

JOANNA MONIKA KOBIEŃSKA-BRZOŹA^{1, A-D}, MACIEJ DOBRZYŃSKI^{1, B, D-F},
KATARZYNA AGNIESZKA FITA^{1, B-C}, DOROTA BADER-ORŁOWSKA^{1, B, C}, MARIA SZYMONOWICZ^{2, B, F}

Aktualnie zalecane materiały odtwórcze w nowoczesnej stomatologii zachowawczej

Currently Recommended Restorative Materials in Modern Conservative Dentistry

¹ Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej i Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Wrocław, Polska

² Zakład Chirurgii Eksperymentalnej i Badania Biomateriałów, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu, Wrocław, Polska

A – koncepcja i projekt badania; B – gromadzenie i/lub zestawianie danych; C – analiza i interpretacja danych;
D – napisanie artykułu; E – krytyczne zrecenzowanie artykułu; F – zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Streszczenie

Leczenie odtwórcze przywracające funkcję i estetykę, zabezpieczające zachowaną strukturę zęba oraz, co najważniejsze, żywotność miazgi zęba jest wciąż potrzebne. Wypełnienia dentystyczne zastępują wyspecjalizowane tkanki zęba, które zostały utracone na skutek choroby lub urazu. Każda decyzja dotycząca zastosowania konkretnego materiału odtwórczego musi być zindywidualizowana i opierać się na znajomości składu, własności i charakterystyki materiału odtwórczego. Wymaga to ciągłego aktualizowania wiedzy personelu oraz edukacji pacjentów, którzy zgodnie ze współcześnie proponowanymi modelami opieki winni być aktywnymi partnerami w procesie terapeutycznym. Problem wyboru materiałów odtwórczych wiąże się często z możliwościami ekonomicznymi pacjentów, a w szerszym ujęciu – z modelem ekonomicznym zorganizowanej opieki zdrowotnej w danym kraju. Aktualnie obserwuje się coraz powszechniejsze wypieranie amalgamatu przez alternatywne materiały adhezyjne oszczędzające tkanki zęba i w rezultacie pozwalające na dłuższe zachowanie zębów naturalnych. W najbliższej przyszłości można się spodziewać dalszego rozwoju technik minimalnie inwazyjnych, a przede wszystkim dalszych udoskonaleń w dziedzinie materiałów odtwórczych, szczególnie w zakresie ich własności mechanicznych, takich jak wytrzymałość czy odporność na ścieranie oraz biokompatybilność. W pracy przedstawiono materiały odtwórcze aktualnie stosowane w nowoczesnej stomatologii (**Polim. Med. 2015, 45, 1, 37–43**).

Słowa kluczowe: stomatologia, leczenie zachowawcze, materiał odtwórczy.

Abstract

Conservative treatment which restores the function, aesthetics and protects remaining tooth structure, and what is the most important, the viability of the tooth pulp, is still needed. Dental fillings replace specialized tissues of the tooth that have been lost due to caries or injury. Any decision concerning the use of a particular restorative material should be individualized and based on the competence regarding the composition, properties and characteristics of the specific restorative material. This requires continuous updating of knowledge about available dental materials as well as education of patients who, according to actual models of dental care, should be active partners in the therapeutic process. The selection of restorative materials is often related to financial abilities of the patients, and more generally to the economic model of organized health care in a particular country. Nowadays, amalgam is increasingly dislodged by adhesive materials which permit to save more tooth structure and allow to preserve natural teeth for a longer time. In the nearest future we can expect further development of minimally invasive techniques and improvements of restorative materials, especially their mechanical properties like strength and wear resistance as well as biocompatibility. The article presents restorative materials used in modern dentistry (**Polim. Med. 2015, 45, 1, 37–43**).

Key words: dentistry, conservative treatment, restorative material.

Pomimo wdrażanych programów promocji zdrowia i zapobiegania chorobom nie udało się jak dotąd wyeliminować całkowicie choroby próchnicowej, chociaż jej częstość występowania w wielu krajach jest zróżnicowana, podobnie jak zaspokajanie potrzeb leczniczych. Leczenie odtwórcze przywracające funkcję i estetykę, zabezpieczające zachowaną strukturę zęba oraz, co najważniejsze, żywotność miazgi zęba jest wciąż niezbędne. Wypełnienia dentystyczne zastępują wyspecjalizowane tkanki zęba, które zostały utracone na skutek choroby lub urazu. Żaden materiał odtwórczy nie jest jednak w stanie w pełni zastąpić tkanek własnych zęba, mimo ogromnego postępu w dziedzinie materiałów dentystycznych.

Współczesna stomatologia przesuwą punkt ciężkości na prewencję i leczenie minimalnie inwazyjne, które powinno być postępowaniem z wyboru w każdym przypadku leczenia odtwórczego. Leczenie minimalnie inwazyjne wymaga stosowania nowoczesnych metod opracowywania ubytków oszczędzających tkanki twarde oraz technik rekonstrukcyjnych z wykorzystaniem materiałów wiążących się adhezyjnie ze strukturą zęba. Takimi materiałami są cementy glassjonomerowe (szkło-jonomerowe), kompozyty, kompomery, giomery i ormocery, które spełniają wymogi wytrzymałościowe i estetyczne. Powinny być materiałami pierwszego wyboru w leczeniu próchnicy pierwotnej zębów stałych z zachowaniem właściwych wskazań do ich stosowania [1–3].

W świetle aktualnego podejścia do leczenia stomatologicznego rekonstrukcja zęba powinna być jedynie elementem całościowego planu leczenia sformułowanego na podstawie zebranego wywiadu, przeprowadzonego badania klinicznego i dodatkowych badań radiologicznych. Plan leczenia musi uwzględniać ocenę ryzyka próchnicy, higienę jamy ustnej, współpracę pacjenta, również z zakresu wizyt kontrolnych, a w przypadku dzieci wziąć pod uwagę etap rozwojowy uzębienia i współpracę opiekunów. Plan leczenia odtwórczego wymaga również powiązania z opracowanym indywidualnie dla danego pacjenta planem profilaktycznym [4, 5].

Każda decyzja dotycząca zastosowania konkretnego materiału odtwórczego w leczeniu musi być zindywidualizowana i opierać się na znajomości zastosowania odpowiedniego materiału odtwórczego u danego pacjenta. Wymaga to ciągłego aktualizowania wiedzy personelu oraz edukacji pacjentów, którzy zgodnie ze współcześnie proponowanymi modelami opieki mają być aktywnymi partnerami w procesie terapeutycznym. Zaangażowanie pacjenta, a w przypadku dzieci opiekuna, jest warunkiem koniecznym do realizowania opieki stomatologicznej ukierunkowanej na zapobieganie, a nie tylko leczenie odtwórcze powstałych już nieodwracalnych uszkodzeń.

Do dyspozycji klinicysty pozostaje wybór wśród materiałów adhezyjnych zapobiegawczych, jak i od-

twórczych w kolorze zęba. Należą do nich następujące grupy: materiały złożone, materiały złożone modyfikowane polikwasem (kompomery), giomery, ormocery, konwencjonalne cementy szkło-jonomerowe, modyfikowane żywicą cementy szkło-jonomerowe [6]. W odcinkach bocznych uzębienia nadal stosowanym materiałem odtwórczym jest amalgamat.

Przy wyborze materiału lekarz musi wziąć pod uwagę czynniki związane z zaawansowaniem zmiany próchnicowej, możliwością kontroli wilgoci podczas zabiegu, stanem higieny jamy ustnej oraz preferencjami pacjenta.

Amalgamat

Amalgamat dentystyczny był przez ponad 100 lat podstawowym materiałem odtwórczym w stomatologii zachowawczej ze względu na mały koszt, powszechną dostępność i łatwość pracy z materiałem. Uchronił wielu pacjentów przed powikłaniami miazgowymi nieleczzonej próchnicy, ekstrakcjami i bezzębiem. W wielu krajach jest on obecnie nadal stosowany, zwłaszcza w lecznictwie stomatologicznym w ramach systemu powszechnego ubezpieczenia zdrowotnego. Materiał ten jest trwały, stabilny, wytrzymały na obciążenia zgryzowe i jako jedyny materiał odtwórczy poprawia z czasem swoją szczelność brzeżną dzięki depozycji produktów korozji [6]. Pod względem chemicznym amalgamat stanowi mieszaninę rtęci oraz różnych stopów metali szlachetnych i półszlachetnych w stosunku 1:1. We współczesnych amalgamatach wyeliminowano fazę gamma-2, odpowiedzialną za procesy korozyjne. Przykładem nowoczesnych amalgamatów wysokomiedziowych (25% stopu) są Appilloy 1/2[®] czy Futura 1/2[®].

Spory o bezpieczeństwo i celowość stosowania amalgamatu toczyły się niemal od początku jego wykorzystywania w stomatologii. Istnieją duże rozbieżności pomiędzy poszczególnymi krajami co do stosowania amalgamatu [7, 8]. Światowa Federacja Dentystyczna (FDI) wydała oświadczenie, w którym uznaje amalgamat za bezpieczny, powszechnie stosowany materiał do wypełnień, zaspokajający potrzeby odtwórcze, szczególnie w krajach, gdzie są one duże, z zaleceniem przestrzegania zasad prawidłowego obchodzenia się z nim w kontekście środowiskowym.

Cementy glassjonomerowe

W stomatologii, ulegając licznym modyfikacjom, cementy glassjonomerowe są używane od 30 lat. Zastosowanie znajdują różne rodzaje cementów glassjonomerowych: konwencjonalne chemoutwardzalne, wzmocnione (cermety) i modyfikowane żywicą (podwójnie lub potrójnie utwardzalne) [6].

Glassjonomery konwencjonalne CGIC (ang. conventional glassionomer cements) składają się z proszku i płynu. Proszek zawiera wypełniacz szklany fluoro-glinowo-krzemowy z dużą zawartością fluoru, a płyn zawiera kwas akrylowy bądź kopolimery kwasu akrylowego i (lub) inne alifatyczne kwasy polikarboksyłowe (np. Ketac Molar®, Ketac Fil® (Espe, Seftend, Germany)). Występują również glassjonomery bezwodne WAGIC (ang. water-activated glassionomer cements) aktywowane wodą, w których polimer kwasowy jest dodawany do proszku w postaci bezwodnika (np. Kromoglass I®, Kromoglass II®, Lascod, Firenze, Italy) [9–11]. Po zmieszaniu proszku z płynem powstaje płynny kwas i zachodzi reakcja kwas–zasada, a materiał twardnieje. Cementy glassjonomerowe charakteryzują się wyjątkowo korzystnymi, stale udoskonalanymi właściwościami fizykochemicznymi. Chemiczne wiązanie się ze szkliwem i zębina, biokompatybilność z tkankami zęba, korzystny współczynnik ekspansji termicznej i uwalnianie fluoru czyni je niezastąpionymi materiałami szczególnie w leczeniu dzieci i osób z wysoką aktywnością próchnicy [12]. Uwalniany przez glassjonomery fluor może być wbudowywany do otaczającego szkliwa lub zębiny, działając przeciwpróchnicowo. Glassjonomer uzupełnia swoją pulę fluorków ze środowiska jamy ustnej, pobierając fluor dostarczany za pośrednictwem płukanek, past do zębów czy miejscowej aplikacji preparatów fluorkowych. Wypełnienie glassjonomerowe stanowi więc miejscowy rezerwuuar fluoru. Badania wskazują, że uwalnianie fluoru jest długoterminowe [13].

Są stosowane do ostatecznej odbudowy zębów mlecznych (klasa I, II, III i V wg klasyfikacji ubytków próchnicowych Blacka), w określonych przypadkach, do ubytków klasy III i V w uzębieniu stałym, a także jako podkłady tradycyjne i linery, cementy lutujące oraz do odbudowy ubytków w technice leczniczych wypełnień tymczasowych ITR (ang. Interim Therapeutic Restoration) i atraumatycznego leczenia odtwórczego ART (ang. Atraumatic Restorative Treatment) [14].

Częstym zastosowaniem glassjonomeru jest technika kanapkowa, w której cement wiąże się chemicznie z tkankami zęba, zastępuje utraconą zębina, podczas gdy szkliwo zostaje odbudowane bardziej estetycznym i odpornym na ścieranie materiałem kompozytowym. Istotną wadą glassjonomerów jest ich słaba wytrzymałość na złamanie i duża ścieralność oraz powolne twardnienie. Parametry te udoskonalono, opracowując cementy o szybszym twardnieniu i mającym mniejszą wrażliwość na wilgoć aż do uzyskania zadowalających parametrów w glassjonomerach modyfikowanych żywicą. Innym ważnym zastosowaniem glassjonomerów są lecznicze wypełnienia tymczasowe (ITR). Wykorzystuje się je do zabezpieczania ubytków po usunięciu zmienionych próchnicowo tkanek zęba u pacjentów z mnogimi ogniskami aktywnej próchnicy, co przyczynia się do stabilizacji choroby, ograniczenia jej dalsze-

go rozprzestrzeniania się w jamie ustnej oraz zapobiega ewentualnym powikłaniom zapalnym ze strony tkanki miazgowej. Często jest to metoda stosowana u pacjentów wymagających specjalnej opieki oraz u bardzo małych, niewspółpracujących dzieci, u których nie można wykonać wypełnień ostatecznych. Glassjonomery są też zalecane w leczeniu i zapobieganiu próchnicy w populacjach pozbawionych dostępu do tradycyjnych metod leczenia stomatologicznego jako ostateczne materiały odtwórcze w metodzie ART.

Kompozyty

Materiały złożone, czyli kompozyty na bazie żywic, spełniają oczekiwania stomatologii minimalnie inwazyjnej i są obecnie podstawowymi materiałami odtwórczymi do odbudowy zębów przednich i bocznych. Najważniejszą ich cechą z punktu widzenia aktualnych oczekiwań jest wiązanie adhezyjne z tkankami zęba za pośrednictwem systemów wiążących, co pozwala na oszczędną preparację bez niepotrzebnego usuwania zdrowych tkanek. Stanowią one grupę materiałów o zróżnicowanych właściwościach fizycznych zależnie od swojego składu. Zasadniczo składają się z żywicy, wypełniacza, czynnika spajającego oraz systemu inicjatora/akceleratora [6]. Do innych składników materiałów złożonych należą pigmenty (tlenki nieorganiczne), a także pochłaniacze UV ograniczające zmianę koloru spowodowaną utlenianiem. Dodatek szkła strontowego czy barowego zapewnia kontrast na radiogramie.

O właściwościach fizycznych, wielkości skurczu polimeryzacyjnego oraz polerowalności decyduje wielkość cząsteczek wypełniacza (amorficzna krzemionka, szkło barowe/strontowe, kwarc, fluorki iterbu) i dlatego stanowi ona najczęściej podstawę klasyfikacji tych materiałów. Ogólnie zakres wielkości cząsteczek wypełniacza zawiera się w przedziale od 0,01 do 100 µm. Formuła organicznej matrycy materiału kompozytowego zawiera 75% Bis-GMA (bisfenol A diglicydimetakrylan) oraz 25% TGDMA (dimetylakrylan glikolu trietylowego). W niektórych kompozytach część komponentu żywicznego Bis-GMA zastąpiono innymi, tj. dimetakrylatem uretanu – UDMA lub Bis-EMA (bisfenol A dietoksymetakrylan), które charakteryzują się mniejszą lepkością oraz wrażliwością na wilgoć.

Obecnie wskazania do stosowania kompozytów są bardzo szerokie, co stało się możliwe dzięki ciągłemu udoskonalaniu tych materiałów i minimalizowaniu ich wad, do których zalicza się skurcz polimeryzacyjny, ścieralność, porowatość, niewystarczająca wytrzymałość na zgniatanie i złamanie, genotoksyczność, alergenność, sorpcja wody oraz utrzymywanie się nadwrażliwości po założeniu wypełnienia w ubytku [15–25]. Przeciwwskazaniem do stosowania kompozytów jest niemożność utrzymania suchości pola zabiegowego lub stwierdzone reakcje alergiczne. W zębach stałych zaleca

się je do wypełnień we wszystkich klasach ubytków wg klasyfikacji Blacka.

Inną kwestią jest celowość zakładania wypełnień kompozytowych u pacjentów z dużą aktywnością próchnicy, złą higieną i brakiem motywacji do leczenia, u których utrzymanie i trwałość wypełnień kompozytowych jest wątpliwa. W takich przypadkach korzystniejsze jest wcześniejsze przygotowanie pacjenta do ostatecznej odbudowy poprzez działania motywujące, wdrożenie reżimu higienicznego i zastosowanie leczniczych wypełnień tymczasowych. Przykładem kompozytów jest materiał Filtek® czy G-aenial®.

Mówiąc o kompozytach, nie sposób nie wspomnieć o systemach wiążących, które pośredniczą w wiązaniu materiałów kompozytowych i kompomerów na bazie żywic z tkankami zęba. Pozwalają one skutecznie zwiększyć retencję wypełnień i zminimalizować mikropęknięcia oraz wrażliwość pozabiegową. Są rekomendowane zarówno w uzębieniu mlecznym, jak i stałym. Badania *in vitro* wykazały podobną siłę wiązania z tkankami w obu rodzajach uzębienia [6, 38]. Wymagają jednak ścisłego stosowania się do zaleceń producenta. Zależnie od generacji przewidują użycie kwasu, uzdatniacza i żywicy wiążącej lub w technice samowytrawiania (ang. self etching technique) wykorzystują kwasowe monomery włączone do primera, a w niektórych materiałach tworzące z żywicą adhezyjną jeden system, zapewniając znaczne uproszczenie procedury.

Jednym z nowoczesnych zastosowań żywic jest technika infiltracji będąca kolejną mikroinwazyjną metodą leczenia początkowych zmian próchnicowych na powierzchni proksymalnej zębów stałych. Polega na infiltrowaniu wczesnej zmiany próchnicowej żywicą bez wypełniaczy, która infiltruje tkanki zęba aż do połączenia szkliwno-zębinowego DEJ (ang. dentin-enamel junction) lub poza nie, zatrzymując dalszą progresję zmiany. Zmiana próchnicowa wymaga w tej technice wstępnego potraktowania kwasem hydrochlorowym i osuszenia etanolem. W określonych sytuacjach klinicznych zabieg można przeprowadzać również w zębach mlecznych [6].

Kompomery

Kompomery, czyli kompozyty modyfikowane polikwasem łączą w sobie zalety materiałów złożonych oraz glassjonomerów [12]. Zostały wprowadzone w latach 90. XX w. Pierwszy kompomer, Dyract®, składał się z monomeru TCB (kwasu butano-tetra-karboksyłowego), w którym zatopiono aktywne cząsteczki szkła strontowo-fluoro-krzemowego [26, 27]. Wagowy udział szkła wynosił 72% całości składu materiału, z czego 13% stanowiły jony fluoru. W nowszych modyfikacjach zastosowano cząsteczki szkła krzemowo-wapniowo-glinowego-fluorowego (42–67% objętości) zatopione w żywicznej matrycy metakrylanowej. W przebiegu pro-

cesu twardnienia materiału kompomerowego zachodzą 2 typy reakcji chemicznych: polimeryzacja – charakterystyczna dla materiałów złożonych oraz reakcja kwasowo-zasadowa – charakterystyczna dla cementów glassjonomerowych [28, 29]. Po związaniu, polegającym na polimeryzacji żywicy, uwalniają jony fluoru, chociaż nie w takim stopniu, jak cementy glassjonomerowe [30]. Kompomery charakteryzują się za to bardzo dobrą estetyką, wymagają minimalnego opracowania zęba i do pewnego stopnia tolerują wilgoć. Do innych zalet należą: gładkość powierzchni, dobra polerowalność, wytrzymałość mechaniczna oraz widoczność na zdjęciach rentgenowskich. Materiały te wymagają jednak stosowania systemów adhezyjnych. Wadą kompomerów jest obecność skurczu polimeryzacyjnego oraz znaczna ścieralność na powierzchniach okluzyjnych [28].

Giomery

Giomery są materiałami hybrydowymi, pochodnymi glassjonomerów i kompozytów, których matryca organiczna jest efektem polimeryzacji oligomerów i monomerów [31]. Sposób wytwarzania tych materiałów został opracowany przez japońską firmę Shofu Dental Corporation [32]. Zawierają one cząstki wypełniacza fluoro-glinowo-krzemowego, które wcześniej, całkowicie bądź częściowo, przereagowały z kwasem poliakrylowym (technologia PRG, ang. prereacted glassionomer filler) [6, 13]. W porównaniu z kompomerami giomery uwalniają większe ilości fluoru, jak również wchłaniają go w dużych ilościach z otaczającego środowiska. Do innych pożądaných cech należą: dobra wytrzymałość mechaniczna, wysoka estetyka i łatwa polerowalność powierzchni [31, 32]. Giomery dobrze sprawdzają się przede wszystkim w estetycznych rekonstrukcjach zębów przednich. Przykładem giomerów są materiały Beautifil® oraz Reactimer® [13].

Ormocery

Określenie ormocer jest skrótem terminu „organicznie modyfikowana ceramika”. Materiały te zawierają trzy komponenty: nieorganiczną, organiczną oraz polisiloksanową [6]. Składowa organiczna – polimer – odpowiada za własności optyczne, polarność, zdolność tworzenia wiązań krzyżowych oraz twardość [33]. Ceramika warunkuje stabilność chemiczną i brak ekspansji termicznej, natomiast polisiloksany wpływają na elastyczność. Do szczególnych zalet ormocerów należy wysoka estetyka, biokompatybilność i mały skurcz polimeryzacyjny. Materiały te mają zastosowanie w rekonstrukcji wszystkich klas ubytków, zwłaszcza tych niepróchnicowego pochodzenia oraz w przypadkach naprawy wypełnień kompozytowych lub ceramicznych [33–35]. Przedstawicielami tej grupy materiałów są Admira® oraz Tetric Ceram®.

Podsumowanie

Problem wyboru materiałów odtwórczych wiąże się często z możliwościami ekonomicznymi pacjentów, a w szerszym ujęciu z możliwościami ekonomicznymi zorganizowanej opieki zdrowotnej w danym kraju. W krótszej perspektywie nowoczesne materiały adhezyjne w kolorze zęba mogą okazać się bardziej kosztowne, ponieważ jak wykazały liczne analizy czas ich przetrwania nie dorównuje amalgamatowi. Średnia długość przetrwania wypełnień amalgamatowych wynosiła 10–15 lat [36], w porównaniu ze średnim 5–8-letnim czasem utrzymania wypełnień kompozytowych [37, 38]. Trwałość glassjonomerów jest mniejsza niż amalgamatu i kompozytu [39, 40].

Wykazano również, że w grupie pacjentów z wypełnieniami kompozytowymi potrzeby odtwórcze po 5 latach były o 50% większe niż w grupie z amalgamatami [41]. Są jednak i takie badania, które pokazują podobną trwałość nowoczesnych, alternatywnych wobec amalgamatu materiałów odtwórczych [42]. Przeprowadzone w Norwegii badania [43] wykazały przetrwanie po 4 latach 95% wypełnień kompozycyjnych, 92% wypełnień amalgamatowych, 85% wypełnień kompozytowych oraz 69% glassjonomerowych.

W perspektywie długofalowej materiały adhezyjne wiążące się ze strukturą zęba mogą uchronić pacjenta przed droższymi, rozległymi i bardziej złożonymi rekonstrukcjami spowodowanymi złamaniem lub utratą znacznej ilości tkanek zęba wskutek sukcesywnej w ciągu życia wymiany wypełnień nieadhezyjnych [44]. Wypełnienie uszkodzonego zęba materiałem nieadhezyjnym ze wszystkimi jego mankamentami jest jednak lepsze niż brak jakiegokolwiek zabezpieczenia lub jego ekstrakcja. Rodzaj materiału wypełnieniowego jest zresztą tylko jednym z kilku czynników, które rzutują na trwałość wypełnienia.

Często podnoszoną kwestią jest ekspozycja pacjenta na rozmaite związki chemiczne podczas leczenia stomatologicznego oraz działania uboczne materiałów dentystycznych. Najpoważniejsze zagrożenia wiązano tradycyjnie z amalgamatem, ale zwiększa się również liczba doniesień na temat niepożądanych reakcji związanych z kompozytami i cementami. Najpowszechniejsze są reakcje skórne oraz ból spowodowane działaniem drażniącym i alergizującym. Jednym z częściej wskazywanych związków chemicznych jest Bisfenol A lub jego pochodne powszechnie zawarte w żywicach kompozytowych i uszczelniaczach bruzd jako ich składnik lub produkt uboczny innych komponentów tych materiałów [45]. Dodatkowo, substancje te są podobne w swo-

im działaniu do hormonów, co wykazano w badaniach *in vitro* z hodowlami komórek. Obecnie panuje jednak pogląd, że ze względu na znikome ilości tych związków, ten aspekt oddziaływania Bisfenolu A i jego pochodnych nie stanowi zagrożenia. Amerykańskie Towarzystwo Dentystyczne (ang. American Dental Association, ADA) nie widzi powodu do niepokoju z powodu niewielkiej ekspozycji na Bisfenol pochodzący z materiałów dentystycznych [46, 47]. Jedną z metod eliminacji nawet tych niewielkich ilości Bisfenolu A i jego pochodnych jest usuwanie pozostałej warstwy monomeru natychmiast po założeniu materiału kompozytowego lub uszczelnacza polegające na wytarciu powierzchni wypełnienia lub uszczelnacza wałkiem ligniny i pumeksem, a następnie dokładne spłukanie wodą lub też na płukaniu przez pacjenta jamy ustnej wodą przez 30 sekund po założeniu wypełnienia [45].

Podskórne testy uczuleniowe oceniające reakcje na rozmaite materiały dentystyczne wykazały stosunkowo najmniej pozytywnych reakcji alergicznych w odniesieniu do amalgamatu i składników materiałów kompozytowych, a najwięcej wobec złota, niklu i palladu. Jednak w przypadku personelu dentystycznego kontakt z nieutwardzonymi materiałami może spowodować wystąpienie alergii [48]. W związku z tym wskazuje się na potrzebę ograniczenia bezpośredniego kontaktu z nieutwardzonymi materiałami wypełnieniowymi oraz stosowanie ssaków i chłodzenia wodą podczas usuwania starych wypełnień kompozytowych, glassjonomerowych i amalgamatu w celu unikania ewentualnej ekspozycji na toksyczne substancje.

W przebiegu procesu fotopolimeryzacji dentystycznych materiałów odtwórczych może dojść do miejscowego przegrzania miazgi [49, 50]. Jest to wynik dużej ilości ciepła skumulowanego w krótkim czasie, bez możliwości jego odprowadzenia z zęba. Przegrzanie miazgi obserwowano w przypadkach stosowania materiałów o zmniejszonej wrażliwości na światło operacyjne wymagających wydłużonego czasu naświetlania [49].

Można się spodziewać coraz powszechniejszego odchodzenia od amalgamatu i zastępowania go alternatywnymi materiałami adhezyjnymi oszczędzającymi tkanki i pozwalającymi na dłuższe zachowanie zębów naturalnych, dalszego rozwoju technik minimalnie inwazyjnych, a przede wszystkim dalszych udoskonaleń w dziedzinie materiałów odtwórczych, szczególnie w zakresie ich własności wytrzymałościowych oraz biokompatybilności. Głównym dążeniem współczesnej stomatologii jest jednak wyeliminowanie potrzeby leczenia uszkodzeń próchnicowych poprzez skuteczną prewencję i edukację prozdrowotną.

Piśmiennictwo

- [1] Espelid I., Tveit A.B., Mejare I., Sundberg H., Hallonsten A.L.: Restorative treatment decisions on occlusal caries in Scandinavia. *Acta Odontol. Scand.* 2001, 59, 1, 21–27.
- [2] Tveit A.B., Espelid I., Skodje F.: Restorative treatment decisions on approximal caries in Norway. *Int. Dent. J.* 1998, 49, 3, 165–172.
- [3] National Health Service CfRad. Dental restoration: What type of filling? Vol 5[2]. 1999.
- [4] Anderson M.: Risk assessment and epidemiology of dental caries: Review of the literature. *Pediatr. Dent.* 2002, 24, 5, 377–385.
- [5] American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on use of a caries-risk assessment tool (CAT) for infants, children, and adolescents. *Pediatr. Dent.* 2007, 29 (Suppl.), 29–33.
- [6] Kaczmarek U., Lipski M.: Materiały stosowane w leczeniu zachowawczym zębów. [W:] *Stomatologia Zachowawcza z Endodoncją*. PZWL, Warszawa 2014.
- [7] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks – SCENIHR. 23. The safety of dental amalgam and alternative dental restoration materials for patients and users EU: Health and Consumer Protection. Directorate General; 2008. 6 May 2008.
- [8] Scientific Committee on Health and Environmental Risks – SCHER. Opinion on 24. the environmental risks and indirect health effects of mercury in dental amalgam EU: Health and Consumer Protection. Directorate General; 2008. 6 May 2008.
- [9] Kupka T.: Szkło-jonometry – przeszłość, teraźniejszość i przyszłość dentystyki odtwórczej. *Mag. Stomatol.* 2014, 4, 28–32.
- [10] De Munck J., Van Landuyt K., Peumans M., Poitevin A., Lambrechts P., Braem M., Van Meerbeek B.: A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J. Dent. Res.* 2005, 84, 118–132.
- [11] Tyas M.J.: Milestones in adhesion: glass-ionomer cements. *J. Adhes. Dent.* 2003, 5, 259–266.
- [12] Cho S., Cheng A.C.: A review of glass-ionomer restorations in the primary dentition. *J. Can. Dent. Assoc.* 1999, 65, 9, 491–495.
- [13] Kaczmarek U.: Uwalnianie fluorów z materiałów do wypełnień a próchnica wtórna. *Dent. Med. Probl.* 2005, 42, 2, 333–340.
- [14] Ersin N.K., Candan U., Aykut A., Oncag O., Eronat E., Kose T.: A clinical evaluation of resin-based composite and glass ionomer cement restorations placed in primary teeth using the ART approach: Results at 24 months. *J. Am. Dent. Assoc.* 2006, 137, 11, 1529–1536.
- [15] Burgess J.O., Walker R., Davidson J.M.: Posterior resin-based composite: Review of the literature. *Pediatr. Dent.* 2002, 24, 5, 465–479.
- [11] Hebling J., Feigal R.J.: Use of one-bottle adhesive as an intermediate bonding layer to reduce sealant microleakage on saliva-contaminated enamel. *Am. J. Dent.* 2000, 13, 4, 187–191.
- [16] Pacyk A., Wagner L.: Techniques of polymerization activation of restorative materials. *Stomatol. Współ.* 2004, 15, 2, 22–27.
- [17] Pacyk A., Sokołowski J., Pawlicka H.: The impact of modern modifications of composites' organic part on polymerization shrinkage. *e-Dentico* 2006, 9, 1, 74–81.
- [18] Okoński P.: Polymerisation of light – curing composites review of literature. *Nowa Stomatol.* 2000, 5, 4, 18–21.
- [19] Radziejewska M.: Cytotoxicity of composite resin and dentine adhesive systems – a literature review. *Nowa Stomatol.* 1999, 4, 4, 35–39.
- [20] Wolf-Smentek A., Wolf L., Pijanowski J.: The marginal adaptation of composite fillings cured a laser argon and a halogen light unit. *Mag. Stomatol.* 1999, 9, 9, 46–49.
- [21] Ilie N., Felten K., Trixner K.: Shrinkage behavior of a resin-based composite irradiated with modern curing units. *Dent. Mater.* 2005, 21, 483–489.
- [22] Bojar W., Chladek W., Karczewicz A.: Young's modulus and compressive strength of chosen posterior restoratives. Comparison and model analysis. *Nowa Stomatol.* 2001, 6, 3, 22–27.
- [23] Moharamzadeh K., Van Noort R., Brook I.M., Scutt A.M.: Cytotoxicity of resin monomers on human gingival fibroblasts and HaCaT keratinocytes. *Dent. Mater.* 2007, 23, 40–44.
- [24] Schweikl H., Spagnuolo G., Schmalz G.: Genetic and cellular toxicology of dental resin monomers. *J. Dent. Res.* 2006, 85, 870–877.
- [25] Garcia-Godoy F., Donly K.J.: Dentin/enamel adhesives in pediatric dentistry. *Pediatr. Dent.* 2002, 24, 5, 462–464.
- [26] Grützner A.E., Pflug K.P.: *Kompomere in der füllungstherapie*, Spitta Verlag 1999.
- [27] Dyract AP Technical Manual Dentsplay De Trey. Konstanz 1997.
- [28] Jodkowska E., Karaś J.: Porównanie wytrzymałości na ścinanie wiązania szklia i zębiny z kompomerami. *Dent. Med. Probl.* 2010, 47, 4, 435–440.
- [29] Blunck V., Roulet J.F.: Marginal adaptation of compomer Class V restorations *in vitro*. *J. Adhes. Dent.* 1999, 143–151.
- [30] Itota T., Carrick T.E., Yoshiyama M., McCabe J.F.: Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dent. Mater.* 2004, 29, 9, 789–795.
- [31] Sunico M.C., Shinkai K., Katoh Y.: Two year clinical performance of occlusal and cervical giomer restorations. *Oper. Dent.* 2005, 30, 3, 282–289.
- [32] Karaś J., Ciołek L.J.: Badania eksperymentalnych giomerów fotoutwardzalnych do stosowania w stomatologii odtwórczej. *Prace Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych* 2011, 4, 8, 7–20.
- [33] Kaczmarek U.: Materiały do wypełnień zębów mlecznych – tradycja i stan obecny. *Czas. Stomatol.* 2006, 59, 6, 393–403.
- [34] Dorter C., Yildiz E., Gomec Y., Erdilek D.: Abrasive effect of brushing on ormocers following acid conditioning. *Dent. Mater.* 2003, 22, 4, 475–481.

- [35] **Helvatjoglu-Antoniades M., Kalinderis K., Pedulu L., Papadogiannis Y.:** The effect of pulse activation on microleakage of a 'packable' composite resin and two 'ormocers'. *J. Oral Rehabil.* 2004, 31, 11, 1068–1074.
- [36] **Burke F.J., Cheung S.W., Mjör I.A., Wilson N.H.:** Restoration longevity and analysis of reasons for the placement and re-placement of restorations provided by vocational dental practitioners and their trainers in the United Kingdom. *Quintessence Int.* 1999, 30, 4, 234–242.
- [37] **Forss H., Widstrom E.:** From amalgam to composite: selection of restorative materials and restorative longevity in Finland. *Acta Odontol. Scand.* 2001, 59, 2, 57–62.
- [38] **Mjör I.A., Dahl J.E., Morehead J.E.:** Age of restorations at replacement in permanent teeth in general dental practice. *Acta Odontol. Scand.* 2000, 58, 3, 97–101.
- [39] **Mjör I.A., Moorhead J.E., Dahl J.E.:** Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *Int. Dent. J.* 2000, 50, 6, 361–366.
- [40] **Qvist V., Manscher E., Teglers P.T.:** Resin-modified and conventional glassionomer restorations in primary teeth: 8-year results. *J. Dent.* 2004, 32, 4, 285–294.
- [41] **DeRouen T.A., Martin M.D., Leroux B.G., Townes B.D., Woods J.S., Leitão J., Castro-Caldas A., Luis H., Bernardo M., Rosenbaum G., Martins I.P.:** Neurobehavioral effects of dental amalgam in children: a randomized controlled trial. *JAMA* 2006, 295, 15, 1784–1792.
- [42] **Opdam N.J., Bronkhorst E.M., Roeters J.M., Loomans B.A.:** A retrospective clinical study on longevity of posterior composite and amalgam restorations. *Dent. Mater.* 2007, 23, 1, 2–8.
- [43] **Vidnes-Kopperud S., Tveit A.B., Gaarden T., Sanvik L., Espelid I.:** Factors influencing dentists' choice of amalgam and tooth-colored restorative materials for Class II preparations in younger patients. *Acta Odontol. Scand.* 2009, 67, 2, 74–79.
- [44] **Geurtsen W., Garcia-Godoy F.:** Bonded restorations for the prevention and treatment of the cracked-tooth syndrome. *Am. J. Dent.* 1999, 12, 6, 266–270.
- [45] **Fleisch A.F., Sheffield P.E., Chinn C., Edelstein B.L., Landrigan P.J.:** Bisphenol A and related compounds in dental materials. *Pediatrics* 2010, 126, 4, 760–768.
- [46] American Dental Association. Bisphenol A and Dental Materials. Available at: "<http://www.ada.org/1766.aspx>". Accessed October 10, 2014.
- [47] US Food and Drug Administration. Bisphenol A (BPA). Available at: "<http://www.fda.gov/NewsEvents/PublicHealthFocus/ucm064437.htm>". Accessed October 10, 2014.
- [48] **Kanerva L., Alanko K., Estlander T., Jolanki R., Lahtinen A., Savola A.:** Statistics on occupational contact dermatitis from (meth)acrylates in dental personnel. *Contact Dermatitis* 2000, 42, 3, 175–176.
- [49] **Dudzik K., Iwanicka-Grzegorek E.:** Light curing units used in the dentistry – kinds, application and mechanism of the polymerization. *Nowa Stomatol.* 2009, 14, 4, 122–127.
- [50] **Dobrzyński M., Calkosiński I., Fita K., Han P., Kobierska-Brzoza J., Czajczyńska-Waszkiewicz A., Przywitowska I., Dudek K.:** Application of thermography in dentistry based on literature review and authors experimental studies. *Pol. J. Environ. Stud.* 2009, 18, 1A, 556–561.

Adres do korespondencji:

Maciej Dobrzyński

Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej i Dziecięcej, Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu

ul. Krakowska 26

50-425 Wrocław

Polska

e-mail: maciejdobrzyński@op.pl

Konflikt interesów: Nie występuje

Praca wpłynęła do Redakcji: 7.11.2014 r.

Po recenzji: 30.03.2015 r.

Zaakceptowano do druku: 18.04.2015 r.

Received: 7.11.2014

Revised: 30.03.2015

Accepted: 18.04.2015