

lek. dent. Juliusz Kosewski

**Rola technik zwilżania narzędzi żywicami w modelowaniu
kompozytów stomatologicznych**

The role of techniques for resin lubrication of instruments in
modelling of dental composites

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych i nauk o zdrowiu
w dyscyplinie nauki medyczne

Promotor: prof. dr hab. Agnieszka Mielczarek

Zakład Stomatologii Zachowawczej WUM



Obrona rozprawy doktorskiej przed Radą Dyscypliny Nauk Medycznych
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Warszawa 2025 r.

Słowa kluczowe: kompozyty stomatologiczne; wypełnienia stomatologiczne; żywice do modelowania; zwilżanie narzędzi; modelowanie kompozytu

Key words: composite resins, dental restoration, modeling resin, instrument lubrication, composite modeling

Spis Treści

Wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską	4
Streszczenie	5
Abstract	7
Wstęp	9
Założenia i cel pracy	11
Kopie opublikowanych prac	12
Publikacja 1	12
Publikacja 2	22
Publikacja 3	28
Omówienie wyników	36
Podsumowanie i wnioski	38
Piśmiennictwo	40
Oświadczenie Komisji Bioetycznej	41
Oświadczenia współautorów	42

Wykaz publikacji stanowiących rozprawę doktorską

Publikacja nr 1

Kosewski, J., Kosewski, P., Mielczarek, A. (2022). Influence of Instrument Lubrication on Properties of Dental Composites. *European journal of dentistry*, 16(4), 719–728.

<https://doi.org/10.1055/s-0042-1743144>

Punkty MNiSW: 100

Publikacja nr 2

Kosewski, J., Plona, S., Mielczarek, A. (2024). Frequency and comparison of instrument lubrication procedures during composite resin modeling. *Nowa Stomatologia*, 29(3), 59–64.

<https://doi.org/10.25121/NS.2024.29.3.59>

Punkty MNiSW: 40

Publikacja nr 3

Kosewski, J., Mielczarek, A. (2024). Influence of composite modeling resin application technique on resin quantity and structure. *Nowa Stomatologia*, 29(2), 35–42.

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

Punkty MNiSW: 40

Streszczenie

Zwilżanie narzędzi w trakcie modelowania kompozytów stomatologicznych jest techniką mającą na celu zapobieganie nadmiernemu przyleganiu lepkich porcji kompozytu do narzędzi ręcznych, które służą do przenoszenia, umieszczania i modelowania materiału w ubytku. Zapewnia to łatwiejszą adaptację wypełnienia do krawędzi ubytku oraz odtwarzanie prawidłowych kształtów anatomicznych. Pomimo powszechnego stosowania tej procedury w praktyce klinicznej, nie jest ona oficjalnie rekomendowana w podręcznikach do stomatologii zachowawczej ze względu na potencjalne ryzyko zmian właściwości kompozytu wynikających z inkorporacji cząstek substancji zwilżającej w strukturę materiału. Brak jednoznacznych wytycznych doprowadził do dużej zmienności w aspekcie stosowanych substancji zwilżających, narzędzi jak i technik aplikacji.

Niniejsza rozprawa doktorska powstała w oparciu o cykl trzech publikacji.

Pierwsza z nich jest przeglądem literatury dotyczącym zwilżania narzędzi w trakcie modelowania kompozytów stomatologicznych. Dostępne badania laboratoryjne weryfikowały wpływ takich substancji jak: żywice bez wypełniacza, potocznie zwane żywicami do modelowania, systemy wiążące dedykowane technikom „*self-etch*” oraz „*etch and rinse*”, a także alkohole - izopropylowy oraz etylowy na właściwości optyczne i fizyczne kompozytów.

Wyniki dostępnych badań wykazały, że żywice do modelowania składające się głównie z pochodnych metakrylanu, podobnych do organicznej matrycy kompozytu, mają minimalny negatywny wpływ na właściwości mechaniczne i optyczne, o ile zewnętrzna powierzchnia odbudowy zostanie opracowana i wypolerowana. Wprowadzenie na narzędziu hydrofilnych cząstek obecnych w primerach, samotrawiących systemach wiążących oraz alkoholu może negatywnie wpłynąć na parametry mechaniczne materiału oraz jakość procesu polimeryzacji. Do podstawowych, korzystnych efektów pracy zwilżonymi narzędziami można zaliczyć większą regularność powierzchni i powiązaną z tym odporność na przebarwienia, co pozytywnie wpływa na estetykę wypełnień.

Wiele kontrowersji budzi także konieczność usuwania nadmiaru żywicy z narzędzi. Analizowane w pracy przeglądowej badania prezentowały różne podejście do tego zagadnienia lub wręcz pomijały ten aspekt pracy z kompozytem przy opisie metodyki.

W kolejnej publikacji zaprezentowano wyniki badania eksperymentalnego, w którym zbadano różnice w morfologii i grubości warstwy żywicy zależnie od metody zastosowanej aplikacji, wykorzystując do tego barwienie fluorescencyjne żywicy oraz obserwacje z użyciem mikroskopii konfokalnej. Usunięcie nadmiaru żywicy z narzędzia skutkowało powstaniem istotnie cieńszej warstwy wybarwionej żywicy pomiędzy porcjami modelowanego kompozytu niż w przypadku pozostawienia żywicy na narzędziu. Uzyskane wyniki badania podkreślały konieczność standaryzacji metody aplikacji kompozytu przy planowaniu dalszych badań dotyczących tego zagadnienia. Sugerowały również dość powierzchowną lokalizację żywicy użytej do modelowania aplikowanej porcji kompozytu.

Aby określić realny wpływ stosowania techniki zwilżania oraz poznać szczegóły jej implementacji w praktyce klinicznej przeprowadzono internetową ankietę wśród polskich lekarzy dentyistów oraz studentów kierunku lekarsko-dentystycznego. Uzyskane wyniki tego badania zaprezentowano w trzeciej publikacji. Spośród 557 uczestników badania ankietowego, aż 65% respondentów potwierdziło stosowanie zwilżania narzędzi podczas pracy z kompozytami. Technikę tą znacznie częściej stosowali praktykujący lekarze dentyści (75%) niż studenci stomatologii (40%). Lekarze dentyści w większości deklarowali używanie dedykowanych żywic modelujących, co jest zgodne z zaleceniami producentów oraz wynikami dostępnych badań, które sugerują ich minimalny wpływ na właściwości kompozytu. W grupie studentów częściej stosowane były środki wiążące, zarówno systemy „*total-etch*” jak i „*self-etch*”. Ponadto, ankietę ujawniła różnice w sposobach usuwania nadmiaru żywicy z narzędzia, wskazując na częste wycieranie go o rękawiczki. Takie postępowanie nie tylko grozi zanieczyszczeniem kompozytu substancjami z powierzchni rękawiczki, ale także naraża skórę dłoni osób pracujących na dodatkowy kontakt z metakrylanami, co może prowadzić do alergicznych reakcji skórnych.

Abstract

Instrument lubrication during the modelling of dental composites is a technique aimed at preventing excessive adhesion of viscous portions of the composite to the hand tools used to carry, place and shape the material in the cavity. This method facilitates easier adaptation of the material to the cavity margins and recreation of correct anatomical shapes. Despite the widespread use of this procedure in clinical practice, it is not officially recommended in conservative dentistry textbooks due to the potential risk of changes in composite properties caused by incorporating particles of the wetting substance into the material's structure. The lack of clear guidelines has led to significant variability in the wetting substances, tools, and application techniques used.

This dissertation is based on a series of three publications.

The first is a literature review on instrument lubrication during modelling of dental composites. Available laboratory studies have investigated the effects of substances such as: unfilled resins (commonly referred to as modelling resins), bonding systems designed for *"self-etch"* and *"etch and rinse"* techniques, as well as isopropyl and ethyl alcohols on the optical and physical properties of composites. Research findings suggest that modelling resins, which mainly consist of methacrylate derivatives similar to the composite's organic matrix, have minimal negative impact on mechanical and optical properties, provided that the restoration's external surface is finished and polished. Introducing hydrophilic particles from primers, self-etching bonding systems, or alcohol on tools may negatively affect the material's mechanical parameters and the quality of the polymerization process. Key beneficial effects of working with wetted tools include improved surface regularity and resistance to discoloration, which positively influences the aesthetics of fillings.

Another area of controversy is the necessity of wiping excess resin off the tools. Studies reviewed in this context presented varied approaches to this issue or even omitted this aspect of work with the composite during describing their methodology.

The following publication presents the results of an experimental study that examined the morphology and thickness of the resin layer depending on the application method, using resin fluorescence staining and observations with confocal microscopy. Tools wiped of excess resin left a significantly thinner stained resin layer between portions of the modelled composite

compared to unwiped tools. The obtained study's results emphasize the importance of standardizing application methods in future research on this topic and also suggest that the modelling resin is situated relatively superficially within the modelled composite portions.

To determine the actual impact of instrument lubrication technique use and gain insights into its implementation in the clinical practice, an online survey was conducted among Polish dentists and dental students. The results obtained from this study are presented in the third publication. Among 557 survey participants, 65% reported using wetted tools when working with composites. Practicing dentists employ the technique more often (75%) than dental students (40%). Dentists predominantly reported using dedicated modelling resins, aligning with manufacturers' recommendations and the results of available studies, which suggest their minimal effect on composite properties. Among students, bonding agents - both "*total-etch*" and "*self-etch*" systems - were more commonly used. Moreover, the survey revealed differences in methods of removing excess resin from tools, highlighting the frequent practice of wiping it on gloves. Such actions not only risk contaminating the composite with substances from the glove surface but also expose the skin of workers' hands to additional contact with methacrylates, which can lead to allergic skin reactions.

Wstęp

Wraz z rozwojem materiałów i technik pracy, odbudowy kompozytowe są w stanie coraz wierniej odtwarzać właściwości fizyczne i optyczne naturalnych zębów. Liczne odcienie, stopnie przezierności, a także specjalne kompozyty do odtwarzania indywidualnych charakterystyki sprawiają, że klinicyści dysponują narzędziami pozwalającymi tworzyć bezpośrednie odbudowy kompozytowe na poziomie niemalże zbliżonym do prac wykonywanych w laboratoriach protetycznych, zarówno w kontekście estetyki jak i parametrów mechanicznych [1]. Mimo wielu zalet, materiały kompozytowe mogą sprawiać pewne problemy związane z ich aplikacją do ubytku oraz późniejszym modelowaniem. Ze względu na dość lepką konsystencję, materiały te mają tendencję do mocnego przylegania do narzędzi ręcznych, co utrudnia właściwe umiejscowienie ich w ubytku bądź też nadanie im prawidłowych, anatomicznych kształtów [2]. W celu niwelowania tego problemu wyprodukowano narzędzia pokryte specjalnymi, nieprzywierającymi powłokami np. warstwą azotku tytanu, a także wprowadzono narzędzia z elastycznymi końcówkami wykonanymi z silikonu [3]. Wysoka cena oraz szybkie zużycie sprawiły, że zmodyfikowane narzędzia nie stały się powszechnie stosowanym standardem i w wielu placówkach stomatologicznych do modelowania kompozytu wciąż stosowane są narzędzia stalowe.

Z praktyki wiadomo, że zbyt mocny nacisk na kompozyt oraz obecność uszkodzeń lub resztek materiału na powierzchni narzędzia stalowego znacząco zwiększa szansę na pojawienie się problemów przy aplikacji materiału kompozytowego do ubytku.

Od dekad znana jest technika pozwalająca na zmniejszenie przylegania kompozytu do narzędzi – zwilżenie ich powierzchni przed modelowaniem materiału [4]. Technika ta doczekała się na przestrzeni lat wielu badań i opisów [5]. Dość powszechna jest też wiedza na temat jej stosowania w codziennej praktyce. Ze względu na obawy dotyczące zmian właściwości kompozytów oraz brak ustandaryzowanych wytycznych metoda ta była w pewnym okresie wręcz odradzana w podręcznikach akademickich [6].

Na niniejszą rozprawę składa się cykl 3 publikacji - pracy przeglądowej oraz 2 prac oryginalnych. Wykonany przegląd piśmiennictwa jest pierwszym sumarycznym przedstawieniem aktualnego stanu wiedzy na temat zagadnienia zwilżania narzędzi. Aby zapewnić naukowe podstawy odnośnie skali stosowania techniki zwilżania narzędzi przeprowadzono badanie ankietowe w grupie polskich lekarzy dentystów oraz studentów kierunku lekarsko-dentystycznego, które

potwierdziło jej powszechne stosowanie w codziennej praktyce stomatologicznej. Badanie podkreśliło również istotne różnice w rodzaju stosowanych substancji i metod aplikacji. Uzyskane dane dostarczyły tym samym naukowych dowodów na to co do tej pory przyjmowano jako „powszechnie znane”.

Trzecia publikacja cyklu była badaniem eksperymentalnym analizującym obraz mikroskopowy warstw żywicy pozostałej po modelowaniu kompozytu, zależnie od zastosowanej techniki aplikacji. Wyniki badań wykazały konieczność standaryzacji procedur zwilżania narzędzi w planowaniu przyszłych badań dotyczących tego zagadnienia. Sugerują również konieczność usuwania nadmiaru żywicy z narzędzi celem ograniczenia jej inkorporacji w strukturę modelowanego kompozytu.

Założenia i cel pracy

Cel główny: Ocena zastosowania technik zwilżania narzędzi w pracy z kompozytem stomatologicznym

Cele pośrednie:

1. Ocena częstości stosowania techniki zwilżania narzędzi przy modelowaniu kompozytów stomatologicznych przez lekarzy dentystów i studentów kierunku lekarsko-dentystycznego.
2. Analiza substancji i metod aplikacji substancji zwilżających oraz ocena ich wpływu na właściwości fizyczne i optyczne rekonstrukcji kompozytowych.
3. Ocena wpływu techniki zwilżania narzędzi stomatologicznych na właściwości fizyczne i optyczne rekonstrukcji kompozytowych.



Influence of Instrument Lubrication on Properties of Dental Composites

Juliusz Kosewski¹ Przemysław Kosewski² Agnieszka Mielczarek³ 

¹Department of Conservative Dentistry, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

²Department of Oral Surgery, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

³Department of Conservative Dentistry, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

Address for correspondence Juliusz Kosewski, DDS, Department of Conservative Dentistry, Medical University of Warsaw, ul. Binieckiego 6, Warsaw 02-097, Poland (e-mail: juliusz.kosewski@wum.edu.pl).

Eur J Dent 2022;16:719–728.

Abstract

Keywords

- composite modeling
- composite resin
- dental adhesive
- instrument lubricant
- modeling resin

Resin composites are one of the most commonly used materials in restorative dentistry. To improve their handling and facilitate restoration sculpting, clinicians began to lubricate modeling instruments with various substances like alcohol, unfilled resins, or even bonding agents. Although the technique is commonly present in daily clinical practice, it has not been precisely described in the literature and both application methods and lubricating materials vary across the available studies. This study aims to summarize the currently available knowledge about influence of instrument lubrication on properties of dental composites. Literature selection was conducted within MEDLINE, SCOPUS, and EBSCO databases. Instrument lubrication seems not to be indifferent for composite mechanical and optical properties. Moreover, various lubricants can differently affect the composite material, so the choice of lubricating agent should be deliberate and cautious. Available *in vitro* studies suggest possible incorporation of lubricant into the composite structure. Unfilled resins based on bisphenol A-glycidyl methacrylate (Bis-GMA) seem to be the best choice for the lubricant, as bonding agents containing hydrophilic molecules and alcohols carry a bigger risk of altering the composite properties. Further research is necessary to evaluate lubricants' influence in clinical practice conditions.

Introduction

Composite resins are fundamentals of contemporary restorative dentistry.¹ Along with evolution of materials and application techniques, composite restorations are capable of closely recreating both the physical and optical properties of natural teeth. As a result, naturally looking, durable, and functional restorations can be provided for both anterior and posterior dentition.^{2–4}

Composite resins present viscous consistency which can impede proper anatomical contour modeling or adaptation of the material to cavity walls.^{5,6} To overcome sticking of the

composite to hand instruments, lubrication of the instruments with modeling resins, bonding agents, or alcohol became a common practice. Such method deviates from the recommendations of most of the manufacturers. Due to possibility of altering the characteristics of restorative material some authors advise against this technique.⁷ Incorporation of other substances into the modeled composite layer may disrupt its composition and influence material properties.^{8–10}

Instrument lubrication technique has not been officially described in the scientific literature, thus lack of standardized research methods to analyze this topic can be observed.

published online
April 8, 2022

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0042-1743144>.
ISSN 1305-7456.

© 2022, The Author(s).

This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution License, permitting unrestricted use, distribution, and reproduction so long as the original work is properly cited. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
Thieme Medical and Scientific Publishers Pvt. Ltd., A-12, 2nd Floor, Sector 2, Noida-201301 UP, India

Within available *in vitro* studies, authors investigated multiple materials and methods of their application on mechanical and optical properties of restorative materials.^{8,11–27}

The study aims to summarize the currently available knowledge about influence of instrument lubrication on properties of dental composites. Literature selection was conducted within MEDLINE, SCOPUS, and EBSCO databases. Studies describing usage of resins as a surface glaze after the finished composite polymerization were excluded.

Resin Lubricants

Widely used group of lubricants meant to facilitate material modeling include resins existing either in clear form, as the so called unfilled resins, or being part of the adhesive systems. They are composed of various methacrylate derivatives present also in organic matrix of dental composites, that is, bisphenol A-glycidyl methacrylate (Bis-GMA), urethane dimethacrylate (UDEMA), triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA), and photoinitiators that allow light curing and in the case of the bonding agent, also additional ingredients facilitating efficient application and adhesion to tooth structure. Hydrophilic molecules present in adhesive systems, such as water, ethanol, or acetone, might affect elements of the composite matrix.^{28–30}

Physical Properties

Most of contemporarily used composite materials are based on Bis-GMA monomers and comonomers present relatively lower viscosity and molecular weight.^{31,32} Organic matrix composition influences handling and physical properties of final product.^{5,33,34} Incorporation of additional resin portions with a lubricated instrument raises concerns over possible change in composition of applied composite, leading to a loss of its optimal properties.^{8,35} Studies describing influence of instrument lubrication with resins and bonding agents on physical properties of composites are shown in ► Table 1.

Composite Resistance

Materials used for replacing dental tissues must be characterized by high and universal resistance to withstand constant occlusal forces.³⁶ Filler content and monomer types within the composite matrix affect its mechanical properties.^{35,37} Changes in precisely selected material composition caused by lubricant incorporation during the application might disturb its internal structure and influence its durability.^{3,38}

Dunn and Strong have not shown any significant differences in flexural strength between composite samples layered with or without the use of modeling resin.¹² Münchow et al confirmed those observations regarding the use of ScotchBond MultiPurpose (SBMP; 3M ESPE, St Paul, Minnesota, United States) dental adhesive, however, with more hydrophilic bonding agent, Adper Single Bond (ASB; 3M ESPE, St. Paul, Minnesota, United States), flexural strength decreased compared with control group after 24 hours of water storage. Additionally, in presented study, the flexural strength test was repeated after 6 months and the loss of

flexural strength was lower than in the control group. Authors explain this by reduction of microporosities on the composite surface; however, scanning electron microscope (SEM) image analyses have not revealed any differences in samples micromorphology.²⁵

Negative outcome of instrument lubrication on composite resistance was observed by Patel et al. Authors described higher diametral tensile strength (DTS) in control group than in groups where IV-, V-, and VII-generation bonding agents were used as lubricants.¹⁴

Composite Tensile Strength

Majority of clinical situations require composite layering because of limited depth of curing light penetration through the material and need of polymerization shrinkage reduction, as well as from esthetic reasons, to compose a restoration from materials with different optical properties.^{39,40} Instrument lubrication may lead to changes of material characteristics at the composite layers interface and influence the tensile strength between the increments resulting in lower durability of the restoration.^{41,42}

Tjan and Glancy observed reduced resistance of Heliomolar (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) material lubricated with currently unused bonding system based on polyurethane, Dentine Adhesit (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).¹⁵ Polyurethane setting reaction requires the presence of water which can explain obtained low value of tensile strength.⁴³ Differences in tensile strength have not been noted regarding Heliomolar composite layers applied with the use of Heliobond resin (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) which is a combination of Bis-GMA and TEGDMA, as well as within Bis-GMA based Herculite (Kerr, Orange, California, United States).¹⁵

Barcellos et al study has shown reduction of tensile strength between composite layers caused by instrument lubrication with all tested self-etch adhesive systems except for Adper SE Plus Adhesive (3M ESPE, St Paul, Minnesota, United States), adhesive resin from VI-generation system. According to the authors, this is due to fact that ionization of acidic phosphate monomer (MHP) present in Adper SE Plus occurs only in presence of hydrophilic radicals contained in the primer of this system.¹⁷

In earlier studies, the same authors proved that only one out of three tested total-etch adhesive systems, ScotchBond MultiPurpose used during composite modeling caused the increase of cohesive strength of layers in comparison to the control group. ASB, Prime & Bond NT (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany) and modeling resins did not influence this parameter. This relation has been explained by chemical similarity of SBMP and compounds of tested composites, as well as by its lack of hydrophilic solvents.¹⁶

Positive effect of instrument lubrication with SBMP on composite tensile strength was not confirmed during micro-tensile bond strength (μ TBS) test, performed after 24 hours of water storage. Similarly, as in case of flexural strength tests, lubrication with ASB and SBMP decreased tensile strength loss after 6 months of water storage compared with control group.²⁵

Table 1 Influence of adhesive systems and unfilled resins used as lubricants on the physical properties of composites

Study (year)	Lubricant	Lubricant application method	Composite	Parameters tested	Results
Tjan and Glancy ¹⁵ (1988)	Command resin, Bondlite (used with Herculite), Heliobond, Adhesit (used with Heliomolar)	Composite modeling instrument wetted with resin	Herculite Heliomolar	Cohesive strength at the composite interfaces	Lubrication with adhesive decreased Heliomolar strength, no effect on Herculite specimen No effect of lubrication with unfilled resins on cohesive strength of Herculite and Heliomolar
Dunn and Strong ¹² (2007)	Unfilled resin (name not mentioned)	Interproximal carver instrument dipped once into a single drop of resin	Filtek Z250	Flexural strength	No influence of lubricant on flexural strength
Barcellos et al ¹⁶ (2008)	Composite wetting resin C&B liquid Scotchbond MultiPurpose Adper Single Bond Prime & bond NT	Tip of the instrument painted with the moistured microbrush	Venus	Cohesive strength at the composite interfaces	SBMP lubrication increased cohesive strength, other lubricants had no effect on cohesive strength
Barcellos et al ¹⁷ (2011)	Adper SE plus Clearfil SE bond Futurabond M Optibond all-in-one Futurabond NR One up bond F	Tip of the instrument painted with the moistured microbrush	Venus	Cohesive strength at the composite interfaces	Lubrication reduced cohesive strength in all groups except Adper SE Plus
Tuncer et al ²⁰ (2013)	Modeling resin	Round-ended plugger with a diameter of 2-mm dipped into the modeling resin	GrandioSO Gradia direct posterior Aelite LS Posterior Filtek Silorane Aelite all-purpose body Filtek ultimate Clearfil majesty esthetic	Microhardness Surface roughness	Modeling with lubricant and polymerization under polyester strip decreased microhardness and surface roughness Modeling with lubricant with mechanical polishing decreased microhardness and surface roughness of GrandioSO Increased surface roughness of Filtek Silorane and Aelite All Purpose
de Paula et al ²¹ (2016)	ScotchBond MultiPurpose Adper Single Bond	Brush coated with adhesive and the excess removed by stroking onto a glass plate	Filtek Z350 XT Empress Direct	Degree of conversion Cross-linking density	Both adhesives lowered DC and CLD of Empress Direct No significant difference in DC of Filtek Z350 XT SBMP lowered CLD of Filtek Z350 XT

(Continued)

Table 1 (Continued)

Study (year)	Lubricant	Lubricant application method	Composite	Parameters tested	Results
Münchow et al ²⁵ (2016)	ScotchBond MultiPurpose Adper Single Bond	Adhesive applied with disposable microbrush applicator	Filtek Z350 XT	Flexural strength Flexural modulus Microtensile cohesive strength Surface analysis under SEM Water sorption and solubility	ASB reduced flexural strength of composite. Both lubricants: • had no effect on cohesive strength • Reduced loss of cohesive strength, flexural strength and flexural modulus after 6 months • Reduced solubility and water sorption No differences in specimen morphology were observed under the SEM examination
Patel et al ¹⁴ (2017)	Optibond FL Optibond solo plus Optibond all-in-one	Pluggers dipped into lubricant for 1 second and left to drip/drain for 2 seconds prior to use	Solitaire 2	Diametral tensile strength Water sorption	All tested lubricants increased water sorption and reduced diametral tensile strength of composite
Hamouda ²⁶ (2017)	Tetric N-bond Universal Tetric N-bond	Pluggers dipped into lubricant for 1 second and left to drip/drain for 2 seconds prior to use	Tetric N-ceram	Water sorption and solubility	Lubricants increased water sorption of composite No effect on solubility in water
Melo et al ¹⁸ (2018)	ScotchBond MultiPurpose Adper Single Bond	Brush coated with adhesive and the excess removed by stroking onto a glass plate	Filtek Z350 XT Empress direct Esthet X HD	Degree of conversion	SBMP reduced DC of all tested composites ASB reduced DC of Empress and increased DC of Esthet X A2
Kutuk et al ¹⁹ (2020)	Modeling liquid G-premio bond Optibond XTR primer	Humidified sable brush and microbrush applicator	Essentia Dark Enamel	Microhardness Surface roughness	Optibond XTR lubrication lowered composite microhardness No effect of lubrication on surface roughness
Bayraktar et al ²⁷ (2021)	Modeling liquid Composite primer Modeling resin	Humidified sable brush with excessive material removed using a clean paper tissue	Charisma Smart Estellite Asteria Ceram-X one SphereTEC Admira fusion Filtek ultimate Clearfil majesty ES-2	Microhardness	All of the lubricants reduced composite microhardness

Abbreviations: ASB, Adper Single Bond; CLD, cross-linking density; DC, degree of conversion; SBMP, ScotchBond MultiPurpose; SEM, scanning electron microscope.

Surface Characteristics

Surface quality and smoothness are some of the conditions providing clinical success and durability of created restoration. High gloss of composite surface apart from obvious patient's esthetical satisfaction guarantees also higher staining resistance of the resin.⁴⁴ Instrument lubrication during composite application allows to obtain more even surface of freshly placed composite; however superficial modified layer can behave differently during mechanical finishing and polishing.⁴⁵

No effect of instrument lubrication with universal bonding agents and modeling resin on nanohybrid composite microhardness was observed by Kutuk et al. Microhardness reduction was only obtained during lubrication with self-etch system primer. Both tested adhesive systems and modeling resin had no effect on surface roughness of the composite.¹⁹

In the study, investigating instrument lubrication with modeling resin, Tuncer et al proved reduction in composite surface microhardness in a group where superficial layer was not mechanically finished. Samples modeled with lubricated instrument but thereafter grinded with aluminum oxide discs have not shown statistically significant difference in surface roughness compared with control for five out of seven examined composites. The results observed were related to removal of resin-rich superficial layer during finishing. Samples modeled with lubricant and polymerized under polyester strip exhibited the lowest surface roughness. Among groups polished after polymerization, instrument lubrication positively affected surface smoothness of Grandioso (VOCO, Cuxhaven, Germany) composite but negatively influenced Filtek Silorane (3M ESPE, St Paul, Minnesota, United States) and Aelite All Purpose Body (Bisco, Schaumburg, Illinois United States) composites. The remaining restorative materials showed no difference compared with the control group.²⁰

In the research by Bayraktar et al, evaluating the effect of three different modeling resins, composite microhardness reduction was observed for all of the tested composite materials.²⁷

Polymerization Quality

The achievement of desired performance by dental composite materials depends highly on their correct polymerization.⁴⁶ Composite's degree of conversion is related to its composition and resin to filler ratio.⁴⁷ Usage of higher inorganic filler content and monomers with high molecule weight like Bis-GMA allowed to reduce the polymerization shrinkage of light-cured materials; however, it also affected the reaction kinetics resulting in lower degree of monomer to polymer conversion.^{48–51} Lower degree of conversion has negative outcome on material properties leading to reduced mechanical resistance and decreased color stability.⁴⁶ Moreover, high content of unreacted monomer facilitates its release to body environment, limiting material biocompatibility and increasing cytotoxicity.^{52,53}

In the study conducted by Melo et al, instrument lubrication with SBMP caused reduction in the degree of conversion of all

examined composites. Usage of ASB as a lubricant also decreased the degree of conversion for Empress Direct (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) A2 and Bleach shades however increased it for Esthet X HD (Dentsply Caulk, Milford, Delaware, United States) A2 shade.¹⁸ De Paula et al during analysis of the same adhesives have not observed significant effect of instrument lubrication on composites degree of conversion; however, lower cross-linking density has been noted with SBMP as a lubricant.²¹

The amount of available studies verifying effect of instrument lubrication on polymerization quality is limited. Results suggest possible incorporation of lubricant particles into composite matrix and alterations in the polymerization reaction kinetics.

Scanning Electron Microscope Analysis

During cross-section surface analysis of freshly placed composite samples using SEM, no changes in the micromorphology of interlayer interface have been observed.^{23,25} Analysis performed after 12 months of wine storage revealed heterogeneous structure with evident connection layer in groups where instruments were lubricated with adhesives.²³

Superficial composite layer examination after wine storage showed lower surface degradation in the group modeled with adhesive system as a lubricant compared with the control group. Authors connect that surface degradation with influence of the alcohol contained in wine.²³ This hypothesis can be confirmed by lack of visible surface degradation of composite modeled with lubricated instrument but stored in coffee solution observed in another study.¹⁹

Water Sorption and Solubility

Composite restorations in the in vivo conditions are permanently interacting with surrounding water solution: composite absorbs little amounts of water and also its small particles get dissolved during the hydrolytic reaction.^{54,55} Increased water sorption and solubility negatively affect mechanical properties of composite material.⁵⁶ Those parameters rely mainly on composition and structure of composite organic matrix phase,⁵⁷ therefore incorporation of additional monomers and hydrophilic substances during modeling with lubricated instrument creates a possibility of significant changes in terms of composite stability in mouth environment.⁵⁸

The use of SBMP and ASB as instrument lubricants reduced composite solubility compared with control group. Water sorption was reduced only with the use of SBMP.²⁵ In another study, no effect of modeling with V- and VI-generation adhesive systems on composite solubility was also observed.²⁶

Different outcome was obtained during measurements of water sorption, it has increased in all tested groups. Additionally, the study has shown no linear relation between number of layers modeled with lubricant and water sorption.²⁶ Higher water sorption was also confirmed for instrument lubrication with V- and VII-generation bonding agents from another manufacturer and with adhesive resin from VI-generation system.¹⁴

Optical Properties

Composite modeling with lubricated instruments or brushes is especially helpful during work in the esthetic region. Replication of correct anatomical form and proper surface texture already at the application stage allows clinician to save time needed for contouring and finishing of the restoration. Qualitative and quantitative compositions of organic matrix affect color, translucency, light refraction index of dental resins, and also their staining susceptibility.^{59–61} Changes within those parameters can determine failure in esthetic integration despite the right restoration shape.⁶²

Studies examining influence of instrument lubrication with modeling resins and adhesive systems on composite optical properties are listed in ► **Table 2**.

Translucency Change

Increased translucency of Filtek XT Z350 (3M ESPE, St Paul, Minnesota, United States) and Filtek Z250 (3M ESPE, St Paul, Minnesota, United States) was described in the literature while using the instrument lubrication technique with bonding agents from the same manufacturer, ScotchBond MultiPurpose and ASB.^{18,22,24,25} In the research conducted by Melo et al, composites from other producers were also included, Empress Direct and Esthet X HD. Their translucency got decreased or was not affected by modeling with lubricated instrument.¹⁸

Color Change

Color stability is one of the requirements for restorative materials. Pigments contained in daily diet can cause external and internal discoloration both within the dental tissue and in the composite.⁶³

Tuncer et al examined effect of instrument lubrication with Modeling Resin (Bisco, Schaumburg, Illinois, United States) on color change of composites. Higher color change range was observed after thermocycling Filtek Ultimate (3M ESPE, St Paul, Minnesota, United States) and Filtek Silorane samples; however, only for the latter change was greater than estimated acceptance threshold.⁶⁴ Clearfill Majesty (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japan), Aelite LS posterior (Bisco, Schaumburg, Illinois United States), and Aelite All-Purpose Body composites have shown lower color change compared with control group. Instrument lubrication with SBMP and ASB adhesives caused higher color change after water storage.^{24,25} Melo et al observed increased color change only for one out of three tested composites.¹⁸

Instrument lubrication with SBMP, ASB and Adper Universal (3M ESPE, St Paul, Minnesota, United States) resulted in lower composite color change after storage in strongly staining solutions.^{22,23,25}

Alcohol Lubricants

Usage of alcohol as a substance preventing sticking of the chemically cured composite to plastic modeling instruments was for the first time described already over 40 years ago. Instruments moistened in alcohol did not affect material adaptation to cavity walls and composite resistance.⁶⁵ How-

ever, it has also been proven that too large contamination of composite resin with alcohol drastically worsens its mechanical properties.⁶⁶ Research results regarding instrument lubrication with alcohol are listed in ► **Table 3**.

Tjan and Glancy have shown negative influence of instrument lubrication with alcohol during layering of UDEMA-based composite on tensile strength. Such relation was not observed for composite based on Bis-GMA, where samples during the tests sustained mostly cohesive fractures. Different behavior of those two materials can be explained by different vulnerability to degradation by hydroxyl ions contained in alcohol.²⁸ During fracture site analysis, the presence of white spots on layer's connection surface was observed in samples treated with ethanol. Authors suggest that this can be an effect of precipitation of filler particles after dissolution of resin matrix.¹⁵ This phenomenon was also observed later in another study.¹⁴

Negative influence of instrument lubrication with alcohols on physical properties of layered composite was described by other researchers. Patel et al demonstrated composite resistance decrease in diametral tensile strength test for samples applicable with the use of 70% ethanol and also their increased water sorption compared with control group.¹⁴ Different outcome was shown by Dunn et al, suggesting no effect of instrument lubrication with the same ethanol concentration on resin's flexural strength.¹² Conflicting results can be explained by differences in lubricant application methods. In experiment by Patel et al, the instrument was dipped in alcohol solution while in the study by Dunn et al, the instrument was only wiped with alcohol moistened gauze. Rapid ethanol evaporation from the instrument surface in room temperature could be the reason why it had no effect on composite material during modeling. Similar doubts about presence of lubricant on the instrument using absolute ethanol were described by de Paula et al. The authors observed reduction in degree of conversion of the Empress Direct composite while using 70% ethanol but no effect on that parameter with use of absolute ethanol. Additionally, there was no effect of instrument lubrication with 70 and 100% ethanol on conversion degree of Filtek XT 350 composite and on the polymer cross-linking density of both tested composites.²¹

Research results differ according to the application method used and composite type. The amount of alcohol present on the instrument during the modeling can be significantly different in mentioned studies. Furthermore negative effect of instrument lubrication with alcohol seems connected with its quantity introduced into composite portion, what is consistent with the observations of Sneed and Draughn.⁶⁶

Discussion

The quoted results present current knowledge about influence of instrument lubrication with resins, bonding agents, and alcohol on properties of dental composites.

From all tested lubricants the least negative effects on mechanical properties of composites could be observed for resin with composition similar to composite organic matrix,

Table 2 Influence of adhesive systems and unfilled resins used as lubricants on the optical properties of composite

First author	Lubricant	Lubricant application method	Composite	Parameters tested	Results
Tuncer et al ²⁰ (2013)	Modeling resin	Round-ended plugger with a diameter of 2-mm dipped into the modeling resin	GradioSO Gradia direct posterior Aelite LS posterior Filtek Silorane Aelite all-purpose body Filtek Ultimate Clearfil majesty esthetic	Color stability after thermocycling	Lubrication Increased color change of: • Polished Filtek Silorane • Filtek Ultimate and Filtek Silorane polymerized under polyester strip • Lubrication reduced color change of: - Polished Aelite all-purpose body and Aelite LS posterior • Clearfil Majesty, Aelite All Purpose Body, Aelite LS Posterior polymerized under polyester strip
Münchow et al ²⁵ (2016)	ScotchBond MultiPurpose Adper Single Bond	Adhesive applied with disposable microbrush applicator	Filtek Z350 XT	Color stability Transparency parameter	SBMP lubrication caused increased color change after 180 days of water storage but lowered color change after 180 days of wine storage ASB lubrication increased color change after 1 day of water storage Lubrication with both adhesives increased translucency
Sedrez-Porto et al ²³ (2016)	ScotchBond MultiPurpose	Instrument not mentioned	Filtek Z350 XT	Color stability	SBMP lubrication reduced color change after 6 and 12 months of wine storage for both polished and unpolished specimen
Sedrez-Porto et al ²⁴ (2017)	ScotchBond MultiPurpose Adper Single Bond	Adhesive applied with disposable microbrush applicator	Filtek Z350 XT	Color stability Transparency parameter	SBMP lubrication reduced color change after 6 and 12 months of wine storage Lubrication with both adhesives had no influence on translucency after 6 and 12 months of water storage
Araujo et al ²² (2018)	ScotchBond MultiPurpose Adper Universal	Brush covered with the adhesive	Filtek Z250	Color stability Transparency parameter	Lubrication with Adper universal reduced color change during storage in staining solutions Lubrication with both adhesives had no influence on translucency
Melo et al ¹⁸ (2018)	ScotchBond MultiPurpose Adper Single Bond	Brush coated with adhesive and the excess removed by stroking onto a glass plate	Filtek Z350 XT Empress direct Esthet X HD (A2 and bleach shades)	Color stability Transparency parameter	SBMP lubrication increased color change of Esthet X HD Lubrication with both adhesives increased translucency of Filtek Z350 XT A2 shade Lubrication with ASB decreased translucency of Esthet X HD bleach shade

Abbreviations: ASB, Adper Single Bond; SBMP, ScotchBond MultiPurpose.

Table 3 Influence of alcohol used as a lubricant on composite properties

First author	Lubricant	Lubricant application method	Composite	Parameters tested	Results
Tjan and Glancy ¹⁵ (1988)	70% ethanol 70% isopropanol	Modeling instrument moistured with alcohol	Herculite Heliomolar	Cohesive strength at the composite interfaces	Lubrication with alcohols decreased Heliomolar cohesive strength, no effect on Herculite specimen
Patel et al ¹⁴ (2017)	Ethanol	Ball burnisher dipped in alcohol for 1 second and left to drip for 2 seconds	Solitair 2	Diametral tensile strength Water sorption	Lubricant decreased diametral tensile strength and increased water sorption
Dunn and Strong ¹² (2007)	70% isopropanol	Interproximal carver instrument wiped with an alcohol saturated gauze	Filetek Z250	Flexural strength	Lubricant had no influence on flexural strength
De Paula et al ²¹ (2016)	70% ethanol 100% ethanol	Spatula left for 3 seconds on a gauze with dispensed alcohol	Filetek z350 XT Empress Direct	Degree of conversion (DC) Cross-linking density (CLD)	Reduced DC of Empress Direct in 70% ethanol group No effect of 100% ethanol on DC No effect of 70% and 100% ethanol on CLD

as well as in case of alcohols, presence of hydrophilic particles in adhesive systems can more affect the composite properties compared with bonding agents with more hydrophobic composition and unfilled resins.²⁹ Negative influence of instrument lubrication with methacrylate-based resins on mechanical behavior of Filtek Silorane composite which is based on silorane matrix can additionally suggest the importance of chemical compatibility between used lubricant and composite material.

Changes in conversion degrees and microhardness values of superficial composite layers indicate incorporation of lubricant particles into the composite structure and consequently creation of external resin-rich layer.⁴⁹ That layer is probably thin enough to be completely eliminated during standard finishing and polishing, which are inherent steps of each restorative procedure. As a result, the possible influence of that layer on finished composite surface properties can be most likely omitted.²⁰

Most often examined resin was ScotchBond MultiPurpose adhesive, consisting mostly of Bis-GMA and hydroxyethyl methacrylate (HEMA). Viscosity of monomer mixture has a direct effect on degree of conversion and polymerization shrinkage of composites.⁴⁷ Modifications in Bis-GMA percentage influence resin polymerization parameters.^{47,67,68} HEMA as a light molecular weight and low viscosity monomer promotes increase in conversion degree due to higher particle mobility during polymerization process.⁶⁹ At the same time, HEMA is binding only in linear positions, not creating cross-chains which results in higher susceptibility to hydrolysis.⁵⁴

Instrument lubrication does not seem to have a noticeable effect on base color of methacrylate composites when both the material and the lubricant present similar monomer composition. The increase in staining resistance of composites after modeling with resin lubricated instrument is an interesting relationship. This positive outcome might be mainly connected to improved composite adaptation and reduction of surface microdefects. As a result, a material sealing effect is obtained, similarly to surface glaze application on already cured composite.⁷⁰ It is worth mentioning that studies regarding optical properties did not include parameters, such as light refraction index or fluorescence, the properties of high clinical significance that allow to achieve natural esthetics and metamerism of composite restorations.^{4,71}

The use of ethanol and isopropanol carries high risk of damaging composite resin matrix elements which can cause decrease in tensile strength between the layers and surface degradation. Observed lack of effect of ethanol on composite properties might be a consequence of a full evaporation of that substance from the modeling instrument. As a result, it cannot be equated to instrument lubrication but rather just instrument cleaning and degreasing.

Conclusion

The topic of instrument lubrication during composite sculpting has been discussed from several dozen years. Usage of

that technique in everyday clinical practice is a fact, despite the doubts around its safety and influence on applied material. Methodological differences present in particular studies involved in this analysis increase the number of variable parameters, in example type of the instrument used to smoothen the composite surface which additionally impede direct results comparison. According to current research, the following inferences can be drawn:

- The composition of the lubricant can influence properties of applied composite.
- Usage of alcohol as an instrument lubricant carries a risk of damaging the resin matrix and consequently decreases the mechanical performance of the material.
- Among analyzed bonding agents, the least negative effects were observed after use of adhesive resins, which are free from hydrophilic particles, results were close to those obtained with the use of dedicated modeling resins.
- Methacrylate based lubricants do not seem to negatively influence the optical properties of the most of composite materials; however, they are not recommended for work with silorane matrix based composites.
- Instrument lubrication technique allows to obtain more regular surface, with less microporosities and imperfections what positively affects composite staining resistance and stability in water environment.

An important issue that has not been yet answered is the real amount of lubricant incorporated into the composite structure and consequent potential modification of its chemical composition taking into consideration an accurate representation of clinical conditions.

Conflict of interest

None declared.

References

- Lynch CD, Opdam NJ, Hickel R, et al; Academy of Operative Dentistry European Section. Guidance on posterior resin composites: Academy of Operative Dentistry - European Section. *J Dent* 2014;42(04):377–383
- Pfeifer CS. Polymer-based direct filling materials. *Dent Clin North Am* 2017;61(04):733–750
- Opdam NJM, van de Sande FH, Bronkhorst E, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2014;93(10):943–949
- Vanini L. Light and color in anterior composite restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1996;8(07):673–682, quiz 684
- Dulik D, Bernier R, Brauer GM. Effect of diluent monomer on the physical properties of bis-GMA-based composites. *J Dent Res* 1981;60(06):983–989
- Al-Sharaa KA, Watts DC. Stickiness prior to setting of some light cured resin-composites. *Dent Mater* 2003;19(03):182–187
- Ritter AV, Boushell LW, Walter R. Clinical technique for direct composite resin and glass ionomer restorations. In: Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry. St. Louis, MO: Elsevier; 2018:219–263
- Pagniano RP, Johnston WM. The effect of unfilled resin dilution on composite resin hardness and abrasion resistance. *J Prosthet Dent* 1993;70(03):214–218
- Ellakwa A, Cho N, Lee IB. The effect of resin matrix composition on the polymerization shrinkage and rheological properties of experimental dental composites. *Dent Mater* 2007;23(10):1229–1235
- Lee J-H, Um C-M, Lee IB. Rheological properties of resin composites according to variations in monomer and filler composition. *Dent Mater* 2006;22(06):515–526
- Liebenberg WH. Bonding agent as an instrument lubricant: potential effect on marginal integrity. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999;11(04):475–476, 478
- Dunn WJ, Strong TC. Effect of alcohol and unfilled resin in the incremental buildup of resin composite. *Quintessence Int* 2007;38(01):e20–e26
- Perdigão J, Gomes G. Effect of instrument lubricant on the cohesive strength of a hybrid resin composite. *Quintessence Int* 2006;37(08):621–625
- 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;56:33–38
- Tjan AH, Glancy JE. Effects of four lubricants used during incremental insertion of two types of visible light-activated composites. *J Prosthet Dent* 1988;60(02):189–194
- Barcellos DC, Pucci CR, Torres CR, Goto EH, Inocencio AC. Effects of resinous monomers used in restorative dental modeling on the cohesive strength of composite resin. *J Adhes Dent* 2008;10(05):351–354
- Barcellos DC, Palazon M, Pucci CR, Torres CRG, De Paiva Gonçalves SE. Effects of self-etching adhesive systems used in the dental modelling technique on the cohesive strength of composite resin. *J Adhes* 2011;87(02):154–161
- Melo AM, Santos T, Tertulino M, Medeiros M, Oliveira da Silva A, Borges B. Degree of conversion, translucency and intrinsic color stability of composites during surface modeling with lubricants. *Braz J Oral Sci* 2018;17:1–11
- Kutuk ZB, Erden E, Aksahin DL, Durak ZE, Dulda AC. Influence of modeling agents on the surface properties of an esthetic nano-hybrid composite. *Restor Dent Endod* 2020;45(02):e13
- Tuncer S, Demirci M, Tiryaki M, Unlü N, Uysal Ö. 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(06):404–419
- de Paula FC, Valentin RdeS, Borges BC, Medeiros MC, de Oliveira RF, da Silva AO. Effect of instrument lubricants on the surface degree of conversion and crosslinking density of nanocomposites. *J Esthet Restor Dent* 2016;28(02):85–91
- Araujo FS, Barros MCR, Santana MLC, et al. Effects of adhesive used as modeling liquid on the stability of the color and opacity of composites. *J Esthet Restor Dent* 2018;30(05):427–433
- Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Brondani LP, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Effects of modeling liquid/resin and polishing on the color change of resin composite. *Braz Oral Res* 2016;30(01):S1806–83242016000100275
- Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Translucency and color stability of resin composite and dental adhesives as modeling liquids - a one-year evaluation. *Braz Oral Res* 2017;31:e54
- Münchow EA, Sedrez-Porto JA, Piva E, Pereira-Cenci T, Cenci MS. Use of dental adhesives as modeler liquid of resin composites. *Dent Mater* 2016;32(04):570–577
- Al-Towairqi WA, Hamouda IM. Effect of instrument lubricant on water sorption and solubility of incrementally applied nanofilled resin composite. *J Nanotechnol Nanomed Nanobiotechnol* 2017;4(03):1–4. Doi: 10.24966/NTMB-2044/100019
- Bayraktar ET, Atali PY, Korkut B, Kesimli EG, Tarcin B, Turkmen C. Effect of modeling resins on microhardness of resin composites. *Eur J Dent* 2021;15(03):481–487
- Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scand J Dent Res* 1984;92(03):257–261
- Malacarne-Zanon J, Pashley DH, Agee KA, et al. Effects of ethanol addition on the water sorption/solubility and percent conversion

- of comonomers in model dental adhesives. *Dent Mater* 2009;25(10):1275–1284
- 30 Cadenaro M, Breschi L, Antoniolli F, et al. Degree of conversion of resin blends in relation to ethanol content and hydrophilicity. *Dent Mater* 2008;24(09):1194–1200
 - 31 Dursun E, Fron-Chabouis H, Attal J-P, Raskin A, Bisphenol A. Bisphenol A release: survey of the composition of dental composite resins. *Open Dent J* 2016;10:446–453
 - 32 Ruyter IE. Composites—characterization of composite filling materials: reactor response. *Adv Dent Res* 1988;2(01):122–129, discussion 129–133
 - 33 Asmussen E. Composite restorative resins: composition versus wall-to-wall polymerization contraction. *Acta Odontol Scand* 1975;33(06):337–344
 - 34 Peutzfeldt A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 1997;105(02):97–116
 - 35 Chung KH. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. *J Dent Res* 1990;69(03):852–856
 - 36 Ferracane JL. Resin composite—state of the art. *Dent Mater* 2011;27(01):29–38
 - 37 Masouras K, Silikas N, Watts DC. Correlation of filler content and elastic properties of resin-composites. *Dent Mater* 2008;24(07):932–939
 - 38 Stansbury JW. Dimethacrylate network formation and polymer property evolution as determined by the selection of monomers and curing conditions. *Dent Mater* 2012;28(01):13–22
 - 39 Vanini L. Conservative composite restorations that mimic nature. *The Journal of Cosmetic Dentistry* 2010;26(03):80–98
 - 40 Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent* 2017;20(06):386–391
 - 41 Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin WM. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mater* 2009;25(11):1338–1346
 - 42 Tjan AHL, Glancy JF. Interfacial bond strengths between layers of visible light-activated composites. *J Prosthet Dent* 1988;59(01):25–29
 - 43 Eliades GC, Caputo AA, Vougiouklakis GJ. Composition, wetting properties and bond strength with dentin of 6 new dentin adhesives. *Dent Mater* 1985;1(05):170–176
 - 44 Beltrami R, Ceci M, De Pani G, et al. Effect of different surface finishing/polishing procedures on color stability of esthetic restorative materials: a spectrophotometric evaluation. *Eur J Dent* 2018;12(01):49–56
 - 45 Cortopassi LS, Shimokawa CAK, Willers AE, Sobral MAP. Surface roughness and color stability of surface sealants and adhesive systems applied over a resin-based composite. *J Esthet Restor Dent* 2020;32(01):64–72
 - 46 Lovell LG, Lu H, Elliott JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dent Mater* 2001;17(06):504–511
 - 47 Amiroche-Korichi A, Mouzali M, Watts DC. Effects of monomer ratios and highly radiopaque fillers on degree of conversion and shrinkage-strain of dental resin composites. *Dent Mater* 2009;25(11):1411–1418
 - 48 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(06):758–765
 - 49 Gajewski VE, Pfeifer CS, Fróes-Salgado NR, Boaro LC, Braga RR. Monomers used in resin composites: degree of conversion, mechanical properties and water sorption/solubility. *Braz Dent J* 2012;23(05):508–514
 - 50 Xu T, Li X, Wang H, et al. Polymerization shrinkage kinetics and degree of conversion of resin composites. *J Oral Sci* 2020;62(03):275–280
 - 51 Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2002;23(08):1819–1829
 - 52 Putzeys E, Vercruyssen C, Duca RC, et al. Monomer release from direct and indirect adhesive restorations: a comparative in vitro study. *Dent Mater* 2020;36(10):1275–1281
 - 53 Baldion PA, Velandia-Romero ML, Castellanos JE. Dental resin monomers induce early and potent oxidative damage on human odontoblast-like cells. *Chem Biol Interact* 2021;333:109336
 - 54 Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater* 2006;22(03):211–222
 - 55 Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W, Bergman M. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res* 1984;63(10):1248–1254
 - 56 Söderholm KJ, Roberts MJ. Influence of water exposure on the tensile strength of composites. *J Dent Res* 1990;69(12):1812–1816
 - 57 Fan PL, Edahl A, Leung RL, Stanford JW. Alternative interpretations of water sorption values of composite resins. *J Dent Res* 1985;64(01):78–80
 - 58 Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials* 2003;24(04):655–665
 - 59 Azzopardi N, Moharamzadeh K, Wood DJ, Martin N, van Noort R. Effect of resin matrix composition on the translucency of experimental dental composite resins. *Dent Mater* 2009;25(12):1564–1568
 - 60 Lehtinen J, Laurila T, Lassila LV, Vallittu PK, Rätty J, Hernberg R. Optical characterization of bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate-triethyleneglycoldimethacrylate (BisGMA/TEGDMA) monomers and copolymer. *Dent Mater* 2008;24(10):1324–1328
 - 61 Manojlovic D, Dramićanin MD, Lezaja M, Pongprueksa P, Van Meerbeek B, Miletic V. Effect of resin and photoinitiator on color, translucency and color stability of conventional and low-shrinkage model composites. *Dent Mater* 2016;32(02):183–191
 - 62 Villarroel M, Fahl N, De Sousa AM, De Oliveira OB Jr. Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *J Esthet Restor Dent* 2011;23(02):73–87
 - 63 Barutçigil Ç, Yıldız M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *J Dent* 2012;40(Suppl 1):e57–e63
 - 64 Ruyter IE, Nilner K, Möller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987;3(05):246–251
 - 65 Kanter J, Koski RE, Gough JE. Evaluation of insertion methods for composite resin restorations. *J Prosthet Dent* 1979;41(01):45–50
 - 66 Sneed WD, Draughn RA. Effect of alcohol on the strength of a composite resin. *Oper Dent* 1980;5(02):47–48
 - 67 Gonçalves F, Azevedo CLN, Ferracane JL, Braga RR. BisGMA/TEGDMA ratio and filler content effects on shrinkage stress. *Dent Mater* 2011;27(06):520–526
 - 68 Gonçalves F, Kawano Y, Pfeifer C, Stansbury JW, Braga RR. Influence of BisGMA, TEGDMA, and BisEMA contents on viscosity, conversion, and flexural strength of experimental resins and composites. *Eur J Oral Sci* 2009;117(04):442–446
 - 69 Collares FM, Ogliari FA, Zanchi CH, Petzhöld CL, Piva E, Samuel SM. Influence of 2-hydroxyethyl methacrylate concentration on polymer network of adhesive resin. *J Adhes Dent* 2011;13(02):125–129
 - 70 Comba A, Manzoni E, Giuliano C, et al. Influence of surface coating sealer on resin composite water absorption and discoloration: an in vitro study. *Am J Dent* 2018;31(01):24–28
 - 71 Tabatabaei MH, Nahavandi AM, Khorshidi S, Hashemikamangar SS. Fluorescence and opalescence of two dental composite resins. *Eur J Dent* 2019;13(04):527–534

To cite this article:

Kosewski Juliusz, Plona Sylwia, Mielczarek Agnieszka: Frequency and comparison of instrument lubrication procedures during composite resin modeling. Częstość i porównanie metod zwilżania narzędzi podczas modelowania kompozytów stomatologicznych.

Nowa Stomatol 2024;29(3):59-64. DOI: 10.25121/NS.2024.29.3.59

To link to this article:

<https://doi.org/10.25121/NS.2024.29.3.59>

*JULIUSZ KOSEWSKI¹, SYLWIA PLONA², AGNIESZKA MIELCZAREK¹

Frequency and comparison of instrument lubrication procedures during composite resin modeling

Częstość i porównanie metod zwilżania narzędzi podczas modelowania kompozytów stomatologicznych

¹Zakład Stomatologii Zachowawczej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Kierownik Zakładu: prof. dr hab. n. med. Agnieszka Mielczarek

²Studenckie Koło Naukowe Zakładu Stomatologii Zachowawczej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Opiekun Koła: dr n. med. Ewa Rusyan

KEYWORDS

composite resins, dental restoration, modeling resin, instrument lubrication, composite modeling

SUMMARY

Introduction. Dental composite resins often pose challenges in modeling and adaptation due to their viscous consistency. Despite manufacturer recommendations, dentists commonly employ lubrication techniques using modeling resins, bonding agents, or alcohol. **Aim.** Aim of this study was to examine the usage and implications of instrument lubrication during dental composite restoration placement.

Material and methods. An online survey was conducted among Polish dental practitioners to assess their habits and gather information on instrument lubrication procedures.

Results. Out of 557 respondents (81.5% female, 18.5% male), 69.8% reported using instrument lubrication techniques, with dentists at 75% and dental students at 41%. Dentists primarily used dedicated modeling resins (64.5%), while students preferred total-etch adhesives (48%). Commonly wetted instruments included brushes (36%), microbrushes (35%), and metal tools (29%). Around 46% of respondents wiped off excess lubricant, mostly using a glove (40%) or dry gauze (40%).

Conclusions. The study revealed a significant correlation between career stage and instrument lubrication usage, indicating limited incorporation of the technique in dental education. However, the lack of standardization in lubrication substances and techniques poses challenges. While lubrication facilitates composite manipulation, it may also alter material properties and pose occupational risks, such as allergic reactions from methacrylate exposure during glove wiping. In summary, instrument lubrication is prevalent in dental practice, with potential implications for composite restoration outcomes.

INTRODUCTION

Dental composite resins possess a viscous consistency that can hinder the accurate modeling of anatomical contours and the proper adaptation of the material to the walls of cavities (1). To overcome the issue of the composite sticking to hand instruments, it has become common practice to lubricate the instruments with modeling resins, bonding agents, or alcohol (2-4). It's worth noting that this approach goes against the recommendations of most manufacturers, as it has the potential to alter the characteristics of the restorative material. Some authors even caution against this technique, as it may disrupt the composition of the modeled composite layer and affect the material's properties (5, 6).

Although known as a common practice, there is no precise scientific evidence regarding the extent of the use of the instrument lubrication technique by dentists.

AIM

Aim of the study was to gather the information about the prevalence and details of instrument lubrication technique among Polish dental practitioners and to assess their habits during composite restoration placement.

MATERIAL AND METHODS

An online survey was conducted among a group of Polish dentists and dental students, utilizing a non-interventional questionnaire to gather data on the prevalence of wetting tools during composite modeling in the dental community. The form contained of 7 questions, 3 questions – about

the career stage, gender and whether the person wets the tools – were asked to each survey participant and 4 questions about the steps and materials used in the procedure were asked only to participants who confirmed to wet the tools. Questions and answers regarding the instrument lubrication technique can be seen in figure 1.

The survey was conducted online. Respondents who completed the online survey accessed the questionnaire via a link in an email, on Messenger or through Facebook groups dedicated to dentists and dental students. The data was collected by using a specially prepared Google Forms questionnaire. People who completed the survey did not have the opportunity to ask additional questions about the study.

The study included dental practitioners, consisting of two subgroups: dentists and dental students.

Respondents were required to spend approximately one minute to complete the questionnaire. The study did not involve any financial compensation for participants.

Results were then analyzed using PQ Stat (2023) statistical software (PQStat Software, Poland)

Ethical approval for this study was provided by the Ethical Committee of Medical University of Warsaw (decision AKBE/297/2023).

RESULTS

Survey was completed by 557 people, including 454 women (81.5%) and 103 men (18.5%). Among the respondents, 389 individuals (69.8%) held the professional title of dentist, while 168 (30.2%) were dental students. When considering all the responses, 65% declared the use of the instrument wetting technique during composite work. Among dentists, this percentage was 75%, while among students it was 41% (fig. 2a,b). Fisher's exact test was used to determine if there is a correlation between career stage

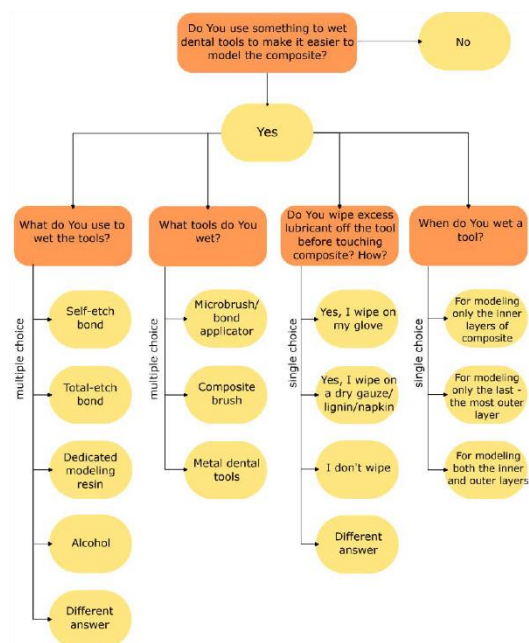


Fig. 1. Survey structure – questions regarding instrument lubrication technique

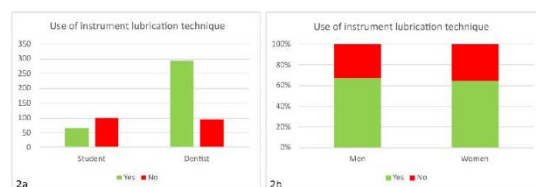


Fig. 2a, b. Responses regarding the use of instrument lubrication technique depending on the career stage (a) and gender (b)

and the use of the instrument wetting technique. There was a statistically significant association between the two tested variables (two tailed $p < 0.000001$). However, no statistically significant association was found between gender and instrument wetting using the same test (two tailed $p = 0.65$) (tab. 1).

The frequency of using different materials for instrument wetting is shown in (fig. 3). Among the surveyed dentists, 64.5% declared using dedicated resins for modeling, 18.2% mentioned the use of total-etch adhesives, 15.2% used self-etch adhesives, and only 1.1% used alcohol. Among students,

Tab. 1. Cross table presenting responses about the use of instrument lubrication technique depending on the career stage and gender

Use of lubricant	Yes	No	Total
Career stage			
Students	67 (39.90%)	101 (60.10%)	168 (100%)
Dentists	293 (75.30%)	96 (24.70%)	389 (100%)
Total	360 (100%)	197 (100%)	557 (100%)
Fisher exact test two-tailed p value < 0.000001			
Gender			
Men	69 (67%)	34 (33%)	103 (100%)
Women	291 (64.1%)	163 (35.9%)	454 (100%)
Total	360 (100%)	197 (100%)	557 (100%)
Fisher exact test two-tailed p value = 0.64832			

Tab. 2. Cross table presenting responses about the substances used for instrument lubrication depending on the career stage

Used lubricant	TE	SE	Resins	Alcohol	Total
Career stage					
Students	49 (48.04%)	27 (26.47%)	25 (24.51%)	1 (0.98%)	102 (100%)
Dentists	66 (18.18%)	55 (15.15%)	238 (65.56%)	4 (1.10%)	363 (100%)
Total	115 (24.73%)	82 (17.63%)	259 (55.70%)	5 (1.10%)	465 (100%)
Fisher exact test two-tailed p value < 0.000001					

TE – total etch bonds; SE – self-etch bonds; Resins – dedicated modeling resins

Tab. 3. Cross table presenting responses about wiping excess lubricant from instrument depending on the career stage

Instrument wiping	Yes, gauze	Yes, glove	Yes, instrument tray	No	Total
Career stage					
Student	27 (40.30%)	26 (38.81%)	3 (4.48%)	11 (16.42%)	67 (100%)
Dentist	116 (39.59%)	140 (47.78%)	6 (2.05%)	42 (10.58%)	293 (100%)
Total	143 (39.72%)	166 (46.11%)	9 (2.50%)	53 (14.72%)	360 (100%)
Fisher exact test two-tailed p value = 0.228221					

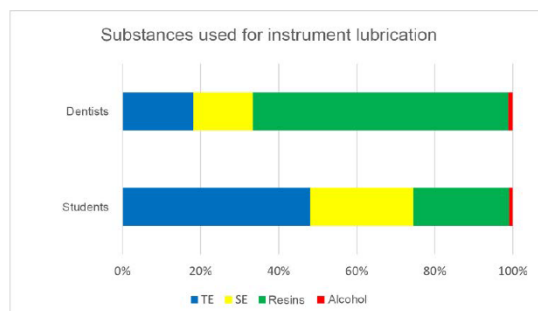


Fig. 3. Responses about the substances used for instrument lubrication depending on the career stage. TE – total etch bonds; SE – self-etch bonds; Resins – dedicated modeling resins

the most frequently declared wetting substance was total-etch adhesives (48%), followed by self-etch adhesives (26.5%), dedicated resins for modeling (24.5%), and alcohol (1%).

Fisher's exact test was used to determine if there was a significant association between career stage and

substances used for instrument wetting. There was a statistically significant association between the two tested variables (two tailed p < 0.000001) (tab. 2).

Among the respondents 46% indicated wiping off excess wetting substance from the instrument before composite modeling using a glove, 40% wiped the instrument with a dry gauze, cotton roll, or napkin, 2% removed excess substance using an instrument tray (an answer added by the respondents). Excess wetting agent is not wiped off before composite modeling by 14.7% of respondents (fig. 4).

Fisher's exact test was used to determine if there was a significant association between career stage and wiping off excess lubricant. There was not a statistically significant association between career stage and wiping off excess lubricant (two tailed p = 0.23) (tab. 3).

Among the most frequently wetted instruments mentioned by the respondents were brushes (233 answers), microbrushes (226 answers) and applicators or other metal tools (193 answers) (fig. 5).

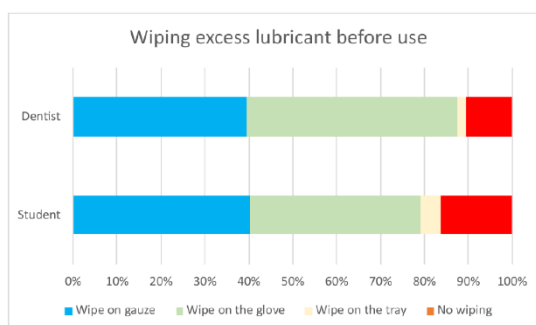


Fig. 4. Responses about wiping excess lubricant from instrument depending on the career stage

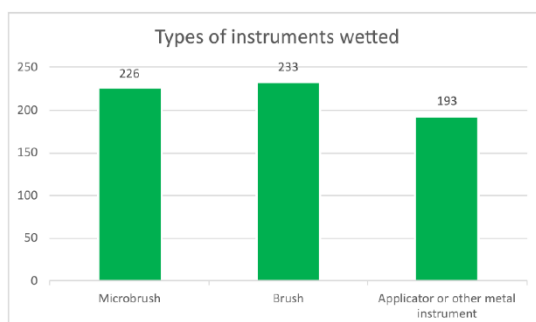


Fig. 5. Frequency of using the instrument lubrication technique depending on the type of tool used

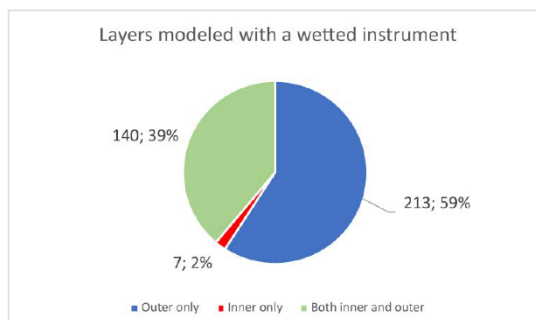


Fig. 6. Frequency of modeling individual layers of the composite with a wet tool

More than a half (59%) of the individuals reported using a wetted instrument only for modeling the outermost, final layer of the composite, while only 2% stated modeling only the internal layers. For modeling both internal and external layers of the composite a wetted instrument was used by 39% (fig. 6).

DISCUSSION

Conducted study, suggests the extent of using the instrument wetting technique during composite modeling. Despite numerous studies addressing this issue and its individual aspects, the estimated frequency of using this technique in practice, as well as details regarding the

instruments and substances used, were previously unknown (7). The differentiation between licensed dentists and dental students aimed to capture the stage of education when this technique begins to be used. The significant correlation between career stage and the use of the technique suggests that it is not routinely taught during dental studies, which is consistent with certain recommendations found in the literature (8). The fact that the majority of surveyed dentists use the technique indicates that they likely learn it through postgraduate education or informal exchange of experiences with other dentists.

The lack of standardization of the technique results in significant discrepancies in its application details, which are particularly noticeable when comparing the most frequently used substances by students and dentists. Among dentists, the most commonly used lubricant was dedicated modeling resins, which aligns with the recommendations proposed by composite material manufacturers and is supported by the smaller impact on reducing the mechanical parameters of the composite compared to bonding systems (9). Among students, more respondents declared using bonding systems, both self-etch and etch-and-rinse. The use of bonding systems can negatively affect certain properties of composites, as they contain hydrophilic particles in addition to the organic matrix to enable bonding to dentin (5, 10, 11). The less frequent use of dedicated resins by students may result from a lack of knowledge and guidelines in textbooks, as well as limited access to appropriate materials during clinical training and taught practices (12). The use of bonding systems was also reported by dentists, which may be driven by a desire to use materials that are already used in previous stages of composite restoration. Regardless of the substance used, the possible alteration of material parameters should not be ignored, as it could result in a worse clinical outcome. Studies indicate a decrease in the surface microhardness of the composite after modeling with bonding systems and certain resins, as well as a decrease in the bond strength between composite layers (5, 13, 14).

Looking at the standard process of composite restoration and its subsequent mechanical finishing, and occlusal or brushing wear, it is possible that the resin-rich surface layer of the composite will be removed and will not affect the remaining restoration (15, 16). However, in the case of modeling with a lubricated instrument an internal restoration layer, as reported by over one-third of the respondents, will contain modified composite even after mechanical finishing.

Another aspect of the technique that may impact the final restoration is the amount of lubricating substance introduced between the layers of the composite. Manufacturers emphasize the need to remove excess resin from the instrument before modeling, which is consistent with most of responses. Nearly 90% of respondents declared wiping off the excess lubricant from the instrument. Half of these individuals reported wiping off the excess into a gloved hand. Although it allows for the removal of excess resin from the instrument, it poses a real risk of skin exposure to

methacrylates and their derivatives. Low molecular weight molecules present in bonding systems and unfilled resins can penetrate the glove material within a few minutes and reach the skin, potentially leading to allergic reactions such as skin rashes described in the literature (17, 18). Additionally, various contaminants can be present on the surface of gloves, which we want to avoid introducing into the composite (19).

CONCLUSIONS

Taking into account the presented results of the survey, it can be concluded that the instrument lubrication technique is widely used in clinical practice, both by practicing dentists and students. The instrument lubrication technique is executed in various ways, not always following the guidelines suggested by composite material manufacturers. Moreover, the lack of standardized information regarding this method

may lead to its incorrect application, especially among students during their education.

Regardless of the education stage, a significant percentage of practitioners are at risk of developing allergic skin reactions due to exposure to methacrylates while wiping resin on glove surface.

Further research is necessary to develop detailed guidelines for the application of the instrument lubrication technique, along with a precise assessment of its impact on composite parameters and overall restorations using different materials.

The conducted study has its limitations, originating from the design of the online survey and its limited scope to Polish respondents. However, it is the first study that approximately demonstrates the extent of the use of the instrument lubrication technique and emphasizes the need for further research on this topic.

KONFLIKT INTERESÓW

Brak konfliktu interesów

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

REFERENCES

1. Al-Sharaa KA, Watts DC: Stickiness prior to setting of some light cured resin-composites. *Dent Mater* 2003; 19(3): 182-187.
2. Liebenberg WH: Bonding agent as an instrument lubricant: potential effect on marginal integrity. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1999; 11(4): 475-478.
3. Tjan AH, Glancy JF: Effects of four lubricants used during incremental insertion of two types of visible light-activated composites. *J Prosthet Dent* 1988; 60(2): 189-194.
4. Ferracane JL, Hilton TJ, Stansbury JW et al.: Academy of Dental Materials guidance – Resin composites: Part II. Technique sensitivity (handling, polymerization, dimensional changes). *Dent Mater* 2017; 33(11): 1171-1191.
5. 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. *J Adhes* 2011; 87(2): 154-161.
6. Melo AM, Santos T, Tertulino M et al.: Degree of Conversion, Translucency and Intrinsic Color Stability of Composites During Surface Modeling With Lubricants. *Braz J Oral Sci* 2018; 17: 1-11.
7. Kosewski J, Kosewski P, Mielczarek A: Influence of Instrument Lubrication on Properties of Dental Composites. *Eur J Dent* 2022; 16(4): 719-728.
8. Ritter AV, Walter R, Boushell LW, Ahmed SN: 8 – 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*. St. Louis: Elsevier 2019: 219-263.
9. 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.
10. 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: 33-38.
11. Hamouda I: Effect of Instrument Lubricant on Water Sorption and Solubility of Incrementally Applied Nanofilled Resin Composite. *Nanotechnology: Nanomedicine & Nanobiotechnology* 2017; 4: 1-4.
12. Nassar H, El-Shamy H: Bonding System Choice and Practices among Senior Dental Students. *J Int Soc Prev Community Dent* 2017; 7(suppl. 3): S143-S148.
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. 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.

nadesłano:

5.08.2024

zaakceptowano do druku:

26.08.2024

15. Kakuta K, Wonglamsam A, Goto S-I, Ogura H: Surface textures of composite resins after combined wear test simulating both occlusal wear and brushing wear. *Dent Mater J* 2012; 31(1): 61-67.
16. 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.
17. Sananez A, Sanchez A, Davis L et al.: Allergic reaction from dental bonding material through nitrile gloves: Clinical case study and glove permeability testing. *J Esthet Restor Dent* 2020; 32(4): 371-379.
18. Aalto-Korte K, Alanko K, Kuuliala O, Jolanki R: Methacrylate and acrylate allergy in dental personnel. *Contact Dermatitis* 2007; 57(5): 324-330.
19. Martins NM, Schmitt GU, Oliveira HL et al.: Contamination of Composite Resin by Glove Powder and Saliva Contaminants: Impact on Mechanical Properties and Incremental Layer Debonding. *Oper Dent* 2015; 40(4): 396-402.

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. Próbkę kompozytową 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, powierzchnową warstwę, bez widocznego wnikanie 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 pozostawionej 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

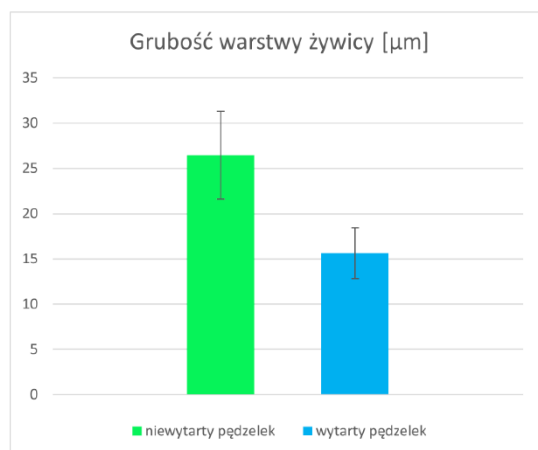
Student's t-test revealed statistically significant difference between the groups ($P < 0.00001$). The observed mean layer thickness was $26.44 \pm 4.83 \mu\text{m}$ in group 1 and $15.65 \pm 2.81 \mu\text{m}$ in group 2. Measurement results have been presented in figure 1.

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.

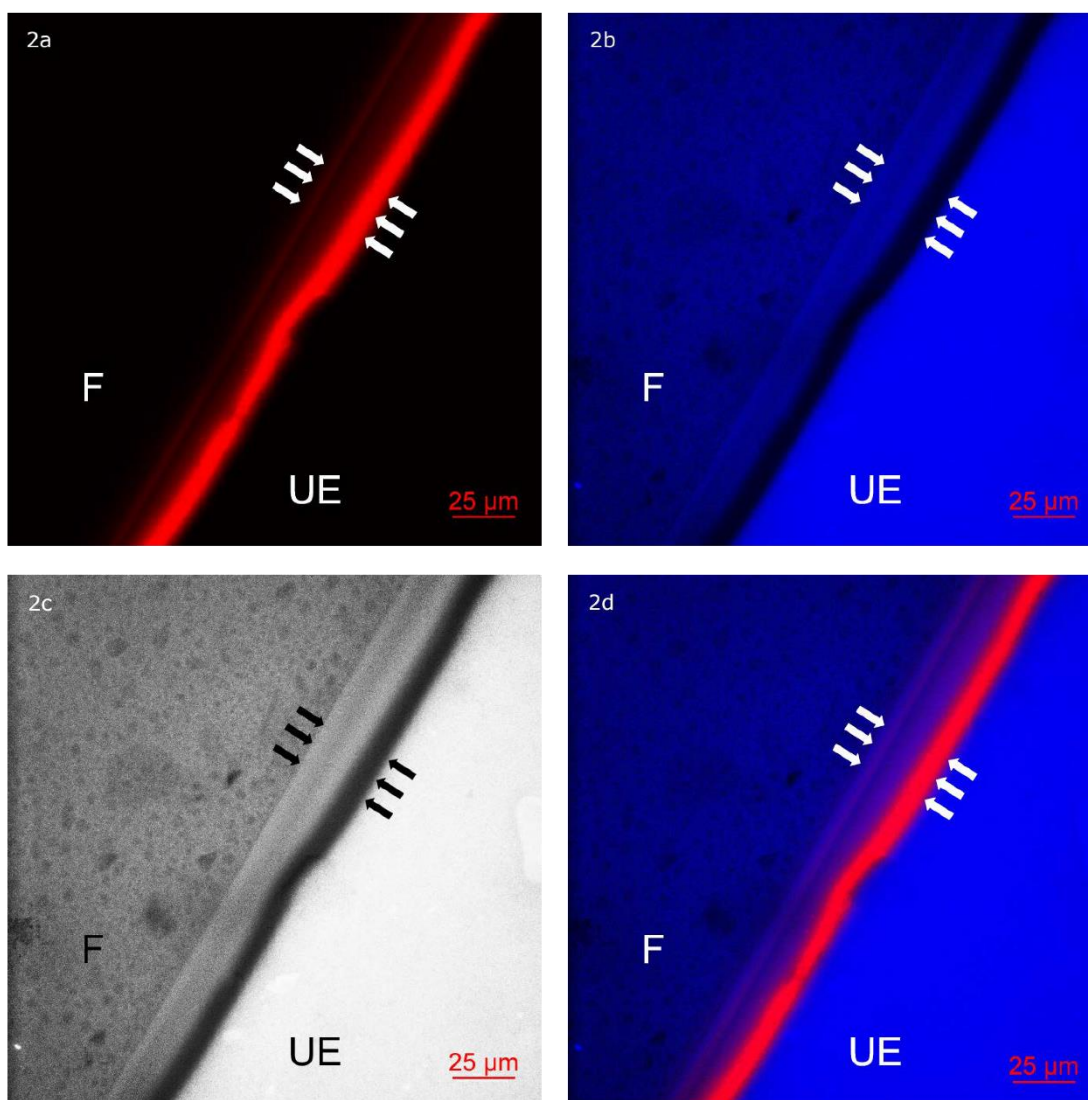
Recent studies in which the modelling liquid application methods were not unified, examined the effects of different amounts of lubricant incorporated into the composite, creating additional variable which makes it difficult to directly



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

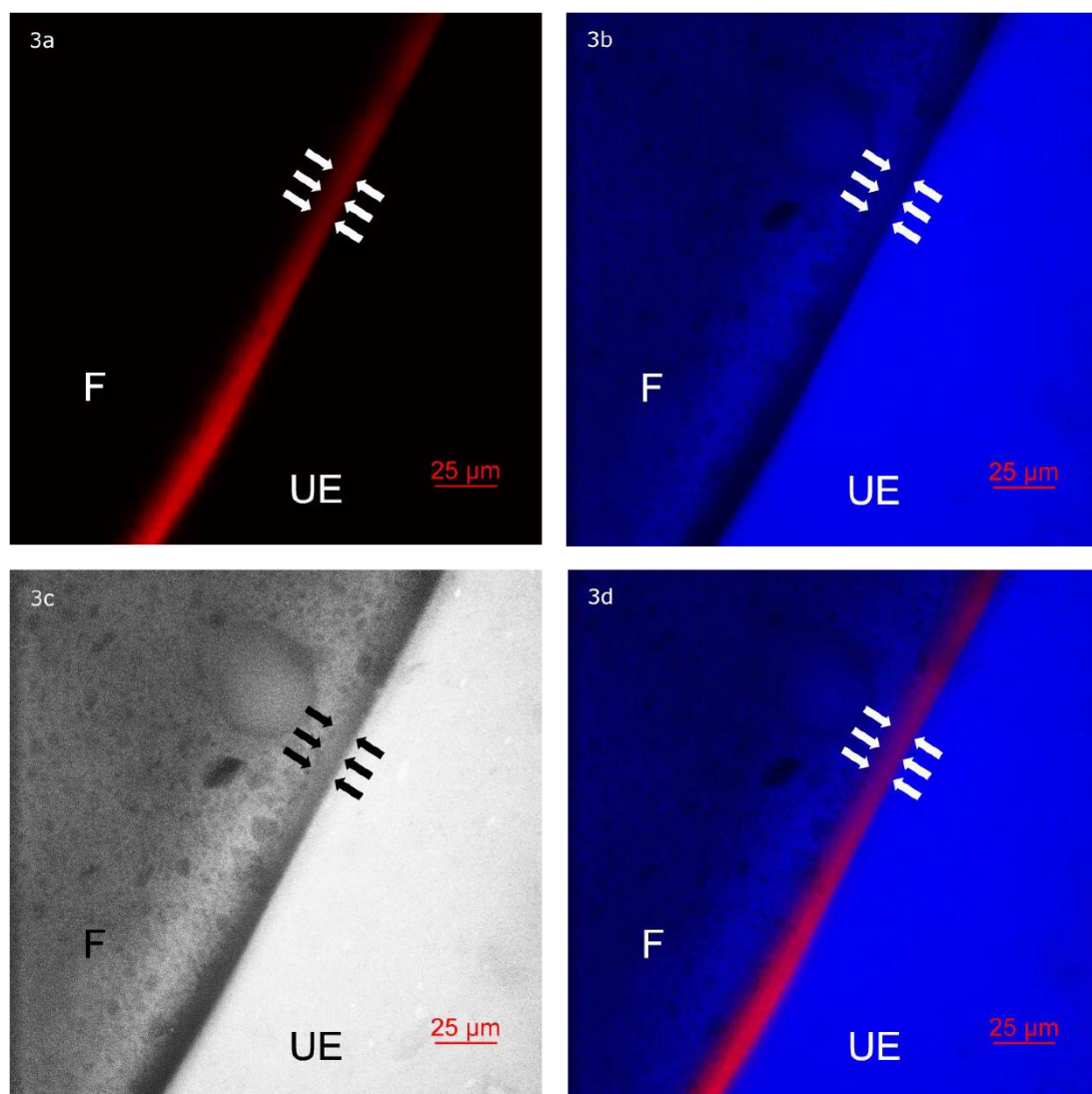
Fig. 2a-d. Confocal images of group 1 samples: a) red imaging channel ($\lambda = 561$ nm); b) blue imaging channel ($\lambda = 404$ nm); c) merged blue and red imaging channels transformed to gray scale image; d) merged blue and red imaging channels. UE – Enamel HRi UE2 composite, F – Filtek Ultimate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

PIŚMIENNICTWO/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.

Omówienie wyników

Przeprowadzony przegląd piśmiennictwa obrazuje aktualny stan wiedzy dotyczący potencjalnych zmian właściwości fizycznych i optycznych materiału kompozytowego powstałych na skutek modelowania z użyciem zwilżonego narzędzia. Spośród badanych lubrykantów najmniejszy negatywny wpływ na właściwości mechaniczne kompozytów mają żywice o składzie najbardziej zbliżonym do matrycy organicznej kompozytu.

Dedykowane żywice do modelowania nie spowodowały zmiany wytrzymałości na zginanie kompozytu ani wartości siły łączenia między jego warstwami, ale wpłynęły na zmniejszenie mikrotwardości powierzchni kompozytu. Silniejsze przebarwienie kompozytu było zauważalne tylko w połączeniu żywicy do modelowania z kompozytem na bazie matrycy siloranowej.

Efekt użycia systemów łączących do modelowania kompozytu zależy od składu użytego produktu. Bardziej hydrofilne systemy łączące, które nie wymagają użycia osobnego primeru powodowały zmniejszenie mikrotwardości oraz siły wiązania między warstwami kompozytu

Żywica z systemu łączącego IV generacji podobnie jak żywica bez wypełniacza nie wpłynęła negatywnie na kohezyjne siły wiązania porcji kompozytu i jego wytrzymałość na zginanie, ale spowodowała zmniejszenie mikrotwardości materiału. Wyniki stabilności koloru dla tej grupy materiałów nie są jednoznaczne - obserwowane były zarówno redukcja zmiany koloru w roztworach barwiących jak i większe silniejsze przebarwienie w porównaniu do prób kontrolnych. Autorzy wiązali zwiększoną odporność na przebarwienia z poprawą gładkości wierzchniej warstwy oraz eliminacją niedoskonałości powierzchni uzyskanymi poprzez modelowanie z użyciem żywicy.

Niewielka ilość badań dotyczyła modelowania materiału narzędziami zwilżonymi w alkoholu. Wykazano w nich negatywny wpływ na siłę łączenia między warstwami materiału oraz możliwość uszkodzenia matrycy organicznej kompozytu. W niektórych przypadkach nie obserwowano istotnego wpływu alkoholu na właściwości materiału, co wiązano z dużą lotnością alkoholu i możliwym jego wyparowaniem przed wprowadzeniem do modelowanego kompozytu.

Badanie ankietowe przeprowadzone na grupie lekarzy dentystów i studentów stomatologii wykazało szerokie stosowanie techniki w pracy klinicznej. W grupie 557 uczestników badania, aż 65% odpowiedzi potwierdziło stosowanie techniki zwilżania narzędzi podczas pracy

z kompozytami. W grupie praktykujących dentystów odsetek ten wyniósł 75% i był istotnie wyższy niż w przypadku studentów stomatologii (40%). Lekarze dentyści najczęściej deklarowali stosowanie dedykowanych żywic modelujących. W grupie studentów częściej stosowane były systemy łączące, zarówno przeznaczone do techniki „*total-etch*” jak i „*self-etch*”. Znaczna większość (około 85%) ankietowanych potwierdziło usuwanie nadmiaru żywicy przed modelowaniem kompozytu, różnił się jednak sposób wykonywania tej czynności.

W blisko połowie przypadków narzędzie było wycierane o założoną rękawiczkę, a pozostała część ankietowanych usuwała nadmiar substancji o suchą gazę. Pojedyncze odpowiedzi dotyczyły wycierania narzędzia o tackę na instrumenty.

Modelowanie zwilżonym narzędziem tylko ostatniej, najbardziej zewnętrznej warstwy kompozytu deklarowało 59% osób, a zaledwie 2% odpowiedzi dotyczyło modelowania jedynie warstw wewnętrznych. Modelowanie zarówno zewnętrznej jak i wewnętrznych warstw potwierdziło 39% ankietowanych.

Przeprowadzone badanie eksperymentalne analizowało grubość warstwy żywicy do modelowania pozostałej między porcjami kompozytu zależnie od metody aplikacji. W przypadku nie usunięcia nadmiaru żywicy przed modelowaniem pozostała warstwa okazała się być znacząco grubsza niż pozostała po modelowaniu wytartym narzędziem. Obraz mikroskopowy wybarwionej warstwy żywicy, która formuje powierzchnią, dość regularną warstwę, bez obszarów głębszego wnikania w strukturę kompozytu wskazuje także na możliwość łatwego usunięcia bogatej w żywicę warstwy podczas standardowych procedur polerowania wypełnienia, przy założeniu, że modelowana była tylko najbardziej zewnętrzna porcja kompozytu.

Podsumowanie i wnioski

Technika zwilżania narzędzi podczas modelowania kompozytów stomatologicznych stała się procedurą powszechnie stosowaną przez lekarzy dentystów, w celu eliminacji problemów wynikających z ich lepkiej konsystencji i ułatwienia aplikacji. Niniejsza praca ocenia częstość oraz szczegóły jej stosowania wśród lekarzy dentystów i studentów, analizuje wpływ zwilżania narzędzi poszczególnymi substancjami na właściwości kompozytów stomatologicznych, a także eksperymentalnie analizuje wpływ różnych technik aplikacji na ilość żywicy pozostałej na powierzchni modelowanego kompozytu.

W oparciu o przeprowadzone badania można sformułować następujące wnioski:

1. Zwilżanie narzędzi to technika powszechnie stosowana przez lekarzy dentystów. Ten aspekt aplikacji wypełnienia nie powinien być sprowadzony do rangi „klinicznego tricku” i wymaga głębokiej analizy i kontynuacji w dalszych badaniach klinicznych i laboratoryjnych.
2. Rodzaj stosowanej substancji zwilżającej ma wpływ na mechaniczne i optyczne właściwości kompozytów. Dedykowane żywice do modelowania oraz systemy wiążące bez hydrofilnych cząstek niosą najmniejsze ryzyko negatywnego wpływu na materiały kompozytowe.
3. Warstwa żywicy pozostająca na zewnętrznej powierzchni kompozytu po procedurze modelowania jest na tyle cienka, że ulega eliminacji podczas standardowych procedur opracowania i polerowania wypełnienia.
4. Włączenie ujednoliconych wytycznych i najlepszych praktyk do programów nauczania stomatologicznego jest kluczowe dla bezpiecznego stosowania tej techniki.

Zwilżanie narzędzi to wartościowa technika ułatwiająca wykonywanie procedur z zakresu stomatologii odtwórczej, takich jak modelowanie kształtów anatomicznych i adaptacja materiału do krawędzi ubytku. Właściwe stosowanie tej procedury umożliwia uzyskanie wysokiej jakości odbudowy, bez negatywnego wpływu na jej własności mechaniczne i optyczne. Użycie zalecanych materiałów i metod aplikacji, a także wdrażanie ujednoliconych wytycznych w procesie edukacji stomatologicznej pozwala na uzyskanie satysfakcjonujących wyników klinicznych. Tym samym, praca z kompozytem może stać się łatwiejsza, przy

jednoczesnej eliminacji obaw o niepożądane zmiany parametrów stosowanych materiałów kompozytowych.

Piśmiennictwo:

1. Josic U, D'Alessandro C, Miletic V, et al.: Clinical longevity of direct and indirect posterior resin composite restorations: An updated systematic review and meta-analysis. *Dent Mater* 2023;39(12):1085-1094.
2. Al-Sharaa KA, Watts DC: Stickiness prior to setting of some light cured resin-composites. *Dent Mater* 2003;19(3):182-187.
3. Steele JG, McCabe JF, Barnes IE: Properties of a titanium nitride coating for dental instruments. *J Dent* 1991;19(4):226-229.
4. Tjan AH, Glancy JF: Effects of four lubricants used during incremental insertion of two types of visible light-activated composites. *J Prosthet Dent* 1988;60(2):189-194.
5. Kosewski J, Kosewski P, Mielczarek A: Influence of instrument lubrication on properties of dental composites. *Eur J Dent* 2022;16(4):719-728.
6. Ritter AV, Walter R, Boushell LW, Ahmed SN: 8 - 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*. St. Louis: Elsevier; 2019. p. 219-263.



Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym

**Tel.: 022/ 57 - 20 -303
Fax: 022/ 57 - 20 -165**

**ul. Żwirki i Wigury nr 61
02-091 Warszawa**

**e-mail: komisja.bioetyczna@wum.edu.pl
www.komisja-bioetyczna.wum.edu.pl**

AKBE/ 294 / 2023

Warszawa, dnia 13.11.2023

Lek .dent. Juliusz Kosewski,
Zakład Stomatologii Zintegrowanej
ul. Binińskiego 6,
02-097 Warszawa

OŚWIADCZENIE

Niniejszym oświadczam, że Komisja Bioetyczna przy Warszawskim Uniwersytecie Medycznym w dniu 13 listopada 2023 r. przyjęła do wiadomości informację na temat badania pt. "Częstość i porównanie metod zwilżania narzędzi podczas modelowania kompozytów stomatologicznych." Wyżej wymienione badanie jest zgodne z zasadami etyki badań naukowych.

Przewodnicząca Komisji Bioetycznej

Prof. dr hab. n. med. Magdalena Kuźma –Kozakiewicz

Oświadczenia współautorów

Nowosol, 28 II/2016.
(miejscowość, data)

Prof. Agnieszka Mielczarek
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „**Influence of Instrument Lubrication on Properties of Dental Composites**” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: krytyczna recenzja, korekty manuskryptu.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 10 %.

Wkład Juliusza Kosewskiego w powstawanie publikacji określam jako 80 %,

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

obejmował on przygotowanie koncepcji i metodyki badania, analiza i selekcja piśmiennictwa, interpretację wyników, pisanie manuskryptu

(merytoryczny opis wkładu kandydata do stopnia w powstanie publikacji)*

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. dent. Juliusza Kosewskiego

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

Kierownik Zakładu
Stomatologii Zachowawczej
prof. dr hab. n. med. Agnieszka Mielczarek
(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

Lek. dent. Przemysław Kosewski

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. **“Influence of Instrument Lubrication on Properties of Dental Composites”** oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: pomoc przy planowaniu metodyki badania, korekty manuskryptu

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 10 %.

Wkład Juliusza Kosewskiego w powstawanie publikacji określam jako 80 %,

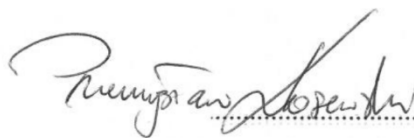
(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

obejmował on: przygotowanie koncepcji i metodyki badania, analizę i selekcję piśmiennictwa, interpretację wyników, pisanie manuskryptu

(merytoryczny opis wkładu kandydata do stopnia w powstanie publikacji)*

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. dent Juliusza Kosewskiego

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)



(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

Wniosek, 29.11.2011
(miejscowość, data)

Prof. Agnieszka Mielczarek
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „**Frequency and comparison of instrument lubrication procedures during composite resin modeling**” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: pomoc przy planowaniu koncepcji i metodyki badania, krytyczna recenzja, korekty manuskryptu.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 10 %.

Wkład Juliusza Kosewskiego w powstawanie publikacji określam jako 75 %,

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

obejmował on przygotowanie koncepcji i metodyki badania, zebranie wyników, wykonanie analiz statystycznych i interpretację wyników, pisanie publikacji

(merytoryczny opis wkładu kandydata do stopnia w powstanie publikacji)*

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. dent. Juliusza Kosewskiego

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

Kierownik Zakładu
Stomatologii Zachowawczej

prof. dr hab. n. med. Agnieszka Mielczarek

(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

Warszawa, 16.12.24
(miejscowość, data)

Lek. Dent. Sylwia Plona
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „**Frequency and comparison of instrument lubrication procedures during composite resin modeling**” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: zbieranie danych, pisanie manuskryptu, przygotowanie rycin

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 15 %.

Wkład Juliusza Kosewskiego w powstawanie publikacji określam jako 75 %,

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

obejmował on przygotowanie koncepcji i metodyki badania, zebranie wyników, wykonanie analiz statystycznych i interpretację wyników, pisanie publikacji

(merytoryczny opis wkładu kandydata do stopnia w powstanie publikacji)*

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. dent. Juliusza Kosewskiego

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

Sylwia Plona
(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników

Warszawa, 29.11/2016
(miejscowość, data)

Prof. Agnieszka Mielczarek
(imię i nazwisko)

OŚWIADCZENIE

Jako współautor pracy pt. „**Wpływ techniki aplikacji żywicy modelującej warstwy kompozytu na jej ilość i strukturę**” oświadczam, iż mój własny wkład merytoryczny w przygotowanie, przeprowadzenie i opracowanie badań oraz przedstawienie pracy w formie publikacji stanowi: pomoc przy planowaniu koncepcji i metodyki badania, krytyczna recenzja, korekty manuskryptu.

Mój udział procentowy w przygotowaniu publikacji określam jako 10 %.

Wkład Juliusza Kosewskiego w powstawanie publikacji określam jako 90 %,

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

obejmował on przygotowanie koncepcji i metodyki badania, zebranie wyników, wykonanie analiz statystycznych i interpretację wyników, pisanie publikacji

(merytoryczny opis wkładu kandydata do stopnia w powstanie publikacji)*

Jednocześnie wyrażam zgodę na wykorzystanie w/w pracy jako część rozprawy doktorskiej lek. dent. Juliusza Kosewskiego

(imię i nazwisko kandydata do stopnia)

Kierownik Zakładu
Stomatologii Zachowawczej

prof. dr hab. n. med. Agnieszka Mielczarek

(podpis oświadczającego)

*w szczególności udziału w przygotowaniu koncepcji, metodyki, wykonaniu badań, interpretacji wyników