

To cite this article:

Kosewski Juliusz, Mielczarek Agnieszka: Wpływ techniki aplikacji żywicy modelującej warstwy kompozytu na jej ilość i strukturę. Influence of composite modeling resin application technique on resin quantity and structure. Nowa Stomatol 2024;29(2):35-42. DOI: 10.25121/NS.2024.29.2.35

To link to this article:

<https://doi.org/10.25121/NS.2024.29.2.35>

*JULIUSZ KOSEWSKI, AGNIESZKA MIELCZAREK

Wpływ techniki aplikacji żywicy modelującej warstwy kompozytu na jej ilość i strukturę

Influence of composite modeling resin application technique on resin quantity and structure

Department of Conservative Dentistry, Medical University of Warsaw, Poland

Head of Department: Professor Agnieszka Mielczarek, MD, PhD

SŁOWA KLUCZOWE

żywice kompozytowe, stomatologia odtwórcza, wypełnienia adhezyjne, wypełnienia stomatologiczne

STRESZCZENIE

Wstęp. Żywice modelujące są często stosowane w celu zapobiegania przywieraniu kompozytów stomatologicznych do narzędzi i umożliwienia łatwiejszego kształtowania wypełnień. Istnieją różne metody nakładania żywicy modelującej na narzędzia, a ilość żywicy przeniesionej na kompozyt może się różnić w zależności od wybranej metody.

Cel pracy. Porównanie ilości i struktury żywicy do modelowania pozostającej między warstwami kompozytu, w zależności od procedury aplikacji.

Materiał i metody. Próbkki kompozytowe modelowano pędzelkiem zanurzonym w żywicy modelującej zabarwionej rodaminą B. W grupie 1 próbki kompozytu modelowano bezpośrednio po zwilżeniu pędzelka żywicą, w grupie 2 pędzelek najpierw wycierano gazą w celu usunięcia nadmiaru żywicy, a następnie modelowano próbki kompozytu. Przekroje próbek analizowano za pomocą mikroskopu konfokalnego w celu pomiaru grubości i oceny morfologii warstwy żywicy modelującej.

Wyniki. Test t-Studenta wykazał statystycznie istotną różnicę między grupami ($P < 0,00001$). Warstwa była grubsza w grupie 1 o średniej grubości $26,44 \pm 4,83 \mu\text{m}$, w porównaniu z $15,65 \pm 2,81 \mu\text{m}$ w grupie 2. Obraz mikroskopowy pokazuje, że żywica tworzy dość regularną warstwę na powierzchni modelowanego kompozytu.

Wnioski. Sposób nakładania żywicy na modelowany kompozyt wpływa na ilość żywicy wprowadzanej do wypełnienia. Wytarty pędzelek przenosi mniej żywicy do wypełnienia niż niewytarty. Parametr metody aplikacji powinien być brany pod uwagę w dalszych badaniach dotyczących żywic modelujących.

KEYWORDS

composite resins, restorative dentistry,
dental bonding, dental restorations

SUMMARY

Introduction. Modeling resins are commonly used to prevent dental composites from sticking to instruments and allow easier sculpting of the restorations. There are various methods for applying modeling resin to tools, and the amount of resin transferred to the composite can vary depending on the chosen method.

Aim. To compare the amounts and structure of modelling liquid left between the composite layers, depending on the application procedure.

Material and methods. Composite samples were modelled using brush dipped into modelling resin dyed with rhodamine B. In the group 1 composite samples were modelled directly after wetting the brush in the resin, in the group 2 the brush was firstly wiped into dry gauze to remove resin excess and then composite samples were modelled. Crosscuts of the samples were analysed using confocal microscope to measure the thickness and assess the morphology of the modelling resin layer.

Results. Student's t-test revealed statistically significant difference between the groups ($P < 0.00001$). Observed layer was thicker in the group 1 with mean thickness of $26.44 \pm 4.83 \mu\text{m}$, compared to $15.65 \pm 2.81 \mu\text{m}$ in group 2. Microscope image shows that resin forms fairly regular layer on composite increment surface.

Conclusions. The method of applying the resin to the modelled composite results in differences in the amount of resin getting into the restoration. A wiped brush transfers less resin to the restoration than a not wiped one. Application method parameter should be taken into consideration during future studies regarding the topic of modelling resins.

WSTĘP

Bezpośrednie wypełnienia kompozytowe pozostają jedną z najczęściej wykonywanych i podstawowych procedur w gabinecie stomatologicznym (1). Aspekty techniczne procedury wypełnienia kompozytowego obejmują jego kondensację w przygotowanym ubytku i modelowanie odpowiedniej morfologii zęba (2). Materiały odtwórcze na bazie żywic, ze względu na swą lepkość, mają tendencję do przywierania do metalowych narzędzi podczas aplikacji, co utrudnia modelowanie materiału i zwiększa ryzyko zamknięcia pęcherzyków powietrza w wypełnieniu (3, 4). Jednym ze sposobów zapobiegania temu problemowi jest pokrycie narzędzia aplikacyjnego żywicą modelującą bez wypełniacza, której skład jest podobny do macierzy organicznej materiałów kompozytowych (5). Możliwe wprowadzenie żywicy modelującej do wypełnienia budzi obawy o zmianę jego właściwości (6, 7). Ta powszechna praktyka kliniczna różni się u różnych lekarzy pod względem stosowanych materiałów i narzędzi, ponieważ nie jest oficjalnie zalecana w literaturze (8, 9).

Istnieje wiele badań dotyczących zwilżania narzędzi żywicami, systemami adhezyjnymi lub nawet alkoholem etylowym oraz wpływu tych substancji na właściwości kompozytów (8). Różnice metodologiczne między badaczami utrudniają porównanie wyników. Istnieje konieczność oceny ilości środków zwilżających narzędzie trwale włączonych do struktury kompozytu, w zależności od techniki aplikacji, w celu dokładnego odzwierciedlenia warunków klinicznych.

CEL PRACY

Celem badania była ocena ilości i struktury warstwy żywicy do modelowania pozostającej na powierzchni modelowanego kompozytu. Dodatkowo porównywana była ilość pozostającej żywicy w zależności od sposobu jej aplikacji.

INTRODUCTION

Direct composite restorations remain one of the most common and fundamental procedures performed in the dental office (1). Technical aspects of placing composite restoration involve its condensation into the prepared cavity and modelling of proper tooth morphology (2). Dental restorative materials based on resins tend to stick to the metal instruments during the application which impedes material modelling and increases the risk of closing air bubbles in the restoration (3, 4). One of the ways to prevent this problem is to cover application instrument with unfilled, modelling resin which composition is similar to organic matrix of composite materials (5). Possible introduction of the modelling resin into the restoration raises concern about consequent change in its properties (6, 7). This common clinical practice varies across different practitioners in terms of materials and tools used, as it is not officially recommended in the literature (8, 9).

There are many studies regarding the topic of instrument lubrication with unfilled resins, adhesive systems or even ethyl alcohol and influence of those substances on properties of the composites (8). Methodological differences among researchers make the results hard to compare. There is a need to evaluate the amount of lubricant permanently incorporated into the composite structure, depending on the application technique, with respect to accurate reproduction of clinical conditions.

AIM

The aim of the study was to evaluate the amount and structure of the modeling resin layer remaining on the modeled composite portion after modeling with a resin-wetted brush. Additionally, the amount of remaining resin was compared depending on the application technique.

MATERIAŁ I METODY

Projekt badania

Badanie obejmowało dwie grupy testowe:

- grupa 1: kompozyt modelowany instrumentem zanurzonym w żywicy do modelowania bez usuwania jej nadmiaru,
- grupa 2: kompozyt modelowany pędzelkiem zanurzonym w żywicy do modelowania, z jej nadmiarem usuniętym, wycierając pędzelek suchą gazą, aż nie będzie na niej widocznych śladów żywicy.

Przygotowanie próbek

Dziesięć próbek kompozytu Enamel HRi UE2 (Micerium, Włochy) umieszczono w okrągłych formach silikonowych o wysokości 4 mm i średnicy 10 mm, do około połowy całkowitej wysokości. Dno formy wykonano z płytki szklanej. Pięć przygotowywanych próbek zostało przydzielone do grupy 1, pozostałe 5 do grupy 2. Wolną powierzchnię kompozytu modelowano jednorazowym pędzelkiem do bondingu (Pol-Intech, Polska) zwilżonym żywicą bez wypełniacza Enaseal (Micerium, Włochy). Modelowanie polegało na wykonaniu 10 ruchów po powierzchni próbki. Do każdej próbki żywicy użyto nowego pędzelka. Żywica została oznakowana barwnikiem fluorescencyjnym Rodaminą B (RB) (Warchem, Polska) zgodnie z metodą opisaną przez Bim i wsp. (10), aby uzyskać stężenie 0,1 mg/ml RB. W pierwszej grupie pędzelek zanurzono w kropli żywicy i bezpośrednio po tym użyto do modelowania kompozytu. W drugiej grupie, przed modelowaniem, pędzelek dodatkowo wycierano suchą gazą do momentu, gdy nie było widać żadnych śladów żywicy.

Następnie próbki utwardzono lampą polimeryzacyjną Woodpecker iLED (Woodpecker, Chiny) przez 20 sekund z obu stron. Modelowana powierzchnia została pokryta kompozytem płynnym Filtek Ultimate Flowable (3M ESPE, USA) i utwardzona światłem, aby zabezpieczyć wybarwioną warstwę żywicy między porcjami kompozytu. Po wyjęciu z form, próbki przecięto na pół wzdłuż długiej osi próbki za pomocą diamentowej tarczy tnącej. Następnie polerowano powierzchnie cięte papierem ściernym o zwiększającej się ścierności do gradacji 800.

Obrazowanie konfokalne

Próbki obserwowano, używając wielofotonowego mikroskopu konfokalnego Nikon A1R MP z obiektywem Plan Apo VC 60x Oil DIC N2 (Nikon Europe B.V., Holandia), stosując lasery o długościach fal 404 i 561 nm odpowiednio dla kanałów niebieskiego i czerwonego. Z obszarów centralnych każdej próbki uzyskano jedno zdjęcie, co daje 5 obrazów dla każdej grupy.

Za pomocą oprogramowania NIS-Elements (Nikon Europe B.V., Holandia) jeden operator dokonał pomiaru szerokości barwionej żywicy w 5 miejscach każdego zdjęcia próbki, co dało 25 pomiarów dla każdej grupy badawczej.

Analiza statystyczna

Normalność rozkładu danych w obu grupach sprawdzono za pomocą testu Shapiro-Wilka. Do porównania grup wybrano test t-Studenta. Analiza statystyczna została wykonana w programie Statistica 13.3 (StatSoft).

MATERIAL AND METHODS

Study design

The study included 2 test groups:

- group 1 – composite modelled with instrument dipped in unfilled resin without removing its excess,
- group 2 – composite modelled with brush dipped in unfilled resin with the excess wiped out with dry gauze until no visible traces were detected.

Samples preparation

Ten Enamel HRi UE2 (Micerium, Italy) composite samples were placed in round silicon moulds, 4 mm tall with a diameter of 10 mm, up to around half of the total height. The bottom of the mould was made of a glass plate. Five prepared samples were assigned to group 1, the remaining 5 to group 2. Free composite surface was then modelled with a disposable bonding brush (Pol-Intech, Poland) moistured with unfilled resin Enaseal (Micerium, Italy). Modelling consisted of 10 movements across the sample surface. New brush was used for every resin sample. The resin was labelled with fluorescent dye Rhodamine B (RB) (Warchem, Poland) according to the method described by Bim et al. (10) to obtain 0.1 mg/ml RB concentration. In the first group brush was dipped into a drop of resin and directly afterwards used for modelling of the composite. In the second group, before modelling, brush was additionally wiped with dry gauze until no marks of resin were visible on the gauze. Samples were then polymerized with Woodpecker iLED light-curing lamp (Woodpecker, China) for 20 seconds from both sides. The modelled surface was covered with flowable composite Filtek Ultimate Flowable (3M ESPE, USA) and light-cured to secure the labelled layer between composite increments. After removal from the moulds, samples were cut in half along the long axis of the sample using diamond cutting disc. Cut surfaces were then polished using sandpapers with the increasing grit up to 800.

Confocal imaging

Samples were observed using Nikon A1R MP multiphoton confocal microscope with Plan Apo VC 60x Oil DIC N2 lens (Nikon Europe B.V., Holandia) using 404 and 561 nm wavelength lasers for blue and red channels respectively. One image was acquired from the central area of each sample, giving 5 images for each group.

Using NIS-Elements software (Nikon Europe B.V., Holandia) the width of dyed resin was measured by one operator in 5 places of every sample image, resulting in 25 measurements for each study group.

Statistical analysis

Results in both groups were checked for normality of data distribution using Shapiro-Wilk test and Student's t-test was chosen to compare the groups. Statistical analysis was performed in Statistica 13.3 software (StatSoft).

WYNIKI

Test t-Studenta wykazał statystycznie istotną różnicę między grupami ($P < 0,00001$). Obserwowana średnia grubość warstwy wynosiła $26,44 \pm 4,83 \mu\text{m}$ w grupie 1 i $15,65 \pm 2,81 \mu\text{m}$ w grupie 2. Wyniki pomiarów przedstawiono na rycinie 1.

Obrazy uzyskane mikroskopem konfokalnym badanych próbek w kanałach obserwacyjnych niebieskim i czerwonym pokazano na rycinach 2a-d oraz 3a-d. Warstwa barwiona RB jest widoczna w kanale czerwonym. Żywica w próbkach z obu grup formuje dość jednorodną, powierzchnią warstwę, bez widocznego wnikania w głąb kompozytu. W grupie 1 warstwa jest grubsza w porównaniu z próbkami z grupy 2, a dodatkowo widoczne jest bardziej odgraniczone pasmo odstępu pomiędzy warstwami kompozytu, bez zauważalnych cząsteczek wypełniacza.

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki potwierdzają obecność warstwy żywicy pomiędzy nakładanymi porcjami kompozytu. Porównywane metody aplikacji różniły się pod względem ilości pozostałej żywicy pomiędzy warstwami materiału. Obie techniki są powszechnie stosowane zarówno w warunkach klinicznych, jak i są przedstawiane w ostatnich badaniach (8). Barwiona RB warstwa z grupy 1 jest bardziej widoczna i grubsza niż w próbkach z grupy 2, co sugeruje, że wytarty pędzelek pozostawia mniejsze ilości żywicy na modelowanej powierzchni kompozytu. Żywica modelująca nie zawiera wypełniaczy nieorganicznych, co wpływa na jej właściwości mechaniczne (11, 12), ale znaczenie tego efektu dla całej rekonstrukcji i jej odporności na siły okluzyjne wymaga jeszcze potwierdzenia.

Ostatnie badania, w których metody aplikacji płynu modelującego nie były ujednolicone, badały wpływ różnych ilości środka zwilżającego włączonego do kompozytu,

RESULTS

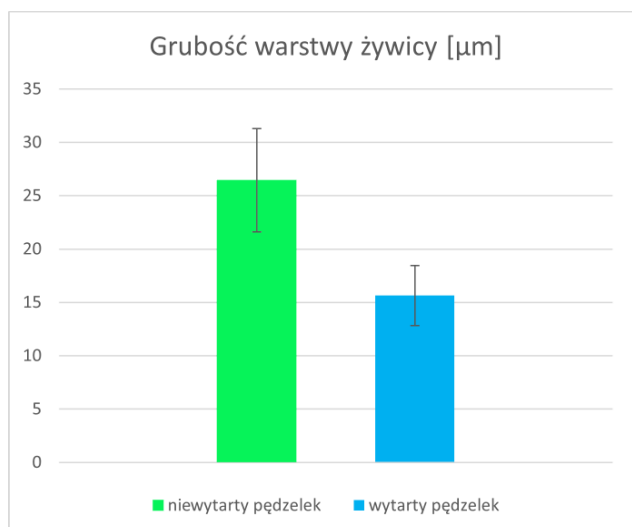
Student's t-test revealed statistically significant difference between the groups ($P < 0.00001$). The observed mean layer thickness was $26.44 \pm 4.83 \mu\text{m}$ in group 1 and $15.65 \pm 2.81 \mu\text{m}$ in group 2. Measurement results have been presented in figure 1.

Confocal microscope images of examined samples in the blue and red observation channels are presented in figures 2a-d and 3a-d. RB dyed layer is visible in the red channel. The resin in the samples from both groups forms a fairly homogeneous, superficial layer without visible penetration into the depth of the composite. In group 1, the layer is thicker compared to the samples from group 2, and additionally, there is a more distinct gap visible between the composite layers, without noticeable filler particles.

DISCUSSION

Presented results show presence of resin layer between the portions of applied composite. Compared application techniques differed in the amount of residual resin left in between the composite layers. Both in clinical conditions and in recent studies, those two methods are commonly used (8). RB dyed layer from group 1 is more evident and thicker than in the samples from group 2, suggesting that wiped brush leaves smaller amounts of resin on the modelled composite surface. Modelling resin does not contain inorganic filler particles which impedes its mechanical properties (11, 12) but the significance of that effect on the whole reconstruction, and its resistance to occlusal forces is yet to be verified.

Recent studies in which the modelling liquid application methods were not unified, examined the effects of different amounts of lubricant incorporated into the composite, creating additional variable which makes it difficult to directly



Ryc. 1. Wartości pomiarów grubości wybarwionej warstwy żywicy: wartości średnie ($\pm$ odchylenie standardowe)

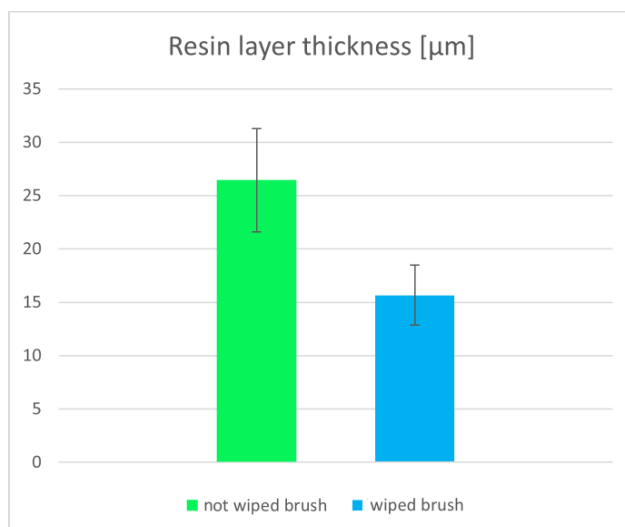
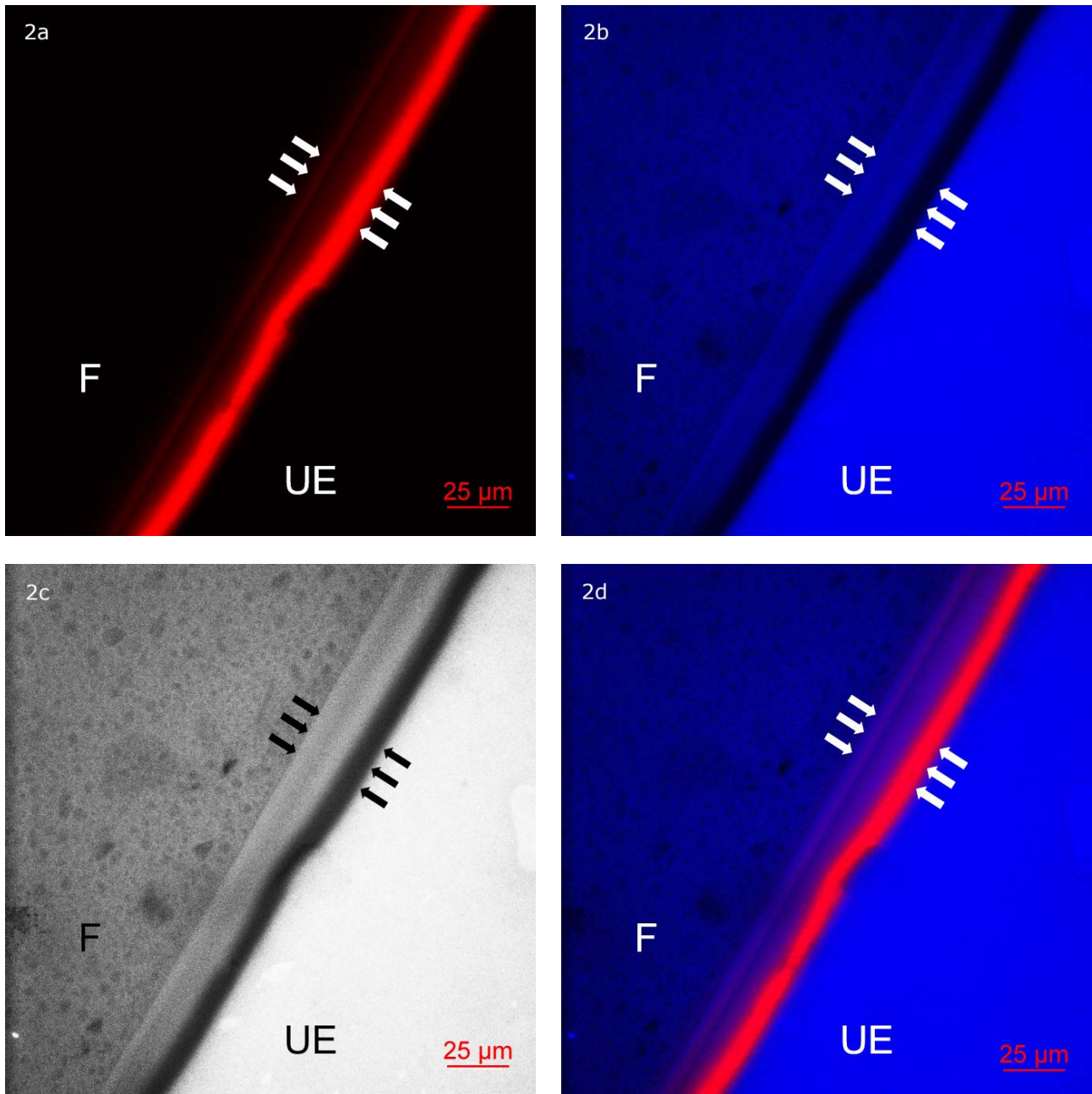


Fig. 1. Dyed resin layer thickness measurement: mean values ($\pm$ standard deviation)



Ryc. 2a-d. Obrazy z mikroskopu konfokalnego próbek z grupy 1: a) czerwony kanał obrazowania lasera ($\lambda = 561$ nm); b) niebieski kanał obrazowania lasera ($\lambda = 404$ nm); c) połączone kanały obrazowania – niebieski i czerwony, przekształcone do skali szarości; d) połączone kanały obrazowania – niebieski i czerwony. UE – kompozyt Enamel HRi UE, F – półpłynny kompozyt Filtek Ultimate Flowable. Strzałki ograniczają warstwę żywicy Enaseal, umieszczonej między warstwami kompozytu

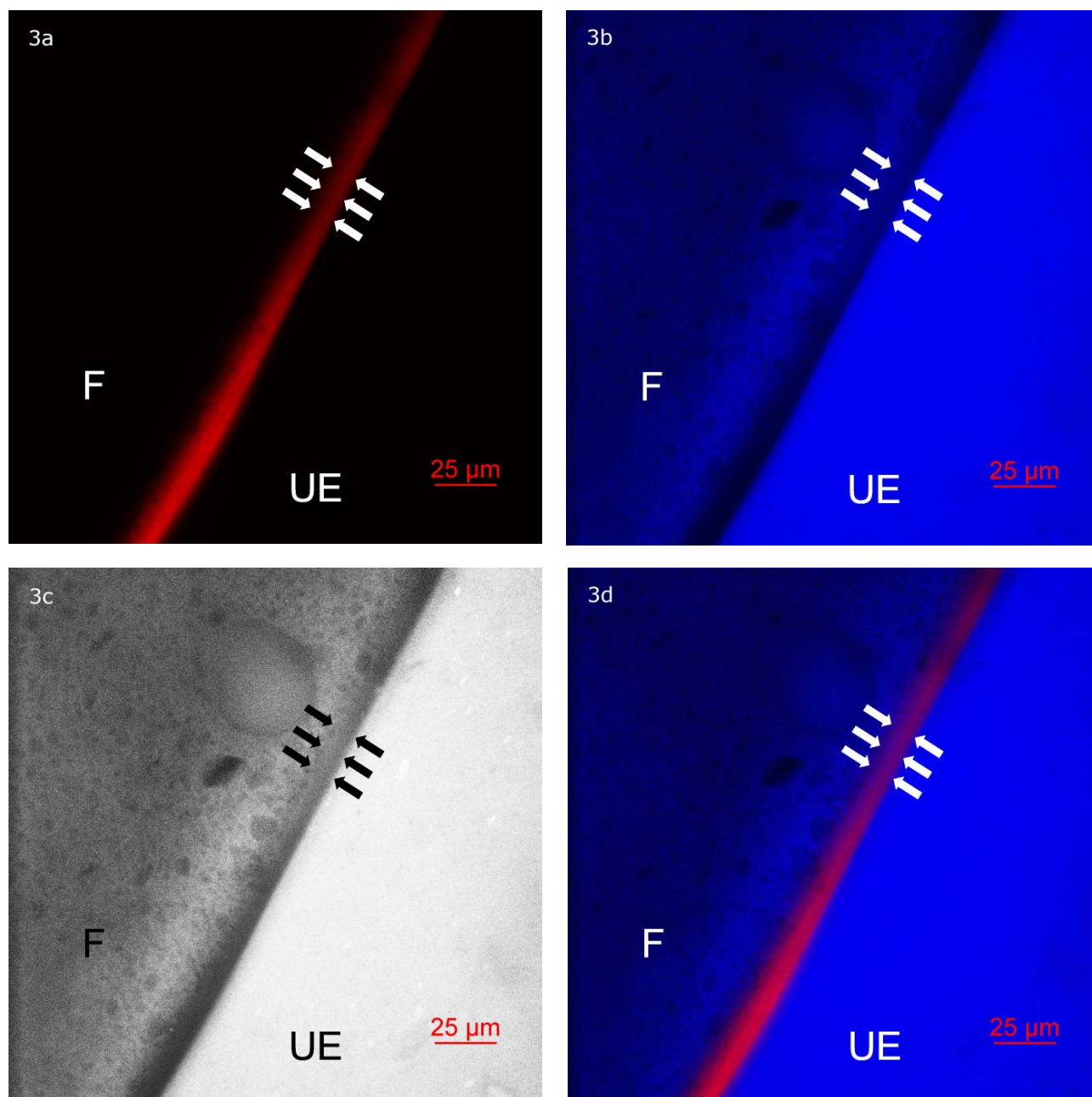
Fig. 2a-d. Confocal images of group 1 samples: a) red imaging channel ($\lambda = 561$ nm); b) blue imaging channel ($\lambda = 404$ nm); c) merged blue and red imaging channels transformed to gray scale image; d) merged blue and red imaging channels. UE – Enamel HRi UE2 composite, F – Filtek Ultimate Flowable composite. Arrows limiting Enaseal resin layer between the composite increments

tworząc dodatkową zmienną, która utrudnia bezpośrednie porównanie wyników badań i podkreśla potrzebę standaryzacji metody w przyszłych pracach badawczych.

Analiza obrazów z mikroskopu konfokalnego nie wykazuje głębokiego wnikania żywicy w modelowany kompozyt, zamiast tego tworzy ona dość spójną warstwę bogatą w żywicę. Istnienie tej warstwy może uzasadniać wyniki

compare research results and highlights the need of method standardization in future studies.

Analyzing the images from the confocal microscope, deep penetration of the resin into the modeled composite is not visible, instead it forms a fairly coherent resin-rich layer. The presence of this layer may explain the results observed by Tuncer et al. (13) They demonstrated that



Ryc. 3a-d. Obrazy z mikroskopu konfokalnego próbek z grupy 2: a) czerwony kanał obrazowania lasera ($\lambda = 561$ nm); b) niebieski kanał obrazowania lasera ($\lambda = 404$ nm); c) połączone kanały obrazowania – niebieski i czerwony, przekształcone do skali szarości; d) połączone kanały obrazowania – niebieski i czerwony. UE – kompozyt Enamel HRi UE, F – półpłynny kompozyt Filtek Ultimate Flowable. Strzałki ograniczają warstwę żywicy Enaseal, umieszczonej między warstwami kompozytu

Fig. 3a-d. Confocal images of the group 2 samples: a) red laser channel ($\lambda = 561$ nm); b) blue laser channel ($\lambda = 404$ nm); c) merged blue and red channels transformed to gray scale image; d) merged blue and red channels. UE – Enamel HRi UE2 composite, F – Filtek Ultimate flowable composite. Arrows limiting Enaseal resin layer between the composite increments

zaobserwowane przez Tuncera i wsp. (13). Wykazali oni, że próbki kompozytu modelowane z użyciem zwilżonego żywicą pędzelka, bez późniejszego opracowania mechanicznego, cechowały się znacznym zmniejszeniem mikrotwardości. Próbki modelowane w ten sam sposób, ale poddane późniejszemu polerowaniu, nie wykazały istotnych różnic

composite samples modeled using a resin-wetted brush, without subsequent mechanical finishing, exhibited a significant decrease in microhardness. Samples modeled in the same manner but subjected to subsequent polishing showed no significant differences compared to the control group modeled without resin. However it is not clear,

w stosunku do grupy kontrolnej modelowanej bez żywicy. Nie jest jednak jasne, czy wielkość tego efektu jest bezpośrednio związana z ilością pozostawionej żywicy.

Podczas modelowania końcowej zewnętrznej części kompozytu żywica utworzy powłokę, która biorąc pod uwagę maksymalną obserwowaną grubość warstwy, prawdopodobnie zostanie całkowicie usunięta podczas opracowywania i polerowania wypełnienia (14) i nie powinna negatywnie wpływać na końcową trwałość odbudowy, jednak Bayraktar i wsp. zaobserwowali zmniejszenie mikrotwardości kompozytu modelowanego zwilżonym żywicą narzędziem, w badaniu, w którym wszystkie próbki były mechanicznie opracowywane i polerowane przed wykonaniem pomiarów mikrotwardości (15).

Większa zawartość środka do zwilżania może dodatkowo wzmacniać negatywne skutki stosowania środków wiążących jako płynów modelujących, co obserwowano w badaniu Patela i wsp., co może być spowodowane większą ilością hydrofilowych cząsteczek rozpuszczalnika reagujących z materiałem kompozytowym (16).

Zastosowanie tej techniki między warstwami nakładanego kompozytu uniemożliwia usunięcie warstwy żywicy podczas polerowania, trwale modyfikując wewnętrzną strukturę wypełnienia. Dane z piśmiennictwa wykazały negatywny wpływ niektórych środków zwilżających stosowanych między warstwami kompozytu, jednak nie jest pewne, jak te zależności zmieniają się wraz ze wzrostem grubości warstwy środka zwilżającego i różnym stosunkiem ilości kompozytu do żywicy (17, 18).

WNIOSKI

Analizując wyniki badania, można stwierdzić, że sposób zwilżania pędzelka przed modelowaniem kompozytu wpływa na ilość żywicy włączonej do wypełnienia. Wytarty pędzelek przenosi mniej żywicy do wypełnienia niż pędzelek użyty do modelowania bezpośrednio po zanurzeniu w żywicy, bez wcześniejszego wytarcia jej nadmiaru.

Dodatkowo, warstwa żywicy na końcowej, zewnętrznej warstwie kompozytu utworzona zarówno pędzelkiem z nadmierną ilością środka zwilżającego, jak i pędzelkiem wytartym jest bardzo cienka i nie wnika głębiej w strukturę kompozytu, więc prawdopodobnie zostanie usunięta podczas standardowych procedur wykańczania i polerowania wypełnienia.

W przyszłych badaniach nad zwilżaniem narzędzi parametr metody aplikacji powinien być brany pod uwagę jako jedna z analizowanych zmiennych, które mogą mieć wpływ na wyniki testów.

whether the magnitude of this effect is directly related to the amount of resin left.

When modeling the final outer portion of the composite, the resin will form a coating which, given the maximal observed layer thickness, will probably be completely removed during restoration finishing and polishing (14), and should not adversely affect the final performance of the restoration, however, Bayraktar et al. observed a decrease in the microhardness of the composite modeled with a resin-wetted tool, in a study where all samples were mechanically finished and polished before microhardness measurements were taken (15).

Higher lubricant content may additionally enlarge the negative effects caused by the use of bonding agents as modelling liquids, as observed in the study by Patel et al., which could be caused by higher amounts of hydrophilic solvent particles that are reacting with the composite material (16).

The use of this technique between the layers of the applied composite makes it impossible to remove the resin layer during polishing, thus permanently modifying restoration internal structure. Data from the literature have shown a negative impact of some lubricants used in between the composite increments; however, it is not known how these relationships change with the increase in the thickness of the lubricant layer and different composite to resin ratio (17, 18).

CONCLUSIONS

Analyzing the study findings, it can be concluded that the method of applying the resin on the modelled composite results in differences in the amount of resin incorporated into the restoration. A wiped brush transfers less resin to the restoration than a not wiped one.

Moreover, the resin layer on the final, outer layer of the composite created either with excessive lubricant or with wiped brush is very thin and does not penetrate into the composite, so it is likely to be removed during standard finishing and polishing procedures.

In future research on wetting of instruments, the application method parameter should be taken into account as one of the analyzed variables that may affect the test results.

KONFLIKT INTERESÓW

Brak konfliktu interesów

PIŚMIENICTWO/REFERENCES

1. Cheng L, Zhang L, Yue L et al.: Expert consensus on dental caries management. *Int J Oral Sci* 2022; 14(1): 17.
2. Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M: Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent* 2017; 20(6): 386-391.

**ADRES DO KORESPONDENCJI
CORRESPONDENCE**

*Juliusz Kosewski
Zakład Stomatologii Zachowawczej
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Binieckiego 6
02-097 Warszawa
tel.: +48 (22) 116-64-46
juliusz.kosewski@wum.edu.pl

nadesłano:
4.04.2024
zaakceptowano do druku:
25.04.2024

3. Al-Sharaa KA, Watts DC: Stickiness prior to setting of some light cured resin-composites. *Dent Mater* 2003; 19(3): 182-187.
4. Ertl K, Graf A, Watts D, Schedle A: Stickiness of dental resin composite materials to steel, dentin and bonded dentin. *Dent Mater* 2010; 26(1): 59-66.
5. Kutuk ZB, Erden E, Aksahin DL et al.: Influence of modeling agents on the surface properties of an esthetic nano-hybrid composite. *Restor Dent Endod* 2020; 45(2): e13.
6. Barcellos DC, Pucci CR, Torres CR et al.: Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. *J Adhes Dent* 2008; 10(5): 351-354.
7. Lee JH, Um CM, Lee IB: Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dent Mater* 2006; 22(6): 515-526.
8. Kosewski J, Kosewski P, Mielczarek A: Influence of instrument lubrication on properties of dental composites. *Eur J Dent* 2022; 16(4): 719-728.
9. Ritter AV, Walter R, Boushell LW, Ahmed SN: Clinical technique for direct composite resin and glass ionomer restorations. [In] Ritter AV, Boushell LW, Walter R (eds.): *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. Elsevier, St. Louis 2019: 219-263.
10. Bim Junior O, Cebim MA, Atta MT et al.: Determining optimal fluorescent agent concentrations in dental adhesive resins for imaging the tooth/restoration interface. *Microsc Microanal* 2017; 23(1): 122-130.
11. Rastelli AN, Jacomassi DP, Faloni AP et al.: The filler content of the dental composite resins and their influence on different properties. *Microsc Res Tech* 2012; 75(6): 758-765.
12. Htang A, Ohsawa M, Matsumoto H: Fatigue resistance of composite restorations: Effect of filler content. *Dent Mater* 1995; 11(1): 7-13.
13. Tuncer S, Demirci M, Tiryaki M et al.: The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites. *J Esthet Restor Dent* 2013; 25(6): 404-419.
14. Turssi CP, Ferracane JL, Serra MC: Abrasive wear of resin composites as related to finishing and polishing procedures. *Dent Mater* 2005; 21(7): 641-648.
15. Bayraktar ET, Atali PY, Korkut B et al.: Effect of modeling resins on microhardness of resin composites. *Eur J Dent* 2021; 15(3): 481-487.
16. Patel J, Granger C, Parker S, Patel M. The effect of instrument lubricant on the diametral tensile strength and water uptake of posterior composite restorative material. *J Dent* 2017; 56: 33-8.
17. Barcellos DC, Palazon M, Pucci CR et al.: Effects of self-etching adhesive systems used in the dental modelling technique on the cohesive strength of composite resin. *The Journal of Adhesion* 2011; 87(2): 154-161.
18. Munchow EA, Sedrez-Porto JA, Piva E et al.: Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. *Dent Mater* 2016; 32(4): 570-577.