



Preparat Nanocare Gold w zapobieganiu próchnicy wtórnej

Roman Borczyk i Katarzyna Pietranek

Nanocare Gold preparation in the prevention of recurrent caries

Praca recenzowana

Centrum Implantologii i Stomatologii Estetycznej w Katowicach
Kierownik: lek. med. chir. stom. Roman Borczyk

Streszczenie

Próchnica wtórna jest głównym problemem pojawiającym się po leczeniu zachowawczym zębów. Jej przyczyną są bakterie wnikające pod wypełnienie przez mikroszczelinę tworzącą się między materiałem kompozytowym a ścianą ubytku. Stosowanie podczas leczenia preparatu Nanocare Gold pozwala wytworzyć warstwę nanocząstek srebra i złota w miejscu kontaktu materiału złożonego z zębem. Stała obecność w mikroszczelinie nanosrebra i nanozłota skutecznie chroni ząb przed rozwojem bakterii odpowiedzialnych za powstawanie próchnicy.

Summary

Recurrent caries is the main problem that arises after conservative dental treatment. It is caused by bacteria that get under the restoration via microfissures that arise between the composite filling and the walls of the cavity. Use of the preparation Nanocare Gold during treatment allows for the formation of a layer of silver and gold nanoparticles in places where the composite is in contact with the tooth. The permanent presence in the microfissure of nanosilver and nanogold effectively protects the tooth from the development of bacteria responsible for caries.

Hasła indeksowe: próchnica wtórna, preparat Nanocare Gold

Key words: recurrent caries, Nanocare Gold preparation

Próchnica zębów jest jedną z najczęściej występujących chorób na świecie. Jej przyczyną są w głównej mierze bakterie zasiedlające jamę ustną. Postęp procesu próchnicowego jest związany z sukcesją mikroorganizmów. Proces próchnicowy inicjuje naturalna mikroflora płytki nazębnej, która, metabolizując węglowodany z pożywienia, przyczynia się do zakwaszenia środowiska jamy ustnej. Przy obniżonym pH następuje rozwój bakterii próchnicowych – paciorkowców: *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Streptococcus sanguinis* oraz pałeczek kwasu mlekowego (m.in. *Lactobacillus acidophilus*). Następuje demineralizacja i proteolityczny rozkład tkanek twardych zęba.

Obecnie próchnicę początkową można leczyć całkowicie bezboleśnie, wykorzystując silnie utleniające właściwości ozonu. Ozonoterapia jest jednak skuteczna tylko w przypadku niewielkich zmian próchnicowych, dlatego wciąż najczęściej stosowaną metodą leczenia próchnicy jest mechaniczne usunięcie chorej tkanki i zastąpienie jej materiałem wypełniającym. Od wielu lat istotnym problemem jest stworzenie odpowiedniego materiału do wypełnień ubytków, który trwale łączyłby się z tkanką zęba oraz był odporny na ścieranie i ogromne siły nacisku powstające podczas aktu żucia. Spośród materiałów odtwórczych przeznaczonych do wykonywania wypełnień bezpośrednio w jamie ustnej pacjenta obecnie najczęściej stosuje się materiały złożone. Charakteryzuje je dobra plastyczność oraz estetyka umożliwiająca dobranie koloru wypełnienia do barwy naturalnych zębów. Ogromną wadą wypełnień kompozytowych jest ich kurczliwość podczas polimeryzacji (1). Proces

utwardzania żywic kompozytowych następuje na skutek polimeryzacji addycyjnej, tzn. takiej, w której monomery łączą się bez powstawania produktów ubocznych. Monomery wchodzące w skład kompozytów mają przynajmniej jedno wiązanie wielokrotne między atomami węgla, co umożliwia polimeryzację. Proces polimeryzacji zostaje zainicjowany światłem o odpowiedniej długości fali (450-490 nm). Na skutek naświetlania cząsteczki monomerów łączą się, tworząc polimer. W czasie polimeryzacji następuje skurcz – w wyniku zmniejszenia się odległości między poszczególnymi molekułami tworzącymi kompozyt podczas jego przejścia ze stanu półpłynnego w stały. Szacuje się, że wielkość skurczu polimeryzacyjnego wynosi od 1,5 do 5% (2) i zależy od rodzaju materiału złożonego, jego składu, właściwości oraz techniki leczenia (3, 4). Efektem jest powstawanie silnych naprężeń w miejscu kontaktu wypełnienia z powierzchnią zęba. Działające siły mogą doprowadzić

do pęknięć szkliva. Gdy siła skurczu przewyższa siłę wiązania kompozytu do zęba, następuje jego odebranie i powstanie w następstwie tzw. szczeliny brzeżnej (5). Ogromne siły wywierane na ząb podczas aktu żucia również wpływają niekorzystnie na połączenie kompozytu z zębem. Bakterie jamy ustnej swobodnie wnikają przez szczelinę brzeżną pod wypełnienie. Po leczeniu zachowawczym bardzo częstym problemem jest pojawienie się mikroprzecieku. Powoduje on nadwrażliwość zębów po leczeniu, przebarwienia w miejscu połączenia wypełnienia z zębem, może także prowadzić do powstania próchnicy wtórnej czy też zapalenia miazgi zęba (2, 3).

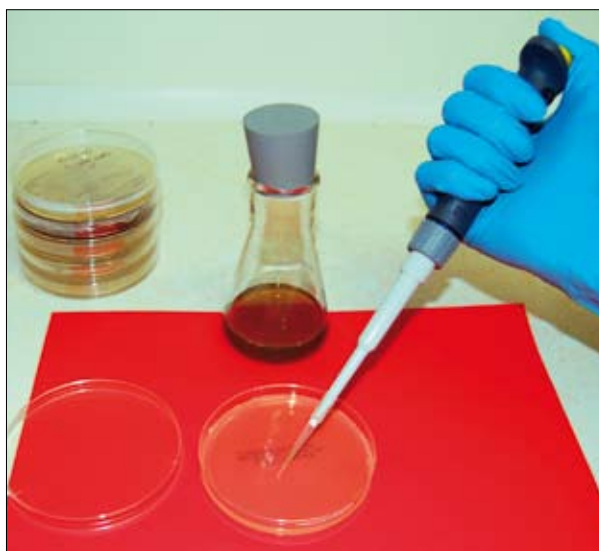
Próchnica wtórna jest najczęstszym powikłaniem leczenia zębów. Jednym ze sposobów mających na celu zmniejszenie ryzyka próchnicy wtórnej jest stosowanie materiałów stomatologicznych uwalniających jony fluoru o właściwościach kariostatycznych (6). Dokładne usunięcie tkanek zmienionych próchnicowo i założenie wypełnienia zapewniającego precyzyjne dopasowanie kompozytu do ścian ubytku jest warunkiem powodzenia leczenia. O ile pierwszy warunek można spełnić, to uniknięcie tworzenia się mikroszczeliny nie jest możliwe.

Duży wpływ na siłę połączenia kompozytu z zębem ma kształt ubytku. Jest to tzw. czynnik kształtu (ang. C-factor), definiowany jako stosunek powierzchni kompozytu związanej z zębem do powierzchni wolnej. Badania wykazały, że im większa jest wartość C-factor, tym większa szczelina tworzy się podczas polimeryzacji materiału ((2, 7). Gdy powierzchnia wypełnienia związana z zębem jest zbyt duża w stosunku do powierzchni wolnej, naprężenia po-

wstające podczas polimeryzacji nie mogą być rozproszone. Większy jest wówczas stres powodujący powstanie szczeliny. Dlatego bardziej płaskie wypełnienia pozwalają uzyskać lepsze efekty dzięki redukcji wielkości skurczu polimeryzacyjnego. W większości przypadków klinicznych wartość C-factor wynosi około 1-2 (3).

Od lat producenci kompozytów starają się stworzyć system wypełniania ubytków, który zapewniłby silne wiązanie kompozytu z zębem i minimalizował ryzyko powstania mikroszczeliny. Obecnie po opracowaniu ubytku stosuje się wytrawiacze (m.in. kwasy organiczne lub nieorganiczne, EDTA), które powodują demineralizację powierzchni zębiny i usuwają warstwę mazistą utrudniającą wiązanie kompozytu. Ponadto używa się specjalnych preparatów zwiększających siłę wiązania (primer, adhesive) (8). Trwają również badania nad sposobami zmniejszenia wielkości skurczu polimeryzacyjnego.

Wielkość skurczu kompozytu podczas polimeryzacji zależy od techniki naświetlania. W czasie polimeryzacji następuje zmiana faz skupienia. Początkowo tworzą się łańcuchy liniowe polimeru (faza półpłynna), a powstająca szczelina jest niwelowana dzięki możliwości równoległego ruchu łańcuchów wobec siebie. Kontynuacja naświetlania powoduje tworzenie wiązań poprzecznych, materiał uzyskuje konsystencję stałą. Wydłużenie czasu trwania fazy półpłynnej pozwala zredukować naprężenia powstające w czasie skurczu i uzyskać lepsze dopasowanie materiału do ścian zęba. Kompozyty samoutwardzalne dzięki wydłużeniu procesu polimeryzacji wykazują lepszą adaptację brzeżną. Jednocześnie jednak wydłuża się czas zabiegu, co jest niewątpliwą wadą. W przypadku kompozytów światłoutwardzalnych efekt wydłużenia fazy półpłynnej można uzyskać, stosując stopniową metodę naświetlania kompozytu – rozpoczynając od naświetlania światłem o mniejszej intensywności (2, 9,



Ryc. 1. Traktowanie mikroorganizmów płynem Nanocare Gold.



Ryc. 2. Mikroskop laboratoryjny z ekranem.

10, 11). Takie działanie może jednak wpłynąć na strukturę wewnętrzną kompozytu, zaburzając jego właściwości mechaniczne (2).

Innym sposobem zmniejszenia ostatecznych wymiarów szczeliny jest nakładanie kompozytu techniką warstwową. C-factor w przypadku niewielkich warstw jest zminimalizowany, co w konsekwencji obniża naprężenia i redukuje wielkość powstającej szczeliny. Ponadto każda następna warstwa kompozytu może rekompensować skurcz warstwy poprzedniej. Jednak skurcz powstający zaraz po naświetlaniu kompozytu stanowi jedynie 70-85% wielkości ostatecznej szczeliny (13). Naprężenia mierzone 5 minut po aktywacji są większe niż bezpośrednio po naświetlaniu, co świadczy o kontynuacji procesu polimeryzacji. Ponadto zmiany temperatury po skończeniu naświetlania czy też podczas końcowego polerowania również wpływają na wielkość skurczu materiału (14, 15). Tak więc nie jest możliwe całkowite wyeliminowanie szczeliny, nawet stosując nieskończenie wiele warstw (3). Poza tym stosowanie techniki warstwowej jest bardzo pracochłonne i znacznie wydłuża czas leczenia.

Stosowanie preparatów zwiększających siłę wiązania kompozytu z zębem oraz optymalnych technik leczenia także nie pozwala uniknąć powstania mikroszczeliny między materiałem a powierzchnią zęba. Nieunikniony jest więc przeciek bakterii pod wypełnienie oraz w efekcie powstanie ubytków wymagających ponownego leczenia. Eliminacja bakterii z mikroszczeliny jest jedynym sposobem skutecznego zapobiegania próchnicy wtórnej.

Najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie podczas leczenia prepa-



Ryc. 3A. Posiew kontrolny *Candida albicans* nietraktowany preparatem Nanocare Gold (po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C).



Ryc. 3B. Posiew kontrolny *Enterococcus faecalis* nietraktowany preparatem Nanocare Gold (po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C).



Ryc. 3C. Posiew kontrolny *Streptococcus sanguinis* nietraktowany preparatem Nanocare Gold (po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C).



Ryc. 3D. Wymaz z płytki nazębnej.

ratu przeciwbakteryjnego, który pozostałby w szczelinie na stałe i chronił ząb przed infekcją wtórną. Takim preparatem jest Nanocare Gold firmy Dental Nanotechnology – pierwszy na rynku płyn zwalczający przyczyny próchnicy wtórnej. Nanocare Gold zawiera oczyszczone nanocząstki złota i srebra, które mają udowodnione właściwości przeciwbakteryjne i przeciwgrzybiczne. Przed założeniem wypełnienia zaleca się dokładne płukanie nim leczonego zęba. Specjalnie opracowana formuła preparatu Nanocare Gold pozwala dokładnie pokryć powierzchnię zęba trwałą warstwą nanocząstek, co jest niezwykle istotne z medyczne-

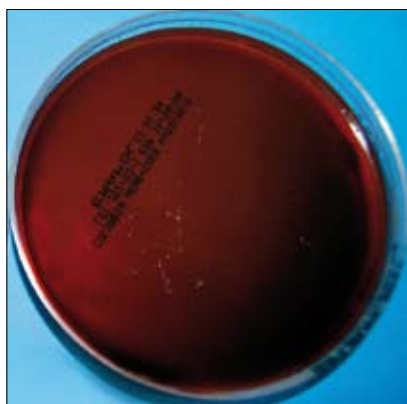
go punktu widzenia. Dzięki odpowiednio dobranej substancji nośnej cząsteczki preparatu dostają się do najmniejszych szczelin zęba. Stała obecność warstwy nanocząsteczkowej w szczelinie skutecznie zapobiega rozwojowi bakterii odpowiedzialnych za próchnicę wtórną. Niemożność wypłukania cząsteczek preparatu z mikroszczeliny sprawia, że ich działanie jest długotrwałe. Płyn Nanocare Gold jest innowacyjnym rozwiązaniem w leczeniu zachowawczym – pozwala wyeliminować powikłania powodowane nieszczelnością wypełnień. Ponadto jest przeznaczony do stosowania pod korony, licówki, nakłady – tu również nie-



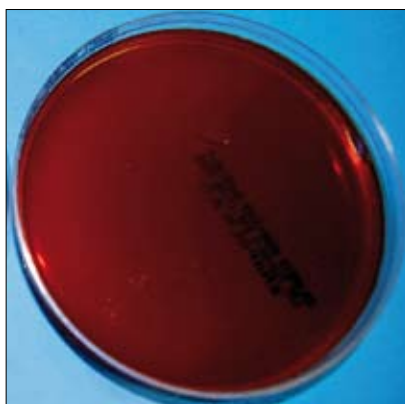
Ryc. 4A. Próba *C. albicans* potraktowana płynem Nanocare Gold (po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C).



Ryc. 4B. Próba *E. faecalis* potraktowana płynem Nanocare Gold (po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C).



Ryc. 4C. Próba *S. sanguinis* potraktowana płynem Nanocare Gold (po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C).



Ryc. 4D. Wymaz z płytki nazębnej.

szczelność jest istotnym problemem. Szerokie spektrum działania bakteriostatycznego i grzybobójczego nanocząstek złota i srebra zostało już potwierdzone licznymi badaniami naukowymi (16, 17, 18).

Materiał i metoda

Celem doświadczenia było zbadanie właściwości bakteriostatycznych i grzybobójczych preparatu Nanocare Gold i ocena *in vitro*, czy procedura leczenia ubytków ma wpływ na właściwości zawartych w preparacie nanocząstek srebra i złota.

Założono hodowle bakterii *Enterococcus faecalis* i *Streptococcus*

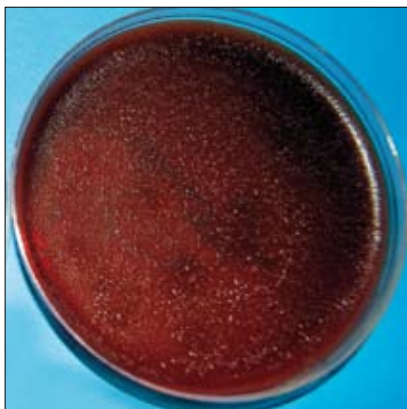
sanguinis oraz grzyba *Candida albicans* wchodzących w skład środowiska jamy ustnej na odpowiednich pożywkach mikrobiologicznych. Hodowlę *C. albicans* (szczep ATCC 10231) prowadzono na podłożu agarowym Saboraud z gentamycyną i chloramfenikolem, hodowlę *E. faecalis* (szczep PCM 2605) – na podłożu agarowym BHI, natomiast *S. sanguinis* (szczep PCM 2335) namnażano na pożywce Columbia agar z dodatkiem krwi baraniej (5%). Hodowle przechowywano w cieplarni w temperaturze 37°C. Wymienione szczepy posiano na odpowiednie pożywki i potraktowano: 1) płynem Nanocare Gold (2 ml), 2) płynem

Nanocare Gold z dodatkiem preparatu wiążącego kompozyt z zębem, zachowując proporcje stosowane w czasie leczenia (1 kropla preparatu na 1 ml Nanocare), 3) płynem Nanocare odpowiednio naświetlanym (imitując warunki leczenia) oraz 4) płynem Nanocare z preparatem wiążącym i odpowiednio naświetlanym (ryc. 1). Szalki z posiewami nietraktowanymi wymienionymi czynnikami posłużyły jako kontrola. Ponadto zbadano skuteczność Nanocare Gold w zwalczaniu bakterii jamy ustnej. Wykonano posiew bezpośrednio z płytki nazębnej na podłożu Columbia agar z krwią (5%) i potraktowano Nanocare. Posiew nietraktowany Nanocare służył za kontrolę. Wzrost mikroorganizmów oceniono po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C. Dodatkowo prowadzono obserwacje mikroskopowe szczepów bakterii i grzyba (ryc. 2).

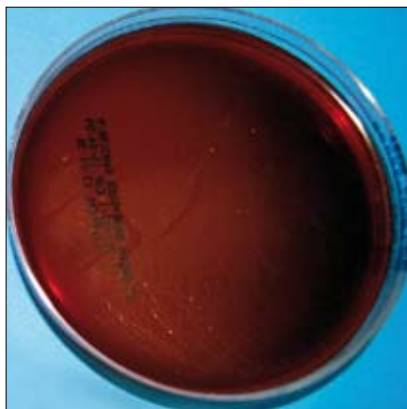
Wyniki i wnioski

Zaobserwowano wzrost bakterii i grzyba na szalkach kontrolnych (ryc. 3). W przypadku wszystkich pozostałych prób potraktowanych płynem Nanocare Gold (ryc. 4), mieszaniną płynu z preparatem wiążącym (ryc. 5A – na przykładzie bakterii próchnicowych *S. sanguinis*), płynem naświetlanym (ryc. 5B) lub kombinacją Nanocare z preparatem i światłem (ryc. 5C) – po 24 godzinach inkubacji w cieplarni nie nastąpił wzrost mikroorganizmów. Ryciny 6A, 6B i 6C przedstawiają obraz mikroskopowy szczepów bakterii i grzyba (powiększenie 100x).

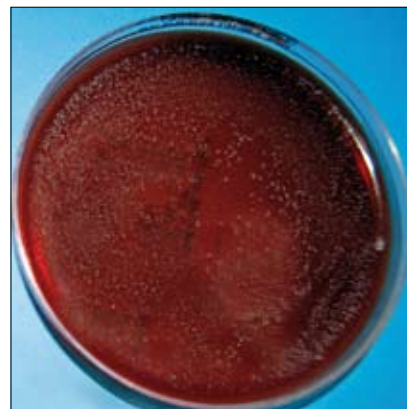
Doświadczenie wykazało skuteczność Nanocare Gold w zapobieganiu rozwojowi bakterii i grzybów wchodzących w skład mikroflory jamy ustnej. Ważną cechą nanocząstek



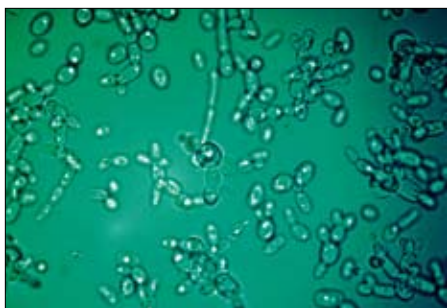
Ryc. 5A. Próba *S. sanguinis* potraktowana mieszaniną Nanocare Gold z preparatem wiążącym.



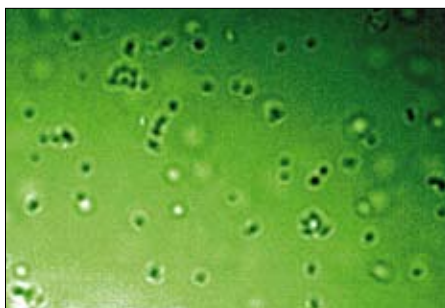
Ryc. 5B. Próba *S. sanguinis* potraktowana naświetlanym płynem Nanocare.



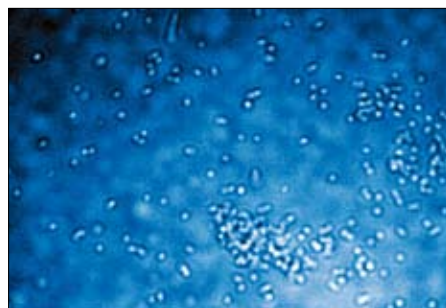
Ryc. 5C. Próba *S. sanguinis* potraktowana płynem Nanocare z naświetlanym preparatem wiążącym.



Ryc. 6A. Obraz mikroskopowy mikroorganizmu *C. albicans*, pow. 100x.



Ryc. 6B. Obraz mikroskopowy mikroorganizmu *E. faecalis*, pow. 100x.



Ryc. 6C. Obraz mikroskopowy mikroorganizmu *S. sanguinis*, pow. 100x.

PIŚMIENICTWO

1. Ferracane J.L.: Developing a more complete understanding of stresses produced in dental composites during polymerization. *Dent. Mater. J.*, 2005, 21, 1, 36-42.
2. Santos G.O. i wsp.: Analysis of gap formation at tooth-composite resin interface: effect of C-factor and light-curing protocol. *J. Appl. Oral Sci.*, 2007, 15, 4, 270-274.
3. Giachetti L. i wsp.: A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations. *J. Contemp. Dent. Pract.*, 2006, 7, 4, 079-088.
4. Okoński P.: Polimeryzacja światłoutwardzalnych materiałów kompozycyjnych – przegląd piśmiennictwa. *Nowa Stomatol.*, 2000, 4, 18-21.
5. Davidson C.L., De Gee A.J., Feilzer A.: The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J. Dent. Res.*, 1984, 63, 12, 1396-1399.
6. Kaczmarek U.: Uwalnianie fluorów z materiałów do wypełnień a próchnica wtórna. *Dent. Med. Probl.*, 2005, 42, 2, 333-340.
7. Wattanawongpitak N. i wsp.: The effect of bonding system and composite type on adaptation of different C-factor restorations. *Dent. Mater. J.*, 2006, 25, 1, 45-50.
8. Charlton D.G.: Dentin bonding: past and present. *Gen. Dent.*, 1996, 44, 6, 498-507.
9. Barros G.K. i wsp.: Effect of different intensity light curing modes on microleakage of two resin composite restorations. *Oper. Dent.*, 2003, 28, 5, 642-646.
10. Mehl A., Hickel R., Kunzelmann K.H.: Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. *J. Dent.*, 1997, 25, 3-4, 321-330.
11. Uno S., Asmussen E.: Marginal adaptation of a restorative resin polymerized at reduced rate. *Eur. J. Oral Sci.*, 2007, 99, 5, 440-444.
12. Unterbrink G.L., Muessner R.: Influence of light intensity on two restorative systems. *J. Dent.*, 1995, 23, 183-189.
13. Sakaguchi R.L. i wsp.: Effects of polymerization contraction in composite restorations. *J. Dent.*, 1992, 20, 178-82.
14. Chmielowski P.: Przyczyny powstawania szczeliny brzeżnej pomiędzy szkliwem a wypełnieniami kompozytowymi. *Stomatol. Współcz.*, 2007, 14, 1, 55-59.
15. Cunha L.G. i wsp.: Influence of the curing method on the post-polymerization shrinkage stress of a composite resin. *J. Appl. Oral Sci.*, 2008, 16, 4, 266-270.
16. Borczyk R., Pietranek K.: Grzybobójcze właściwości Nanocare Plus. *Twój Przegl. Stom.*, 2009, 1-2, 28-32.
17. Borczyk R., Pietranek K., Maćkowiak K.: Wykorzystanie preparatu NanoCare Plus w implantologii. *Magazyn Stomat.*, 2009, XIX, 4, 70-77.
18. Soska-Czop A. i wsp.: Eliminacja *Enterococcus faecalis* z zakażonych kanałów korzeni zębów bydłych. *Magazyn Stomat.*, 2008, 9, 119-125.

srebra i złota jest ich neutralność chemiczna i brak efektu fotograficznego obecnego w przypadku metali jonowych. Oznacza to, że metaliczne nanocząsteczkowe srebro i złoto nie reaguje ze składnikami powszechnie stosowanych preparatów zwiększających siłę wiązania kompozytu z zębem. Ponadto nanocząstki nie ulegają rozkładowi pod wpływem światła stosowanego w czasie utwardzania wypełnień kompozytowych. Te cechy sprawiają, że preparat Nanocare nie traci swoich właściwości bakteriostatycznych po procedurze zakładania wypełnień, co zostało potwierdzone w doświadczeniu *in vitro*. Ponadto stosowanie preparatu nie zaburza integracji kompozytu ze ścianą ubytku.