

EVALUAREA *IN VITRO* A TEMPERATURII GENERATE ÎN RESTAURĂRILE DIRECTE CU RĂȘINI COMPOZITE

In vitro evaluation of the temperature developed in direct composite restorations

Dr. Simona Constantin, Șef Lucr. Dr. Roxana Romanița Ilici, Dr. Eduard Gătin,
Șef Lucr. Dr. Bogdan Mihai Gălbinașu, Prof. Dr. Ion Pătrașcu
Universitatea de Medicină și Farmacie "Carol Davila" București

REZUMAT

Scopul lucrării: Evaluarea modificărilor termice de pe parcursul procesului de fotopolimerizare a două tipuri de compozite restaurative prin tehnica directă, cu contracție la polimerizare redusă.

Material și metodă: Cu ajutorul unui termocuplu K introdus retrograd dinspre apical în camera pulpară până la baza cavității ocluzale, s-a înregistrat temperatura a 6 premolari superiori extrași restaurați MOD cu două sisteme compozite diferite, unul pe bază de silorani (Filtek Silorane/3M EPSE-FS) și altul pe bază de rășini dimetacrilice (Premise Packable/KERR-PP), în perioada unor intervale de 5, 10 și respectiv 20 de secunde de fotopolimerizare. Pentru fotopolimerizarea sistemelor adezive asociate și a celor 9 straturi de compozit aplicate s-a utilizat o lampă de fotopolimerizare LED cu tehnologie pulsatorie a luminii, la o intensitate oscilantă între 1.100 mW/cm² -1.330 mW/cm² per secundă, cu o lungime de undă de 450-470 nm.

Rezultate și Discuții: Procesul de fotopolimerizare a compozitelor a cauzat o creștere a temperaturii în restaurare pe măsură ce a crescut și timpul de expunere la lumina lămpii de fotopolimerizare, cu valori aproape duble pentru restaurările din compozit pe baza de silorani, comparativ cu cel pe baza de dimetacriilați. Valoarea maximă de creștere a temperaturii a fost înregistrată în primul strat orizontal de compozit aplicat pe baza cavității și a fost atinsă la 20 de secunde de fotopolimerizare, la nivelul dinților obturați cu FS înregistrându-se o temperatură medie de 10,18°C, în comparație cu stratul de compozit PP, unde temperatura medie maximă a fost de 4,91°C.

Concluzii: Tehnologia de polimerizare cationică prin deschiderea inelelor siloran ridică problema unei reacții exoterme de polimerizare peste valorile termice general acceptate, în perioada etapei de fotopolimerizare cu o lampă LED de mare intensitate și bandă spectrală îngustă, în comparație cu o rășină compozită pe bază de dimetacriilați cu polimerizare radicalică și încărcătură mare de umplutură anorganică.

Cuvinte cheie: rășini compozite, silorani, fotopolimerizare, lampă LED, temperatură, termocuplu K, reacție exotermă

ABSTRACT

Aim: To assess thermal changes in composite fillings during light-curing process of two types of resin-based composites with low- polymerisation shrinkage.

Materials and methods: A thermocouple K was introduced apically through the pulp chamber of six extracted human upper premolars till the base of prepared MOD cavities, in order to measure the temperature developed in two restorative systems, a silorane-based composite (Filtek Silorane/3M EPSE - FS) and a dimethacrylate-based composite (Premise Packable/KERR - PP), during 5, 10 and 20 seconds light-curing process. For the light-curing of the adhesive systems and 9 increments of composites of the restorations was used a high power LED unit with a Periodic Level Shifting Light Technology from 1.100 mW/cm² -1.330 mW/cm² per second and a wave length of 450-470 nm.

Results: The light-curing process caused an increase of the temperature in the restorative materials that was correlated to the increase of exposure time to the light, with almost doubled temperature values recorded for the silorane- based restorations compared to the dimethacrylate-based ones. The peak value was recorded for the horizontal base composite increment after 20 seconds of light-exposure, with a temperature mean value of 10.18 °C for FS composite compared to 4.91 °C mean temperature value recorded in PP composite.

Conclusions: The ring opening Silorane cationic curing technology rises a concern regarding general accepted temperature values associated to its exothermic curing reaction during light-curing with a LED high-power and narrow wave length unit, compared to a highly-filled free-radical polymerization dimethacrylate-based resin system.

Keywords: resin-based composites, siloranes, light-curing, LED unit, temperature, thermocouple K, exothermic reaction

Autor corespondent:

Prof. Dr. Ion Pătrașcu, Facultatea de Medicină Dentară, UMF „Carol Davila”, Strada Calea Plevnei nr. 17-23, București
E-mail: dr.ipatrascu@gmail.com

INTRODUCERE

La ora actuală, rășinile compozite fotopolimerizabile sunt materialele de elecție pentru realizarea atât a restaurărilor directe din zona anterioară, cât și a restaurărilor directe din zona posterioară.

În ciuda numeroaselor avantaje ale materialelor compozite actuale, precum estetica superioară, contracție la polimerizare redusă (<2.5% contracție volumetrică) și proprietăți mecanice îmbunătățite, reacția exotermă de polimerizare a acestora încă rămâne o problemă actuală. Fotopolimerizarea compozitelor se însoțește de un complex de fenomene termice și mecanice, contracția de polimerizare a rășinilor compozite fiind însoțită de expansiunea termică a compozitelor apărută în urma creșterii temperaturii datorate energiei luminoase absorbite în timpul iradierii de la lampa de fotopolimerizare, cât și de la reacția de polimerizare exotermă a rășinilor compozite (1).

Cu progresele tehnologice din domeniul medicinei dentare moderne, este important să se studieze în continuare proprietățile și reacțiile termice și mecanice, atât ale structurilor dentare, cât și ale materialelor restaurative moderne, pentru a ajuta la proiectarea de noi tehnici de tratament și pentru a avea siguranța utilizării acestor materiale compozite moderne cu contracții tot mai mici la polimerizare în asociere cu lămpi de fotopolimerizare LED de mare putere ($\gg 1000 \text{ mW/cm}^2$), în procedurile de fotopolimerizare a compozitelor din restaurările directe (2). A fost raportat că fotopolimerizarea cu lămpi de mare putere, au cauzat schimbări de temperatură în camera pulpară semnificativ mai mari, față de lămpile de fotopolimerizare convenționale (3). Condițiile extreme de căldură din materialele restaurative și procedurile de fotopolimerizare pot provoca daune termice de biocompatibilitate pulpară și efecte mecanice, în special atunci când acestea se dezvoltă în cavități adânci cu un strat subțire de dentină restantă, în care vindecarea și menținerea vitalității pulpare a acestora este problematică (3). Efectele posibile ale leziunii termice în timpul procedurilor dentare includ: inflamație pulpară tranzitorie, inflamația pulpară ireversibilă sau necroză, resorbția osoasă și chiar anchilozarea dintelui (4).

Majoritatea materialelor compozite utilizate în stomatologia restaurativă actuală prezintă o chimie bazată pe un mecanism de polimerizare cu radicali liberi dimetacrilici. Procesul de polimerizare a tuturor rășinilor compozite implică apariția unei contracții volumetrică a materialului, ce determină apariția de tensiuni în obturație, interfața adezivă

și țesuturile dure dentare restante, reunite sub terminologia de stres al contracției de polimerizare (5). Aceste tensiuni sunt distructive, determinând compromiterea adeziunii la smalț și dentină, flectarea cuspidilor, fisuri în țesuturile dure, resimțite de pacient ca durere (6). În 2008 a apărut Filtek™ Silorane (3M-ESPE, Seefeld, Germany), primul și singurul material compozit cu o contracție de polimerizare mai mică de 1% (7). Rețeaua polimerică din Filtek Silorane este formată printr-un mecanism de polimerizare cationică de deschidere a inelului ciclo-alifatic al moleculei oxiran, reacție ce asigură o reducere semnificativă a contracției și a stresului asociat. Studii anterioare din literatură au raportat o adaptare marginală superioară și o reducere a micro-infiltrației marginale și a flexiei cuspidiene când s-a folosit pentru obturații un compozit pe bază de silorani în comparație cu un compozit convențional pe bază de dimetacrilati (8). Foarte puține studii au început să aducă lămuriri cu privire la influența expansiunii termice asupra contracției de polimerizare a rășinilor, prin măsurători multiple și complexe asupra probelor de compozit și a dinților extrași restaurați, care să includă: măsurarea evoluției temperaturii în timpul foto-polimerizării, măsurarea coeficientului de expansiune termică, măsurarea căldurii specifice și evaluarea sistemului de foto-inițiere (9). Într-un alt studiu in vitro (10), în grupul de cercetare al prezentului articol am observat că premolarii superiori restaurați MOD cu un material compozit pe bază de silorani ce implică mecanismul de polimerizare cationică cu deschiderea inelelor oxiran reduce flexia cuspidilor din cauza contracției compozitului, dar determină o extensie cuspidiană mare pe parcursul fotopolimerizării cu o lampă cu un regim de fotopolimerizare pulsatoriu și o bandă spectrală îngustă, precum și o interfață adezivă compromisă la analiza SEM.

Scopul studiului de față a fost de a înregistra temperaturile dezvoltate la nivelul obturațiilor realizate din două compozite cu contracție redusă la polimerizare, un compozit pe bază de silorani, în comparație cu un compozit pe bază de dimetacrilati, pe parcursul etapei de fotopolimerizare a compozitelor.

MATERIAL ȘI METODĂ

Materiale restaurative

S-au luat în studiu două materiale compozite cu contracție de polimerizare redusă destinate obturațiilor pe dinții laterali, și anume singurul material compozit pe bază de silorani disponibil pe piață,

Filtek™ Silorane Low Shrink Posterior Restorative (3M ESPE, Germany) și un material compozit pe bază de dimetacrilati cu contracție redusă la polimerizare, Premise Packable Tri-Modal Composite Restorative (KERR, USA). Materialele compozite luate în studiu au fost aplicate în asociere cu sistemul adeziv recomandat de producători, și anume Silorane System Adhesive (3M ESPE, Germany), un sistem adeziv autogrant, în 2 timpi, pentru Filtek Silorane și OptiBond FL (KERR), un sistem adeziv cu gravaj acid și spălare, în 3 timpi, pentru Premise Packable.

Selecția dinților

Au fost selectați 6 premolari maxilari (PM), extrași în scop ortodontic, care la examinarea vizuală directă erau lipsiți de carii, defecte hipoplazice sau fracturi. Premolarii au fost curățați și păstrați până la preparare în soluție 0.9% NaCl conținând 0.02% sodium azide la 4°C. Dinții selectați au fost împărțiți în două grupuri a câte 3 premolari (Grupul Filtek Silorane-FS, Grupul Premise Packable-PP), astfel încât media dimensiunilor vestibulo-palatinal maxime (DVP) între grupuri să nu difere semnificativ (9.40 ± 0.34 mm Grupul FS, respectiv 9.41 ± 0.28 mm).

Fiecare dinte a fost fixat într-un cub metalic inoxidabil cu o rășină acrilică autopolimerizabilă ce s-a extins până la 2 mm sub joncțiunea smalț-cement (JSC). Dinții astfel fixați au fost păstrați în apă distilată dublu purificată la $23 \pm 1^\circ\text{C}$ exceptând momentele în care protocolul de cercetare a implicat condiții de izolare față de umezeală.

Prepararea cavității MOD

Au fost preparate cavități standardizate MOD (10, 11) având dimensiunea vestibulo-palatinală a cavităților proximale preparată la 2/3 din DVP a dintelui, cu pragul gingival de 2 mm adâncime parapulpar și 1 mm deasupra joncțiunii smalț-cement (JSC). Istmul ocluzal a fost preparat la o dimensiune având jumătate din DVP, la o adâncime standardizată de 4 mm de vârful cuspidului palatinal, cu deschiderea camerei pulpare la nivelul cornului pulpar vestibular.

Tehnica restaurativă

Premolarii Grupului Filtek Silorane (FS) (n=3) au fost restaurați prin tehnica de stratificare utilizată de autori și în alte studii (10,11), cu materialul compozit Filtek Silorane, în asociere cu sistemul său adeziv autogrant, în 2 timpi, Silorane System Adhesive. Silorane System Adhesive Self-Etch

Primer s-a aplicat prin periaj 15 secunde pe toată cavitatea preparată, a fost uscat ușor 5 secunde și fotopolimerizat 20 de secunde. Silorane System Adhesive Bond a fost aplicat printr-o mișcare de pensulare 15 secunde pe toată cavitatea, uscat lejer 5 secunde pentru uniformizarea stratului de bonding și fotopolimerizat 20 de secunde.

Premolarii Grupului Premise Packable (PP) (n=3) au fost restaurați prin aceeași tehnică de stratificare, cu materialul compozit pe bază de dimetacrilati, Premise Packable, în asociere cu sistemul adeziv cu gravare acidă și spălare, în 3 timpi, OptiBond FL (10). Smalțul și dentina cavităților preparate au fost gravate acid 15 secunde, cu acidul fosforic 37,5% Kerr Etchant Gel, urmate de spălare 15 secunde cu jet continuu de apă, uscare blândă 3 secunde, astfel încât suprafața dentinară să rămână ușor umedă. OptiBond FL Prime s-a aplicat prin mișcări de periaj 15 secunde pe smalț și dentină, urmat de uscare blândă 5 secunde, fiind imediat urmat de aplicarea 15 secunde pe smalț și dentină a OptiBond FL Adhesive prin mișcări ușoare de întindere în strat subțire, urmat de uscare blândă 3 secunde și fotopolimerizare 20 de secunde a stratului adeziv dinspre suprafața ocluzală.

Pentru fotopolimerizarea sistemelor adezive și a materialelor compozite luate în studiu, s-a utilizat lampa LED Demi (KERR, USA) cu Tehnologie Periodic Level Shifting (PLS) (tehnologie pulsatorie a luminii) la o intensitate oscilantă a luminii între 1.100 mW/cm^2 - 1.330 mW/cm^2 per secundă, cu lungimea de undă 450-470 nm. Menținerea unei intensități minime de 1.000 mW/cm^2 pe parcursul experimentului a fost verificată după fiecare a treia restaurare, cu ajutorul radiometrului LED Radiometer Demetron (KERR) cu spectrul lungimilor de undă între 400-500 nm.

Tehnica de obturare stratificată cu materialele compozite luate în studiu a implicat aplicarea unui prim strat orizontal de aproximativ 1 mm pe baza cavității MOD și opt straturi de material compozit dispuse oblic, de aproximativ 2 mm grosime, câte trei straturi pentru fiecare cavitate proximală și câte două straturi pentru cea ocluzală, fiecare strat atingând exclusiv, fie peretele vestibular, fie pe cel palatinal al cavității MOD după o ordine standard (10,11). Fiecare strat a fost fotopolimerizat câte 20 de secunde cu lampa DEMI, de la o distanță de 2 mm stabilită față de vârful cuspidului vestibular a premolarilor.

Măsurarea temperaturii

Temperatura dezvoltată în timpul fotopolimerizării fiecărui strat a fost măsurată cu ajutorul unui

termocuplu tipul K manufacturat la Facultatea de Fizică, Universitatea București, România (Fig.1.a). Termocuplul a fost introdus retrograd dinspre apical in camera pulpară până la baza cavității ocluzale, la nivelul cornului pulpar vestibular al fiecărui premolar (Fig.1.b). Termocuplul a înregistrat temperatura generată pe parcursul fotopolimerizărilor (Fig.1.c) și a fost conectat la un sistem de achiziționare de date compus din interfață USB TC-08, laptop și soft PicoLog (Fig.1.d).

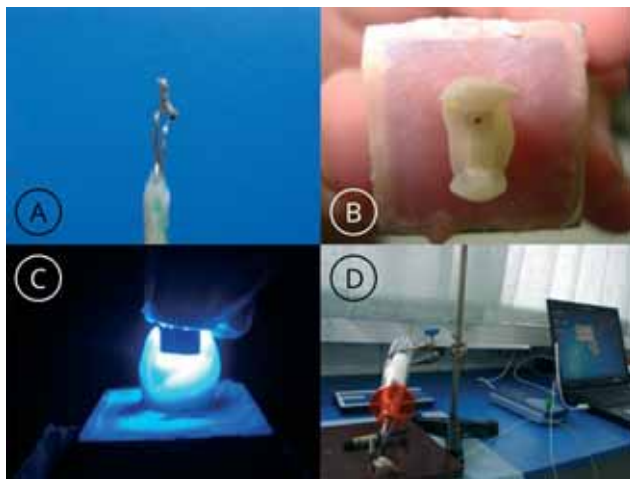


FIGURA 1.a-d. Tehnica de înregistrare a temperaturii de la baza cavităților MOD fotopolimerizate:

a) Termocuplu K; b) Aplicarea termocuplului la nivelul cavității ocluzale; c) Raportul lămpii de fotopolimerizare față de cavitate; d) Circuitul sistemului de achiziționare de date.

S-a înregistrat temperatura dintelui nerestaurat, dar și temperatura cavității nerestaurate supusă fotopolimerizării pentru a vedea care este contribuția termică a energiei calorice adusă de lampa de fotopolimerizare la valorile înregistrate pe materialele restaurative. Atât sistemul adeziv, cât și fiecare strat de compozit au fost supuse 20 de secunde luminii vizibile incoerente a lămpii LED Demi, înregistrându-se date la 0, 5, 10 și 20 de secunde de fotopolimerizare. Lampa de fotopolimerizare a fost poziționată pe un suport astfel încât suprafața ghidului optic să acopere toată suprafața obturației, la o distanță de aproximativ 2,0 mm deasupra de vârful cuspidului vestibular.

Prelucrarea statistică

Valorile medii ale temperaturilor înregistrate pentru cele două grupuri de dinți au fost analizate descriptiv. Calculele statistice au fost efectuate cu ajutorul aplicațiilor Stata 11C (StataCorp LP, USA) și Microsoft Excel 2010. Datele au fost comparate cu ajutorul two-tailed t-test. O valoare de $p < 0.05$ a fost considerată statistic semnificativă.

REZULTATE

Procesul de fotopolimerizare a compozitelor a cauzat o creștere a temperaturii în restaurare pe măsură ce a crescut și timpul de expunere la lumina lămpii de fotopolimerizare, în general cu valori aproape duble pentru restaurările din compozit pe bază de silorani, comparativ cu cel pe bază de dimetacriilați.

În timpul fotopolimerizării sistemelor adezive, la 5 secunde de la pornirea lămpii, se observă o creștere a temperaturii de 2,092°C pentru OptiBond FL (OFL) și o creștere semnificativă de 3,663°C pentru Silorane System Adhesive (SSA). La 10 secunde de la pornirea lămpii se observă o creștere a temperaturii de 3,501°C pentru OFL față de temperatura inițială și de 5,268°C pentru SSA. La 20 de secunde de la pornirea lămpii, s-au înregistrat creșteri ale temperaturii de 5,002°C pentru OFL, iar pentru SSA, creșterea a fost de 6,856°C.

Valoarea maximă de creștere a temperaturii a fost înregistrată în primul strat orizontal de compozit aplicat pe baza cavității cu valori semnificativ diferite statistic ($p < 0,05$), creșterea temperaturii înregistrate la 5, 10, și 20 de secunde de la pornirea lămpii pentru Filtek Silorane fiind semnificativ mai mare (6,516°C, 9,034°C, respectiv 10,180°C) decât valorile medii ale temperaturii înregistrate în stratul orizontal de compozit pe bază de dimetacriilați Premise Packable (2,942°C, 3,931°C, respectiv 4,915°C).

În ceea ce privește fotopolimerizarea primului strat de compozit aplicat, se poate observa o creștere marcantă a temperaturii la nivelul cavităților obturate cu Filtek Silorane, înregistrându-se temperaturi de 2 ori mai mari față de temperaturile înregistrate la obturațiile realizate cu Premise Packable. Același tipar al unor temperaturi mai mari la straturile din compozit pe bază de silorani s-a menținut și la straturile oblice meziale, distale și ocluzale aplicate.

Contribuția calorică a lămpii de fotopolimerizare s-a determinat la fotopolimerizarea cavităților fără sistemul adeziv aplicat. Această temperatură s-a dovedit a nu fi semnificativă, valoarea maximă de 1,340°C înregistrându-se la nivelul dinților pregătiți pentru obturarea cu Premise Packable (Fig. 2).

Folosindu-ne de aceste valori, putem estima valoarea creșterii temperaturii date numai de reacția exotermă a rășinii compozite, făcând diferența între valorile obținute la fotopolimerizarea stratului orizontal de compozit la 5, 10 și 20 de secunde și valorile obținute în determinarea contribuției calorice a lămpii de fotopolimerizare. Se obțin astfel

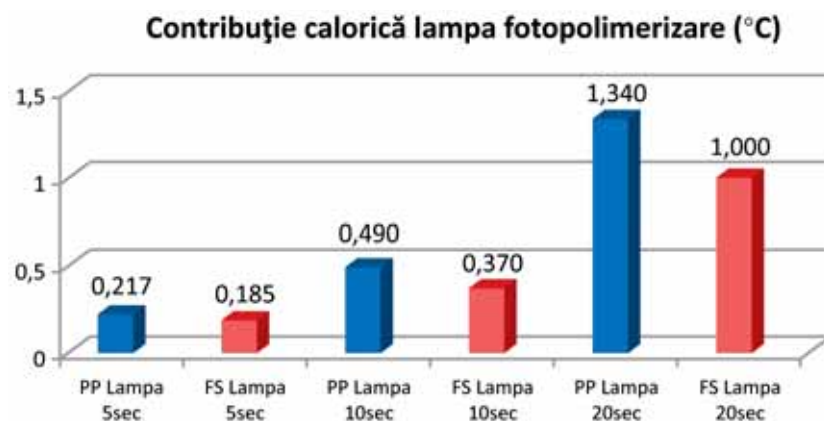


FIGURA 2. Determinarea contribuției calorice a lămpii de fotopolimerizare la 5, 10 și 20 de secunde de la pornirea lămpii de fotopolimerizare asupra grupurilor de dinți studiați (PP, FS).

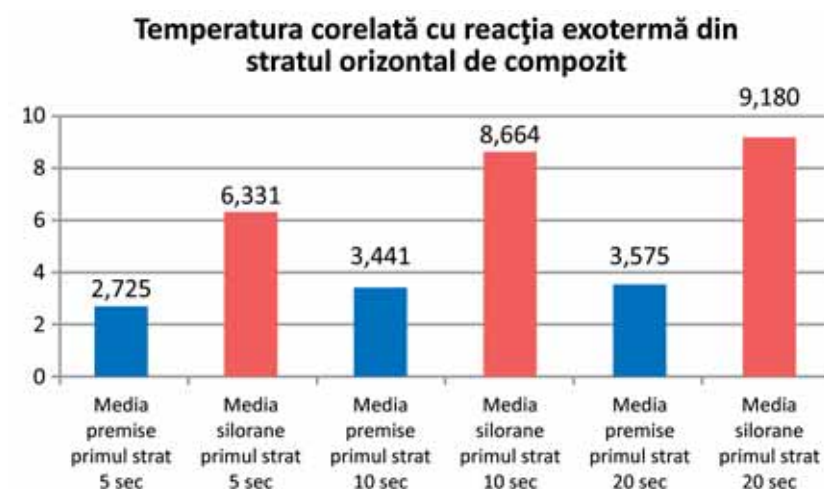


FIGURA 3. Temperatura corelată cu reacția exotermă a rășinilor compozite la nivelul primului strat de compozit aplicat orizontal pe baza cavitații.

următoarele date care estimează temperatura generată de reacția exotermă a rășinilor compozite aplicate în stratul orizontal de pe baza cavitații (Fig. 3).

DISCUȚII

Pentru acest studiu, care a urmărit determinarea creșterii temperaturii la nivelul obturațiilor din rășini compozite la nivelul dinților posteriori, numărul redus de cuspidi ai premolarilor superiori și dimensiunea aproximativ egală a celor doi cuspidi, față de molari, au oferit condiții mai ușoare și mai exacte de evaluare a creșterii temperaturii la nivelul straturilor proximale, care la nivelul unor molari, s-ar fi situat la o distanță mai mare de poziția termocuplului. De asemenea, am dorit să creem condiții asemănătoare cu un studiu anterior realizat de Ilici și colab. (10), tot pe premolari superiori, unde au fost măsurate valorile extensiei și flexiei

cuspidiene, reușind astfel ca la finalul studiului nostru să putem observa dacă este posibilă realizarea unei corelații între cele două studii.

Singura diferență la prepararea cavitaților în protocolul studiului de față a fost că s-a deschis camera pulpară la nivelul cornului pulpar vestibular al premolarilor restaurați. Astfel, în studiul anterior, compozitul Filtek Silorane a determinat la nivelul premolarilor o extensie cuspidiană de $6,56 \pm 0,97 \mu\text{m}$ înregistrată în secunda 20 de fotopolimerizare, moment în care s-a înregistrat în studiul prezent cea mai mare creștere a temperaturii, $10,180^\circ\text{C}$, creștere mult mai mare decât în cazul compozitului Premise Packable, $4,915^\circ\text{C}$, fapt care se reflectă de asemenea și în valoarea extensiei cuspidiene suferită de premolarii Grupului Premise Packable, de $3,24 \pm 0,47 \mu\text{m}$ (10). Putem observa o legătură directă între creșterea temperaturii și extensia cuspidiană determinată de expansiunea termică a compozitului și/sau a structurilor dure dentare sub

acțiunea temperaturii dezvoltate pe parcursul fotopolimerizării.

S-au selectat pentru ambele studii cele două rășini compozite reprezentate de Filtek™ Silorane Low Shrink Posterior Restorative (3M ESPE) și de Premise Packable Tri-Modal Composite Restorative (Kerr) datorită utilizării lor în practica de zi cu zi și datorită valorilor reduse ale contracției lor de polimerizare raportate de producători și în literatura de specialitate, respectiv 0,94% pentru Filtek Silorane și 1,7% pentru Premise Packable (5), unele din cele mai mici valori existente pe piață în momentul actual.

Prin intermediul fazei anorganice, putem reduce coeficientul de dilatare termică. Acesta poate fi un motiv pentru care la nivelul straturilor de compozit Premise Packable creșterea temperaturii este mică, compoziția anorganică fiind reprezentată de sticlă de bariu 0,4 mm particule prepolymerizate 30-50 mm și nanoparticule de siliciu 0,02 mm în proporție de 84% din greutate sau 69% din volum. La Filtek Silorane compoziția anorganică este reprezentată de cuarț silanizat, fluorură de Ytriu 0,1-2,0 μm în proporție de 76% din greutate sau 55% din volum. Diferența între cele două rășini compozite în ceea ce privește compoziția anorganică este semnificativă și ar putea justifica diferențele de creștere a temperaturii confirmând astfel faptul că o pondere mai mare a umpluturii anorganice va determina scăderea coeficientului de dilatare termică (6).

Se observă în cazul ambelor rășini compozite, dar mai ales la silorani, faptul că diferența de temperatură între valoarea înregistrată la 20 de secunde și valoarea înregistrată la 10 secunde este semnificativ mai mică decât diferența între valoarea înregistrată la 10 secunde și valoarea înregistrată la 5 secunde, lucru ce indică faptul că după 10 secunde de fotopolimerizare, stratul de compozit este fotopolimerizat aproape în totalitate, iar până în 10 secunde de expunere rășina compozită prezintă încă o reacție de fotopolimerizare notabilă.

Față de indicațiile producătorului lămpii, care recomandă 5 secunde de fotopolimerizare cu o lampă LED de mare intensitate a straturilor de compozit, în studiul de față am observat că pentru a obține o polimerizare suplimentară a rășinii compozite mai recomandat ar fi să fotopolimerizăm straturile de compozit timp de 10 secunde, dar nici o perioadă mai lungă și inutilă de timp, deoarece se observă

o creștere a temperaturii între 10 și 20 de secunde de fotopolimerizare, care nu mai este foarte semnificativă, fapt ce ne indică finalizarea reacției de polimerizare. Contribuția calorică a lămpii DEMI (KERR) a fost minimă în studiul de față, apropiată de valoarea de $1,5^{\circ}\text{C} \pm 0,1$ obținută de Ilici și colab. (5), pe probe de TiO_2 .

Din rezultatele obținute în studiul de față, putem observa că la fotopolimerizarea Silorane System Adhesive, temperatura crește peste $5,5^{\circ}\text{C}$ după 10 secunde de fotopolimerizare, valoare considerată de către Zach&Cohen (12) a fi limita până la care poate crește temperatura la nivelul pulpei dentare fără a apărea leziuni ireversibile. În studiul de față, cea mai mare temperatură înregistrată a fost de $10,180^{\circ}\text{C}$, la nivelul stratului orizontal de compozit Filtek Silorane, aplicat pe baza cavitației, după o fotopolimerizare de 20 de secunde, valoare care conform studiului lui Zach&Cohen ar determina leziuni pulpare în 15-60% din cazuri. Tot la nivelul primului strat orizontal de Filtek Silorane, temperatura depășește $5,5^{\circ}\text{C}$ și la 5 secunde de fotopolimerizare, iar pentru celelalte straturi de Filtek Silorane creșterea temperaturii rămâne în limitele de siguranță. Pentru straturile de Premise Packable nu s-a înregistrat nici o valoare mai mare de $5,5^{\circ}\text{C}$ pentru niciun strat aplicat.

CONCLUZII

Tehnologia de polimerizare cationică prin deschiderea inelelor siloran ridică problema unei reacții exoterme de polimerizare peste valorile termice general acceptate, în perioada etapei de fotopolimerizare cu o lampă LED de mare intensitate și bandă spectrală îngustă, în comparație cu o rășină compozită pe bază de dimetacrilati cu polimerizare radicalică și cu încărcătură mare de umplutură anorganică.

Raportat la datele studiului nostru, putem observa importanța selectării unor compozite care să nu aibă o reacție exotermă importantă precum cele pe bază de silorani, cu reevaluarea importanței utilizării unor cimenturi pentru baze la nivelul obturațiilor profunde din rășini compozite cu potențial de generare a temperaturilor crescute, cât și importanța alegerii unei lămpi LED ce oferă o polimerizare optimă la un timp de expunere cât mai scurt.

BIBLIOGRAFIE

1. **Schmalz G., Bindsvlev D.A.** Biocompatibility of Dental Materials, Berlin: Editura Springer, 2009.
2. **Rueggeberg F.A.** State-of-the-art: dental photocuring—a review. *Dent Mater.* 2011;27(1):39-52.
3. **Dogan A., Hubbezoglu I., Dogan O.M. et al.** Temperature rise induced by various light curing units through human dentin. *Dent Mat J.* 2009. 28(3): p. 253-260.
4. **Kim R.J., Lee I.B., Yoo J.Y. et al.** Real-Time Analysis of Temperature Changes in Composite Increments and Pulp Chamber during Photopolymerization. *Biomed Res Int*, 2015: 923808.
5. **Ilici R.R.** Contractia de polimerizare a rășinilor compozite restaurative dentare. București: Editura Etna, 2014.
6. **Ferracane J.L.** Resin composite—State of the art. *Dent Mater* 2011; 27: 29–38.
7. **Weinmann W., Thalacker C., Guggenberger R.** Siloranes in Dental Composites. *Dent Mater.* 2005; 21:68-74.
8. **Palin W.M., Fleming G.J.P., Nathwani H. et al.** In vitro cuspal deflection and microleakage of maxillary premolars restored with novel low-shrink dental composites. *Dent Mater.* 2005; 21:324-335.
9. **Mucci V., Arenas G., Duchowicz R. et al.** Influence of thermal expansion on shrinkage during photopolymerization of dental resins based on bis-GMA/TEGDMA. *Dent Mater.* 2009; 25:103-114.
10. **Ilici Cara R.R., Gatin E., Matei E. et al.** Cuspal Deflection and Adhesive Interface Integrity of Low Shrinking Posterior Composite Restorations. *Acta Stomatol Croat.* 2010; 44(3):142-151.
11. **Cara R.R., Fleming G.J.P., Palin W.M. et al.** Cuspal deflection and microleakage in premolar teeth restored with resin-based composites with and without an intermediary flowable layer. *J Dent.* 2007; 35(6):482-489.
12. **Zach L., Cohen G.** Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg.* 1965:19: 515–530.