

Wpływ czasu inkubacji materiału akrylowego w roztworze wodnym i tabletkach do higieny protez na jego własności fizyko-chemiczne

Influence of the incubation time of acrylic material in an aqueous solution and tablets for denture hygiene on its physico-chemical properties

Agata Majchrowska, Zofia Magdalena Kula

Zakład Technik Dentystycznych, Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Department of Dental Technology, Medical University of Lodz

Kierownik: prof. dr hab. inż. n. tech. Leszek Klimek

HASŁA INDEKSOWE:

protezy akrylowe, tabletki czyszczące do protez, właściwości, żywica akrylowa

KEY WORDS:

acrylic dentures, denture cleaning tablets, properties, acrylic resin

Streszczenie

Wprowadzenie. Tworzywo akrylowe najczęściej stosowane jest m.in. w wykonawstwie płyt protez ruchomych. Codzienne ich użytkowanie powinno wiązać się ze szczególnym zadbaniem o higienę takiego uzupełnienia protetycznego. Brak przestrzegania czystości protezy może skutkować wystąpieniem niepożądanych skutków dotyczących zarówno zdrowia jamy ustnej, czy chorób ogólnoustrojowych, lecz także prowadzić do pogorszenia estetyki protezy zębowej. Jednym ze sposobów higieny ruchomych uzupełnień protetycznych jest umieszczenie ich w roztworze środka czyszczącego. Ponadto ważne jest przestrzeganie zaleceń stomatologa oraz producenta środka czyszczącego, by złym postępowaniem nie przyczynić się do skrócenia przydatności uzupełnienia protetycznego.

Cel pracy. Ocena wpływu czasu inkubacji materiału akrylowego w roztworze wody i środka czyszczącego w postaci tabletki na jego własności fizyko-chemiczne.

Materiał i metody. W badaniu wykorzystano materiał akrylowy firmy Vertex Rapid Simplified, z którego wykonano 104 próbki. W każdym ba-

Summary

Introduction. Acrylic material is most commonly used to make plates for removable prostheses. The daily use of prosthetic restorations should involve special care of their hygiene. Not adhering to denture cleanliness routine can result in adverse effects not only related to both oral health and systemic diseases, but can also lead to deterioration of denture aesthetics. One way of maintaining hygiene of removable dental restorations is to place them in a cleaning solution. In addition, it is important to follow the recommendations of one's dentist and the manufacturer of the cleaning agent so that inappropriate practices do not contribute to shortening the duration of use of the restoration.

Aim of the study. To evaluate physico-chemical properties of an acrylic material in relation to incubation time in a solution of water and a tablet cleaning agent.

Material and methods. Vertex Rapid Simplified acrylic material was used in this study to make 104 specimens. Each part of the study had a specific number of samples divided into four groups (one control and three study groups). Protefix Hygiene

daniu wzięto pod uwagę określoną ilość próbek podzieloną na 4 grupy (jedną kontrolną i trzy badawcze). Do sporządzenia wodnych roztworów wykorzystano tabletki firmy Protefix Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące. Czas inkubacji próbek w roztworach wynosił 2, 3 i 6 dni, co po przeliczeniu symulowało analogicznie 2, 3 i 5 lat stosowania środka czyszczącego. Po okresie inkubacji przeprowadzono badania twardości akrylu, jego udatności, wytrzymałości na zginanie oraz sorpcji i rozpuszczalności.

Wyniki. Badany materiał po trzech dniach (symulowanych trzech latach) inkubacji w wodnym roztworze środka czyszczącego wykazał najniższą wartość twardości. Seria próbek kontrolnych, nie inkubowanych w roztworze wodnym uzyskała najwyższą średnią wartość twardości. Otrzymane wartości twardości po dwóch i sześciu dniach inkubacji były niższe od tych w grupie kontrolnej, ale wyższe od tych w grupie badawczej po trzech dniach inkubacji.

Wnioski. Preparat Protefix Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące ma niewielki wpływ na badane właściwości tworzywa akrylowego, jednak wraz z wydłużającym się czasem jego stosowania może on negatywnie wpływać na twardość oraz wytrzymałość na zginanie badanego materiału.

Active Cleaning Tablets were used to prepare the water solutions. The incubation times of the samples in the solutions were 2, 3, and 6 days, which, when converted, simulated 2, 3, and 5 years of cleaning. After the incubation time, acrylic hardness, impact and flexural strength, sorption and solubility tests were conducted.

Results. After three days (simulated three years) of incubation in an aqueous detergent solution the tested material showed the lowest hardness value. A series of control samples not incubated in aqueous solution obtained the highest average hardness value. The hardness values obtained after two and six days of incubation were lower than those of the control group, but higher than those of the test group after three days of incubation.

Conclusions. Protefix Hygiene Active Cleaning Tablets have little effect on the properties of the acrylic material tested, but with prolonged use it can adversely affect its hardness and flexural strength.

Wstęp

Wilgotne środowisko, dostępność składników odżywczych oraz sprzyjająca temperatura to miejsce, które sprzyja rozwojowi mikroorganizmów.¹ Takie warunki występują w jamie ustanej. Biofilm bakteryjny zasiedla nie tylko powierzchnie zębów własnych, ale przede wszystkim powierzchnię uzupełnień protetycznych – zarówno protez stałych jak i ruchomych.² Dlatego higiena jamy ustnej jak i protez dentystycznych powinna być codzienną praktyką. Ponadto biofilm może przyczyniać się do występowania halitozy, chorób bakteryjnych czy infekcji grzybiczych, a przy tym wpływać na ogólne zdrowie pacjenta.^{3,4}

Najczęściej stosowanym materiałem do

wykonawstwa ruchomych protez dentystycznych jest poli(metakrylan metylu). Powstaje on w wyniku polimeryzacji w obecności inicjatora, po połączeniu produktów tj. proszek (polimer) i płyn (monomer).^{5,6} W wyniku reakcji dochodzi do zerwania się podwójnego wiązania węgiel – węgiel i powstania pojedynczego wiązania.⁶ Cały proces składa się z 3 etapów: inicjacji, propagacji oraz terminacji.^{5,7}

PMMA jest często stosowany w praktyce przez łatwość modyfikacji jego właściwości, dzięki jego konsystencji, która umożliwia swobodę podczas wprowadzania dodatkowych substancji, niski koszt, a także łatwość wytwarzania czy formowania oraz brak konieczności stosowania kosztownego wyposażenia.^{7,8} Jednak jest on również relatywnie podatny na

zarysowania, zużycie ściernie i tym samym powstanie chropowatości powierzchni. Ze względu na użytkowanie w środowisku jamy ustnej – stałe obciążenia mechaniczne, narażenie na czynniki chemiczne związane m.in. z higieną – wraz z upływem czasu może dochodzić do wzrostu chropowatości materiału, co stwarza korzystne środowisko dla adhezji biofilmu.

Higiena i czyszczenie uzupełnień protetycznych, także tych wykonanych z żywicy akrylowej może odbywać się w sposób: mechaniczny, chemiczny oraz poprzez połączenie obu metod.⁹⁻¹² Czyszczenie mechaniczne, które jest najczęściej stosowane uwzględnia specjalne szczoteczki do protez i odpowiednie pasty, nie powodujące nadmiernego ścierania materiału oraz urządzenia ultradźwiękowe.¹³ Chemiczne środki czyszczące to głównie tabletki do sporządzania wodnych roztwów. W ich składzie znajdują się nadtlenki alkaliczne, podchloryn alkaliczny, rozcieńczone kwasy organiczne lub nieorganiczne, enzymy oraz środki dezynfekujące.¹³ Należy podkreślić, iż nie należy stosować jedynie czyszczenia chemicznego, gdyż może być ono niewystarczające, a stosowane zbyt często negatywnie wpływać na materiał protezy. Dlatego podstawą jest nadal czyszczenie mechaniczne. Nieodpowiednie metody i narzędzia stosowane do czyszczenia protez mogą wpływać na ich powierzchnię, co w konsekwencji może przyczynić się do ich uszkodzenia z powodu pogorszenia się ich właściwości fizycznych.¹³

Cel pracy

Celem pracy była ocena wpływu czasu inkubacji materiału akrylowego w roztworze wody i tabletki do higieny protez na jego własności fizyko-chemiczne.

Materiały i metody

Do wykonania próbek w badaniu

wykorzystano materiał akrylowy polimeryzujący na gorąco firmy Vertex – Rapid Simplified. Do sporządzenia wodnych roztworów służących do inkubacji próbek wykorzystano tabletki do higieny protez firmy Protefix Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące.

Próbki zostały wykonane przez zamianę wosku na materiał akrylowy przy użyciu metody puszkowania otwartego odwrotnego. Żywica akrylowa została przygotowana i polimeryzowana zgodnie z zaleceniami producenta materiału. Otrzymane próbki zostały poddane nieznacznej obróbce mechanicznej w celu usunięcia istniejących niedoskonałości.

Do badań twardości, udarności, wytrzymałości na zginanie oraz sorpcji i rozpuszczalności zostały wykonane 104 próbki, które zostały podzielone na 4 grupy w każdym badaniu. Pierwsza grupa stanowiła próbki kontrolne nie poddane inkubacji w wodnych roztworach, natomiast trzy kolejne były to grupy badawcze, poddane inkubacji w wodnych roztworach. W badaniu do sporządzenia wodnych roztworów wykorzystano 400 ml wody oraz odpowiednią ilość preparatu do higieny protez w postaci tabletek. Próbki umieszczone pionowo w szklanych słoiczkach zostały zalane roztworami, aż do ich całkowitego zanurzenia oraz szczelnie zamknięte. Czas, w którym próbki zostały poddane inkubacji w wodnych roztworach wynosił symulowane 2 lata, 3 lata i 5 lat, co analogicznie odpowiadało 3650 min., 5475 min. i 9125 min.

Badanie twardości

W badaniu mikrotwardości metodą Vickers'a wykorzystano 24 próbki o wymiarach 10 mm x 20 mm x 5 mm. Badanie zostało przeprowadzone pod obciążeniem ok. 1 kGf w czasie 10 sekund przy pomocy twardościomierza Zwick/Roell ZHV μ . Do pomiaru próbki zostały podzielone na 4 grupy (jedną kontrolną, w której próbki nie zostały poddane inkubacji w wodnym roztworze oraz trzy badawcze,

poddane inkubacji). Pomiar wykonywano w 7 różnych miejscach na próbce z danej grupy. Wyniki twardości odczytano z półautomatycznego twardościomierza. Można je także uzyskać wykorzystując następujący wzór:

$$HV = \frac{0,189 F}{d^2}$$

gdzie:

F – obciążenie statyczne; d – średnia arytmetyczna dwóch przekątnych odcisku d_1 i d_2 .

Badanie udarności

Badanie udarności wymagało przygotowania 56 próbek o wymiarach 10 mm x 20 mm x 5 mm, z czego połowę, czyli 28 stanowiły próbki bez karbu, a połowę z karbem. Analogicznie jak w badaniu twardości podzielono je na 4 grupy. W grupie do badania udarności bez karbu znalazło się 28 próbek, co stanowiło po 7 próbek dla każdej z grup. Analogicznie postępowano w badaniu udarności z karbem. Udarność zbadano przy pomocy urządzenia Zwick/Roell HIT5.5P i metody Dynstat. Wahadło młota zostało wychylone o 90° względem uprzednio zmierzonej próbki. Po obliczeniu przekroju poprzecznego każdej próbki oraz dzięki otrzymanej z pomiarów siły niszczącej obliczono wynik udarności z wykorzystaniem następujących wzorów odpowiednio dla próbki:

$$\text{bez karbu } a_n = \frac{E}{S}$$

$$\text{i z karbem } a_k = \frac{E}{S}$$

gdzie:

E – to energia potrzebna do zniszczenia próbki;
S – pole powierzchni danej próbki.

Badanie wytrzymałości na zginanie

Do badania wytrzymałości na trójpunktowe zginanie wykorzystano maszynę

wytrzymałościową firmy Zwick/Roell Z020, gdzie wstępne obciążenie próbek zostało ustalone na 0,5 MPa, natomiast prędkość przesuwu głowicy pomiarowej – 5 mm/min. Badanie wymagało przygotowania 24 próbek o wymiarach 25 mm x 2 mm x 2 mm, także podzielonych na 4 grupy, gdzie w jednej znajdowało się 6 próbek. Pomiar kończył się wraz z momentem złamania próbki przez głowicę pomiarową, przez którą obciążenie przyłożone było na środku badanej próbki. W celu obliczenia wartości wytrzymałości na zginanie użyto wzoru:

$$R_g = \frac{P_{kr} l_0}{4 W_g}$$

gdzie:

P_{kr} – siła niszcząca próbkę; l_0 – odległość pomiędzy podporami; W_g – wskaźnik przekroju przy zginaniu.

Badanie sorpcji i rozpuszczalności

W badaniu sorpcji i rozpuszczalności badano 24 próbki, których wymiary wynosiły 20 mm x 10 mm x 5 mm. Probki przydzielono do odpowiednich grup, po 4 w każdej. Grupa kontrolna, w której próbki inkubowano w wodzie destylowanej w czasie 2, 3 i 6 dni zawierała 12 próbek. Probki grup badawczych inkubowano w wodnych roztworach tabletek Protefix Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące także przez okres 2, 3 i 6 dni. Przed umieszczeniem próbek w roztworach zmierzono je przy pomocy suwmiarki elektronicznej oraz zważono na wadze analitycznej, a następnie umieszczono w ekcykatorze. Pomiaru wagi dokonywano systematycznie, w celu uzyskania stałej masy próbek. Następnie próbki umieszczono na odpowiedni czas w szklanych, zamkniętych słoiczkach z wodą destylowaną (grupa kontrolna) oraz wodnymi roztworami środka czyszczącego (grupa badawcza). Po tym okresie próbki zważono w celu zyskania masy próbki mokrej (m_m), a następnie ponownie umieszczono w ekcykatorze w celu uzyskania stałej masy

próbek (m_k). Wartość sorpcji i rozpuszczalności wyliczono według wzorów:

$$S = \frac{m_m - m_k}{V}$$

oraz

$$R = \frac{m_p - m_k}{V}$$

gdzie:

S – sorpcja, R – rozpuszczalność, m_p – masa początkowa próbki, m_m – masa próbki mokrej, m_k – masa próbki po wysuszeniu, V – objętość próbki.

Wyniki

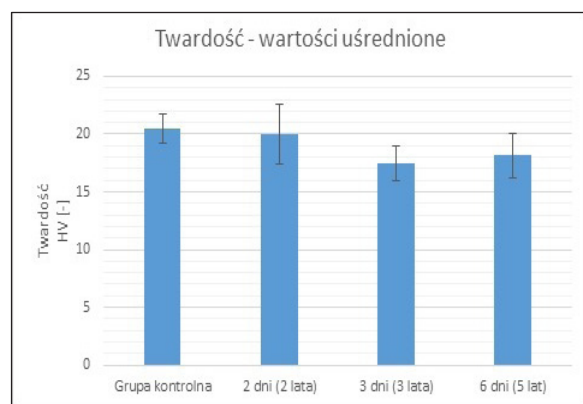
Badanie twardości (ryc. 1) wykazało, iż największą średnią wartość uzyskały próbki z grupy kontrolnej, natomiast najniższą próbki po trzech dniach inkubacji w wodnym roztworze środka czyszczącego do protez. Wynik po dwóch dniach inkubacji był niższy od średniego wyniku w grupie kontrolnej. Natomiast w grupie po sześciu dniach inkubacji próbek wynik także był niższy od tego uzyskanego w grupie kontrolnej, lecz wyższy od uzyskanego w grupie po trzech dniach inkubacji próbek.

Z pomiaru udarności (ryc. 2) wynika, iż najwyższe wartości udarności próbek bez karbu,

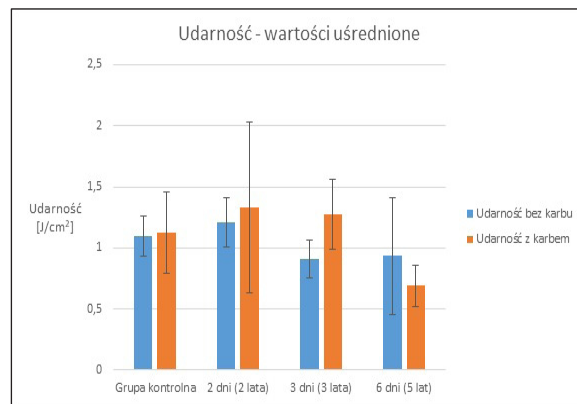
ale również z karbem przypadają dla próbek po dwóch dniach ich imersji w wodnych roztworach czyszczących. Grupy kontrolne uzyskały niższe wyniki, dla próbek bez karbu tylko w porównaniu z grupą po dwóch dniach inkubacji, natomiast w grupie próbek z karbem – po dwóch oraz trzech dniach inkubacji próbek. Najniższą udarność bez karbu otrzymano w przypadku próbek po trzech dniach ich inkubacji, natomiast z karbem – po sześciu dniach.

Analiza wyników wytrzymałości na trójpunktowe zginanie przedstawiona na ryc. 3 wskazuje, iż największą średnią wartość wytrzymałości uzyskano w grupie kontrolnej, natomiast najniższą w grupie po sześciu dniach inkubacji materiału akrylowego. W grupie po dwóch i trzech dniach wyniki nie różniły się znacząco, z tą różnicą jednak, że grupa po trzech dniach inkubacji otrzymała nieznacznie wyższą wartość wytrzymałości.

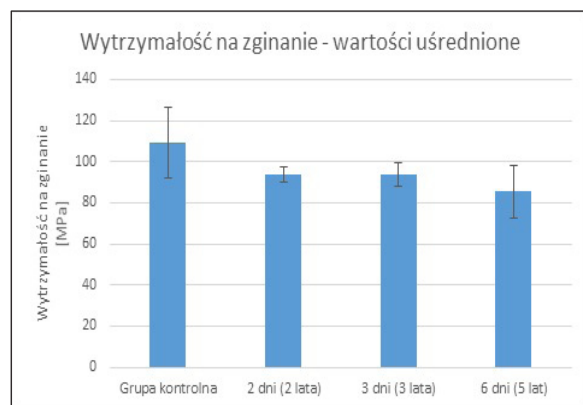
Wyniki badania sorpcji i rozpuszczalności przedstawione na ryc. 4 wskazują, iż najwyższą wartość sorpcji otrzymały próbki po sześciu dniach inkubacji, natomiast najniższą – po dwóch dniach. Rozpuszczalność w grupie próbek po trzech dniach inkubacji była najwyższa, natomiast najniższą otrzymano w grupie po sześciu dniach. Spośród wszystkich grup to próbki grup badawczych, inkubowane w wodnych roztworach tabletek czyszczących



Ryc. 1. Wyniki badania twardości Vickers'a.



Ryc. 2. Średnie wyniki badania udarności bez karbu i z karbem dla poszczególnych grup próbek.

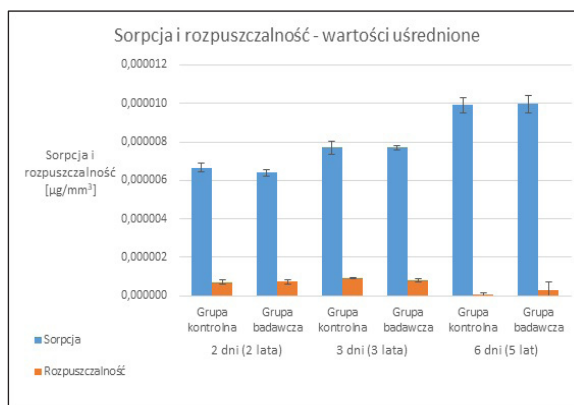


Ryc. 3. Wyniki wytrzymałości na trójpunktowe zginanie.

otrzymały najwyższą (sześć dni inkubacji) i najniższą (dwa dni inkubacji) wartość sorpcji. W zakresie rozpuszczalności próbki z grup kontrolnych, inkubowane w wodzie destylowanej, wykazały najwyższą otrzymaną wartość po trzech dniach inkubacji oraz najniższą po sześciu dniach inkubacji.

Dyskusja

Wyniki pomiaru twardości wskazują wyższą jej wartość dla próbek grupy kontrolnej w porównaniu z próbkami z grup badawczych. Spadek twardości wg *Faiza* i wsp. tłumaczony jest absorpcją wody przez materiał z jednoczesnym uwalnianiem monomeru resztkowego.¹⁴ Jak wiadomo umieszczenie materiału akrylowego w wodzie powoduje wyłączenie dostępu do niej tlenu, co za tym idzie zahamowanie procesu polimeryzacji, co przyczynia się do zmniejszenia zawartości monomeru resztkowego. W wyniku inkubacji materiału w roztworach, a przez to oddziaływania cząsteczek wody, dochodzi do zmian w łańcuchach polimeru – ich uplastycznienia, a co za tym idzie pogorszenia twardości.¹⁵ Badanie udarności przedstawiło nieoczekiwane wyniki. Najwyższe wartości udarności zarówno próbki z karbem jak i bez karbu uzyskały po dwóch dniach inkubacji w wodnych roztworach w porównaniu między innymi z próbkami grupy



Ryc. 4. Wyniki badania sorpcji i rozpuszczalności.

kontrolnej. Takie wyniki można wyjaśnić poprzez błędy zaistniałe na etapie laboratoryjnym, bądź badawczym. Dalszy spadek udarności może być tłumaczony oddalaniem się od siebie łańcuchów w polimerach poprzez pęcznienie i zmniejszenie siły tarcia, spowodowane inkubacją materiału w wodnych roztworach czyszczących a przy tym wnikaniem do sieci polimerowej zarówno organicznych jak i nieorganicznych składników.¹⁶ Spadek wytrzymałości na zginanie w grupach kontrolnych w porównaniu z grupami badawczymi zaobserwowano w badaniu wytrzymałości na zginanie. W badaniu *Pawela* i wsp. otrzymano odmienne wyniki, gdzie najniższą wartość wytrzymałości odnotowano w grupie kontrolnej, lecz przy zastosowaniu innych środków czyszczących.¹⁵ Natomiast w badaniu *Motawea* i wsp. otrzymano podobne wyniki do tych przedstawionych w tym artykule, tzn. spadek wytrzymałości na zginanie w grupach badawczych w porównaniu z grupą kontrolną.¹⁷ Badacz tłumaczy to osłabieniem siły wiązań w łańcuchu polimerowym w wyniku inkubacji próbek w wodnych roztworach, spowodowanych wytworzeniem rodnika nadtlenkowego, oddziałującego na szkielet łańcucha.¹⁷ Przeprowadzone badanie sorpcji i rozpuszczalności przedstawia stosunkowo niskie wartości otrzymanych wyników. Otrzymano różnorodne wyniki, w których można zauważyć, iż wartość sorpcji rosła,

włącznie z wydłużającym się czasem inkubacji próbek, natomiast w przypadku rozpuszczalności ta zależność jest odwrotna. Zaobserwowane w części badania większe wartości wyników w grupach badawczych w porównaniu z kontrolnymi można powiązać z procesem utleniania, które powodują wzrost zarówno sorpcji jak i rozpuszczalności.¹⁸ Podobnie niskie wyniki w swoim badaniu otrzymali także *Pawela* i wsp., gdzie wskazuje się na pożądaną czynnik tego zjawiska.¹⁵ Wyższe wyniki, a co za tym idzie znaczna absorpcja cieczy mogłyby odegrać negatywny wpływ na uzupełnienie protetyczne przyczyniając się do zmiany jego wymiarów.¹⁵ Według *Tuna* i wsp. na końcowe wartości wyników badania ma wpływ również zawartość monomeru resztkowego, czy polarność cząstek materiału polimerowego.¹⁹

Wnioski

1. W przypadku badania twardości oraz wytrzymałości na zginanie wzrost czasu inkubacji próbek w wodnych roztworach preparatu *Protifix Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące* ma negatywny wpływ na materiał akrylowy.
2. Nie można jednoznacznie stwierdzić pogorszenia się odporności materiału na pękanie przy nagłym obciążeniu dynamicznym, wraz z wydłużającym się czasem jego inkubacji w wodnych roztworach czyszczących.
3. Badanie sorpcji i rozpuszczalności wykazało, że czas przechowywania próbek w wodnych roztworach środka czyszczącego nie wpływa znacząco na pochłanianie przez materiał akrylowy sorbatu oraz zmianę jego masy.

Piśmiennictwo

1. *Gupta R, Aggarwal R, Aeran H*: Comparison of various methods of disinfecting acrylic dentures: Assessment of antimicrobial

- efficacy & dimensional changes. *Inter J Oral Health Dent* 2016; 2(3): 143-147.
2. *Vesna A*: The Bacterial Flora in A Healthy Oral Cavity. *Adv Dent Oral Health* 2018; 9(5): 555773.
3. *Barochia J, Kamath S*: Evaluation of the Effect of Denture Cleansers on the Surface Roughness of Hard Denture Base Material: An In vitro Study. *Indian J Dent Res* 2018; 29, (5): 657-662. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_810_16.
4. *Shi B, Wu T, McLean J, Edlund A, Young Y, He X, Lv H, Zhou X, Shi W, Li H, Lux R*: The Denture-Associated Oral Microbiome in Health and Stomatitis. *mSphere* 2016; 1(6): e00215-16.
5. *Raszewski Z*: Nowe spojrzenie na tworzywa akrylowe. Katowice 2009: Wydawnictwo Elamed.
6. *Alla RK, et al.*: Conventional and Contemporary polymers for the fabrication of denture prosthesis: part I – Overview, composition and properties. *Inter J Appl Dent Sci* 2015; 1, (4): 82-89.
7. *Zafar MS*: Prosthodontic Applications of Polymethyl Methacrylate (PMMA): An Update, *Polymers*, 2020, 12, 2299. <https://doi.org/10.3390/polym12102299>.
8. *Ozyilmaz OY, Akin C*: Effect of cleansers on denture base resins' structural properties. *J Appl Biomater Funct Mater* 2019; 17(1): 1-9.
9. *Barochia J, Kamath S*: Evaluation of the Effect of Denture Cleansers on the Surface Roughness of Hard Denture Base Material: An In vitro Study. *Indyjski J Dent Res* 2018; 29, (5): 657-662. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_810_16.
10. *Sorgini DB, et al.*: Abrasiveness of Conventional and Specific Denture-Cleansing Dentifrices. *Braz Dent J* 2012; 23, (2): 154-159. ISSN 0103-6440.
11. *Boonsoe N, Kanson R, Sookto T*: Effect of denture cleansers on physical and mechanical properties of denture base acrylic resin. *Int Dent Med J Adv Res* 2019; 5: 1-5. doi: 10.15713/ins.idmjar.100.

12. *Namrata M, Ganapathy D*: Awareness about denture hygiene: A survey among patients wearing complete dentures and removable partial dentures. *Int J Orofac Biol* 2017; 1: 59-65. DOI: 10.4103/ijofb.ijofb_17_17.
13. *Oussama M, Ahmad H*: Materials and methods for cleaning dentures. A Review. *Inter J Dent Clinic* 2014; 6(2): 19-22.
14. *Amin F, Akram S, Shaikh AA*: Denture Cleansers Affect the Mechanical Behavior of Heat Polymerized Acrylic Resins, *J Pak Dent Assoc* 2015; 24, 2: 87-92.
15. *Pawela J, Szczesio-Włodarczyk A, Kula ZM*: Wpływ preparatów do higieny protez na właściwości tworzywa akrylowego. *Prosthodontics* 2020; 70, 4: 375-381. doi:10.5114/ps/131251.
16. *Faiza A, Qadir F, Akram S*: Impact strength of acrylic resins after storage in denture cleansers. *Pakistan Oral Dent J* 2014; 34, 4: 735-738.
17. *Motawea IT, Gamal El Deen HM, Eltayeb HE*: Effect of denture cleansers on flexural strength, color stability and surface roughness of flexible and microwave cured acrylic resin. *ADJ-for Girls* 2017; 4, 3: 311-323.
18. *Helaly MN, Alam-Eldein AM, El-Sheikh AM*: Effect of Two Cleansing Agents on Water Sorption and Solubility of Two Thermoplastic Denture Base Materials. *Universal J Mater Sci* 2018; 6, 4: 115-118.
19. *Tuna SH, et al.*: The Evaluation of Water Sorption/ Solubility on Various Acrylic Resins. *Eur J Dent* 2008; 2: 191-197.

Zaakceptowano do druku: 30.08.2021 r.

Adres autorów: 92-213 Łódź, ul. Pomorska 251.

© Zarząd Główny PTS 2021.