelig kvalitet. Kun omkring to tredjedele af personalet bruger øjenbeskyttelse (1). De øvrige strålingskilder i en tandklinik vil kunne bidrage til en samlet, uheldig øjenseksponering, fx lys fra arbejdslampen, pandelampe på lupbriller eller forkert/manglende øjebeskyttelse ved brug af laser. I klinikker med særlig udstrakt brug af laser kan der, hvis lasersikkerheden er utilstrækkelig, være fare for skade på enkeltpersoner; men det foreligger ikke nogen risikovurdering, som sammenligner den absolutte risiko fra forskellige kilder i tandlægepraksis.

EMNEORD

Eye protective devices; dental curing lights; maximum permissible exposure time; eye injury; visible light

Uheldige virkninger af lys på øjet

Øjet er udviklet til at transportere synligt lys til nethinden; men al anden optisk stråling, dvs. ultraviolet (UV) og infrarød (IR), vil med forskellige bølglængder og fotonener-

gier trænge ind i øjets yderste væv som hornhinden, forreste øjekammer, linsen og glaslegemet. En forudsætning for, at en skade kan opstå, er, at strålingen bliver absorberet, og at lysdosis er over et vist niveau. Absorption kan forekomme i cellernes DNA, vandmolekyler, proteiner og i de mange pigmenter, som findes i øjets forskellige dele, foruden i fotoreceptorerne, som videreformidler synsindtryk til hjernen.

UV-inducerede øjenskader

Akutte skader

De skader, som UV-stråling kan frembringe, vil afficere øjets yderste væv, som hornhinden og linsen. Dette kan resultere i sneblindhed (keratoconjunctivitis nivalis), som kan opstå under ophold i omgivelser med stærk refleksion fra for eksempel sne, vand eller sand (2). Det er imidlertid UVB (280-320 nanometer (nm)) og UVC (100-280 nm), som kan forårsage sådanne akutte skader, og disse typer af stråling forekommer ikke fra sædvanlige lyskilder i tandklinikken.

Kroniske skader

Mere langbølget UV (UVA) kan bidrage til udvikling af grå stær (katarakt) (3), en tilstand som kendetegnes ved at linsen bliver uklarer. Kataraktudvikling vil kunne forekomme efter akkumuleret UV-påvirkning over lang tid. Der er uenighed i fagmiljøet om, hvor stor betydning UV har for udviklingen og i hvor store doser (4). Det er kendt, at strålingstyper som røntgen (5) og IR (6) kan bidrage til kataraktudvikling, og det diskuteres om synligt lys (400-800 nm) også kan være en medvirkende faktor. Virkningsmekanismen kan være celleskader forårsaget af kemiske radikaler (med eller uden ilt), som dannes når blåt lys absorberes i forskellige øjenvæv (3,4). Mens UVA kan føre til både direkte skade på fx DNA og indirekte skade via fotosensibilisering (absorption i fx et pigment med påfølgende reaktion og dannelse af ilt- og andre radikaler som kan skade celler og væv), fører eksponering med synligt lys kun til fotosensibilisering. Laboratoriestudier indikerer, at UVA kan spille en rolle for udviklingen af pterygium, en tilstand hvor bindevæv vokser hen over hornhinden (7).

Nogle effekter, som sædvanligvis forbindes med UV-eksponering, kan opstå ved større bølgelængder end 400 nm (det såkaldte aktionsspektrum strækker sig ind i det synlige område), da disse teknisk definerede grænser for forskellige typer stråling er valgt mere på grundlag af fysisk karakter end af hensyn til biologiske reaktioner. Det er værd at være opmærksom på disse glidende overgange mellem reaktionsmekanismer forårsaget af UV eller synligt lys, da enkelte modeller af hærde lamper udsender stråling med et maksimum omkring 400 nm (overgangen mellem UV og synligt lys, demonstreret i Fig. 2) foruden det synlige lys med maksimumemission omkring 470 nm (den blågrønne del af synligt lys). De tidligere anvendte halogen- og plasmabuelamper havde ofte en stor UV-komponent i modsætning til de fleste af de i dag anvendte LED-lamper.

Blålysinducerede øjenskader

Akutte skader

Hvis øjnene udsættes for blåt lys (den synlige del af spektret) over en vis dosis, kan der opstå skader i fotoreceptorerne i øjets nethinde (retina). Det kan ske efter at lyset er blevet absorberet i synspigmenter. Alternativt kan absorption og skade forekomme i nethindens pigmentepitel. Disse skader er af fotokemisk art. Et kendt eksempel er skader i den gule plet (macula lutea), hvor centralsynet er lokaliseret, efter observation af solen under solformørkelse (solar retinitis) (8). Fotokemiske skader kan opstå akut eller som følge af kumulativ påvirkning over tid.

Kroniske skader

Både teori og laboratorieforsøg tyder på, at oksidative mekanismer bidrager til udvikling af nethindeskader som følge af blålyseksposering. Der kan dannes ilt- og andre reaktive radikaler som på forskellig vis kan forårsage celle- og vævsskader. Effekten af radikalerne kan modvirkes af antioksidanter, som kan være tilstede i varierende mængder (8,9). Med alderen vil dannelsen og mængden af lysabsorberende synspigmenter øges, og dermed vil også sandsynligheden for dannelse af reaktive oxygenforbindelser (ROS). Dette sker samtidig med, at lageret af antioksidanter aftager. Disse forhold peger i retning af, at blåt lys kan bidrage til udvikling af aldersrelateret makuladegeneration (AMD) (9).

Epidemiologiske undersøgelser er ikke lige så entydige, når det gælder sammenhængen mellem eksponering fra optisk stråling og AMD, hvilket kan skyldes, at det er vanskeligt at kontrollere eksponeringsforhold og skelne mellem effekter af UV og synligt lys, fx fra sollys. Der er i epidemiologiske undersøgelser påvist en svag sammenhæng mellem blålyseksposering, men ikke UV-eksponering, og udvikling af AMD (10). I en nyere oversigtsartikel blev optisk stråling ikke tillagt vægt som muligt bidrag til udvikling af AMD (11), mens der i en anden oversigtsartikel fra samme år er argumenteret grundigt for sammenhængen (9).

Påvirkning af døgnrytmer

Alle kunstige lyskilder kan bidrage til at påvirke døgnrytmen hos mennesker. Når synligt lys i bølglængdeintervallet 460-500 nm absorberes i nethinden, nærmere bestemt af melanopsin i de retinale ganglieceller, bliver der sendt signaler til den del af hjernen (hypothalamus) som styrer hormonforandringer i de endokrine kirtler, og som fører til fysiologiske døgnvariationer. For at opretholde døgnrytmerne er fravær af lys om aftenen nødvendig. Der dannes da bl.a. søvnhormonet melatonin (12). Der er ingen grund til at tro, at lyseksposering fra hærde lamper i dagtimerne vil bidrage til påvirkning af døgnrytmer. Ved aften- eller natarbejde, kan den samlede lyspåvirkning i tandklinikken til gengæld være så høj, at det kan føre til mindre produktion af melatonin.



Tilfælde som kræver særlig opmærksomhed

Behandlingssituationen

Sædvanligvis er det ikke nødvendigt at udstyre patienten med lysbeskyttende briller, når man lyshærder dentalmaterialer; men eventuelle assistenter eller pårørende, som sidder nær patienten i en sådan vinkel, at deres øjne kan rammes af reflekteret lys, bør beskyttes. Risikoen for utilsigtet lyseksponering er størst under behandling af fortænder.

Kunstig linse

Patienter og behandlere, som har intraokulære linseimplantater (fx efter kataraktoperation) kan have forøget risiko for øjenskade når de udsættes for UV og synligt lys. Linseimplantaterne har som regel UV-beskyttelse og nogle har også beskyttelse mod dele af det synlige lys; men hos midaldrende personer passerer bølglængder fra en LED-hærdelampe lettere gennem implantater end gennem normale linser (13).

Fotosensibilisering af lægemidler og lysfølsomhed

En række lægemidler kan absorbere UV og synligt lys og give anledning til fototoksiske og fotoimmunologiske reaktioner. Lys kan reagere med lysabsorberende lægemidler eller nedbrydningsprodukter fra disse, som bliver lagret i øjenvæv og hud. Mundhulen giver desuden lyset adgang til blodbanen gennem godt vaskulariseret væv og til tænderne, som også er i stand til at akkumulere enkelte medikamenter. Flere typer af lægemidler kan give anledning til fotosensibilisering. Eksempler på almindeligt anvendte lægemidler, som kan give anledning til fotosensibilisering, er enkelte NSAIDs, antidepressiva, midler mod psoriasis og antibiotika (tetracykliner) (14). Også det receptfri naturlægemiddel perikon (med virkestoffet hypericin) har fotosensibiliserende virkning (9). Dette præparat kan akkumuleres i nethinden. Forudsætningerne for, at et læge- eller levnedsmiddel kan udøve fototoksisk virkning i nethinden, er netop, at det kan krydse blod-nethindebarrieren, at det har evnen til at absorbere lys, og at det kan binde sig til biomolekyler i nethinden. Enkelte nanopartikler, som fullerol, har disse egenskaber (9). Sygdomme som fx porfyri og urticaria solaris samt fotodynamisk behandling af fx hudkræft og psoriasisbehandling kan medføre forøget lysfølsomhed.

Stråling fra andre lyskilder

Optisk stråling fra andre lyskilder i tandklinikken vil i princippet kunne give tilsvarende øjenskader som stråling fra hærdelamper, men i mindre grad, afhængig af faktorer som bølglængde, irradians og udbredelse af lysstrålen. Lasere, derimod, udsender optisk stråling i en samlet, meget tynd stråle, som ofte giver meget høj irradians. Lyset fra en laser kan bestå af én eller nogle få bølglængder fra hele den optiske del af spektret og kan derfor medføre helt andre fysiske og biologiske virkninger i øjet, og dermed andre øjenskader, end eksponering fra hærdelamper. Dette emne er behandlet i andre publikationer (15). Som en interessant sammenligning af de lysmængder, som kan

nå ind til øjet fra forskellige kilder, kan nævnes, at irradiansen fra hærdelamper inden for visse bølglængdeområder kan være 1.000-10.000 gange højere end sollysradiansen på jordoverfladen i Nord-Europa på en varm sommerdag, mens en laser kan give en mange gange større irradians end en hærdelampe.

Heldigvis kan risikoen for øjenskader reduceres ved forskellige simple forholdsregler. For at opnå optimal materialehærdning må lyslederen holdes parallelt med materialeoverfladen i kort og stabil afstand. Det er lettere at holde lampen rigtigt, når man ser på behandlingsområdet under belysningen. Risikoen for øjenskade kan reduceres ved ikke at anvende unødigt høj lysstyrke (irradians) eller unødigt lang belysningstid eller ved at vælge en teknologi, som hindrer lys i at komme uden for behandlingsområdet. Det er ligeledes nødvendigt at bruge gennemsigtige, men samtidig lysbeskyttende briller eller filtre. Disse kan udformes på flere måder, som påmonterede plader på hærdelampen, som håndholdte filterplader, der dækker arbejdsområdet, eller som briller. Resultater fra en undersøgelse af øjenbeskyttende filtre (16) viste, at kun halvdelen var af tilfredsstillende kvalitet. Formålet med vores undersøgelse var at måle og vurdere beskyttelsesgraden for forskellige filtre i relation til de lamper, som anvendes i tandklinikker i dag. Et andet formål var at undersøge, om kvaliteten af de øjenbeskyttende filtre, som sælges i dag, er bedre end ved den tidligere undersøgelse (16), som blev gennemført i 2006.

Materialer og metoder

Otte af de 13 filtre, som blev vurderet, blev indkøbt oktober-november 2011 fra skandinaviske forhandlere. Udvalget blev fremskaffet gennem søgning på dentaldepoternes og de skandinaviske dentalmessers hjemmesider. Tre beskyttelsesplader til montering på hærdelamper blev tilfældigt udvalgt blandt NIOM's udvalg af 15 lamper, som var anskaffet i perioden 2008-2011. Transmissionsmåling af Univet og MO Wing blev foretaget separat (Tabel 1).

Måling af filtre

Måling af produkternes filteregenskaber i bølglængdeområdet 350 – 800 nm (spektral transmittans) blev udført ved Statens stråleverns optiske laboratorium, Østerås, Norge. 12 af filtrene blev bestrålet polykromatisk med halogenhærdelampen VCL Complete (sds Kerr, Danbury, CT, USA) som lyskilde. Måling af lysflux med og uden filter (transmittans) er tidligere beskrevet (16). Spektralradiometerets måleusikkerhed var inden for $\pm 5\%$. Filteret «MO Wing» blev bestrålet polykromatisk med en 100 W Xenonlampe (Model 68805, SN 2511, Oriol Instruments, Stratford, CT, USA), og måleværdierne blev indsamlet for bølglængder i intervallet 250-800 nm. Afstanden mellem lampen og filteret var ca. 34 cm. Den integrerende sfære, som opfangede lysfluxen, blev holdt så nær filteret som muligt (3 mm). Irradianskalibreringen er sporbar til Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, Tyskland via Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos – World Radiation Center (PMOD-WRC), Davos, Schweiz. Transmittansspektrene i Fig. 1 fremkommer ved



forholdet mellem spektrum fra lyskilden med filter og et referencspektrum fra samme lyskilde uden filter.

Måling af hærdelamper

Spektral karakterisering af et udvalg af hærdelamper med forskellig irradians blev foretaget i perioden 2007-2011: Elipar Freelight 2 (3M, St. Paul, MN, USA), DemiPlus (sds Kerr, Orange, CA, USA), bluephase 16i (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), bluephase 20i (Ivoclar Vivadent), Valo (standard mode) (Ultradent, South Jordan, UT, USA), SmartLite iQ2 (Dentsply, York, PA, USA), FlashSoft og FlashMax med og uden aftagelige hætter (CMS Dental, København, Danmark), og LEDemetron II med stor og lille lysguide (sds Kerr).

Metoden er beskrevet tidligere (17). Spektralradiometeret, som anvendtes, blev kalibreret mod en standardlampe og måleværdier blev udtrykt som spektral irradians ($\text{mW}/\text{cm}^2/\text{nm}$). Irradiansen på lyskildens overflade (eksitans) kunne dermed beregnes. Den varierede mellem $635 \text{ mW}/\text{cm}^2$ og $4600 \text{ mW}/\text{cm}^2$ ($\pm 7\%$). Radiansen i $\text{mW}/\text{cm}^2 \times \text{sr}$ blev beregnet ved at måle

KLINISK RELEVANS

Lyshærdning er en del af klinikerens hverdag. Eftersom lyset fra hærdelamper er blevet stærkere med årene, og brugen af hærdelamper er øget i takt med brugen af kompositmaterialer, er det vigtigt at anvende øjenbeskyttelse for

at bidrage til at reducere potentielle lysinducerede øjenskader. Kendskab til hvilke skader, der kan opstå, kan bidrage til at øge bevidstheden om beskyttelse mod lys- og UV-inducerede påvirkninger generelt.

Produkter

| Produktnavn | Producent | Type af øjenbeskyttelse | Kvalitets- eller testmærkning af produkt |
|-----------------------------------|---|--|---|
| [Demi Plus] | sds Kerr, Bioggio, Schweiz | Plade på hærdelampe | Nej |
| [Dentmate Ledex] | Dentmate, New Taipei City, Taiwan | Plade på hærdelampe | Nej |
| [3M ESPE Elipar s10] | 3M Dental Products, St. Paul, MN, USA | Plade på hærdelampe | Nej |
| ML filter 500 | Multilens AB, Mölnlycke, Sverige | Flip-on til brille | Ja (emballage) |
| MO Wing | MeridentOptergo AB, Mölnlycke, Sverige | Bøjet plade | Ja (produkt) |
| Optitect-CL UV- + kaltlichtbrille | Hager & Werken GmbH&Co, Duisburg, Tyskland | Brille | Nej |
| Pinnacle | Kerr Total Care, KaVo Kerr Group, Washington DC, USA | Udskifteligt filter til medfølgende indfatning | Ja (emballage og brugsanvisning) |
| Polodent | Polodent instruments, Polo MB, Oisterwijk, Holland | Brille | Ja (produkt) |
| UltraTect | Uvex Sperian ompakket av Ultradent Inc, South Jordan, UT, USA | Brille | Ja (produkt) |
| Univet 519 UV 525 | Univet S.r.l., Rezzato, Italien | Brille | Ja (produkt) |
| Uvex superfit | Uvex Arbeitsschutz GmbH, Fürth, Tyskland | Brille | Ja (produkt, emballage, brugsanvisning inkl. transmissionsspektrum) |
| Vision sport | Vision, Cherry Hill, NJ, USA | Brille | Ja (produkt) |
| Zoom! (Leverandørnavn: ZM2010) | Discus Dental LLC, Culver City, CA, USA | Unident | Ja (produkt, emballage) |

Table 1. Produktinformation om øjenbeskyttelsen som blev vurderet.

Table 1. Product information of the investigated eye protection filters.



Lysbeskyttelse

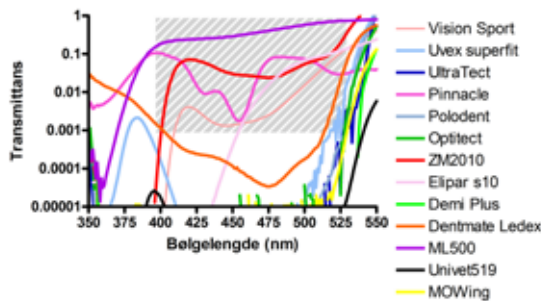


Fig. 1 Lysgennemgang af øjebeskyttelsefiltre. Lysgennemgang (transmittans) af øjebeskyttende filtre (0,001 tilsvarende 0,1 %). Demi Plus, Dentmate Ledex og 3M ESPE Elipar s10 er navnene på hærde lamprerne med de aktuelle, påmonterede filtre.

Fig. 1 Light transmittance of eye protective filters (0,001 on the axis corresponds to 0,1%). Demi Plus, Dentmate Ledex and 3M ESPE Elipar s10 are the names of the dental curing lamps with the investigated filters attached.

eksitansen til lyset fra lamperne og dividere med rumvinkelen (målt i steradianer, sr) til lyskeglen. Tilsvarende planvinkler varierede mellem 0,31 og 0,80 radianer (± 21 %).

Beregning af længste «tilladte» eksponeringstid med hærde lamper (uden beskyttelsesfilter)

Direkte, blått lys fra lampe til operatørens øjne

Dosisgrænsen på 100 J/cm²×sr per dag, som er fastsat (18,19) for akut og kronisk øjeneksponering (retinal) gælder for kunstige kilder ved erhvervsmæssig og almen eksponering i visse eksponeringstider inden for en arbejdsdag:

$$t_{\max, \text{direkte}} = (100 \text{ J/cm}^2 \times \text{sr}) / L_{\text{blåt}} \tag{ligning 1}$$

hvor $L_{\text{blåt}}$ er kilderadiansen, L_{λ} , (390 < λ < 700 nm) vægtet mod ”blålysskedefunktionen”, $B(\lambda)$ (17-19).

Reflekteret, blått lys fra patienternes tænder til

lampeoperatørens øjne

Der forudsættes isotrop spredning fra tandoverfladen og en refleksion på 30 % som beskrevet i tidligere beregninger (17). Eksponeringsdosisgrænsen giver:

$$t_{\max, \text{reflekteret}} = (100 \text{ J/cm}^2 \times \text{sr}) / L_{\text{tand}} \tag{ligning 2}$$

hvor $L_{\text{tand}} = \rho \times L_{\text{blåt}} \times \sin^2\theta$, hvor ρ er reflektans og θ er den halve planvinkel til rumvinkelen som udgår fra kilden set fra tænderne.

Beregning af længste «tilladte» eksponeringstid med beskyttelsesfilter

1) Vurdering med høj sikkerhedsmargin (baseret på filterets maksimale transmittans) t_{\max} med filter foran den aktuelle lampe blev beregnet på følgende måde:

a) direkte bestråling

$$t_{\max, \text{direkte, filter}} = t_{\max, \text{direkte}} / T_{\max}$$

hvor T_{\max} var den højeste transmittansværdi for det aktuelle filter i bølglængdeområdet 390-525 nm

b) reflekteret bestråling:

$$t_{\max, \text{reflekteret, filter}} = t_{\max, \text{reflekteret}} / T_{\max}$$

2) Vurdering med lav sikkerhedsmargin (vægtning af filterspektrum med lampespektrum)

Risiko uden beskyttelse

| | Elipar FreeLight 2 | Demi Plus | Bluephase 20i | Valo* | Bluephase 16i | SmartLite iQ2 |
|---|--------------------|-----------|---------------|-------|---------------|---------------|
| Irradians, mW/cm ² | 966 | 1579 | 1560 | 1003 | 2159 | 743 |
| Blålysvægtet radian, mW/cm ² /sr | 608 | 2025 | 868 | 656 | 1289 | 424 |
| Planvinkel, rad | 0,7 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,7 | 0,6 |
| t_{\max} direkte bestråling, minutter | 2,7 | 0,8 | 1,9 | 2,5 | 1,3 | 3,9 |
| t_{\max} reflekteret bestråling, minutter | 22,4 | 13,2 | 17,8 | 89,9 | 10,8 | 39,3 |

* Værdier for Valo gælder for « standard mode». sr: steradian; rad: radian

Tabel 2. “Maksimal tilladt eksponeringstid” for direkte og reflekteret bestråling fra hærde lamper uden øjenbeskyttelse.

$$E_{f,b} = \int_{390}^{525} [E_{\text{blåt, lampe}}(\lambda) \times T_{\text{filter}}(\lambda)] d\lambda$$

hvor $E_{\text{blåt, lampe}}(\lambda)$ er blålysvægtet irradians af lampen ved en bestemt bølgelængde, $T_{\text{filter}}(\lambda)$ er transmittansen ved en bestemt bølgelængde og $E_{f,b}$ er filtervægtet, blålysvægtet irradians. Ved at dividere med lampens rumvinkel fremkommer filtervægtet, blålysvægtet radian, som kan indsættes i ligningerne (1) og (2) ovenfor for at finde t_{max} -værdier for henholdsvis direkte og reflekteret bestråling.

Resultater

Transmittans af beskyttelsesfiltre

Andelen af lys, som slip igennem beskyttelsesfiltrene (transmittans udtrykt som % lysgennemgang sammenlignet med lys fra lampen uden filter foran), varierede mellem ca. 0,001 % (detektionsgrænsen) og 73 % i bølgelængdeintervallet 390-525 nm (Fig. 1).

Eksposering fra hærdelamper uden beskyttelsesfilter

Maksimal tilladt eksposeringstid for direkte blålysbestråling, t_{max} , fra udvalgte LED-hærdelamper med forskellig irradians var i gennemsnit 1,9 min (område: 0,5-3,9 min). Tilsvarende t_{max} for reflekteret bestråling var 23,7 min (område: 5,1-89,9 min) (Tabel 2).

Risikovurdering med høj sikkerhedsmargin

t_{max} , som gælder for direkte og reflekteret stråling gennem filtrene fra en hærdelampe med irradians i størrelsesordenen 4000 mW/cm², blev kategoriseret i tre grupper afhængig af egnethed som blålysbeskyttelse: udmærket, middel og utilstrækkelig beskyttelse (Tabel 3). Beregningerne blev foretaget på grundlag af den højeste transmittansværdi i det aktuelle bølgelængdeområde. For at sikre øjenbeskyttelse gennem en 8-timers arbejdsdag måtte filtrene have en transmittans på mindre end 0,1 % i bølgelængdeområdet 390-525 nm (området uden for det skra-

God beskyttelse

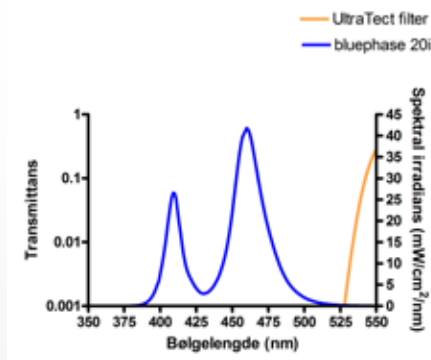


Fig. 2 Godt filter. Et eksempel på et tilstrækkelig filter, Ultratect, med transmittans lavere end 0,1 % i bølgelængdeområdet 390-525 nm. Spektret fra filteret overlapper ikke med emissionsspektret fra hærdelampen bluephase20i.

Fig. 2 Example of an adequate protecting filter, Ultratect, with transmittance lower than 0,1% in the wavelength range 390-525 nm. The spectrum from the filter does not overlap with emission spectrum of the dental curing lamp bluephase20i

verede, grå rektangel i Fig. 1). Dette krav blev tilfredsstillet hos syv af 13 filtre (se eksempel, Fig. 2).

Risikovurdering med lav sikkerhedsmargin

Beregning af t_{max} på grundlag af kombinationen af bestemte hærdelamper og filtre viste, at tre af 13 filtre vil beskytte kortere end 8 timer. Dette gælder, hvis de bliver bestrålet enten direkte eller med reflekteret lys fra hærdelamper med irradianser i størrelsesordenen 1000 mW/cm² eller højere (Tabel 4, se eksempel Fig. 3).

| | FlashSoft | | FlashMax | | LEDemetron II | |
|--|-----------|---------|----------|---------|----------------|---------------|
| | m/hylde | u/hylde | m/hylde | u/hylde | lille lysguide | stor lysguide |
| | 1408 | 2213 | 3860 | 4600 | 1376 | 635 |
| | 1235 | 1113 | 3148 | 2122 | 998 | 488 |
| | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 0,6 |
| | 1,4 | 1,5 | 0,5 | 0,8 | 1,7 | 3,4 |
| | 17,8 | 11,2 | 5,5 | 5,1 | 16,4 | 35,3 |

Table 2. "Maximum permissible exposure time" for direct and reflected blue light from dental curing lamps without eye protection filters.



Dårlig beskyttelse

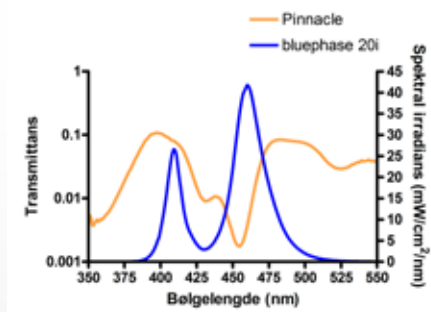


Fig. 3 Utilstrækkeligt filter. Et eksempel på et utilstrækkeligt filter, Pinnacle, som beskytter kortere end 8 timer mod direkte eller reflekteret lys fra hærdelamper med irradianser ≥ 1000 mW/cm². Spekteret fra filteret overlapper med emissionsspekteret fra bluephase20i.

Fig. 3 Example of an inadequate filter, Pinnacle, protecting less than 8 hours against direct or reflected light from dental curing lamps with irradiances ≥ 1000 mW/cm². The spectrum from the filter overlaps the emission spectrum of the dental curing lamp bluephase20i.

Diskussion

Beregningsmetoder

Den høje værdi for maksimalt tilladt eksponeringstid, t_{\max} , som fremkom ved reflekteret bestråling fra lampen Valo (Tabel 2) skyldes den mindre (plan)vinkel i lyskeglen fra denne lampe sammenlignet med de andre lamper (se forklaring af L_{land} i ligning 2). Tre egenskaber ved lampernes udstråling indvirkede på beregningen t_{\max} : irradians, rumvinkel og spektrum. Eksempelvis blev t_{\max} lavere, når filtrene ML500 og ZM2010 blev bestrålet af DemiPlus end af bluephase 20i, selv om lamperne udsendte nogenlunde lige meget lys. Forskellen lå i, at størrelsen på den lyskegle, som DemiPlus udsendte, kun var ca. halvt så stor som den, bluephase 20i udsendte (Tabel 4).

De højere t_{\max} -værdier (Tabel 4), som blev opnået med filteret Pinnacle ved bestråling af DemiPlus i forhold til bluephase 20i, kan forklares ved hjælp af formen på transmissionsspektret for Pinnacle set i forhold til lampernes udstrålings- (emissions-) spektre: Ved udstrålingsmaksimum for DemiPlus (452 nm) er filtertransmittansen lavere (mindre lys slipper gennem filteret) end ved udstrålingsmaksimum for bluephase 20i (460 nm) (Fig. 1). Den høje irradians ved FlashMax gav generelt korte t_{\max} -værdier. Endvidere udsendte lampen en smal lyskegle (lille rumvinkel), hvilket også bidrog til korte t_{\max} -værdier. DemiPlus udsendte en endnu smallere lyskegle end FlashMax, men da irradiansen ikke var så høj som for FlashMax, blev t_{\max} -værdierne ikke så korte som for FlashMax (Tabel 4). En lampe, som både udsender meget lys (høj irradians) og fordeler lyset i en smal lyskegle vil altså kunne overskride grænseværdierne for blåt lys til øjet i løbet af kort tid.

De bedste filtre havde så lave transmittansværdier (Tabel 3), at de ville beskytte mod højere lampeirradianser end de i Tabel 2 omtalte. De ville også beskytte godt, selv om lampernes udstrålingsmaksimum skulle falde sammen med bølgelængdeområder, hvor disse gode filtre lader mest lys slippe igennem (området uden om den skraverede, grå firkant i Fig. 1). Derimod vil de middelgode og de dårligste filtre enten lade for meget lys slippe igennem fra de lamper, som indgik i denne undersøgelse, eller også er sikkerhedsmarginen lille, hvis man skifter lampen ud med én, som er lidt stærkere eller udsender lys med en lidt anden sammensætning af bølgelængder. Visse LED-lamper, som fx bluephase 20i (Fig. 2) og Valo, som indgik i denne undersøgelse, har to udstrålingsmaksima, hvoraf et er nær UV-området (< 410 nm). Filteret må derfor yde god dækning i begge bølgelængdeområder.

Risikovurdering

De maksimalt tilladte eksponeringstider, som vises i Tabel 3, giver en vis sikkerhedsmargin, eftersom de er baseret på en teoretisk «worst case»-kombination af et bestemt filter og en lampe på mellem 3.000 og 4.000 mW/cm². Den mere præcise beregningsmetode (Tabel 4) gælder for kombinationen af en kendt lampe og et kendt filter. Derfor vil den ikke gælde, hvis man skifter lampe, eller der sker ændringer i lampernes irradians. Sådanne ændringer kan opstå som følge af elektriske eller mekaniske fejl eller ydre skader som fx revner i fiberoptikken i lyslederen. Resultaterne, som blev beregnet med lav sikkerhedsmargin (Tabel 4) vil heller ikke gælde, hvis der opstår skader på øjenbeskyttelsen/filteret, fx ved rengøring med et uegnet rengøringsmiddel.

Den samlede tid, der bruges på lyshærdning i klinikken, kan variere betydeligt, og vil i mange tilfælde udgøre nogle minutter pr. dag. Imidlertid er der grund til å tro, at dette tal kan blive betydeligt højere ved visse behandlinger, fx ved amalgamsanering, i tilfælde hvor der lægges flere fyldninger i én seance og ved ortodontisk behandling, hvor der indgår lyshærdning af brackets. Ved ortodontisk behandling kan den samlede lyshærdningstid komme op i 2,5 t/dag pr. operatør, forudsat at man hærdner hver tand i 20 sekunder og har 14 patienter pr. dag. Den daglige lyshærdningstid blandt norske tandlæger har været opgjort til næsten 45 min (1). Alle filtrene i kategorien «utilstrækkelig beskyttelse» beskyttede i kortere tid end en time, så hvis den daglige lyshærdningstid anslås til omkring en time, er sikkerhedsmarginen meget lav ved anvendelse af disse filtre. Angivelse af, at et filter kan bruges sammen med lamper, som er svagere end en vis værdi, fx 3.000 mW/cm² (Tabel 3), må tolkes med en vis forsigtighed. Problemet er, at irradiansværdien ikke altid er kendt, og at den, som beskrevet ovenfor, kan ændre sig ved brug af lampen. Desuden kan refleksionen øges, hvis lyset rammer metalinstrumenter og andre stærkt reflekterende overflader.

Grænseværdierne er sat ud fra en 8-timers arbejdsdag, og siger ikke noget om gentagen eksponering; men det er kendt, at

lysinducerede nethindeskader kan forekomme efter akkumulerede bestrålinger over tid, selv om hver enkelt bestråling ikke nødvendigvis overskrider grænseværdien for akut bestråling (8). For en stor del af tandplejepersonalet er lyshærdning en daglig aktivitet, som kan give en samlet høj eksponering gennem flere år.

Generelle betragtninger om øjenbeskyttelse

Det er vigtigt at have information om både filter- og lampespektrum, når man skal finde en egnet øjenbeskyttelse. I praksis er denne information svær at finde: Af de 13 filterprodukter, som blev testet, har kun UvexSuperfit oplyst transmissionsspektret i brugsvejledningen. Øjenbeskyttelsen «ML500», som var blandt de filtre, der klarede testen dårligst, blev undersøgt, fordi den blev anvendt i en tandlægepraksis i Sverige. Det er nærliggende at tro, at dette filter er blevet solgt ved en fejltagelse, og at det var et andet af forhandlerens filtre, som skulle have været anvendt ved lyshærdning. Dette eksempel viser, hvor vigtigt det er, at forhandlerne har kendskab til, hvad øjenbeskyttelsen

skal bruges til, og at man ikke bare vælger et tilfældigt orange filter.

Arealet af de påmonterede plader på lampernes lysledere er relativt lille, og det er vanskeligt at positionere pladen, så reflekteret stråling ikke kan slippe forbi og ramme operatør eller assistent i øjet. Dermed giver sådanne plader en falsk beskyttelse. I den tidligere undersøgelse (16) fandt vi, at kvaliteten var tilstrækkelig ved én af tre aftagelige filterplader. I den aktuelle undersøgelsen var der ligeledes én ud af tre filterplader, som havde god kvalitet; men værdien heraf er begrænset, når størrelsen er for lille, og det er vanskeligt at placere den rigtigt. Håndholdte plader vil yde god beskyttelse, hvis de holdes, så lyset forhindres i at nå øjnene både på den, som hærdes, og den, som holder pladen. Den bedste beskyttelse vil kunne opnås med briller eller visir, eventuelt med en plade som er stor nok til at dække både patientens mund og lyslederen. Mange hævder, at det er vanskeligt at kombinere øjenbeskyttelse mod blå lys med brug af lupbriller. Denne kombination håndteres på individuel vis, fra ikke at bruge lupbriller ved hærdning, til skiftevis

Risiko med beskyttelse

| Udmærket beskyttelse | Transmittans % (maksimum) | t_{\max} mindst (timer) | |
|---------------------------------|---------------------------|--|--|
| | | Reflekteret | Direkte |
| DemiPlus (filter på lampe) | 0,0001 | Mere end 8 timer (21-70 000 timer) Univet: mere end ~17 timer ved 1000 mW/cm ² | Uvex superfit: 2,2 timer. Øvrige mere end 8 timer (24-7000 timer) |
| OptitectCL | 0,0020 | | |
| Polodent | 0,0220 | | |
| UltraTect | 0,0400 | | |
| UvexSuperfit* | 0,1000 | | |
| MO wing | 0,034 | | |
| Univet519 | 0,018 | | |
| Middelgod beskyttelse | | | |
| DentmateLedex (filter på lampe) | 2 | 4,1 | 0,04 |
| Utilstrækkelig beskyttelse | | | |
| VisionSport | 11 | 0,9 | 0,08 |
| Elipar s10 (filter på lampe) | 12 | 0,7 | 0,07 |
| ML500 | 73 | 0,1 | 0,01 |
| Pinnacle | 10 | 0,9 | 0,08 |
| ZM2010 | 20 | 0,4 | 0,05 |

* <0,1 % i gennemsnit for bølglængder 519-525 nm, selv om enkelte værdier i dette område er højere (maksimum: 0,4 %) (se Fig. 1).

Middelgod beskyttelse: Kan bruges til lamper med irradians lavere end ca. 3000 mW/cm².

* <0,1% in average for the wavelength range 519-525 nm, although certain values in this range is higher (max. 0,4%; Fig. 1).

Mediocre protection: Can protect against lamp irradiances less than about 3000 mW/cm².

Tabel 3. Beskyttelse fra filtre angivet som «maksimal tilladte eksponeringstid», t_{\max} , med høj sikkerhedsmargin. Irradians ≥ 3.000 mW/cm² fra en hærdelampe er lagt til grund for beregningerne.

Table 3. Protection from filters expressed as “maximum permissible exposure time”, t_{\max} , with a large safety margin. The estimated values are based on curing lamps with irradiance ≥ 3000 mW/cm².

at bruge lupbrillerne og øjenbeskyttelsen. En mere kreativ løsning er at sætte en brillesnor i lupbrillerne, så de kan sænkes og bytte plads med filterbrillerne, som sænkes fra pandeposition til næseroden. Det anbefales ikke at dreje hovedet væk under hærkning, da det viser sig, at hånden, som holder lampen, let vil bevæge sig så lyset fra hærdelampen rammer forkert eller i for stor afstand så hærkningen bliver ufuldstændig (20). Faren for opvarmning af blødtvæv vil også kunne være tilstede, når man ikke har fuld kontrol over placeringen af hærdelampen.

Anvendelse af lupbriller vil ikke nødvendigvis øge risikoen for øjenskader. Lysmængden til øjet vil øges; men den vil blive spredt over et større område i nethinden (på grund af forstørrelseseffekten), så lysintensiteten (irradiansen som når nethinden) ikke bliver større. På den anden side kan det tænkes, at automatiske øjenbevægelser vil aftage, fordi man stirrer mere med lupbrillerne på, og det kan igen medføre, at lysmængden til nethinden vil øges. Automatiske øjenbevægelser vil ellers fordele lysenergien over et større område af nethinden og derved yde beskyttelse ved, at hvert punkt får en lavere total lysdosis.

Konklusion

Antallet af sufficient øjenbeskyttende produkter, som er tilgængelige på markedet til brug ved lyshærkning af dentale materialer, har ikke ændret sig siden den forrige undersøgelse i 2006.

Brug af øjenbeskyttelse i form af filterbriller eller -plader er enkle tiltag, som kan eliminere eller kraftigt reducere risikoen for eventuelle øjenskader.

Risikoen for øjenskader uden brug af beskyttelse er afhængig af lampernes fysiske egenskaber.

Hvis man benytter en lavere sikkerhedsmargin ved beregning af «maksimal tilladt eksponeringstid», vil 10 af de 13 testede produkter være tilstrækkelige; men denne beregning kræver, at kombinationerne af spektrene til beskyttelsesfiltrene og hærdelamperne er kendt.

Blåt lys og UV kan give akutte øjenskader. Laboratorieforsøg og epidemiologiske undersøgelser peger i retning af, at blåt lys kan bidrage både til kroniske øjenlidelser som udvikling af katarakt og til aldersrelateret makuladegeneration.

Tak

Undersøgelsen fik finansiel støtte af Kunskapscentrum för Dentala Material, Socialstyrelsen, Sverige, og Helsedirektoratet, Norge. Forfatterne takker Tommy Nakken Aalerud, (tidligere ansat) og Thomas B. Aleksandersen, begge Statens strålevern, Østerås, Norge for opmålinger af beskyttelsesfiltre. Vi takker henholdsvis leverandørerne/producenterne ProVista og MeridentOptergo AB som lod NIOM inkludere testresultaterne i denne undersøgelse.

Risiko med beskyttelse

| t_{\max} (timer) | | (irradians, mW/cm ² ; romvinkel, sr) | | | | |
|--------------------|------------|---|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Filter | | <i>Elipar Freelight 2</i> (966; 1,3) | <i>Demi Plus</i> (1579; 0,7) | <i>bluephase20i</i> (1560; 1,1) | <i>bluephase16i</i> (2159; 1,3) | <i>FlashMax*</i> (3860; 0,9) |
| ML500 | Reflekeret | 1,20 | 0,70 | 0,90 | 0,50 | 0,30 |
| | Direkte | 0,10 | 0,04 | 0,10 | 0,06 | 0,03 |
| ZM2010 | Reflekeret | (12,40) | 6,70 | ≈ 8,00 | 4,90 | 3,10 |
| | Direkte | 1,50 | 0,40 | 0,90 | 0,60 | 0,30 |
| Pinnacle | Reflekeret | (33,22) | (20,60) | (11,20) | (15,40) | 5,00 |
| | Direkte | 4,10 | 1,30 | 1,20 | 1,80 | 0,50 |

* Med aftagelig kappe. Irradians er højere uden denne.

* With disposable sleeve. The irradiance is higher without sleeve.

Tabel 4. Beskyttelse fra filtre angivet som «maksimal tilladte eksponeringstid», t_{\max} , med lav sikkerhedsmargin. Filtrene beskytter kortere end 8 t ved eksponering fra reflekteret og direkte stråling fra mindst én af hærdelamperne. Lamper med ulig irradians og/eller lyskjegler blev valgt for at demonstrere sammenhængen med t_{\max} . Tallene i parentes svarer til $t_{\max} > 8$ t, men er taget med for sammenligningens skyld.

Table 4. Protection from filters expressed as “maximum permissible exposure time”, t_{\max} with a low safety margin. The filters protect for < 8 hours when exposed to direct and reflected blue light from at least one of the curing lamps. Lamps with different irradiance and/or emission geometry were chosen to demonstrate the relationship with t_{\max} . The values in parentheses correspond to $t_{\max} > 8$ hours and are shown for comparison.

Forklaring af udtryk

Integrerende sfære: En optisk komponent i lysmålerudstyr som ser ud som en hul kugle. Overfladen på indersiden er lavet af en reflekterende belægning, som gør, at lysfeltet på kuglefladen er udjævnet. En lyssensor er placeret inde i kuglen og måler det udjævnede lys. Integrerende kugler har ofte større areal på indgangsporten end en flad sensor, hvilket kan være en fordel, når lysfeltet er bredt og ujævnt.

Irradians: Effekt af fotoner fra en lyskilde pr. arealenhed på en plan flade, som rammes af fotonerne (W/m^2 ; for hærde-lamper oftest målt i milliwatt pr. kvadratcentimeter (mW/cm^2)). Mere populære betegnelser er lysstyrke eller lysintensitet.

Isotrop spredning: Ens udsendelse af lys i alle retninger fra alle punkter på en overflade.

Lysflux: Effekt (watt) af fotoner som sendes ud fra lyskilden i alle retninger.

Optisk stråling: Ultraviolet (UV)-, synlig og infrarød (IR) stråling repræsenterer elektromagnetisk stråling i bølglængdeintervallet 100 nm – ca. 0,5 mm. UV- og IR-stråling inddeles ofte i mindre bølglængdeintervaller, benævnt henholdsvis UVC, UVB og UVA og IRA, IRB og IRC eller nær- og fjern IR.

Polykromatisk: Flere bølglængder.

Radians: Effekt af fotoner fra en lyskilde pr. arealenhed og rumvinkel, set fra en tænkt kugleoverflade ($W/m^2 \times sr$).

Reflektans: Den fraktion af indkommende lys som reflekteres.

Retina: nethinde.

Rumvinkel: Et mål på størrelsen af lyskeglen fra en lampe. Den udtrykkes som arealet på den kugleoverflade, som enden af keglen spænder over, divideret med kvadratet af kuglens radius (man tænker sig, at lampen er anbragt i centrum af en tænkt kugle). Måleenhed: steradian (sr).

Spektral transmittans: Lysgennemgang gennem et filter for hver bølglængde af lyset. Måleenhed: Relativ mængde lys (ubenævnt/nanometer (nm)).

Vægtning: Bruges i matematisk sammenhæng. I dette tilfælde med spektra blev hvert punkt med en værdi i et interval i en dataserie multipliceret med samhörende punkter i en anden dataserie. Produktspekteret demonstrerer bestemte egenskaber som fx, at blått lys giver mest nethindeskade ved 440 nm.

ABSTRACT (ENGLISH)

Appropriate eye protection filters prevent ocular damage from curing light

Introduction and purpose – A study was performed to assess 13 different eye protection filters, glasses and shields, intended for use with dental material light curing procedures as a follow-up to a similar investigation in 2006.

Material and methods – To assess safety and efficiency, the spectra of curing lamps and filters were measured using a spectroradiometric instrument and integrating sphere. Based on international guidelines from the International Commission on Non-ionising Radiation Protection for blue light exposure to the eyes, the "maximum permissible exposure time", (t_{max}) for the protection filters were calculated with high and low safety margins. The high safety margin risk estimation was based on transmission spectra of the filters, whereas the estimation accepting a lower

safety margin was based on the overlap between emission spectra of several different curing lamps with known emission and the transmission spectra of the filters.

Results and conclusion – According to the high safety estimations, 7 of 13 products had acceptable filtering qualities. Low safety estimations increased the number of acceptable filters to 10. Eye hazards and diseases either known or suggested to be induced by UV radiation and/or blue light were discussed. UV and blue light can cause acute eye hazards, whereas increasing evidence suggests that blue light contributes to chronic diseases, such as cataracts and age-related macular degeneration. The use of eye protection with adequately low transmission properties (0.1%) in the relevant wavelength range (390-525 nm) will eliminate or greatly reduce the risk of eye hazards when light curing dental materials.

Litteatur

- Hauge IHR, Widmark A, Bruzell E. Bruk av røntgendiagnostikk blant norske tannlegar. Prosjekttretta tilsyn etter ny forskrift om strålevern og bruk av stråling. StrålevernRapport 2009:2. Østerås: Statens strålevern, 2009. (Set 2014 november). Tilgjengelig fra: URL: <http://www.nrpa.no/dav/Oed90efa8d.pdf>
- Sliney DH. Ultraviolet radiation effects upon the eye: Problems of dosimetry. In: Dennis JA, Stather J, eds. Radiation Protection Dosimetry 1997;72:197-206.
- Roberts JE. Ultraviolet radiation as a risk factor for cataract and macular degeneration. Eye Contact Lens 2011;37:246-9.
- Eaton JW. UV-mediated cataractogenesis: a radical perspective. Doc Ophthalmol 1994;1995;88:233-42.
- Ainsbury EA, Bouffler SD, Dörr W et al. Radiation cataractogenesis: a review of recent studies. Radiat Res 2009;172:1-9.
- Okuno T. Thermal effect of visible light and infra-red radiation (i.r.-A, i.r.-B and i.r.-C) on the eye: a study of infra-red cataract based on a model. Ann Occup Hyg 1994;38:351-9.
- Chao SC, Hu DN, Yang PY et al. Ultraviolet-A irradiation upregulated urokinase-type plasminogen activator in pterygium fibroblasts through ERK and JNK pathways. Invest Ophthalmol Vis Sci 2013;54:999-1007.
- Wu J, Seregard S, Algvere PV. Photochemical damage of the retina. Surv Ophthalmol 2006;51:461-81.
- Wielgus AR, Roberts JE. Retinal photodamage by endogenous and xenobiotic agents. Photochem Photobiol 2012; 88:1320-45.
- Klein BEK, Klein R. Lifestyle exposures and eye diseases in adults. Am J Ophthalmol 2007;144:961-9.
- Ambati J, Fowler BJ. Mechanisms of age-related macular degeneration. Neuron 2012;75:26-39.
- Roberts JE. Circadian rhythm and human health. 2010. (Set 2014 november). Tilgjengelig fra: URL: <http://www.photobiology.info/Roberts-CR.html>
- Mainster MA. Violet and blue light blocking intraocular lenses: photoprotection versus photoreception. Br J Ophthalmol 2006;90:784-92.
- Kleinman MH, Smith MD, Kurali E. An evaluation of chemical photoreactivity and the relationship to phototoxicity. Regul Toxicol Pharmacol 2010;58:224-32.
- Bruzell EM, Nilsen LTN. Trygg bruk av laser i tannpleien. In: Holmstrup P, ed. Aktuell Nordisk Odontologi 2014. København: Munksgaard Danmark, 2014;167-82.
- Bruzell E, Johnsen B, Aalerud TN et al. Evaluation of eye protection filters for use with dental curing and bleaching lamps. J Occup Environ Hyg 2007;4:432-9.
- Bruzell E, Johnsen B, Aalerud TN et al. In vitro efficacy and adverse effects of light-assisted tooth bleaching. Photochem Photobiol Sci 2009;8:377-85.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP). Guidelines on limits of exposure to broad-band incoherent optical radiation (0.38 to 3 μm). Health Phys 1997;73:539-54.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (ICNIRP). Guidelines on limits of exposure to incoherent visible and infrared radiation. Health Physics 2013;105:74-96. (Set 2014 november). Tilgjengelig fra: URL: http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPVisible_Infrared2013.pdf
- Price R, Shortall A, Palin W. Contemporary issues in light curing. Oper Dent 2014;39:4-14.

Diagnosen:

18

huller af 108 mm

Lyder det som en udfordring, du godt kan klare?
Så kom til **Golfturnering med Dansk Tandforsikring!**



Heldagsturnering
Morgenmad
Frokost
Præmier
& masser af kollegaer!
Kun 250 kr.

Turneringsdatoer:

12. juni:
Lübker Golfresort,
Aarhus

19. juni:
Furesøen,
Nordsjælland

Tilmelding:
david@danskandforsikring.dk

Dansk Tandforsikring 
VED GLOBAL DENTAL INSURANCE A/S

Bundsolid
Professionel
Personlig

Husk, vi er
tandlægernes bank

Vil du videre, så ring til os på
3378 2388 og aftal et møde.
Du kan også læse mere om
Lån & Spar Erhverv og vores
fokusområder på www.lsb.dk/erhverv

Lån & Spar Bank A/S, Højbro Plads 9-11,
1200 København K, Cvrnr: 13 53 85 30



Helle Kvist Ilskjær
Erhvervsdirektør



Kristian Ebdrup
Erhvervs-kundecheff

lån & spar

din personlige bank



Dokumenteret efteruddannelse:

Optjen point med Tandlægebladet

I forbindelse med dokumenteret efteruddannelse har Tandlægeforeningens erhvervsaktive medlemmer mulighed for ved hjælp af en selvtest at dokumentere, at de har sat sig ind i faglig-videnskabelige artikler, bragt i Tandlægebladet.

Selvtestene bringes i forbindelse med originalartikler og oversigtsartikler. De består af tre spørgsmål, som dækker artiklens faglige indhold. Hvert spørgsmål har tre svarmuligheder, hvoraf **der er et korrekt svar pr. opgave**. Besvares selvtesten korrekt (alle svar er rigtige), opnås 1 point svarende til en times efteruddannelse.

Hvordan gør jeg?

Gå ind på Tandlægebladets webside Tandlaegebladet.dk. På forsiden til højre finder du boksen "selvtest", hvor du kan logge ind med dine koder til Tdlnet.dk. Herefter gennemføres selvtesten ved afkrydsning i svarrubrikkerne. Det er muligt at gentage selvtesten, indtil den er bestået.

For at overføre 1 point til dine efteruddannelsesaktiviteter **skal du selv indberette dem på Tdlnet.dk**. Klik på banneret med overskriften "Klik her for at registrere dine eksterne kurser" på forsiden af Tdlnet.dk. Du kan også gå ind på Efteruddannelsens sider og vælge menupunktet Kurser > Mine kurser.

For at registrere selvtesten korrekt skal du under "Kursusnavn" skrive "Selvtest" og evt. bladnummer fx "Selvtest TB12". Under "Kursusdato" vælger du dags dato, og under "Kursusansvarlig" skriver du Tandlægebladet. Til slut anfører du 1 point. Slut med at trykke "Gem".

Selvtest for artiklen:

Sufficient øjenbeskyttelse reducerer risikoen for øjenskader fra hærde lamper

Tandlægebladet 2015;119:368-78.

Spørgsmål 1.

Hvilken type stråling udsender de fleste LED-hærde lamper?

Svar A. Ultraviolet (UV) stråling

Svar B. Blåt, synligt lys

Svar C. Infrarød stråling

Spørgsmål 2.

Hvor stor en procentdel af de øjenbeskyttelsesmidler, som blev testet i denne undersøgelse, var gode nok?

Svar A. Ca. 50 %

Svar B. Ca. 90 %

Svar C. Ca. 40 %

Spørgsmål 3.

Hvilken information er vigtig, når du skal købe øjenbeskyttelse til brug ved lyshærdning?

Svar A. At den lader mindre end 0,1 % af lyset i bølglængdeintervallet 390-525 nm passere

Svar B. At den er CE-mærket og/eller testet efter en standard

Svar C. At den ikke lader UV-stråling passere



Tag testen på din smartphone!

Som noget nyt kan du nu tage testen på din smartphone. Scan QR-koden eller indtast Selvtest.tandlaegebladet.dk i browseren.



14 KR* PR. ARBEJDSTIME

Den nye XO 4 gør dig i stand til at udføre de bedste behandlinger på trygge patienter, samtidig med at du passer på dit helbred og din økonomi.

Det er vigtigt, da du sandsynligvis vil tilbringe mere end 20.000 arbejdstimer i selskab med din næste arbejdsplads.

Du kan selvfølgelig vælge at købe en billigunit og spare nogle få kroner.

Men så får du ikke glæde af XO værdierne.

* Gå ind på xo-care.com for at få mere at vide.



XO CERTIFICEREDE SAMARBEJDSPARTNERE:

Nordenta • nordenta.dk • 87 68 16 11

Digital Dental Danmark • digitaldental.dk • 72 34 42 33

Dent Support • dentsupport.dk • 70 23 31 21

XO[®]
xo-care.com