

# 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-Półkoszek<sup>1</sup>, Wojciech Ryniewicz<sup>1</sup>,  
Jolanta E. Loster<sup>1,2</sup>, Bartłomiej W. Loster<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> 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*

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

<sup>3</sup> 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 nadtlenku 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 nadtlenku 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. Próbki 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.<sup>1</sup> 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.<sup>2,3</sup> 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.<sup>4,5</sup> Wykorzystywane są dodatkowe urządzenia, takie jak myjki ultradźwiękowe, urządzenia mikrofalowe oraz promienniki UVC i wytwornice ozonu.<sup>6-8</sup>

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.<sup>9,10</sup> 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 przeprowadzano 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.

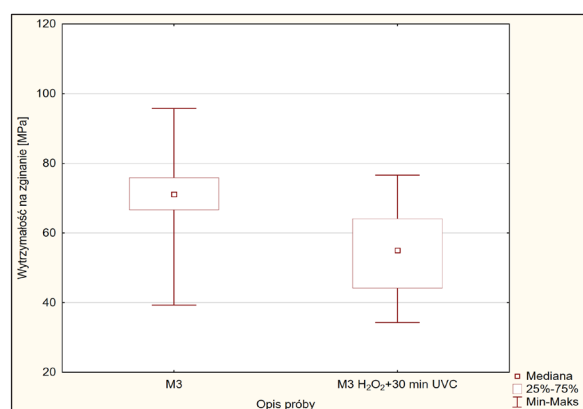
Hipoteza badawcza zakładała brak wpływu czynników dezynfekcyjnych na właściwości mechaniczne badanych materiałów.

## 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

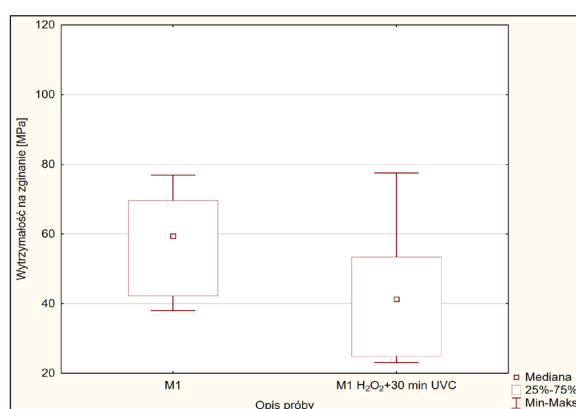
Zmienna	Statystyki opisowe			
	Średnia [MPa]	Minimum [MPa]	Maksimum [MPa]	Odch. std. [MPa]
Materiał M1 - kontrola	56,99220	37,95248	76,9339	14,22545
Materiał M2 - kontrola	80,37116	59,42515	115,0804	15,77268
Materiał M3 - kontrola	71,17184	39,31175	95,7561	12,61371
Materiał M1 H <sub>2</sub> O <sub>2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



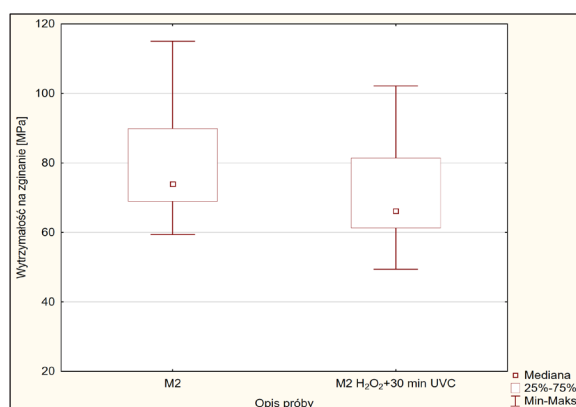
Ryc. 1. Graficzny obraz wyników wytrzymałości na zginanie materiału Villacryl S (M 3) bez i z oddziaływaniem dezynfekującym (test U Manna-Whitneya  $p=0,001$ ).

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*.<sup>11</sup> Podobne wyniki otrzymali również *Savabi* i wsp. którzy do badań wykorzystali 2% roztwór aldehydu glutarowego i 1% roztwór podchlorynu sodu.<sup>12</sup> 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.<sup>13-15</sup> 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.<sup>7</sup>

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.<sup>6</sup> 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.<sup>16,17</sup> 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.<sup>18–21</sup>

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.<sup>22,23</sup> Przeprowadzenie tego procesu w warunkach zanurzenia w wodzie daje odwrotny skutek z powodu sorpcji cząsteczek wody przez materiał, która działa na niego zmiękczająco.<sup>24</sup>

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.<sup>25</sup> 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.<sup>26</sup>

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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 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.