

Ocena powierzchni materiałów złożonych po zastosowaniu wybranych systemów polerujących

Anna Grzebyta¹, Edyta Ciok¹, *Agnieszka Mielczarek²

¹Członkinie Studenckiego Koła Naukowego, Zakład Stomatologii Zachowawczej Instytutu Stomatologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

²Opiekun Studenckiego Koła Naukowego, Zakład Stomatologii Zachowawczej Instytutu Stomatologii Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Elżbieta Jodkowska

THE EFFICACY OF SURFACE QUALITY OF RESIN COMPOSITES AFTER POLISHING WITH VARIOUS FINISHING PROCEDURES

Summary

Introduction: Proper finishing of resin composite surfaces enhance the longevity and esthetics of tooth restorations.

Aim: The aim of the study was to evaluate the influence of selected polishing systems on surface roughness of resin-based nanofill composite Filtek Supreme and resin-based nanohybrid composite Synergy D6.

Material and methods: Twenty samples of each composite were prepared and randomized to 4 treatment groups, according to polishing procedure: A (control) – Sof-Lex system + polish rubber (3M ESPE), B – sof-lex system + polish rubber + Poligloss paste (3M ESPE, TDV), C – Sof-Lex system + polish rubber + Impregnated Felt Discs (3M ESPE, TDV), D – Sof-Lex systems + polish rubber + Diamond Gloss Paste (3M ESPE, TDV). The average surface roughness (Ra value) for each group was measured and calculated by profilometry. Additionally, composite surfaces were examined with SEM. One way ANNOVA was used for statistical analysis ($p < 0.05$).

Results: The Ra values were significantly ($p < 0.05$) lower, $Ra = 0.33 (\pm 0.1)$ and $0.85 (\pm 0.39)$ in D groups for Filtek Supreme and Synergy D6, respectively. The roughness registered in A, B, C, D groups for Filtek Supreme was significantly lower than for Synergy D6.

Conclusions: The polishing system based on diamond paste is the most effective for nanofill and nanohybrid composite surface finishing. The higher level of polishability was observed for nanofill composite as compared to nanohybrid one.

Key words: dental resin composite, polishability, surface roughness, SEM

WSTĘP

Materiały złożone są najczęściej stosowanymi systemami do bezpośredniej odbudowy zachowawczej twardych tkanek zęba. Nowoczesną grupę materiałów rekonstruujących tkanki zęba stanowią nanokompozyty o wielkości cząsteczek wypełniacza rzędu 1-100 nm. Stworzono je w celu połączenia zalet wcześniej używanych materiałów hybrydowych i systemów bazujących na mikrowypełniaczach. Nanokompozyty charakteryzują się niewielkim skurczem polimeryzacyjnym, lepszymi właściwościami mechanicznymi, dobrą polerowalnością i wysokim połyskiem (1).

Aby wydobyć powyższe zalety i wydłużyć trwałość wykonanych rekonstrukcji, należy zwrócić uwagę na poniższe aspekty: mocną i długotrwałą adhezję materiału do zęba, właściwe metody aplikacji wypełnienia, skuteczną polimeryzację, funkcjonalny i anatomiczny kształt wypełnienia oraz gładką i połyskującą powierzchnię odbudowy.

Właściwe wypolerowanie powierzchni wypełnienia wpływa na jego wygląd estetyczny, zapewnia utrzymanie jednolitej barwy, ogranicza odkładanie się płytki nazębnej i formowanie próchnicy wtórnej. Dodatkowo gładka powierzchnia wypełnienia sprzyja utrzymaniu

prawidłowej higieny jamy ustnej, pozwala zachować prawidłowy stan tkanek przyzębia oraz twardych tkanek zębów sąsiadujących i przeciwstawnych (2-4).

Obecnie stomatolodzy mają dostęp do wielu systemów polerskich. Do wstępnego polerowania – usunięcia nadmiaru materiału i nadania kształtu anatomicznego, zaleca się użycie wiertel diamentowych o drobnym nasypie oraz wiertel z węglików spiekanych. Do końcowego opracowania polecane są dyski abrazyjne typu Sof-Lex. Polepszenie efektu wygładzenia można uzyskać, stosując dodatkowe systemy polerskie (5).

Celem niniejszej pracy było porównanie skuteczności polerowania 3 systemów polerskich:

- Poligloss paste (3M ESPE, TDV)
- Impregnated Felt Discs (3M ESPE, TDV)
- Diamond Gloss Paste (3M ESPE, TDV)

podczas opracowywania powierzchni próbek wykonanych z materiału nanocząsteczkowego Filtek Supreme oraz nanohybrydowego Synergy D6.

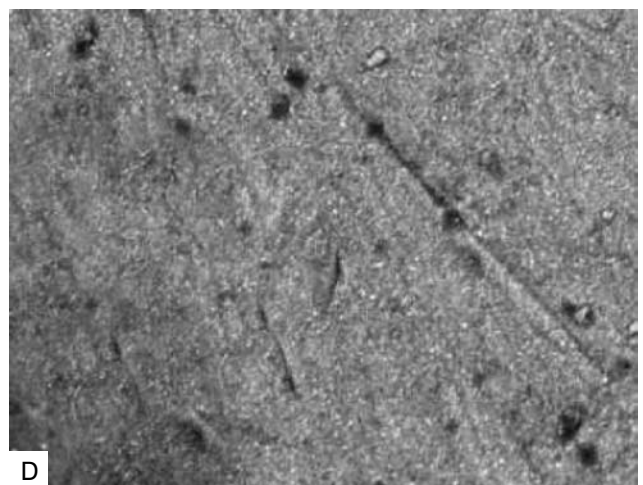
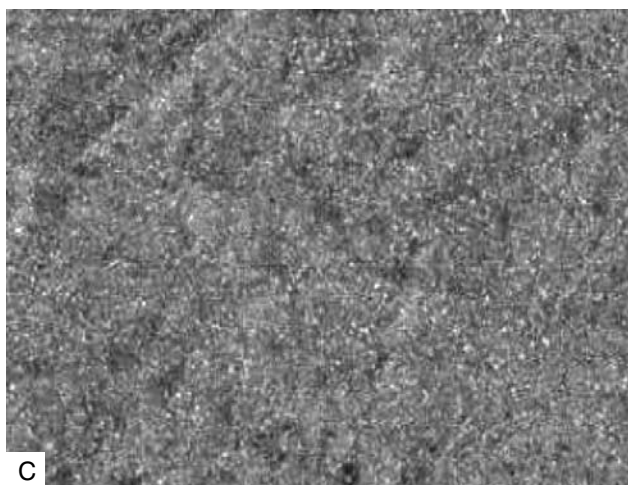
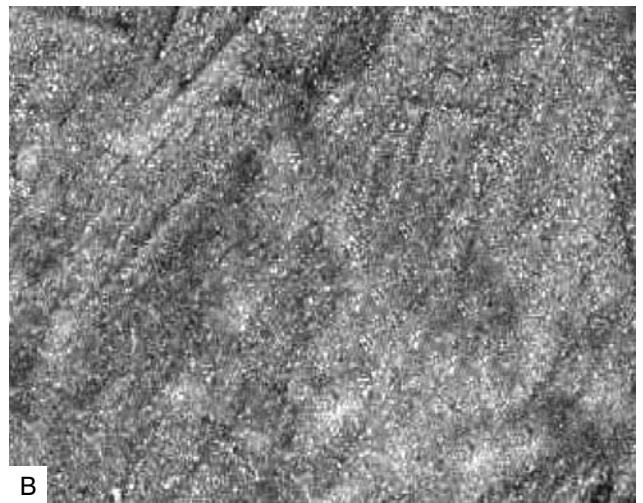
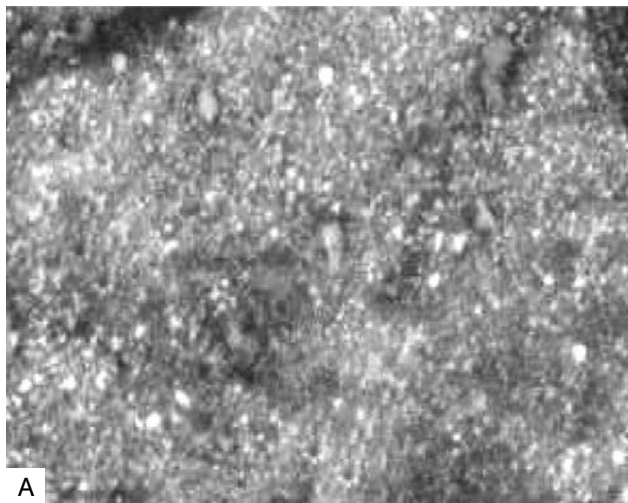
MATERIAŁ I METODY

Eksperyment przeprowadzono w warunkach *in vitro*. W badaniach wykorzystano dwa materiały złożone: nanokompozyt Filtek Supreme – FS (3M ESPE, Niemcy) oraz materiał nanohybrydowy Synergy D6 – SD6 (Coltene Whaledent, Szwajcaria). Z każdego materiału wykonano 20 cylindrycznych próbek w kolorze A2. Określoną ilość materiału nakładano na gładką, szklaną płytkę i dociskano drugą płytką w celu utworzenia cylindrycznych próbek o jednakowej wysokości i przekroju ok. 10 mm. Polimeryzację materiałów przeprowadzono lampą Dental Curing Lamp (Sanyl), przez okres 20 sekund. Próbkę każdego materiału podzielono na 4 grupy – A, B, C, D, i polerowano zgodnie z poniższym protokołem:

A: soflexy o różnej gradacji + gumki KENDA – grupa kontrolna,

B: soflexy o różnej gradacji + gumki KENDA + Poligloss (3M ESPE),

C: soflexy o różnej gradacji + gumki KENDA + Impregnated Felt Discs (3M ESPE, TDV),



Ryc. 1. Reprezentatywne obrazy SEM powierzchni materiału Filtek Supreme (FS) uzyskane w poszczególnych grupach badawczych.

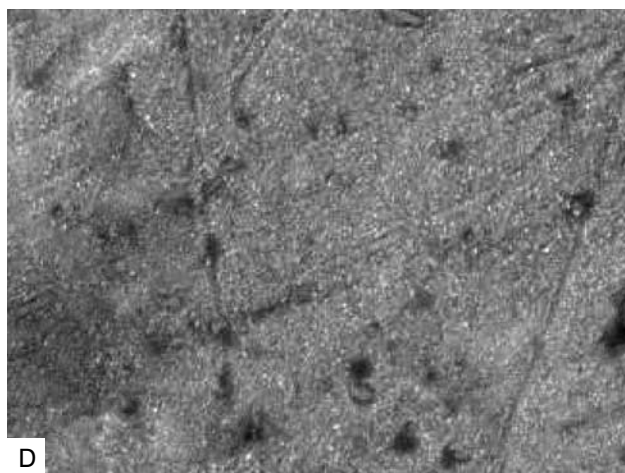
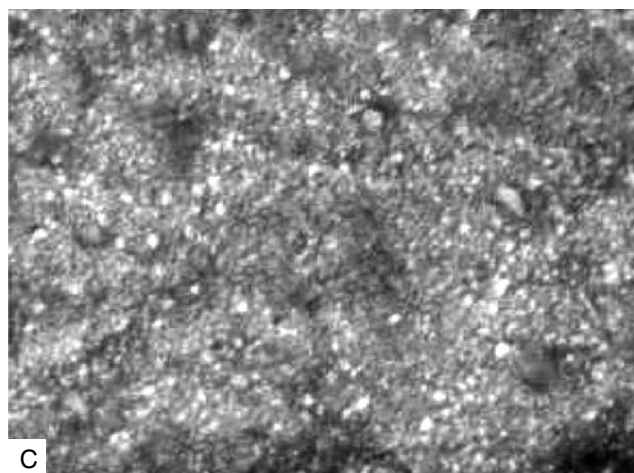
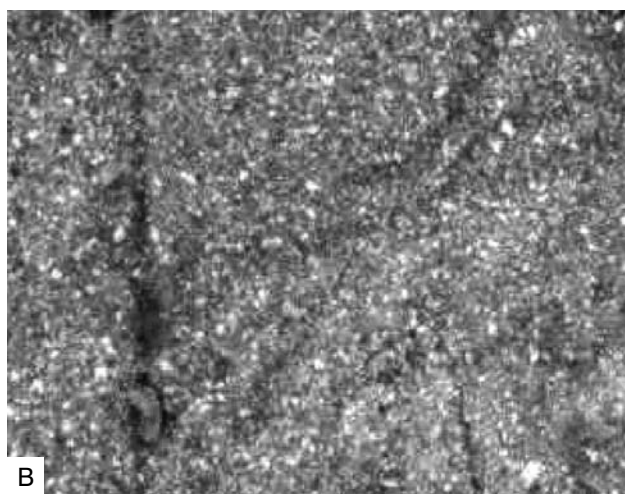
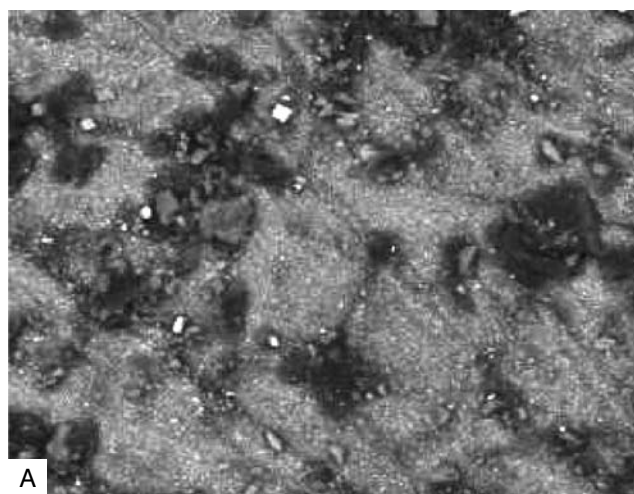
D: soflexy o różnej gradacji + gumki KENDA + Diamond gloss (3M ESPE, TDV).

Próbki polerowane były przez jednego operatora, z użyciem mikrosilnika ze sprejem wodnym, przez okres 20 sekund dla poszczególnego środka polerskiego. Po zakończeniu procedur ostatecznego opracowania materiałów złożonych przystąpiono do oceny jakości uzyskanych powierzchni. Jakościowo mikrostrukturę powierzchni rejestrowano z użyciem mikroskopu skaningowego JEOL JSM-6380LA. Ocenę ilościową i jakościową przeprowadzono również za pomocą profilometru stykowego PGM-1C, szacując wartości współczynnika chropowatości Ra. Analizy statystyczne wykonano w oparciu o oprogramowanie komputerowe STATISTICA V.6.1 (StatSoft, Polska), stosując test ANOVA i Tukey'a. Porównano średnie wartości parametru chropowatości Ra uzyskane dla każdego materiału w poszczególnych grupach badawczych. Przyjęto 5% błąd wnioskowania i związany z nim poziom istotności $p < 0,05$ wskazujący na istnienie istotnych statystycznie różnic bądź zależności.

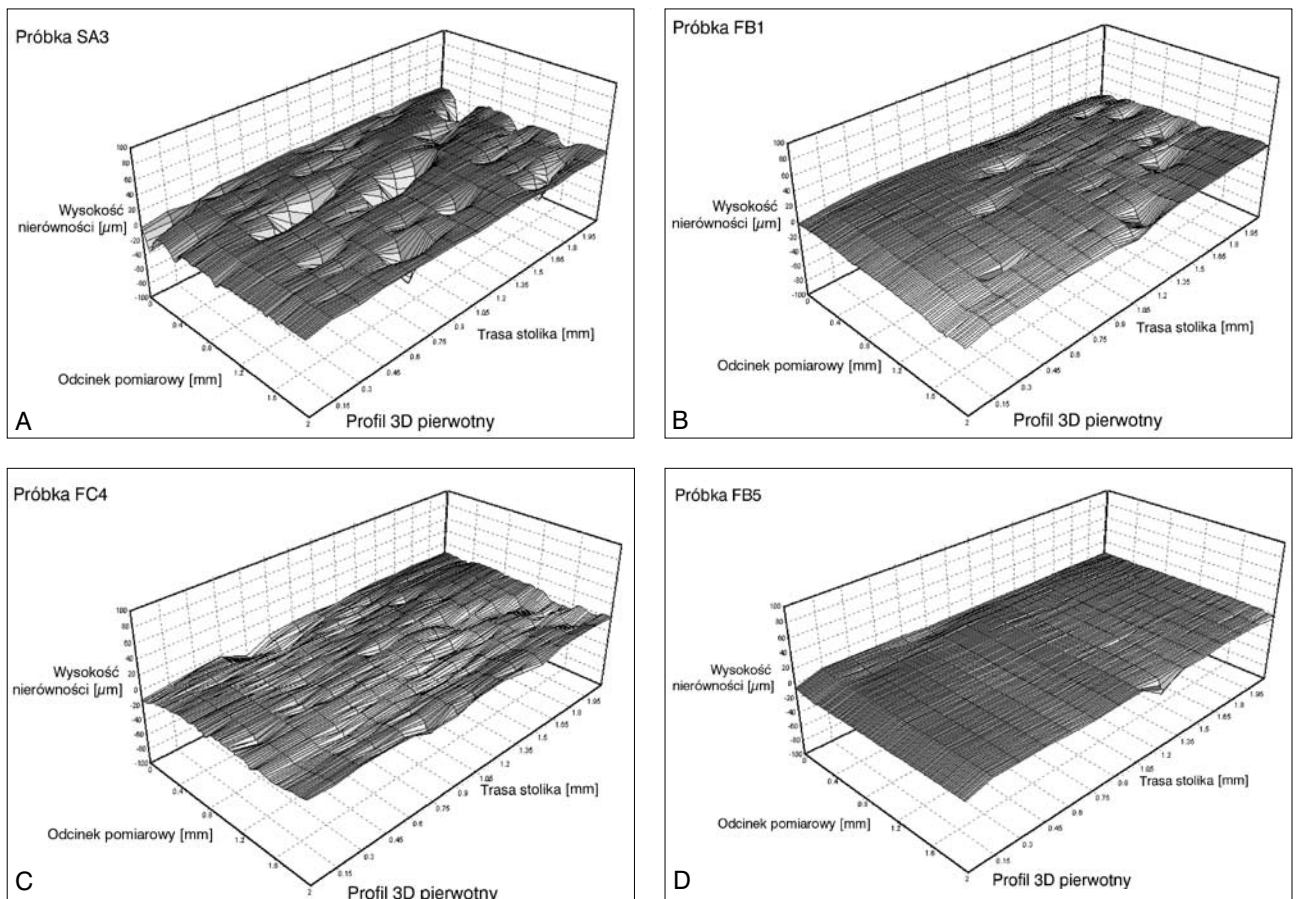
WYNIKI

Wybrane mikrofotogramy zarejestrowane dla materiału FS zaprezentowano na rycinie 1. Analiza obrazów wykazała, że największą chropowatość powierzchni uzyskano w grupie A, która była grupą kontrolną. Zaobserwowano powierzchniowe ziarnistości i znaczne nierówności powierzchni wywołane ubytkiem cząstek wypełniacza. Wyniki dla grupy B i C ujawniły mniejszą ilość zagłębień powierzchni oraz regularniejszy zarys struktury. Najbardziej zadowalający efekt polerowania zaobserwowano w grupie D, w której użyto systemu Diamond Gloss Paste.

Reprezentatywne obrazy SEM uzyskane w grupie SD6 przedstawiono na rycinie 2. Ocena mikrofotogramów wykazała, że najbardziej nieregularne powierzchnie odnotowano w grupie A, gdzie użyto systemu Sof-Lex i gumek KENDA. W grupach B i C powierzchnia próbek była wyraźnie gładzsza, jednak powierzchniowe zarysowania i uszkodzenia były nadal widoczne. Ponownie, najbardziej jednorodną strukturę materiału Synergy D6 uzyskano w grupie D.



Ryc. 2. Reprezentatywne obrazy SEM powierzchni materiału Synergy D6 (SD6) uzyskane w poszczególnych grupach badawczych.



Ryc. 3. Reprezentatywne mapy profili powierzchni materiału Filtek Supreme (FS) uzyskane w poszczególnych grupach badawczych.

Powyższa tendencja została potwierdzona przez trójwymiarowe mapy profilowe zarejestrowane z użyciem profilometru. Analiza map wykazała, że szorstkość powierzchni materiału FS zmniejszała się stopniowo odpowiednio od grupy A do grupy D (ryc. 3). Podobne tendencje obserwowano w przypadku materiału SD6. Najbardziej szorstka powierzchnia została zarejestrowana w grupie A (ryc. 4).

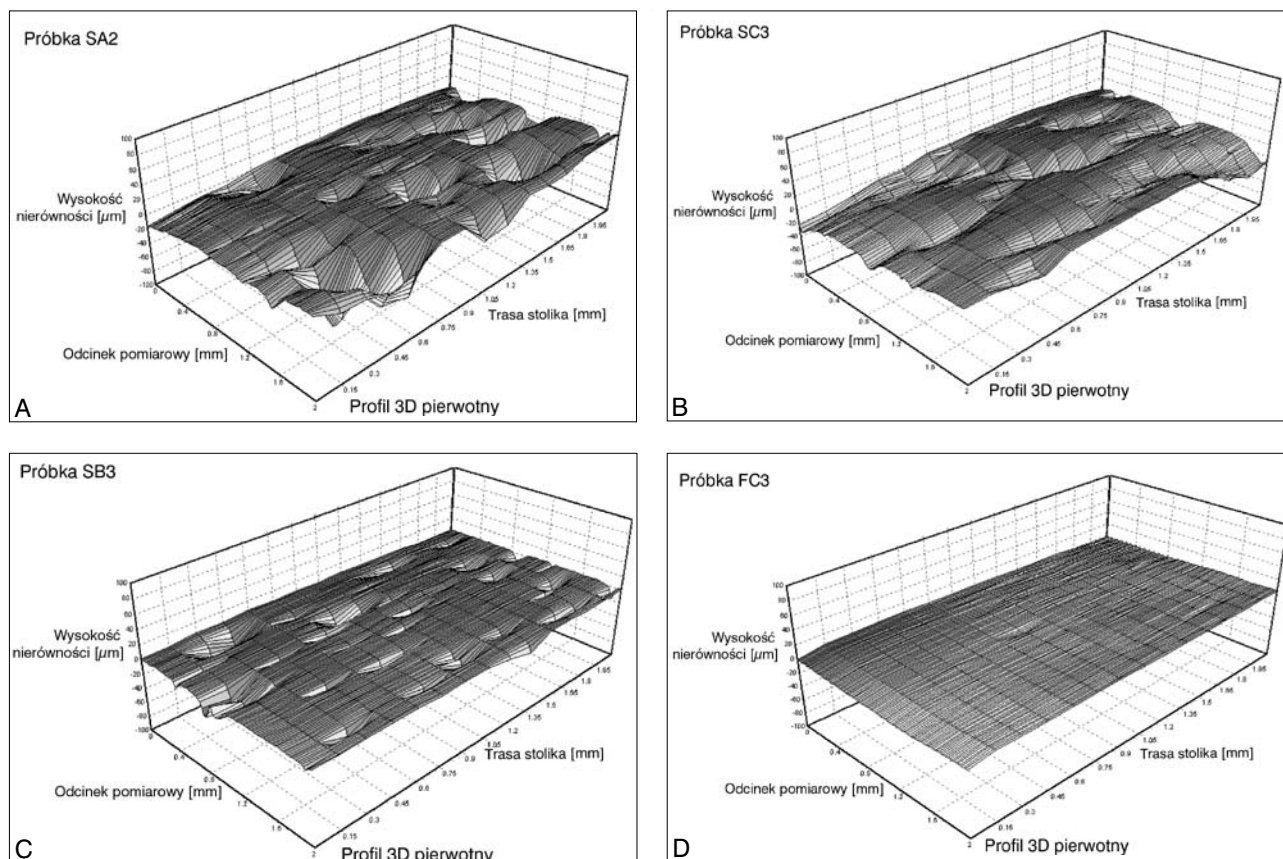
Uśrednione wartości chropowatości powierzchni R_a przedstawiono w tabeli 1. Pozwalają one porównać efekty polerowania powierzchni ocenianych materiałów złożonych uzyskane w poszczególnych grupach badawczych. Wyższe wartości chropowatości uzyskano w przypadku próbek materiału SD6 – nanohybrydowego materiału złożonego. Rozpatrując efektywność polerowania poszczególnych systemów polerskich, najniższe wartości R_a stwierdzono w grupie D, gdzie do ostatecznego polerowania powierzchni próbek zastosowano system Sof-Lex, gumki KENDA i pastę Diamond Gloss.

DYSKUSJA

Materiały do odbudowy zachowawczej twardych tkanek zęba muszą spełniać wiele wymogów mechanicznych i fizycznych. Jednym z nich jest gładkość powierzchni i połysk porównywalny do szkliwa, co ogranicza odkłada-

nie płytki nazębnej i zapewnia wysoki walor estetyczny. W wielu badaniach *in vitro* wykazano, że najbardziej gładką powierzchnię uzyskuje się bezpośrednio po spolimeryzowaniu materiału, przed jego opracowaniem (6, 7). W sytuacjach klinicznych istnieje jednak często konieczność usunięcia nadmiaru materiału złożonego i dopasowania powierzchni wypełnienia do zgryzu, co wymaga użycia systemów do końcowego opracowania powierzchni wypełnienia (8). Istnieje wiele narzędzi do opracowywania i polerowania materiałów złożonych, które pozwalają uzyskać ich gładką powierzchnię. Kontrowersyjne wyniki badań dotyczące skuteczności dostępnych systemów oraz ciągle pojawiające się na rynku nowych propozycji powodują, że konieczne jest prowadzenie aktualnych ocen porównawczych.

Na jakość polerowanej powierzchni wpływa wiele czynników, takich jak: sposób aplikacji środka polerującego, szybkość obrotów mikrosilnika, rodzaj wykonywanych ruchów: okrężne, posuwiste, liczba przyłożeń końcówki do powierzchni czy wielkość użytej przez operatora siły nacisku. Idealny system do opracowania powierzchni materiału złożonego powinien z jednakową skutecznością eliminować cząstki wypełniacza i substancji organicznej, zapewniając tym samym optymalną gładkość powierzchni.



Ryc. 4. Reprezentatywne mapy profilu i powierzchni materiału Synergy D6 (SD6) uzyskane w poszczególnych grupach badawczych.

Tabela 1. Zestawienie średnich wartości współczynnika chropowatości Ra uzyskanych dla ocenianych materiałów złożonych w poszczególnych grupach badawczych.

Grupa	Ra (μm) A	Ra (μm) B	Ra (μm) C	Ra (μm) D
FS	3,24 ± (0,70)	1,74 ± (0,49)	1,22 ± (0,67)	0,31 ± (0,1)
SD6	5,00 ± (1,51)	3,30 ± (0,71)	3,88 ± (1,28)	0,87 ± (0,39)

W poniższej pracy porównano 3 systemy do polerowania 2 materiałów złożonych. Wykazano, że najbardziej optymalną jakość powierzchni w przypadku obu ocenianych materiałów osiągnięto po zastosowaniu pasty Diamond Gloss. Pasta ta konfekcjonowana jest razem z zestawem standardowych, filcowych lub welurowych dysków w jednym standardowym kształcie i rozmiarze. Dotarcie do zakrzywionych powierzchni wypełnień klasy I, II oraz V może być więc w warunkach klinicznych problematyczne.

W prezentowanych badaniach wykazano, że nanofilowy materiał Filtek Supreme cechuje się lepszą polerowalnością w porównaniu z nanohybrydowym materiałem Synergy D6. Chropowatość materiałów opartych na żywicy zależy od rozmiaru i składu pro-

centowego cząsteczek wypełniacza. Wiadome jest, że cząsteczki wypełniacza mogą być eliminowane podczas polerowania, co oznacza pozostawienie pustych przestrzeni w strukturze wypełnienia. Strefy te wpływają na wzrost chropowatości powierzchni (9). Wymiary cząsteczek wypełniaczy w materiale Filtek Supreme wynoszą: cząsteczki cyrkonowe – 5-20 nm, nanowypełniacz SiO₂ – 20 nm. W materiale Synergy D6 znajdują się natomiast wypełniacze o większych rozmiarach: nanowypełniacz SiO₂ – 20-80 nm, szkło – 150 nm, szkło barowe – 0,6 μm, PPF – 20 μm. Mniejsze cząsteczki wypełniacza użyte w materiale Filtek Supreme pozostawiają więc mniejsze puste obszary powstałe po polerowaniu i zapewniają większą gładkość powierzchni. W badaniu przeprowadzonym przez da Costa i wsp.

uzyskano zbliżone zależności, tj: materiały hybrydowe charakteryzowały się większą chropowatością niż nanowypełnienia (10). Lepszą polerowalność materiałów nanofilowych w porównaniu z hybrydowymi wykazali w swoich badaniach również Antonson i wsp. Dodatkowo, autorzy po wykonaniu analizy obrazów zarejestrowanych w SEM udowodnili większą jednorodność struktury nanowypełnień i mniejszy ubytek cząstek po polerowaniu powierzchni (11). Wysoką polerowalność materiałów nanocząsteczkowych potwierdziły również badania Janusa i wsp. Autorzy wykazali, że wielkość cząstek użytych jako wypełniacz determinuje możliwość uzyskania gładkiej, lśniącej powierzchni wypełnienia (12).

Porównanie współczynnika chropowatości jednoznacznie potwierdziło wyniki badań strukturalnych. Materiał Filtek Supreme cechował się wyższym poziomem gładkości powierzchni w porównaniu z nanohybrydowym wypełnieniem Synergy D6. Ocena map profilu powierzchni pozwala również dostrzec znaczące różnice w jakości powierzchni opracowywanych różnymi systemami polerskimi.

Przyjęto, że optymalna wartość współczynnika Ra po wypolerowaniu powierzchni wypełnienia nie powinna przekraczać 0,2 μm . Taki poziom chropowatości znacznie ogranicza odkładanie płytki nazębnej na powierzchni rekonstruowanego fragmentu zęba (13). W niniejszych badaniach nie osiągnięto wymaganej gładkości powierzchni. Uzyskane poziomy chropowatości przekraczały optymalny poziom współczynnika Ra. Najniższy uzyskany w grupie D w przypadku materiału FS wyniósł 0,31 μm . W badaniach Junga i wsp. autorzy oceniając materiały nanocząsteczkowe i nanohybrydowe, również nie uzyskali optymalnego poziomu gładkości obserwowanych powierzchni, choć wartość współczynnika Ra po polerowaniu materiału Filtek Supreme filcowymi dyskami Super Snap osiągnęła zbliżoną wartość 0,33 μm (14). Silikas i wsp. badając ten sam materiał, po polerowaniu krążkami typu Sof-Lex ocenili, iż średnia wartość chropowatości wynosi 0,125 μm (15). Spotykane w literaturze różnice w poziomie chropowatości materiałów złożonych mogą wynikać z innych założeń metodycznych i stosowania różnych modeli profilometrów: optycznych bądź kontaktowych.

Mimo iż w prezentowanych badaniach uzyskano zróżnicowanie jakości obserwowanych powierzchni, istnieje potrzeba weryfikacji wyników badań chropowatości w zmodyfikowanych warunkach laboratoryjnych.

WNIOSKI

System polerski Diamond Gloss Paste 3M ESPE okazał się najskuteczniejszy spośród 3 testowanych produktów. W przypadku obu ocenianych materiałów zapewnił on najlepszy efekt gładkości powierzchni. Materiał nanocząsteczkowy Filtek Supreme cechuje się lepszą polerowalnością i jednorodnością struktury po zastosowaniu wszystkich testowanych systemów. Uzyskany w badaniu poziom współczynnika chropowatości powierzchni Ra nie był satysfakcjonujący, co stwarza potrzebę kontynuacji badań w zmodyfikowanym modelu *in vitro* lub ujednoliconych warunkach klinicznych. □

Piśmiennictwo

1. Mitra SB, Wu D, Holmes BN: An application of nanotechnology in advanced dental materials. JADA 2003; 134(10): 1382-1390.
2. Kawai K, Urano M: Adherence of plaque components to different restorative materials. Operative Dent 2001; 26(4): 396-400.
3. Paravina RD, Roeder L, Lu H et al.: Effect of finishing and polishing procedures on surface roughness, gloss and color of resin-based composites. Amer J Dent 2004; 17(4): 262-266.
4. Patel SB, Gordan VV, Barrett AA, Shen C: The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. JADA 2004; 135(5): 587-594.
5. Marigo L, Rizzi M, La Torre G, Rumi G: 3-D surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. Oper Dent 2001; 26: 562-568.
6. Han L, Ishizaki H, Fukushima M: Morphological analysis of flowable resins after long-term storage or surface polishing with a mini-brush. Dent Mater J 2009; 28: 277-84.
7. Takamashi E, Kishikawa R, Ikeda M: Influence of abrasive particle size on surface properties of flowable composites. Dent Mater J 2008; 27: 780-6.
8. Yap AUJ, Sau CUP, Lye KW: Effects of finishing/polishing time on surface characteristics on tooth-coloured restoratives. J Oral Rehabil 1998; 25: 456-61.
9. Senawongse P, Pongprueksa P: Surface roughness of nanofill and nanohybrid resin composites after polishing and brushing. J Esthet Restor Dent 2007; 19: 265-73.
10. Da Costa J, Ferracane J, Paravina RD et al.: The effect of different polishing systems on surface roughness and gloss of various resin composites. J Esthet Restor Dent 2007; 19(4): 214-24.
11. Antonson SA, Yazici AR, Kilinc E et al.: Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. J Dent 2011; 3: 9-17.
12. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y et al.: Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. Dent Mater 2010; 26(5): 416-25.
13. Bollen CM, Lambrechts P, Quinyren M: Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. Dent Mater 1997; 13: 258-269.
14. Jung M, Sehr K, Klimek J: Surface texture of four nanofilled and one hybrid composite after finishing. Oper Dent 2007; 32(1): 45-52.
15. Silikas N, Kavvadia K, Eliades G, Watts D: Surface characterization of modern resin composites: A multitechnique approach. Amer J Dent 2005; 18(2): 95-100.

nadesłano: 23.04.2012

zaakceptowano do druku: 11.05.2012

Adres do korespondencji:

*Agnieszka Mielczarek

Zakład Stomatologii Zachowawczej IS WUM

ul. Miodowa 18, 00-246 Warszawa

tel.: +48 (22) 502 20 32

e-mail: agam@wumwaw.edu.pl