

POST ACADEMIAM

MAATREGELEN TEGEN DE SCHADELIJKE INVLOED VAN ULTRAVIOLETTE STRALING IN DE TANDHEELKUNDE

R. LEHMAN
C. L. DAVIDSON

*Uit de vakgroep Orthodontie
van de Universiteit van Amsterdam.
Voorzitter: Prof. Dr. N. E. A. Myrberg.
Uit de vakgroep Tandheelkundige Materiaalwetenschappen
van de Universiteit van Amsterdam.
Voorzitter: Dr. C. L. Davidson.*

Trefwoorden: Ultraviolette straling – Stralingsabsorptie

Sinds enkele jaren worden in de tandheelkunde voor verschillende doeleinden kunststoffen gebruikt, waarbij het polymerisatieproces door middel van ultraviolette straling op gang wordt gebracht. Omdat deze materialen regelmatig in de praktijk toepassing vinden zoals bij het sealen van occlusale fissuren, de vervaardiging van klasse IV-restauraties en het bevestigen van brackets voor orthodontische doeleinden, bestaat het risico van weefselschade ten gevolge van de werking van deze straling. Het verdient in het bijzonder aanbeveling om de ogen van de operateur te beschermen. Weliswaar heeft men bij deze techniek slechts te maken met de zgn. ultraviolette-A-straling, dat is dat deel van het elektromagnetisch spectrum dat direct 'naast' het zichtbare licht (zie afb. 1), maar ook hiervan is de invloed op biologische systemen ondubbelzinnig aangetoond.

De intensiteit van de spectraallijnen onderling varieert van lamp tot lamp. Soms blijkt de intensiteit van de spectraallijnen in het zichtbare gebied zeer gering te zijn, terwijl bij andere lampen deze juist groter is dan die van het ultraviolet. Omdat alle lampen de, voor de polymerisatiestart essentiële, 365 nm ultraviolette stralingsband emitteren en de banden in het zichtbare deel van het spectrum voor deze apparatuur meestal bij resp. 404 en 435 nm liggen, zijn de absorptie- of transmis-

siewaarden steeds voor deze drie golflengten bepaald. Met behulp van diverse soorten filters, welke in de stralengang werden geplaatst, kon worden vastgesteld, dat alleen die delen van het emissiespectrum, die zich in de 365 nm band bevinden, verantwoordelijk zijn voor de initiatie van het polymerisatieproces. De overige banden (404 nm en 435 nm), beide in het zichtbare deel van het spectrum zijn alleen bedoeld als indicatie voor het goed functioneren en richten van de lamp en om het operatieterrrein te verlichten. Bij het gebruik van brilleglazen ter bescherming van het oog, mogen deze zichtbare banden dus niet geheel weggefilterd worden. De mogelijke invloeden van ultraviolette straling op biologische systemen werden kort geleden in dit tijdschrift uitvoerig besproken (Lehman, 1978). Hoewel in materiaalkundig opzicht het laatste woord over de door ultraviolette straling initieerbare kunststoffen nog niet gezegd is, lijken er voldoende aantrekkelijke aspecten aanwezig om te veronderstellen dat reeds veel tandartsen, orthodontisten en mondhygiënisten van de genoemde apparatuur gebruik maken. De leveranciers en fabrikanten van die instrumenten verzuimen in het algemeen de gebruikers te wijzen op de mogelijke risico's. Wij hebben daarom die maatregelen onderzocht,

Samenvatting:

Om stralingsrisico's bij het gebruik van ultraviolet licht in de tandheelkunde zoveel mogelijk te kunnen verminderen, werden diverse materialen onderzocht. Bij gebruik van een speciaal brilleglas en chirurgische handschoenen door de tandarts/assistente en cofferdam bij de patiënt blijkt de op het lichaam ontvangende straling tot een fractie van de oorspronkelijke dosis te worden gereduceerd.

waarmee op een simpele wijze bescherming van met name de ogen, gerealiseerd kan worden. In dit artikel wordt verslag gedaan van een onderzoek naar het filterend vermogen van een aantal materialen zoals brilleglas, cofferdam en chirurgisch handschoenenrubber voor de betreffende straling.

Materiaal en methode

Vier verschillende ultraviolette stralingsbronnen werden onderzocht (zie tabel I). Hiertoe werd het emissiespectrum bepaald aan de tip van het instrument (zie afb. 2) op een afstand die overeenkomt met die welke in de tandheelkundige praktijk voorkomt. Daarvoor werd gebruik gemaakt van een spectraalfotometer van het type M4QIII-PMQII (Carl Zeiss, Oberkochen, West-Duitsland). Afhankelijk van het gestelde doel werd naast de stralingsbronnen zoals in tabel I genoemd, een wolfram gloeilamp van 30 W of een waterstoflamp type H30D3 (Carl Zeiss) gebruikt. Afbeelding 3 toont een typisch emissiespectrum van een in de tandheelkunde toegepaste hogedruk kwiklamp.

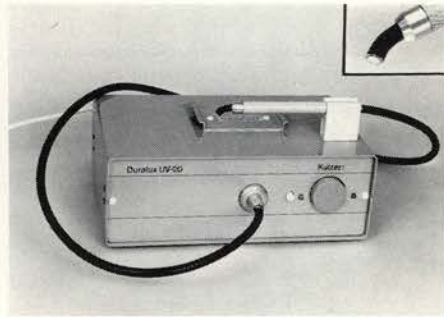
Met deze apparatuur werd vervolgens de selectieve absorptie gemeten van een reeks in de handel zijnde (zonne)brilleglazen (tabel II), typen cofferdam en chirurgische handschoenen (tabel III). Hierbij werd aandacht geschonken aan de absorptie van de biologisch schadelijk geachte golflengtes, terwijl met name voor de brilleglazen gestreefd werd naar transmissie van het gehele zichtbare spectrum (zie afb. 1). De relatieve transmissie van

Afb. 1. Het elektromagnetische spectrum van 200-780 nm.



Tabel I. Een aantal voor de tandheelkunde ontwikkelde ultraviolette stralingsapparaten

Merk	Fabrikant
Estilux-U.V.-System	Kulzer
Pluraflex U.V. Lamp	Litema
Urio-Fil	Espe
Nuva-Lite	L.D. Caulk Company



Afb. 2. Een apparaat voor het opwekken van ultraviolette straling met daaraan verbonden een handstuk met 'stralingstip'.

de straling door de verschillende materialen ten opzichte van de ongehinderde straling werd uitgedrukt in percentages.

Resultaten

De emissiespectra van de voor polymerisatie-initiëring ontwikkelde ultraviolette stralingsbronnen vertoonden in het algemeen een aantal verschillende smalle banden (zie afb. 3). Bij het merendeel der onderzochte apparaten bevonden deze banden zich rondom 365, 405 en 435 nm [1 nm (nanometer) = 10⁻⁹m = 10 Å].

De relatieve transmissie van de door ons onderzochte brillenglazen is weergegeven in tabel II. Ter beoordeling van de invloed van de glasdikte is in de 3e kolom de dikte van de aan ons geleverde en vervolgens onderzochte glazen vermeld. De transmissie van de cofferdam en handschoenen-rubberfolie ter bescherming van de huid is op een vergelijkbare wijze getoetst. De resultaten hiervan zijn in tabel III weergegeven.

Discussie

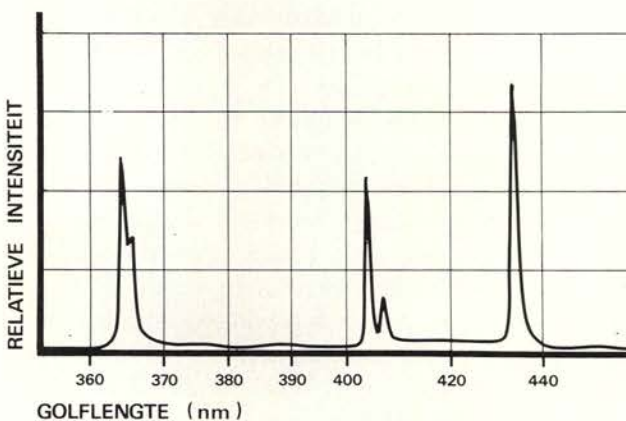
Bij de bepaling van absorptie dan wel transmissie van een stof geldt bij niet al te hoge concentraties de wet van Lambert-Beer: $I = I_0 e^{-kd}$. Hierin stelt I de intensiteit van het door het medium doorgelaten stralenbundel voor en I₀ die van de ongehinderde bundel. Voorts betekent d de dikte van het medium en k de absorptiecoëfficiënt. In principe heeft men naast absorptie ook rekening te houden

Tabel II. De relatieve transmissie in procenten van een aantal commerciële merken brillenglazen in het golflengtegebied 365-435 nm.

Merk	Fabrikaat	Glasdikte in mm	Golflengtegebied in nm		
			365	404	435
Noviol	Am. Opt. Co.	3,2	0,08	0,04	0,06
Didymium	"	3,6	13,7	82,0	54,3
UC. br15	"	1,8	72,0	75,2	77,6
Neophan 50%	Rupp & Hubrach	2,1	15,8	63,5	67,6
L. Tital	Zeiss	2,1	60,0	92,5	94,6
R. Tital	"	1,4	48,8	77,0	83,0
Clarlet	"	1,7	13,8	88,8	91,0
Clarlet ontspiegeld	"	1,8	13,5	86,2	90,2
Punktal rose ontspiegeld	"	1,9	26,2	86,8	89,0
Punktal	"	2,0	90,0	91,2	91,6
Punktal ontspiegeld	"	1,9	92,0	95,1	96,8
Umbramatic	"	1,5	5,8	49,0	78,9
Umbramatic Punktal	"	1,9	53,7	61,0	64,3
Uropal	"	2,1	80,1	83,8	81,1
Uropal ontspiegeld	"	1,9	84,0	88,4	87,2

Tabel III. Procentuele transmissie van enige rubbersoorten voor straling met golflengten van resp. 365, 404 en 435 nm.

Merk	Fabrikaat	Dikte in mm	Golflengte in nm		
			365	404	435
Regent dispo surgeons glove	London Rubber Co.	0,25	0,5	1,6	1,9
Sempermed surgeons glove	Semperit Austria	0,22	1,4	3,0	4,1
Semperit surgeons glove	Semperit Austria	0,18	7,4	13,2	17,2
Rubberdam heavy	The hygienic dental MFO Co. Akron	0,26	0,06	0,2	0,29
Rubberdam light	The hygienic dental MFO Co. Akron	0,20	0,14	0,3	0,42



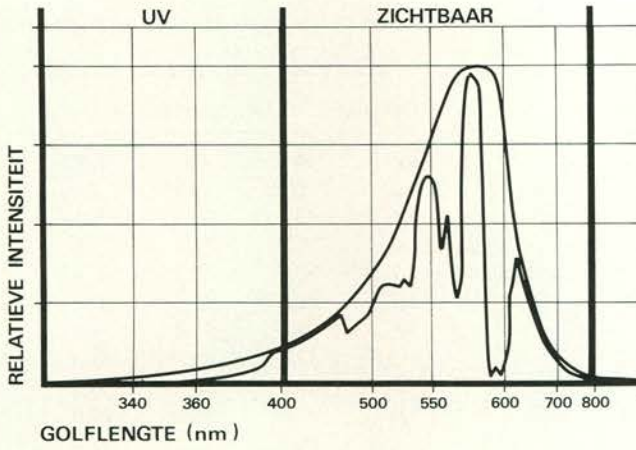
Afb. 3. Een typisch emissiespectrum van een in de tandheelkunde gebruikte hogedrukkwiklamp. Alleen de 365 nm band ligt in het ultraviolette stralingsgebied en is essentieel voor de polymerisatie initiëring.

met reflectie van de oorspronkelijke stralen tegen het medium. Men spreekt daarom van de absorptie factor of coëfficiënt van absorptie, als de verhouding van het intensiteitsverlies door absorptie en de oorspronkelijke straling. Eerder genoemde I is derhalve de som van de intensiteiten van de gereflecteerde (I_r) en de doorgelaten (I_t) straling. In

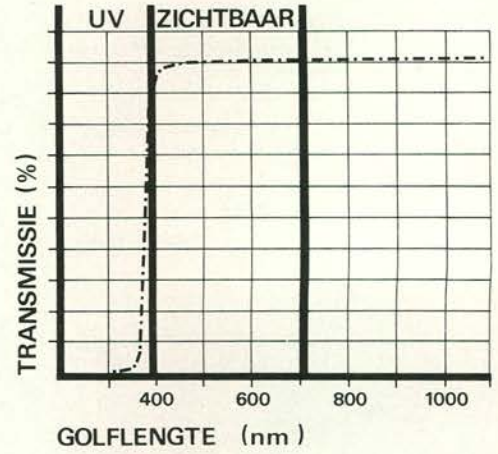
formule is de coëfficiënt daarom gelijk aan

$$\frac{(I_r + I_t) - I_0}{I_0} = 0$$

Bij procentuele weergave wordt deze factor dan met 100 vermenigvuldigd. Van de onderzochte brillenglazen bleek Noviol in het voor onze ogen



Afb. 4. Het door Didymium veroorzaakte transmissiespectrum over het emissiespectrum van een wolfram lichtbron.



Afb. 5. De transmissiecurve van het Umbromatic brillleglas.

schadelijke gebied van 365 nm de grootste absorptie te vertonen. Een nadeel van dit glas echter is dat de zichtbare lijnen uit het onderzochte spectrum eveneens voor vrijwel 100% werden gefiltreerd. Dat betekent dat de operateur met een bril van Noviol glas niet kan zien of de lamp brandt en geen goede indicatie heeft hoe hij de tand op zo voordelig mogelijke manier moet beschijnen. Bovendien zou de donkergele kleur een ongewenst psychisch effect op de patiënt kunnen uitoefenen.

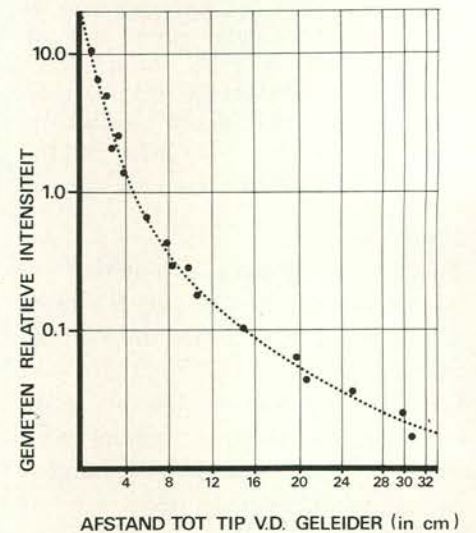
'Didymium' en 'Neophan' vertoonden een onregelmatig absorptiepatroon in het zichtbare deel van het spectrum (afb. 4) waardoor te veel van het zichtbare licht wordt weggefilterd. 'Clarlet' en 'Clarlet ontspiegeld' zijn vervaardigd uit kunststof en zijn daardoor relatief zeer licht van gewicht. Ze vertonen beide ongeveer hetzelfde absorptiespectrum waardoor de ontspiegelde versie de voorkeur geniet.

Door de dikte van het tweede Clarletglas te verdubbelen tot 3,6 mm zullen volgens de wet van Lambert-Beer de transmissiepercentages voor 365 nm, 404 nm en 435 nm resp. 1,8%, 74,3% en 81,3% bedragen. Deze waarden zijn experimenteel bevestigd. Een ander interessant glas is de Umbromatic, een zelfkleurend brillleglas met een zeer lichte tint. Neemt de helderheid van de opvallende

lichtstralen toe, dan wordt het glas iets donkerder van tint. Bij een verdubbeling van de dikte tot 3 mm zal de transmissie in het 365, 404 en 435 nm gebied respectievelijk verminderen tot 0,34%, 24% en 62%. Ook dit glas wordt in ontspiegelde vorm geleverd, waardoor de hinderlijke invloed van reflectie grotendeels onderdrukt kan worden. Het percentage transmissie van het overige zichtbare deel van het spectrum door zowel het Clarlet als het Umbramatic glas, is vrij hoog (zie afb. 5) wat deze in de praktijk ook geschikt maakt voor het gestelde doel: bescherming van de ogen tegen straling van 365 nm golflengte en zo min mogelijk hinder bij de waarneming van het zichtbare licht. In dit onderzoek bleek dat de zachte weefsels van de mond en ook de handen afdoende kunnen worden beschermd tegen de inwerking van ultraviolette straling door gebruik te maken van cofferdamfolie en chirurgische handschoenen. Behalve de Semperit Surgeon glove was de absorptie van straling in het 365 nm gebied van de onderzochte monsters acceptabel (zie tabel III).

Resumerend kan worden gesteld dat, gevolg gevend aan de waarschuwing voor stralingsrisico's bij het gebruikmaken van ultraviolette stralingsapparatuur in de tandheelkunde, op eenvoudige wijze maatregelen zijn te treffen. Alleen de 365 nm spectraal-

band wordt schadelijk voor de weefsels geacht, terwijl deze golflengte juist essentieel is voor de initiatie van het polymerisatieproces. De overige twee spectraallijnen hebben tot nuttig doel om het object te verlichten. Hoe dichter de lamp bij het element wordt gehouden des te hoger is de intensiteit en dus het effect. Dat heeft tot gevolg dat de ogen op natuurlijke wijze reeds door de grote afstand van de stralingstip enigermate beschermd zijn (zie afb. 6). Toch lijkt het ons raadzaam de ogen met speciale brillleglazen extra te beschermen. Daarvoor zijn het meest geschikt:



Afb. 6. De relatie tussen de intensiteit en de afstand van de stralingsbron.

1. Clarlet ontspiegeld met een dikte van 3,6 mm. Dit is een kleurloos kunststofglas.

2. Umbramatic ontspiegeld. Een zelfkleurend brillenglas van 3 mm.

Beide glazen zijn zowel als correctieglazen of als planoglasen leverbaar. Bescherming van de huid is goed mogelijk door gebruik te maken van rubberfolie. Het plaatsen van cofferdam is bovendien om zuiver materiaal-kundige redenen sterk aan te bevelen omdat vochtcontaminatie op het

geëtste glazuuroppervlak het succes van de hechting teniet doet.

De schrijvers willen op deze plaats mevrouw A. H. Scholte en Drs. A. D. P. Heyboer bedanken voor hun aandeel in de totstandkoming van dit artikel.

Summary

Title: Measures against the injurious influence of u.v. radiation in dentistry.

To reduce the risk of u.v. radiation as much as possible in the practice of dentistry, several materials were investigated. Through the use

of special eye glasses and surgical gloves by the dentist/assistant and rubberdam by the patient, the u.v. radiation absorbed by the body is reduced to a fraction of its original dose.

Literatuur:

1. R. Lehman (1978): Ultraviolette straling in de tandheelkunde. Het gebruik, de voordelen en de schadelijke effecten. Ned Tijdschr Tandheelkd 85: 4, 133-137.

December 1977.

Louwesweg 1,
Amsterdam-Slotervaart.

OVER DE ETIOLOGIE VAN TANDCARIËS

Trefwoorden: Cariës – Etiologie

Inleiding

Bovenstaande titel zal misschien wel enige wrevel bij de lezer opwekken. Er zijn immers, vooral na de Tweede Wereldoorlog, zoveel publikaties over dit onderwerp verschenen – ook in het Tijdschrift – dat hij geneigd zal zijn zich af te vragen of het nog wel zin heeft er nu weer op terug te komen. Men weet toch allang dat nog steeds wordt voortgebouwd op de nu meer dan 90-jarige theorie van Miller, dat tandbederf wordt veroorzaakt door zuren, geproduceerd door bepaalde bacteriën, dat voeding en hygiëne van belang zijn, dat fluoriden het proces kunnen tegengaan. Dit alles is al zo vaak gezegd, dat het zelfs voor de leek gemeengoed is geworden. Heeft herhaling in een wetenschappelijk beroepsorgaan dan nog wel zin? Het is begrijpelijk dat zo'n vraag niet zonder ergernis opkomt, maar er kan tegenover worden gesteld dat er met betrekking tot de etiologie ook nog duistere punten bestaan. En wat de thans wél bekende zaken betreft: de lawine van publikaties daarover heeft de lezer wellicht enigszins in verwarring gebracht, zodat hij door de bomen het bos niet meer kan zien. Op zichzelf een reden om die zaken althans nog eens duidelijk op een rij te zetten. Ten slotte is voor de practicus cariës nog altijd volksvijand nr. 1. Als dan een zodanig overzicht door een bij uitstek deskundige wordt gegeven – zoals het geval is in het artikel 'The aetiology of dental caries – an outline of current thought' van de bekende Engelse onderzoeker S. Levine – dan wordt daartoe een

welkom aanknopingspunt geboden. Het artikel is gepubliceerd in de International Dental Journal van december 1977. In het onderstaande volgt een weergave ervan.

Theorie van Miller

De theorie van Miller betekent een merkwaardig breekpunt tussen de opvattingen van de jongste eeuw en die van eigenlijk alle eeuwen daarvoor. In het Brits Museum bevindt zich een kleitablet van ongeveer 4.000 jaar voor Christus, die de toenmaals heersende theorie vertolkt, dat cariës wordt veroorzaakt door de 'tandworm', een voorstelling van zaken die zich tot ver in de 19e eeuw heeft weten te handhaven. Wie ooit een gekleurd microscopisch preparaat van carieus dentine heeft bestudeerd, zal zich daarover – aldus Levine – niet heel erg verwonderen. In oude tijden heet het dat deze tandworm kon worden uitgerookt onder gebruikmaking van de zaden van bilzekruid, een gifplant uit de familie der nachtschaden.

Was in de tweede helft van de negentiende eeuw door de steeds snellere vorderingen makende wetenschap de heerschappij van de tandworm al danig aangetaast, de nekslag kwam in 1889 door de verschijning van een boek van de Amerikaanse tandarts W. D. Miller (1853-1907), die na het behalen van zijn tandartsdiploma in de Verenigde Staten voor lange tijd naar Europa kwam, vooreerst om er werkzaam te zijn in het laboratorium van de vermaarde bacterioloog Robert Koch

te Berlijn. Van 1884-1906 was hij bovendien hoogleraar in de Conserverende tandheelkunde aan het tandheelkundig universiteitsinstituut in de Duitse hoofdstad. In die publikatie nu: 'Mikroorganismen der Mundhöhle' maakte Miller zijn inzichten omtrent de oorzaken van tandbederf wereldkundig. Zij berustten op de in hedendaagse ogen nog vrij summere kennis van de bacteriologie en zij werden gesteund door de uitkomsten van een serie eenvoudige experimenten. Geheel nieuw was Miller's 'acidogene' of 'chemo-parasitaire' theorie in opzet overigens niet: de bodem was al bereid door het werk van oudere onderzoekers, zoals Leber en Rottenstein, en Robertson. Alleen wisten deze de juiste verbanden tussen begrippen als 'voedselresten', 'zuurvorming' en 'micro-organismen' nog net niet te leggen. In 1937 en 1938 heeft J. J. Backer Dirks daar in het Tijdschrift een serie nog zeer lezenswaardige 'Opstellen over het Cariësvraagstuk' aan gewijd. Hoe dit zij, zeker is dat de helderheid van de uiteenzetting der problemen, de zuiverheid van de uit waargenomen feiten afgeleide beredenering en de kwaliteit van de voorafgaande experimenten – waarbij Miller gebruik maakte van methoden die hij van Koch had geleerd – zijn betoog stempelen tot één van de belangwekkendste, die in de geschiedenis der tandheelkunde bekend zijn.

De essentie van Miller's theorie is iedere tandarts om zo te zeggen met de paplepel ingegoten: cariës wordt teweeggebracht door oplossing van de *anorganische* tandsubstantie onder invloed van zuren, die het produkt zijn van de afbraak door micro-organismen van gemakkelijk vergistbare koolhydraten uit het voedsel. Dat is op grond van latere onderzoekingen een schot in de roos gebleken. Minder diep peilden Miller's inzichten om-