

Robert A. Lowe, DDS

Poszukiwanie materiału o niskim skurczu polimeryzacyjnym

Obníženie wielkoŝci naprężenia skurczowego jest czynnikiem krytycznym, który determinuje wpływ procesu polimeryzacji kompozytu na jakoŝć połączenia adhezyjnego z tkankami.

Od momentu pojawienia się na początku lat osiemdziesiątych ŝwiatłoutwardzalnych materiałów kompozytowych do wypełnień bezpośrednich trwają poszukiwania substytutu amalgamatu o walorach estetycznych. Kaŝdy stomatolog, który na co dzieñ stosuje kompozyty do odbudowy zębów bocznych, z niecierpliwoŝcià oczekuje na produkt łączący w sobie zalety współczesnych materiałów kompozytowych z szybkoŝcià aplikacji charakterystycznà

dla amalgamatów. Niestety, z powodu naprężenia skurczowego powstającego w przebiegu reakcji polimeryzacji i istotnych ograniczeń co do głąbokoŝci polimeryzacji kompozytów aplikacja materiałów polimerowych jest wciąż złożonym zabiegiem. Tradycyjna technika aplikacji kompozytów wymaga czasochłonnego nakładania i polimeryzacji wielu warstw oddzielnie. Skutki efektu naprężenia skurczowego są bowiem zawsze wiêksze dla grubszych



Fot. 1-2. Widok przed zabiegiem (fot. 1). Powierzchnia żująca zęba 12 przed zabiegiem. Stwierdzono obecność próchnicy wtórnej i mikroprzecieku brzeżnego, co wpłynęło na zakwalifikowanie tego wypełnienia do wymiany (fot. 2). Wadliwe wypełnienie i próchnica wtórna zostały usunięte; Fot. 3-5. Etapy zabiegu wypełniania ubytku (fot. 3). Powierzchnia ubytku została pokryta systemem wiążącym za pomocą mikropędzelka. Następnie spolimeryzowano tę warstwę (fot. 4). Założono formówkę anatomiczną (Garrison 3D Sectional Matrix; Garrison Dental Solutions)

w celu prawidłowej odbudowy kształtu oraz punktów stykowych ściany dystalnej. Ze względu na obecność diastemy od strony bliższej ta ściana wypełnienia została odtworzona bezpośrednio bez użycia formówki (fot. 5). Aplikowano kompozyt półpłynny SDR w dużej porcji w celu odbudowy zębiny; Fot. 6. Etapy zabiegu wypełniania ubytku (fot. 6). Widać zdolność kompozytu SDR do samooczynnego tworzenia warstw przed jego naświetleniem. Dno ubytku oraz ściany boczne zostały pokryte kompozytem SDR do poziomu punktów stykowych...

▼ warstw kompozytów niż dla cieńszych. Większość klinicystów zaleca więc tworzenie jednorazowo warstw nieprzekraczających 2 mm grubości.

Kolejnym czynnikiem decydującym o właściwościach użytkowych polimerów stomatologicznych jest głębokość polimeryzacji. Jeśli materiał kompozytowy nie zostanie w pełni spolimeryzowany w najgłębszych częściach ubytku ze względu na odległość od źródła światła lub z powodu utrudnionej penetracji promieniowania, to skutki takiego stanu mogą wpłynąć bezpośrednio na siłę połączenia z tkankami, a więc będą decydować o trwałości całego wypełnienia.

Specjaliści w dziedzinie materiałoznawstwa stomatologicznego do tej pory skupiali się na tworzeniu kompozytów o jak najniższej wartości skurczu polimeryzacyjnego (większość współczesnych polimerów kompozytowych wykazuje skurcz polimeryzacyjny w granicach 2,5-3,5%), aby zwiększyć wytrzymałość połączenia adhezyjnego z tkankami. W ten sposób osiąga się tak-

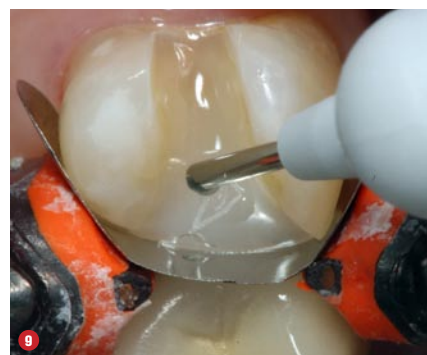
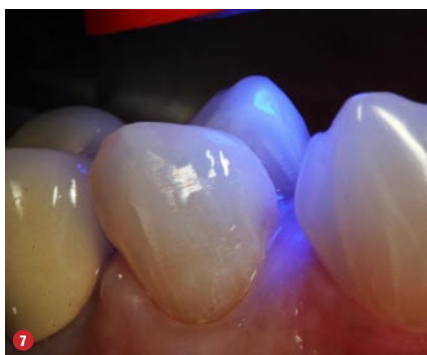
że ograniczenie wielkości mikroprzecieku bakteryjnego. Jest on określany jako podstawowa przyczyna powikłań w postaci próchnicy wtórnej – a co za tym idzie – niepowodzeń w stosowaniu kompozytów.

W tej dziedzinie dokonano istotnego postępu, wprowadzając materiały kompozytowe o istotnie zmniejszonej wartości skurczu polimeryzacyjnego. Mimo to relatywnie niska wartość skurczu wciąż nie pozwoliła na dokonanie przełomu w technice aplikacji kompozytów. Wynika to z konieczności obniżenia wartości naprężeń skurczowych powstających w strefie połączenia adhezyjnego z tkankami. Naprężenie skurczowe może być w dużym stopniu niezależne od wielkości objętościowego skurczu polimeryzacyjnego. W praktyce oznacza to, że dwa kompozyty charakteryzujące się tą samą wielkością objętościowego skurczu polimeryzacyjnego mogą wywierać różny poziom naprężeń na połączenie z tkankami, w zależności od dynamiki przebiegu ich reakcji polimeryzacji (1-11).

Za potencjalne rozwiązanie problemów dotyczących stworzenia kompozytów wypełniających o niskim naprężeniu skurczowym uważa się dwie nowe technologie kompozytowe. Pierwsza z nich polega na zastąpieniu tradycyjnych systemów opartych na żywicy Bis-GMA innymi monomerami. Drugim rozwiązaniem mogą być kompozytowe materiały półpłynne o obniżonej wartości skurczu polimeryzacyjnego, stosowane jako substytut zębiny pod konwencjonalne wypełnienia kompozytowe do zębów bocznych.

KOMPOZYTY O OBNIŻONYM SKURCZU POLIMERYZACYJNYM DO WYPEŁNIEŃ BEZPOŚREDNICH

Nowy system monomerów, opisany przez Weinmanna i wsp. (12), został nazwany siloranami. Silorany powstały w rezultacie syntezy cząsteczek siloksanowych i oksyranowych. Mechanizm kompensacji naprężeń skurczowych w tym systemie osiągnięto poprzez zjawisko otwierania się pierścieni oksyranowych w czasie kationowej reakcji ►



Fot. 7-8. ...a następnie materiał spolimeryzowano (fot. 7). Guzki i listwę brzożną odbudowano przy użyciu kompozytu mikrohybrydowego (fot. 8). Niewielka korekta kształtu wymagała użycia wiertel z nasypem diamentowym do opracowywania kompozytów; Fot. 9-11. Etapy końcowe (fot. 9) Po ostatecznym polerowaniu przy użyciu gumek sprawdzono warunki okuzyjne za pomocą kalki artykulacyjnej

(fot. 10). Po 2-sek. wytrawieniu, dokładnym splukaniu i uszczelnieniu sprawdzono zglębniakiem wszelkie potencjalne niedoskonałości na linii połączenia z tkankami (fot. 11). Widok od strony żującej po wypełnieniu ubytku w zębie nr 12 przy użyciu nowego półpłynnego kompozytu SDR; Fot. 12. Przypadek drugi

polimeryzacji. Filtek™LS (3M ESPE, www.3mespe.com) jest pierwszym materiałem wypełniającym opartym na technologii siloranów. Ich podstawową zaletą jako alternatywy dla konwencjonalnych żywic kompozytowych jest obniżony skurcz polimeryzacyjny. Filtek LS wymaga jednak specjalnego systemu wiążącego, który umożliwi mu uzyskanie siły połączenia ze szkliwem i zębina, jaką osiągają stosowane obecnie bondy wraz z kompozytami opartymi na żywicach Bis-GMA.

Z doniesień w literaturze wynika, że Filtek LS wykazuje skurcz polimeryzacyjny wielkości 1,7%. Większość tradycyjnych kompozytów w trakcie reakcji polimeryzacji zmniejsza objętość, wykazując wartości skurczu w zakresie 3-5%, gdy mierzony jest objętościowy skurcz polimeryzacyjny.

Konwencjonalne kompozyty, takie jak Aelite™ LS (Bisco, www.bisco.com), Kalore™ (GC America, www.gcamerica.com), N'Durance™ (Septodont, www.septodontusa.com) i Grandio® (VOCO America, www.vocoamerica.com),

są reklamowane jako „materiały o niskim skurczu polimeryzacyjnym”, podczas gdy w istocie charakteryzują się skurczem polimeryzacyjnym poniżej 3% (Aelite LS: 1,39%, Kalore: 1,72%, N'Durance: 1,4%, Grandio: 2,4%), (13-16). Udowodniono, że materiały kompozytowe o obniżonej wartości skurczu polimeryzacyjnego wykazują tendencję do wywoływania mniejszego mikroprecieku brzeźnego po cykliczym obciążeniu mechanicznym (17). Jednak niektóre badania pod znakiem zapytania stawiają kwestię prawdziwych implikacji klinicznych tego faktu w kontekście oceny istotnych statystycznie różnic w trwałości tych wypełnień (18).

UNIKALNY SKŁAD

Półpłynny kompozyt służy do wykonywania podkładów typu „base” pod wypełnienia kompozytowe w zębach bocznych. Ostatnio opracowano unikalny skład chemiczny półpłynnego kompozytu, który ma służyć do wykonywania grubych podkładów pod materiały kompozytowe powszechnie zalecane w od-

cinku bocznym. Oczywiście stosowanie kompozytów „flow” jako liner pod wypełnienia z polimerów kompozytowych w trzonowcach i przedtrzonowcach nie jest nową koncepcją terapeutyczną. Powszechnie wiadomo, że jest to technika zwiększająca adaptację brzeźną w rejonie dodziąsłowym wypełnień kompozytowych klasy II. Ma to ważny wpływ na zmniejszenie potencjalnego mikroprecieku brzeźnego. Uważa się także, że zwiększona elastyczność półpłynnych kompozytów może istotnie ograniczyć niekorzystne naprężenia skurczowe generowane przez kompozyt wypełniający. Nie sposób więc przecenić żadnego z powyższych argumentów. Dlatego mamy do czynienia z szeroko pojętym konsensusem w kwestii celowości użycia materiałów półpłynnych ze względu na optymalną adaptację do tkanek zęba, jaką zapewniają wypełnieniom kompozytowym w ubytkach.

Najnowszy półpłynny kompozyt (SDR Flow, DENTSPLY) jest stosowany jako podkład w grubej warstwie pod wypełnienia kompozytowe w od-



Fot. 13-14. Przypadek drugi. Opracowano dwa ubytki w trzonowcach dolnych w celu wypełnienia ich materiałem kompozytowym (fot. 13). Po wytrawieniu i aplikacji systemu wiążącego nałożono warstwę kompozytu SDR odbudowują-

cego zębinę (fot. 14). Widok od strony powierzchni żującej pokazuje ukończony wypełnienie po nałożeniu warstwy kompozytu mikrohybrydowego, który odbudował tkankę szkliwną; Fot 15-16. Prace wykończeniowe i efekt końcowy

cinku bocznym. Można go jednorazowo aplikować aż do 4 mm grubości. Możliwość aplikacji jednowarstwowej dużych porcji kompozytu stanowi istotny przełom w skracaniu czasu zabiegu. Choć cała koncepcja brzmi dość prosto, to jednak oparta jest na bardzo ważnych i zarazem innowacyjnych właściwościach materiału przeznaczonego do tego celu.

WŁAŚCIWOŚCI I MOŻLIWOŚCI

Zwiększona głębokość polimeryzacji

Jest to prawdopodobnie najbardziej oczywiste wymaganie spośród tych, jakie zostały postawione nowemu materiałowi. Podstawową zaletą półpłynnego kompozytu jest możliwość spolimeryzowania go w warstwie o grubości aż do 4 mm. Producent donosi, że SDR wykazuje taką niezwykłą właściwość dzięki innowacyjnej inicjacji przebiegu procesu polimeryzacji i swym cechom optycznym, które dodatkowo wzmacniają penetrację światła w głąb materiału. Należy dodać, że chociaż materiał jest radioopakowany, to jednocześnie,

w porównaniu z innymi kompozytami stosowanymi do odbudowy zębiny, jest on zdecydowanie bardziej przejrzysty. W związku z tym ma zapewnioną zwiększoną transmisję światła, która wpływa na większą głębokość polimeryzacji.

W przypadku każdego stosowanego kompozytu niezwykle ważne jest zwrócenie uwagi na zalecenia producenta dotyczące głębokości utwardzania. Warto też zdać sobie sprawę, w jakich warunkach rzeczywistych muszą być te wskazówki zrealizowane. W laboratorium mamy do czynienia z idealną sytuacją niemal bezpośredniego kontaktu końcówki światłowodu z utwardzaną powierzchnią kompozytu, natomiast w warunkach klinicznych często ta odległość wzrasta do kilku milimetrów.

Specjalne właściwości użytkowe

Jeśli materiał oferuje prawdziwą wygodę i łatwość stosowania, to ta cecha jest szczególnie pożądana. SDR, będąc materiałem o półpłynnej charakterystyce, może być szybko aplikowany w dużych

porcjach, ponieważ błyskawicznie adaptuje się do wewnętrznej konfiguracji ubytku bez konieczności modelowania po aplikacji (fot. 1-11).

Dodatkowo materiał wykazuje niezwykłą zdolność do samoczynnego budowania warstw (samopoziomowanie) i już po kilku sekundach tworzy jednolity podkład typu „base” dla późniejszej aplikacji kompozytu wypełniającego. Nie wymaga praktycznie żadnych dodatkowych czynności manipulacyjnych. Bez wyjątkowych właściwości reologicznych, jakimi wyróżnia się ten materiał, wypełnienie ubytku jednorazowo dużą ilością kompozytu i jednocześnie zapewnienie optymalnej adaptacji do całej powierzchni ubytku nie byłoby możliwe (fot. 12-14).

Obniżona wielkość naprężenia skurczowego

Wszystkie stomatologiczne materiały kompozytowe ulegają pewnemu skurczowi polimeryzacyjnemu pod wpływem naświetlania. Kompozyty półpłynne wykazują większe zmiany ▶

reklama ■

▷ objętościowe ze względu na zmniejszoną zawartość cząstek wypełniacza. Jeśli materiał nie ma możliwości skurczenia się tak jak w sytuacji połączenia adhezyjnego kompozytu z tkankami, to wtedy wzrastające naprężenie skurczowe doprowadzi do powstania licznych mikrouszkodzeń brzeżnych, manifestujących się często objawami nadwrażliwości pozabiegowej. Dlatego sporym wyzwaniem jest pogodzenie dążenia do aplikacji dużych porcji kompozytu z respektowaniem zjawiska narastania naprężenia skurczowego. Objętość jednorazowo nakładanego kompozytu do ubytku może być relatywnie duża, ale wraz z jej wzrostem zwiększa się wielkość naprężenia skurczowego.

Oprócz tego w ubytkach w zębach bocznych wielkość współczynnika konfiguracyjnego C jest wysoka – ubytek

klasy I ma przecież najwyższą wartość tego współczynnika spośród wszystkich klas ubytków. Określa on stosunek ilości powierzchni wypełnienia związanych z tkankami do liczby powierzchni wolnych. Wypełnienie ubytku klasy I daje więc wartość współczynnika C równą 5, natomiast dla klasy II wynosi on 2.

Jak można oczekiwać, redukcja naprężenia skurczowego jest najtrudniejszym wyzwaniem, gdy rozważamy szybką aplikację kompozytu w dużych porcjach. Producent kompozytu SDR rozwiązał ten problem

dzięki opracowaniu unikalnego przebiegu procesu polimeryzacji. W trakcie tej reakcji naprężenie skurczowe jest bardzo obniżone i narasta powoli, warunkując wolniejszą dynamikę poszczególnych faz polimeryzacji. Dlatego ostateczna wartość naprężenia skurczowego jest zredukowana. To właśnie

wpływa korzystnie na jakość i trwałość adhezyjnego połączenia materiału z tkankami zęba (19-28).

WNIOSKI

Skurcz polimeryzacyjny wciąż pozostaje problemem wymagającym rozwiązań ostatecznych, toteż jest przedmiotem ciągłego zainteresowania wielu naukowców. Stomatolodzy oczekują od współczesnych technologii materiału kompozytowego pozbawionego skurczu polimeryzacyjnego, o lepszej szczelności brzeżnej, ale także o odpowiednio wysokich parametrach wytrzymałościowych i dogodnych właściwościach użytkowych. Znaczna redukcja wielkości naprężenia skurczowego wydaje się być krytycznym determinantem wpływającym na stabilność połączenia adhezyjnego. Naprężenie skurczowe nie jest jednak uzależnione wyłącznie od wielkości objętościowego skurczu polimeryzacyjnego materiału wypełniającego. □

Piśmiennictwo na www.tps.elamed.pl

Skurcz polimeryzacyjny wciąż pozostaje problemem wymagającym rozwiązań ostatecznych, toteż jest przedmiotem ciągłego zainteresowania wielu naukowców.



Fot. 17-23. Prace wykończeniowe i efekt końcowy