

Wpływ czynników dezynfekujących na właściwości mechaniczne materiałów akrylowych stosowanych w protetyce stomatologicznej

Impact of disinfectants on the mechanical properties of acrylic materials used in dental prosthetics

*Małgorzata Julia Łazarz-Półkoszek¹, Wojciech Ryniewicz¹,
Jolanta E. Loster^{1,2}, Bartłomiej W. Loster^{2,3}*

¹ Katedra Protetyki Stomatologicznej i Ortodoncji, Instytut Stomatologii, Wydział Lekarski, Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Department of Prosthodontics and Orthodontics, Dental Institute, Faculty of Medicine, Jagiellonian University Medical College
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Małgorzata Pihut*

² Klinika Ortodoncji, Ortodoncja Profesora Loster, Kraków
Kierownik: prof. dr hab. n. med. *Bartłomiej W. Loster*

³ Centrum Innowacyjnej Edukacji Medycznej, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie
Dyrektor: dr *Grzegorz Cebula*, prof. UJ

HASŁA INDEKSOWE:

tworzywo akrylowe, COVID-19, dezynfekcja, nadtlenek wodoru, wytrzymałość na zginanie

KEY WORDS:

acrylic material, COVID-19, disinfection, hydrogen peroxide, flexural strength

Streszczenie

Wprowadzenie. W celu ograniczenia transmisji patogenów pomiędzy gabinetem stomatologicznym, pracownią techniki dentystrycznej a pacjentem, konieczna jest odpowiednia dezynfekcja prac protetycznych. W trakcie pandemii COVID-19 zalecane było, aby naświetlać je promieniami UVC lub moczyć w 1% roztworze nadtlenu wodoru.

Cel pracy. Celem pracy była ocena wpływu obu czynników dezynfekujących na wytrzymałość mechaniczną tworzyw akrylowych.

Materiał i metody. W badaniu wykorzystano trzy tworzywa: Villacryl H Plus (M1), Villacryl SP (M2) i Villacryl S (M3), z których wykonano po 10 próbek i podzielono na dwie grupy. W pierwszej płytce były moczone w 1% roztworze nadtlenu wodoru przez 30 minut, a następnie

Summary

Introduction. In order to reduce the transmission of pathogens between the dental office, dental laboratory and the patient, it is necessary to properly disinfect the denture. During the COVID-19 pandemic, it was recommended to disinfect dentures through exposure to UVC rays or with 1% hydrogen peroxide solution.

Aim of the study: To assess the effect of both methods of disinfection on the mechanical strength of acrylic materials.

Material and methods. Three materials: Villacryl H Plus (M1), Villacryl SP (M2) and Villacryl S (M3) were used to make ten samples of each material, which were then divided into two groups. The plates in the first group were soaked in a 1% hydrogen peroxide solution for 30 minutes, and then irradiated with UVC rays for

naświetlane promieniami UVC przez 30 minut. Próbkę z grupy 2 (kontrolnej) poddano próbom obciążeniowym bez oddziaływania dezynfekującego. Wytrzymałość na zginanie badano z zastosowaniem maszyny INSTRON 3345 metodą trójpunktową. Uzyskane siły łamiące [N], pomnożone przez powierzchnię każdego przelomu dały wynik naprężenia zginającego [MPa], które poddano analizie statystycznej.

Wyniki. Największą zmianę właściwości mechanicznych odnotowano dla tworzywa Villacryl S (M3). Średnia wartość naprężenia zmniejszyła się z 71MPa do 54MPa i była istotna statystycznie ($p=0.05$). Podobnie, tworzywo Villacryl H Plus (M1) zmieniło swoje właściwości w stopniu istotnym statystycznie. Średnia wartość naprężenia zmniejszyła się z 56MPa do 42MPa ($p=0,05$). Najmniejszą różnicę naprężeń odnotowano dla materiału Villacryl SP (M2) (z 80MPa do 72MPa) i była ona nieistotna statystycznie.

Wnioski. Zastosowanie dwóch metod dezynfekcji: fizycznej – promieniami UVC i chemicznej – roztwór nadtlenku wodoru, wpływa na właściwości wytrzymałościowe akryli stomatologicznych.

30 minutes. Samples from group 2 (control) were subjected to load tests without prior disinfection. Flexural strength was tested using the INSTRON 3345 in the three-point method. The obtained breaking forces [N], multiplied by the area of fracture, gave the result of bending stress [MPa], which was subjected to statistical analysis.

Results. The greatest change was noted for Villacryl S (M3). The mean stress value decreased from 71MPa to 54MPa, and was statistically significant ($p=0.05$). Similarly, Villacryl H Plus (M1) changed its properties to a statistically significant extent. The average stress value decreased from 56MPa to 42MPa ($p=0.05$). The smallest stress difference was noted for the Villacryl SP (M2) material (from 80MPa to 72MPa) and it was statistically insignificant.

Conclusions. The use of two methods of disinfection – physical with UVC rays and chemical with hydrogen peroxide – affects the strength properties of dental acrylics.

Wstęp

W protetyce stomatologicznej znajduje zastosowanie wiele rodzajów tworzyw sztucznych określanych jako polimery. Najczęściej używane są tworzywa akrylowe, które w zależności od sposobu polimeryzacji mają odpowiednie zastosowanie kliniczne. Z tworzyw termoutwardzalnych wykonuje się płyty protez częściowych i całkowitych, obturatory, szyny oraz zęby sztuczne, z chemoutwardzalnych – płyty protez ruchomych metodą wtryskową lub wlewową oraz naprawy, a akrylany aktywowane światłem służą do wykonywania łyżek indywidualnych. Materiały te charakteryzują się niskimi właściwościami wytrzymałościowymi, są umiarkowanie giętkie, kruche i średnio odporne na pęknięcie. Cechują się

również kurczliwością podczas procesu polimeryzacji, porowatością oraz wysoką podatnością na ścieranie.¹ Niejednorodna i szorstka struktura akryli sprzyja retencji zanieczyszczeń. Niewypolerowana i chropowata dośluźkowa strona płyty protezy akumuluje na swojej powierzchni resztki pokarmowe oraz składniki organiczne śliny, które w warunkach jamy ustnej kolonizowane są przez wirusy, bakterie i grzyby.^{2,3} Patogenne działanie mikroorganizmów tworzących płytkę protez jest przyczyną schorzeń jamy ustnej, a akrylowa płyta protezy staje się rezerwuarem chorób ogólnoustrojowych, takich jak opryszczka, grypa lub COVID-19, które mogą rozprzestrzeniać się podczas obróbki mechanicznej (skrawania i polerowania). W celu ograniczenia negatywnego wpływu uzupełnień protetycznych na błonę

śluzową jamy ustnej konieczne jest ich codzienne czyszczenie i higienizacja przy użyciu specjalnych preparatów. Służą do tego roztwory di-glukonianu chlorhesydyny, podchlorynu sodu, wody utlenionej oraz octu.^{4,5} Wykorzystywane są dodatkowe urządzenia, takie jak myjki ultradźwiękowe, urządzenia mikrofalowe oraz promienniki UVC i wytwornice ozonu.⁶⁻⁸

W trakcie pandemii COVID-19 w celu ograniczenia transmisji koronawirusa pomiędzy laboratorium techniki dentystycznej, gabinetem i pacjentem zalecano dekontaminację prac protetycznych 15 minutową ekspozycją na promienie UVC lub 15 minutowe moczenie w 1% roztworze nadtlenu wodoru.^{9,10} Nie ma jednoznacznych badań na temat wpływu tych dwóch metod dezynfekcji na właściwości mechaniczne tworzywa akrylowego.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wpływu wybranych czynników dezynfekujących na wytrzymałość mechaniczną akrylu.

Materiały i metoda

Do badań wykorzystano trzy rodzaje materiałów akrylowych firmy Everall 7 o odmiennym procesie polimeryzacji oraz przeznaczeniu. Villacryl H Plus polimeryzowany na gorąco metodą puszkowania, z którego wykonuje się płyty protez całkowitych i częściowych (materiał M1), Villacryl SP – polimeryzujący chemicznie w niskiej temperaturze, mający zastosowanie w wykonawstwie protez szkieletowych metodą wlewową (materiał M2) oraz Villacryl S – tworzywo samopolimeryzujące służące do napraw protez wykonanych z tworzywa akrylowego (materiał M3). Z każdego z nich wykonano po 10 próbek o kształcie sztabek o wymiarach 77 x 10 x 4mm, które uzyskano metodą puszkowania otwartego odwrotnego poprzez zamianę

wosku na materiał akrylowy przygotowany i polimeryzowany według ścisłych zaleceń producenta. Po uwolnieniu z formy płytki poddano nieznacznej obróbce mechanicznej w celu usunięcia niedoskonałości. Tak przygotowane próbki podzielono na dwie grupy. Próbki z grupy pierwszej były moczone w 1% roztworze nadtlenu wodoru przez 30 minut, a następnie naświetlane promieniami UVC z wykorzystaniem urządzenia Tools Sterilizer RTS002 RE 00011 o mocy 10W (Ronney Professional Electronic, China) przez 30 minut. Grupa druga stanowiła kontrolę. Próbki z tej grupy poddano próbom obciążeniowym bez oddziaływania dezynfekującego.

Wytrzymałość na zginanie badano z zastosowaniem maszyny INSTRON 3345 metodą trójpunktową z odległością między podporami 30mm. Badanie to polegało na wygięciu przez głowicę pomiarową próbki aż do momentu złamania, dzięki czemu uzyskiwano siłę łamiącą [N], która pomnożona przez powierzchnię każdego przełomu dała wynik naprężenia zginającego [MPa]. Łamanie przeprowadzono w 3 miejscach – najpierw w połowie próbki, a potem każdą połowę łamano jeszcze raz w połowie jej długości, dzięki czemu uzyskano po 15 wyników pomiaru siły łamiącej [N] dla każdego rodzaju tworzywa.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej przy użyciu oprogramowania ANOVA, wykorzystano test t-studenta oraz U Manna-Whitneya.

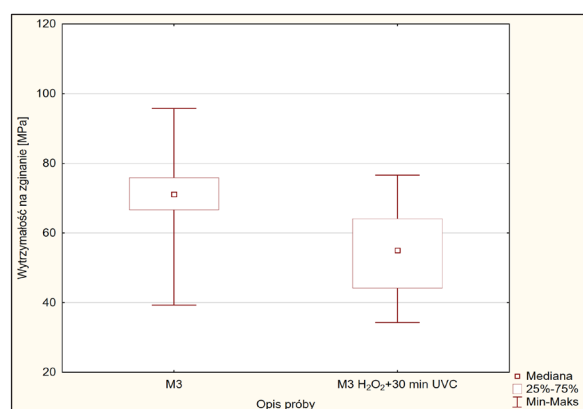
Hipoteza badawcza zakładała brak wpływu czynników dezynfekcyjnych na właściwości mechaniczne badanych materiałów.

Wyniki

Średnie naprężenie zginające wahało się od 56,99 MPa do 80,37 MPa w grupie kontrolnej i od 42,65MPa do 72,16 MPa w grupie badanej. Wartości naprężenia zginającego dla poszczególnych materiałów podano w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości naprężenia zginającego dla poszczególnych rodzajów tworzywa z grup badanych i kontrolnej

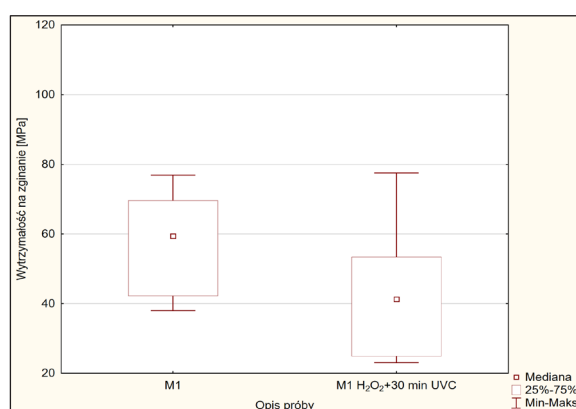
Zmienna	Statystyki opisowe			
	Średnia [MPa]	Minimum [MPa]	Maksimum [MPa]	Odch. std. [MPa]
Materiał M1 - kontrola	56,99220	37,95248	76,9339	14,22545
Materiał M2 - kontrola	80,37116	59,42515	115,0804	15,77268
Materiał M3 - kontrola	71,17184	39,31175	95,7561	12,61371
Materiał M1 H ₂ O ₂ + 30min UVC	42,65364	23,04309	77,5695	18,08660
Materiał M2 H ₂ O ₂ + 30min UVC	72,16343	49,46243	102,2139	15,91670
Materiał M3 H ₂ O ₂ + 30min UVC	54,97611	34,27789	76,6245	11,95049



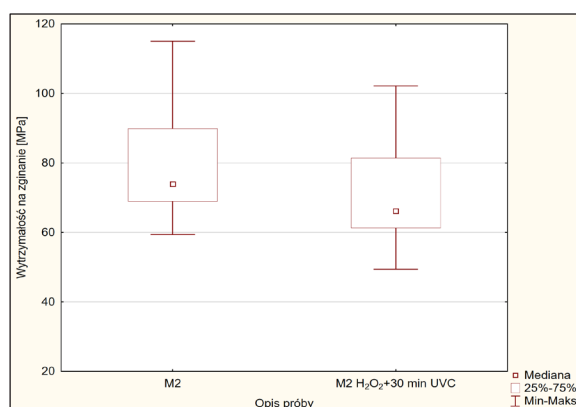
Ryc. 1. Graficzny obraz wyników wytrzymałości na zginanie materiału Villacryl S (M 3) bez i z oddziaływaniem dezynfekującym (test U Manna-Whitneya $p=0,001$).

Wszystkie badane materiały po oddziaływaniu obu czynników dezynfekcyjnych wykazywały zmniejszenie wartości naprężenia zginającego. Największą zmianę właściwości mechanicznych odnotowano dla tworzywa Villacryl S – stosowanego do napraw protez (materiał M3). Średnia wartość naprężenia zmniejszyła się z 71MPa do 54MPa i różnica ta była istotna statystycznie ($p=0,001$)(ryc. 1).

Podobnie, tworzywo Villacryl H Plus (materiał M1) pod wpływem czynników dezynfekujących zmieniło swoje właściwości mechaniczne w stopniu istotnym statystycznie. Średnia wartość naprężenia zmniejszyła się z 56 MPa do 42MPa ($p=0,042$)(ryc. 2).



Ryc. 2. Graficzny obraz wyników wytrzymałości na zginanie materiału Villacryl H (M 1) bez i z oddziaływaniem dezynfekującym (test U Manna-Whitneya $p=0,042$).



Ryc. 3. Graficzny obraz wyników wytrzymałości na zginanie materiału Villacryl SP (M 2) bez i z oddziaływaniem dezynfekującym (test U Manna-Whitneya $p=0,184$).

Najmniejszą różnicę naprężeń odnotowano dla materiału Villacryl SP (materiał M2) (z 80 MPa do 72 MPa) i była ona nieistotna statystycznie ($p=0,184$)(ryc. 3).

Graficzny obraz tych zależności przedstawiono na rycinach 1, 2, 3, obrazując wpływ postępowania dezynfekcyjnego na wytrzymałość na zginanie poszczególnych, badanych materiałów.

Dyskusja

W celu utrzymania prawidłowej higieny akrylowych uzupełnień protetycznych konieczne jest ich systematyczne oczyszczanie mechaniczne oraz dezynfekcja. Działanie to eliminuje wzrost patogennej flory na jej powierzchni oraz transmisje zakażeń krzyżowych pomiędzy pacjentem a personelem medycznym. Wykorzystuje się do tego celu roztwory chemiczne jako dekontaminację chemiczną oraz myjki ultradźwiękowe, promienniki UVC, a także kuchenki mikrofalowe. W piśmiennictwie brak jest jednoznacznej opinii na temat wpływu przeprowadzanych zabiegów na właściwości mechaniczne i walory estetyczne tworzyw akrylowych.

W opisanym badaniu próbki wykonane z trzech rodzajów materiałów akrylowych poddawano działaniu dwóch metod dezynfekcji zalecanych podczas pandemii COVID-19. Moczenie przez 30 minut w roztworze nadtlenu wodoru oraz 30-minutowa ekspozycja na promieniowanie UVC spowodowała zmniejszenie wartości naprężenia zginającego czyli zmianę właściwości mechanicznych wszystkich badanych tworzyw akrylowych.

W piśmiennictwie dostępnych jest wiele badań, które próbują określić wpływ cyklicznie przeprowadzanych zabiegów dezynfekcyjnych na właściwości mechaniczne akrylu, brak jest jednak badań o podobnej metodologii. W celu porównania otrzymanych wyników konieczna była analiza publikacji z uwzględnieniem każdej ze stosowanych metod oddzielnie.

Dezynfekcja chemiczna protez polega na moczeniu uzupełnienia w roztworach związków aktywnych chemicznie. Wykorzystuje się do tego celu roztwór 0,5-5,25 podchlorynu sodu, 0,5-4% glukonianu chloheksydy, 2% aldehyd glutarowy, nadtlenek wodoru, ocet oraz związki organiczne pochodzenia roślinnego. Według *Ganesh* i wsp. zanurzenie płytek akrylowych polimeryzowanych na gorąco w roztworze chlorheksydy i aldehydu glutarowego na 8 i 16 minut nie wpłynęło na parametry wytrzymałościowe badanych materiałów z jednoczesną bardzo dobrą skutecznością dezynfekcyjną względem *Candida albicans* oraz *Streptococcus mutans*.¹¹ Podobne wyniki otrzymali również *Savabi* i wsp. którzy do badań wykorzystali 2% roztwór aldehydu glutarowego i 1% roztwór podchlorynu sodu.¹² Odmienne wyniki dotyczące działania 1% roztworu podchlorynu sodu względem żywic akrylowych polimeryzowanych termicznie i mikrofalowo zaobserwowali w swoich badaniach *Pisani* i wsp., *Davi* i wsp. oraz *Sharma* i wsp., którzy stwierdzili spadek wytrzymałości mechanicznej tych materiałów po ekspozycji trwającej od 10 minut do 163 dni.¹³⁻¹⁵ Podobny efekt zaobserwowali w swoich badaniach *Odagiri* i wsp. zwiększając stężenie roztworu do 5%. Nie odnotowali oni istotnych zmian właściwości wytrzymałościowych próbek akrylu polimeryzowanego na zimno, które łamali po 30-minutowym moczeniu w 70% roztworze alkoholu oraz 25-minutowej ekspozycji na promieniowanie ultrafioletowe inicjujące powstawanie reaktywnych atomów tlenu. Wszystkie trzy sposoby dezynfekcji które porównywali w swoim badaniu skutecznie niszczyły kolonie *Candida albicans* inkubowane na próbkach.⁷

Wśród fizycznych metod dezynfekcji protez należy wymienić ekspozycję na promieniowanie UVC oraz fale ultradźwiękowe i elektromagnetyczne, wykorzystywane w myjkach i kuchenkach mikrofalowych.

Badanie przeprowadzone przez *Al-Saleh* i wsp., które porównywało skuteczność neutralizacji *Candida albicans*, *Staphylococcus aureus* i *Streptococcus oralis* z wykorzystaniem środków chemicznych, ultradźwięków i metody fotodynamicznej wykazało, że najmniejsza ilość mikroorganizmów pozostała na gładkiej i chropowatej powierzchni akrylu po oczyszczeniu ich w myjce ultradźwiękowej.⁶ Podobne wyniki uzyskali *Silva* i wsp. po zastosowaniu 3-minutowego napromieniania zainfekowanych protez w kuchence mikrofalowej o mocy 650 W oraz *Senna* i wsp. po 1-, 2- i 3-minutowej ekspozycji w urządzeniu o mocy 450, 630 i 990W.^{16,17} Zauważyli oni również, że w przypadku większej ilości mikroorganizmów konieczne jest zwiększenie mocy urządzenia i czasu ekspozycji, co może negatywnie wpływać na właściwości mechaniczne tworzywa akrylowego. W przypadku dezynfekcji w kuchenkach mikrofalowych o mocy od 450 do 650W w 3 cyklach po 5 minut przeprowadzanych na sucho oraz w środowisku wilgotnym nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian wytrzymałości na zginanie, jedynie wzrost mocy urządzenia do 750W skutkował zmniejszeniem modułu sprężystości oraz pogorszeniem właściwości mechanicznych tworzywa wykorzystywanego na płyty protez ruchomych.^{18–21}

W przypadku akrylu stosowanego do podścielen protez wykazano odmienną zależność wynikającą z większej zawartości monomeru resztkowego w napromienianym tworzywie, który pełni rolę plastyfikatora. Pod wpływem fal elektromagnetycznych zachodzą kolejne procesy sieciowania w polimerze i utraty monomeru resztkowego w skutek czego poprawiają się właściwości mechaniczne tworzywa.^{22,23} Przeprowadzenie tego procesu w warunkach zanurzenia w wodzie daje odwrotny skutek z powodu sorpcji cząsteczek wody przez materiał, która działa na niego zmiękczająco.²⁴

W badaniu własnym zostały wykorzystane

dwie metody dezynfekcji protez, które zastosowano rozdzielnie, ale jedna po drugiej, na ten sam materiał akrylowy poddany następnie próbie wytrzymałościowej. Irygacja próbek przez 30 minut w 1% nadtlenu wodoru oraz ekspozycja na promieniowanie UVC zmieniła właściwości mechaniczne badanych tworzyw. Przyczyny tego można doszukiwać się w tworzeniu reaktywnych form tlenu powstałych z nadtlenu wodoru, które spowodowały uszkodzenie łańcuchów i sieciowania w polimerach. Podobną zależność zaobserwowano również w badaniach *Nakahary* i wsp., którzy tworzywo akrylowe dezynfekowali reaktywnymi grupami hydroksylowymi powstałymi w wyniku naświetlania 1-molowego roztworu nadtlenu wodoru promieniami światła LED. Zastosowanie przez nich tylko jednej z tych dwóch metod (irygacji lub promieniowania) nie spowodowało istotnych zmian w strukturze badanego materiału.²⁵ Reaktywne atomy tlenu pozyskiwane z fotolizy roztworu nadtlenu wodoru promieniami lasera o długości fali 405nm dezaktywowały *Staphylococcus aureus*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Streptococcus mutans* i *Enterococcus faecalis*, kolonizujące płyty protez akrylowych poprzez ingerencje w strukturę błony komórkowej bakterii oraz penetrację macierzy zewnątrzkomórkowej, która pełni funkcję ochronną kolonii bakteryjnych.²⁶

Wyniki przeprowadzonego badania wskazują, że dezynfekcja próbek dwiema metodami spowodowała zmianę właściwości mechanicznych testowanych materiałów akrylowych. Największe odnotowano dla polimeru stosowanego do napraw protez oraz tworzywa polimerizowanego na gorąco. W przypadku tworzywa wykorzystywanego do napraw protez akrylowych, warstwa którą nakłada się na wcześniej przygotowane fragmenty uszkodzonej protezy jest niewielka oraz cienka, dlatego zmiany które powstają w wyniku przeprowadzonej dezynfekcji są największe tylko w tym naprawianym

fragmencie protezy, a nie obejmują całej płyty. Konieczne jest sprawdzenie czy zastosowanie tych metod dezynfekcji wielokrotnie, nie doprowadzi do osłabienia konstrukcji uzupełnienia w miejscu naprawy, co może przyczynić się do ponownego jej uszkodzenia. Dlatego wydaje się być zasadnym przeprowadzenie kolejnych pomiarów na większej ilości prób i rodzajów materiałów w celu dokładniejszego zbadania wpływu procesów dezynfekcji na właściwości tworzyw akrylowych oraz określenia prawidłowego sposobu jej przeprowadzania.

Wniosek

Zastosowanie dwóch metod dezynfekcji: fizycznej – promieniami UVC i chemicznej z wykorzystaniem roztworu nadtlenku wodoru na ten sam materiał i w krótkich odstępach czasu wpływa degradująco na właściwości wytrzymałościowe tworzyw akrylowych.

Praca pod tym samym tytułem w postaci plakatu została przedstawiona na XX Jubileuszowej Konferencji Biomateriałów i Mechaniki w Stomatologii, która odbyła się 13-16 października 2022 roku w Ustroniu.

Piśmiennictwo

1. *Raszewski Z, Nowakowska-Toporowska A, Nowakowska D, Więckiewicz W*: Update on Acrylic Resins Used in Dentistry. *Mini Rev Med Chem* 2021; 21(15): 2130-2137. doi:10.2174/1389557521666210226151214
2. *Panagoda GJ, Ellepola ANB, Samaranayake LP*: Adhesion to denture acrylic surfaces and relative cell-surface hydrophobicity of *Candida parapsilosis* and *Candida albicans*. *APMIS* 1998; 106(7-12): 736-742. doi: 10.1111/J.1699-0463.1998.TB00220.X
3. *Sterzenbach T, Helbig R, Hannig C, Hannig M*: Bioadhesion in the oral cavity and approaches for biofilm management by surface modifications. *Clin Oral Investig* 2020; 24(12): 4237-4260. doi: 10.1007/S00784-020-03646-1
4. *Mojarad N, Khalili Z, Aalaei S*: A comparison of the efficacy of mechanical, chemical, and microwave radiation methods in disinfecting complete dentures. *Dent Res J (Isfahan)* 2017; 14(2): 131-136. doi: 10.4103/1735-3327.205793
5. *Papadiochou S, Polyzois G*: Hygiene practices in removable prosthodontics: A systematic review. *Int J Dent Hyg* 2018; 16(2): 179-201. doi: 10.1111/IDH.12323
6. *Al-Saleh S, Alshahrani A, Albaqawi AH, et al.*: Use of Photosensitizer, Glutaraldehyde, alcohol and Ultrasonics in disinfection of polished and rough surfaces of self-curing polymethyl methacrylate denture base material. *Photodiagnosis Photodyn Ther* 2022; 37. doi: 10.1016/J.PDPDT.2021.102566
7. *Odagiri K, Sawada T, Hori N, et al.* Evaluation of denture base resin after disinfection method using reactive oxygen species (ROS). *Dent Mater J* 2012; 31(3): 443-448. doi: 10.4012/DMJ.2011-155
8. *Łazarz-Półkoszek MJ, Loster JE, Wiśniewska G*: Application of ozone to various fields of dentistry – review of literature. *Prosthodontics* 2020; 70(1): 90-106. doi: 10.5114/PS/116960
9. *Dominiak M, Różyło-Kalinowska I, Gedrange T, et al.*: COVID-19 and professional dental practice. The Polish Dental Association Working Group recommendations for procedures in dental office during an increased epidemiological risk. *J Stomatol* 2020; 73(1): 1-10. doi: 10.5114/JOS.2020.94168
10. Zalecenia postępowania przy udzielaniu świadczeń stomatologicznych w sytuacji ogłoszonego na terenie Rzeczypospolitej Polskiej stanu epidemii w związku z zakażeniami wirusem SARS-CoV-2 – Ministerstwo Zdrowia – Portal Gov.pl. Accessed July 14, 2021. <https://www.gov.pl/web/zdrowie/zalecenia->

- postepowania-przy-udzielaniu-swiadczen-stomatologicznych-w-sytuacji-ogloszonego-na-terenie-rzeczypospolitej-polskiej-stanu-epidemii-w-zwiazku-z-zakazeniami-wirus-sem-sars-cov-2
11. *Ganesh S, Gujjari AK, S SK, B RM, S S, S M*: Comparative Study to Assess the Effectiveness of Various Disinfectants on two Microorganisms and the effect of same on Flexural Strength of Acrylic Denture Base Resin – An In Vitro Study. *J Int Oral Health* 2013; 5(3): 55-62. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24155603/>
 12. *Savabi O, Attar K, Nejatidanesh F, Goroohi H, Badrian H*: Effect of different chemical disinfectants on the flexural strength of heat-polymerized acrylic resins. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2013; 21(3): 105-108. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24261101/>
 13. *Pisani MX, da Silva CHL, de Freitas Oliveira Paranhos H, Souza RF, Macedo AP*: The Effect of Experimental Denture Cleanser Solution *Ricinus communis* on Acrylic Resin Properties. *Mater Res* 2010; 13(3): 369-373. doi: 10.1590/S1516-14392010000300015
 14. *Davi LR, Peracini A, de Queiroz Ribeiro N, et al.*: Effect of the physical properties of acrylic resin of overnight immersion in sodium hypochlorite solution. *Gerodontology* 2010; 27(4): 297-302. doi: 10.1111/J.1741-2358.2009.00336.X
 15. *Sharma P, Garg S, Kalra NM*: Effect of Denture Cleansers on Surface Roughness and Flexural Strength of Heat Cure Denture Base Resin-An In vitro Study. *J Clin Diagn Res* 2017; 11(8): ZC94. doi: 10.7860/JCDR/2017/27307.10483
 16. *Silva M, Consani R, Sardi J, Mesquita M, Macêdo AP, Takahashi J*: Microwave irradiation as an alternative method for disinfection of denture base acrylic resins. *Minerva Stomatol* 2013; 62(1-2): 23-29. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23422681/>
 17. *Senna PM, da Silva WJ, del Bel Cury AA*: Denture disinfection by microwave energy: influence of *Candida albicans* biofilm. *Gerodontology* 2012; 29(2). doi: 10.1111/J.1741-2358.2010.00439.X
 18. *Klironomos T, Katsimpali A, Polyzois G*: The Effect of Microwave Disinfection on Denture Base Polymers, Liners and Teeth: A Basic Overview. *Acta Stomatol Croat* 2015; 49(3): 242-253. doi: 10.15644/asc49/3/7
 19. *Senna PM, Jose Da Silva W, Faot F, Antoninha Del Bel Cury A*: Microwave disinfection: cumulative effect of different power levels on physical properties of denture base resins. *J Prosthodont* 2011; 20(8): 606-612. doi: 10.1111/J.1532-849X.2011.00770.X
 20. *Consani RLX, Vieira EB, Mesquita MF, Mendes WB, Arioli-Filho JN*: Effect of microwave disinfection on physical and mechanical properties of acrylic resins. *Braz Dent J* 2008; 19(4): 348-353. doi: 10.1590/S0103-64402008000400011
 21. *Konchada J, Karthigeyan S, Asharaf Ali S, Venkateshwaran R, Amirisetty R, Dani A*: Effect of simulated microwave disinfection on the mechanical properties of three different types of denture base resins. *J Clin Diagn Res* 2013; 7(12): 3051-3053. doi: 10.7860/JCDR/2013/7376.3850
 22. *Pavarina AC, Neppelenbroek KH, Guinesi AS, Vergani CE, Machado AL, Giampaolo ET*: Effect of microwave disinfection on the flexural strength of hard chairside reline resins. *J Dent* 2005; 33(9): 741-748. doi: 10.1016/J.JDENT.2005.02.003
 23. *Patil PS, Chowdhary R, Mandokar RB*: Effect of microwave postpolymerization treatment on residual monomer content and the flexural strength of autopolymerizing reline resin. *Indian J Dent Res* 2009; 20(3): 293-297. doi: 10.4103/0970-9290.57363
 24. *Takahashi Y, Chai J, Kawaguchi M*: Strength of relined denture base polymers subjected to long-term water immersion. *Int J Prosthodont* 13(3): 205-208. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11203633>

25. Nakahara T, Harada A, Yamada Y, et al.: Influence of a new denture cleaning technique based on photolysis of H₂O₂ the mechanical properties and color change of acrylic denture base resin. *Dent Mater J* 2013; 32(4): 529-536. doi: 10.4012/DMJ.2013-047
26. Ikai H, Nakamura K, Shirato M: et al. Photolysis of hydrogen peroxide, an effective

disinfection system via hydroxyl radical formation. *Antimicrob Agents Chemother* 2010; 54(12): 5086-5091. doi: 10.1128/AAC.00751-10

Zaakceptowano do druku: 7.09.2023 r.

Adres autorów: 31-155 Kraków, ul. Montelupich 4.

© Zarząd Główny PTS 2023.