

Wpływ roztworu tabletek do higieny protez na właściwości mechaniczne oraz fizyko-chemiczne wybranych materiałów polimerowych stosowanych do wykonywania protez dentystycznych

Influence of the solution of tablets for denture hygiene on the mechanical and physicochemical properties of various polymeric materials used in the manufacture of dental prostheses

Anita Molka¹, Agata Szczesio-Włodarczyk², Mateusz Dworak³,
Zofia Magdalena Kula¹

¹ Katedra Technologii Stomatologicznych, Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Department of Dental Technology, Medical University of Lodz
Kierownik: prof. dr hab. inż. Leszek Klimek

² Laboratorium Nauki o Materiałach, Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Materials Science University Lab, Medical University of Lodz
Kierownik: prof. dr hab. inż. Leszek Klimek

³ Dział Projektów Akceleracyjnych – Starszy Kierownik Projektu, Uniwersytet Medyczny w Łodzi
Department of Acceleration Projects – Senior Project Manager, Medical University of Lodz
Kierownik: prof. dr hab. inż. Leszek Klimek

HASŁA INDEKSOWE:

polimery, higiena protez, acetal, protezy denty-
styczne

KEY WORDS:

polymers, denture hygiene, acetal, dental
prostheses

Streszczenie

Wprowadzenie. Ruchome uzupełnienia protezyczne są najczęściej wykonywane z poli(metakrylanu metylu) ze względu na niski koszt materiału. Oprócz PMMA, jednym z nowszych tworzyw, które znalazło zastosowanie w protetyce jest materiał acetalowy. Użytkowanie rekonstrukcji protetycznych wiąże się nie tylko z odpowiednią higieną jamy ustnej, lecz także z higieną protez.

Cel pracy. Ocena wpływu roztworu tabletek do higieny protez na właściwości mechaniczne i fizyko-chemiczne poli(metakrylanu metylu) oraz acetalu stosowanych do wykonywania protez dentystycznych.

Summary

Introduction. Removable prosthetic restorations are most often made of PMMA due to the low cost of the material. In addition to PMMA, acetal is one of the newer materials that has been used in prosthetics. The use of prosthetic restorations involves not only proper oral hygiene, but also the hygiene of the dentures.

Aim of the study. To assess the impact of a denture hygiene tablet solution on the mechanical and physicochemical properties of both PMMA and acetal used to make dentures.

Material and methods. The acrylic material Vertex Rapid Simplified and the self-

Material i metody. Do badań wykorzystano materiał akrylowy Vertex Rapid Simplified oraz samopolimeryzujący Vertex Castavaria firmy Dentimex B.V. (Holandia) i materiał acetalowy Acetal Dental firmy Pressing Dental (Republika San Marino). Próbkę poddano imersji w wodzie destylowanej firmy KAMIX (Polska) i wodnym roztworze tabletek do higieny protez: Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące Protefix (Niemcy). Czas imersji wyniósł 5475 min., co przekładało się na stymulowane 5 lat. Po zakończeniu imersji wykonano badania twardości, udarności, wytrzymałości na trójpunktowe zginanie oraz sorpcji.

Wyniki. Wszystkie użyte materiały polimerowe wykazują spadek twardości po imersji w wodnym roztworze tabletek do higieny protez. W przypadku PMMA polimeryzującego na zimno maleje również wartość udarności. Próbkę z żywicy acetalowej po imersji w roztworze tabletki wykazują mniejszą wartość udarności z karbem. Po imersji w roztworze tabletki, zauważa się także, spadek wartości wytrzymałości na zginanie: w przypadku PMMA polimeryzującego na gorąco oraz na zimno, natomiast materiał acetalowy wykazuje wzrost wytrzymałości na trójpunktowe zginanie.

Wnioski. Roztwór tabletki do higieny protez Protefix – Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące wpływa negatywnie na twardość PMMA polimeryzującego na gorąco, PMMA polimeryzującego na zimno oraz żywicy acetalowej. Dodatkowo pogarsza się wytrzymałość na trójpunktowe zginanie materiałów akrylowych.

polymerizing Vertex Castavaria from Dentimex B.V. (Netherlands) and acetal material Acetal Dental from Pressing Dental (Republic of San Marino) were used for the tests. The samples were immersed in distilled water from KAMIX (Poland) and an aqueous solution of denture Hygiene Active Cleaning Tablets Protefix (Germany). The immersion time was 5475 min., which corresponds to stimulated five years. Following immersion, the following tests were performed: hardness, impact and three-point bending strength and sorption.

Results. The polymer materials used showed a decrease in hardness after immersion in an aqueous solution of denture hygiene tablets. In the case of cold polymerizing PMMA, the impact strength value also decreases. Acetal samples following immersion in the aqueous solution demonstrate a lower value of notched impact strength. After immersion in the tablet solution, a decrease in bending strength is also observed in the case of hot and cold polymerized PMMA, while the acetal material shows an increase in three-point bending strength.

Conclusions. Denture hygiene tablet solution Protefix has a negative effect on the hardness of hot-polymerizing PMMA, cold-polymerizing PMMA or acetal resin. Additionally, the three-point bending strength of acrylic materials deteriorates.

Wstęp

Obecnie profilaktyka, jak i leczenie stomatologiczne stały się bardzo ważnym elementem ludzkiego życia. Za najczęściej występującą przewlekłą chorobę, która dotyka człowieka uznaje się próchnicę zębów. Próchnica skutkuje ubytkami, które powstają poprzez zachwianie równowagi ekologicznej mikroflory biofilmu. Nieleczona próchnica powoduje nieodwracalne zmiany w uzębieniu, a co za tym idzie zaburzenie funkcji narządu żucia. Oprócz próchnicy

niebezpieczne są również choroby przyzębia.¹ Zaniedbanie stanu zdrowia jamy ustnej może doprowadzić do ekstrakcji zębów. Pacjenci wówczas pragną przywrócić podstawową funkcję żucia i mowy oraz zapewnić sobie estetyczny wygląd.

W zależności od rodzaju braków zębowych lekarz stomatolog określa odpowiedni plan leczenia wraz z uzupełnieniem protetycznym. W niektórych przypadkach klinicznych zastosowanie implantów czy protez stałych jest niemożliwe. Alternatywą staje się wykonanie

protezy ruchomej. Protezy ruchome najczęściej są wykonywane z poli(metakrylanu metylu) (PMMA), ze względu na niski koszt materiału. Jednak zarówno lekarze dentyści, jak i pacjenci stawiają coraz większe wymagania związane z materiałami dentystycznymi. Na rynku stomatologicznym następuje ciągły postęp w dziedzinie materiałoznawstwa. Producenci szukają innowacyjnych produktów oraz starają się ulepszyć stosowane już materiały. Jednym z nowszych tworzyw, które znalazło zastosowanie w protetyce jest materiał acetalowy. Jego podstawową zaletą jest brak monomeru resztkowego w gotowym uzupełnieniu.^{2,3}

Użytkowanie uzupełnień protetycznych wiąże się nie tylko z odpowiednią higieną jamy ustnej, lecz także z higieną protez. Higiena protez jest ważną funkcją służącą podnoszeniu komfortu użytkowania protez i przedłużeniu ich funkcjonalności. Zauważa się jednak, że duża liczba pacjentów, niezależnie od wykształcenia i zawodu, nie zna podstawowych zasad higieny i użytkowania ruchomych uzupełnień protetycznych. Szczególnie górne protezy ze względu na rozległą płytę powodują trudności z samooczyszczaniem przez ślinę co stwarza niefizjologiczne warunki. Wówczas na płytach protez dochodzi do odkładania się złogów płytki, które przyczyniają się do powstania stanu zapalnego błony śluzowej, stomatopatii protetycznych czy zapalenia dziąseł.^{4,5} Dlatego tak, ważne jest codzienne mechaniczne oczyszczanie protez przy użyciu specjalnie dedykowanych szczoteczek oraz środka czyszczącego bez dodatków ściernych. Dodatkowo umieszczenie protezy w roztworach tabletek wzmacnia efekt oczyszczania. Ruchome protezy powinny być również przynajmniej raz w roku czyszczone profesjonalnie przy użyciu ultradźwięków.^{6,7}

Analizując dostępne badania można stwierdzić, że higiena bezzębnej jamy ustnej oraz uzupełnień protetycznych nie jest wystarczająca. Wynika to głównie z braku informacji bądź

niezrozumienia poleceń lekarza dotyczących prawidłowego czyszczenia protez. Często pacjenci otrzymują także różne zalecenia w zależności od placówki, w której są rehabilitowani protetycznie.⁸ Z tego powodu lekarze dentyści powinni skupiać więcej uwagi na poinformowaniu pacjentów o regularnych kontrolach u stomatologa oraz o poprawnej higienizacji.⁹

Cel pracy

Celem pracy było określenie wpływu roztworu tabletek do higieny protez na właściwości fizyko-chemiczne oraz mechaniczne poli(metakrylanu metylu) oraz acetalu stosowanych do wykonywania protez dentystycznych.

Materiały i metody

Do wykonania próbek wykorzystano materiał akrylowy polimeryzujący na gorąco Vertex Rapid Simplified firmy Dentimex B.V. (Holandia), materiał akrylowy polimeryzujący na zimno Vertex Castavaria firmy Dentimex B.V (Holandia) oraz materiał acetalowy Acetal Dental firmy Pressing Dental (Republika San Marino). Do sporządzenia wodnych roztworów służących do imersji próbek wykorzystano tabletki do higieny protez: Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące Protefix (Niemcy).

Wzorce próbek zostały zamienione na materiał akrylowy polimeryzujący na gorąco przy użyciu metody puszkowania otwartego odwrotnego oraz na materiał akrylowy polimeryzujący na zimno przy użyciu metody wlewowej. Natomiast zamiana wosku na materiał acetalowy nastąpiła przy użyciu metody wtrysku termiczno-ciśnieniowego. Materiały polimerowe zostały przygotowane i polimeryzowane zgodnie z zaleceniami producentów. Otrzymane próbki poddano minimalnej obróbce mechanicznej w celu zniwelowania defektów.

Przygotowano 114 próbek, które podzielono na 6 grup do badań twardości, udatności,

wytrzymałości na zginanie oraz sorpcji. Pierwszą grupę stanowiły próbki z materiału akrylowego polimeryzującego na gorąco, które zostały poddane imersji w wodzie destylowanej. Drugą grupę stanowiły próbki z materiału akrylowego polimeryzującego na gorąco poddane imersji w wodnym roztworze tabletki do higieny protez. Trzecia grupa to próbki wykonane z materiału akrylowego polimeryzującego na zimno poddane imersji w wodzie destylowanej. Czwartą grupę stanowiły próbki z materiału akrylowego polimeryzującego na zimno poddane imersji w wodnym roztworze tabletki do higieny protez. Piątą grupę stanowiły próbki z materiału acetalowego poddane imersji w wodzie destylowanej, natomiast szóstą grupą to próbki z materiału acetalowego poddane imersji w wodnym roztworze tabletki do higieny protez. Grupę kontrolną stanowiły próbki wszystkich tworzyw poddane imersji w wodzie destylowanej. Wodne roztwory tabletek do higieny protez przygotowano z 125 ml letniej wody i 1 tabletki. Próbkę usytuowano w szklanych pojemnikach w pozycji pionowej i odpowiednio zalano wodą destylowaną oraz roztworem tabletki do higieny. Próbkę została poddana symulowanej inkubacji na okres 5 lat, co odpowiadało 5475 min.

Badanie twardości

Badanie mikrotwardości wykonano przy użyciu metody Vickers'a. Obciążenie wgłębnika wynosiło 9,8065 N w czasie 10 sekund przy pomocy urządzenia Zwick/Roell ZHV μ . Wykorzystano 30 próbek o wymiarach 20 mm x 10 mm x 5 mm. Podzielono je na 6 grup (tworzywo akrylowe polimeryzujące na gorąco w wodzie destylowanej, tworzywo akrylowe polimeryzujące na gorąco w wodnym roztworze tabletki, tworzywo akrylowe polimeryzujące na zimno w wodzie destylowanej, tworzywo akrylowe polimeryzujące na zimno w wodnym roztworze tabletki, tworzywo acetalowe w wodzie destylowanej i tworzywo acetalowe w wodnym

roztworze tabletki). Pomiaru dokonano w jednym miejscu na każdej próbce z danej grupy. Wyniki twardości odczytano z półautomatycznego twardościomierza.

Badanie udarności

Badanie udarności przeprowadzono za pomocą metody Dynstat. Do badania wykorzystano urządzenie Zwick/Roell HIT5.5P. Użyto 30 próbek bez karbu o wymiarach 20 mm x 10 mm x 5 mm oraz 30 próbek z karbem o wymiarach 20 mm x 10 mm x 5 mm. Podobnie jak w badaniu twardości podzielono je na 6 grup. Wahadło młota zostało wychylone o 90° względem próbki. Energia młota wynosiła 1J dla materiału akrylowego oraz 4J dla materiału acetalowego. Wyniki udarności uzyskano z przekrojów poprzecznych próbek oraz sił niszczących, obliczając według wzorów:

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

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

gdzie:

E – energia potrzebna do zniszczenia próbki
S – pole powierzchni danej próbki

Badanie wytrzymałości na zginanie

Badanie wytrzymałości na trójpunktowe zginanie wykonano na maszynie wytrzymałościowej Zwick/Roell Z020, przy początkowym naprężeniu równym 1 MPa, a prędkość przesuwu głowicy pomiarowej to 1 mm/min. Wykorzystano 30 próbek o wymiarach 25 mm x 2 mm x 2 mm. Analogicznie jak w poprzednich badaniach próbki podzielono na 6 grup. Wartość siły niszczącej próbkę uzyskiwano w momencie złamania próbki. Do obliczenia wartości wytrzymałości na zginanie posłużono się wzorem:

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

gdzie:

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

Badanie sorpcji

W badaniu sorpcji wykorzystano 24 próbki o wymiarach 20 mm x 10 mm x 5 mm. Podzielono je również na 6 grup. W zależności od grupy, umieszczono je w wodzie destylowanej lub wodnym roztworze tabletki: Higiena Aktywne Tabletki Czyszczące Protefix (Niemcy) i poddano imersji przez 5475 min. Następnie próbki zważono na wadze analitycznej, aby uzyskać masy próbek mokrych (m_m). Kolejno umiejscowiono je w eksykatorze z żelazem krzemionkowym w celu osiągnięcia stałej masy próbek (m_k). Wartość sorpcji obliczono wykorzystując wzór:

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

gdzie:

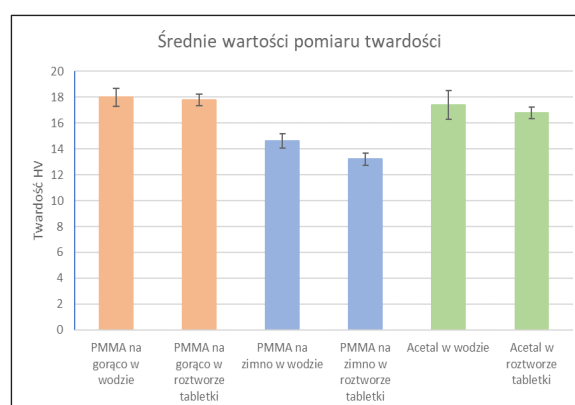
S – sorpcja, m_m – masa próbki mokrej, m_k – masa próbki wysuszonej, V – objętość próbki

Analiza statystyczna

Analizy statystycznej dokonano w programie Statistica 13.3 na podstawie testu t-Studenta dla prób niezależnych względem grupy. Wyniki analizy statystycznej przy $p < 0,05$ uznano za istotne statystycznie. Przyjęto wówczas, że imersja w roztworze tabletki do higieny protez wpływa istotnie na właściwości materiału. W związku z porównywaniem wielu niezależnych grup wykonano analizę z wykorzystaniem testów normalności, testu F wariancji oraz testu Scheffe. W przypadku, gdy wyniki były niezgodne z rozkładem normalnym zastosowano test Kruskala-Wallisa w celu ustalenia czy różnice są istotne statystycznie.

Wyniki

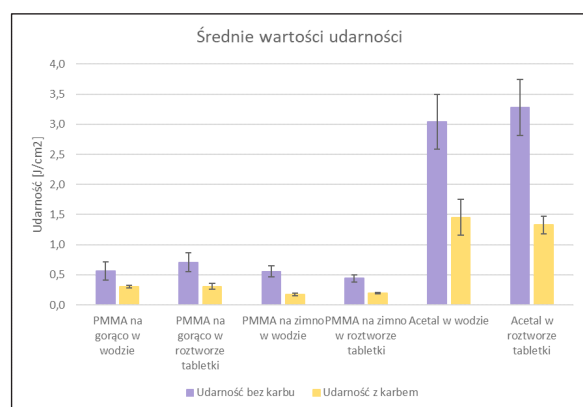
W badaniu twardości (ryc. 1) najwyższą średnią wartość twardości Vickers'a uzyskały próbki wykonane z PMMA polimeryzującego na gorąco poddane imersji w wodzie destylowanej (18 HV), natomiast najmniejszą wartość (13,2 HV) wykazały próbki wykonane z PMMA polimeryzującego na zimno poddane imersji w roztworze tabletki. Próbki wykonane z PMMA polimeryzujące na gorąco poddane imersji w roztworze tabletki, z PMMA polimeryzującego na zimno poddane imersji w wodzie destylowanej, z tworzywa acetalowego poddane imersji w wodzie destylowanej jak i z tworzywa acetalowego poddane imersji w roztworze tabletki, cechowały średnie wartości twardości Vickers'a.



Ryc. 1. Wyniki badania twardości Vickers'a.

Analiza statystyczna dla próbek wykonanych z PMMA polimeryzującego na zimno wykazała wartość $p = 0,002$, co jest istotne statystycznie. Natomiast dla próbek wykonanych z PMMA polimeryzującego na gorąco oraz z materiału acetalowego twardość nie zmienia się istotnie ($p > 0,05$).

Badanie udarności (ryc. 2) wykazuje, że najwyższa średnia wartość ($3,279 \text{ J/cm}^2$) udarności bez karbu dotyczy próbek wykonanych z tworzywa acetalowego poddanych imersji w roztworze tabletki, natomiast z karbem – umieszczonych w wodzie destylowanej. Najniższą

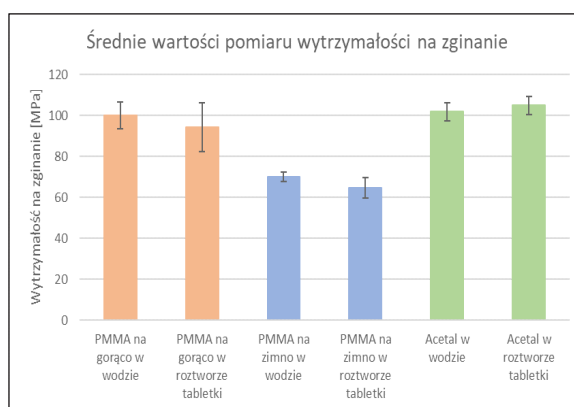


Ryc. 2. Średnie wyniki badania udarności bez karbu i z karbem.

wartość (0,444 J/cm²) udarności bez karbu zanotowano dla próbek z PMMA polimeryzującego na zimno w roztworze tabletki, zaś najniższą wartość udarności z karbem dla próbek z PMMA polimeryzującego na zimno poddanych imersji w wodzie destylowanej. Próbki z PMMA polimeryzującego na gorąco cechują wartości udarności bez i z karbem większe od próbek z PMMA polimeryzującego na zimno oraz mniejsze od próbek z tworzywa acetalowego.

Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono, że w przypadku każdego materiału nie zauważa się wyniku istotnie statystycznego. Zatem udarność bez karbu nie zmienia się istotnie. Nie wykazano również różnic istotnych statystycznie w udarności z karbem ($p > 0,05$).

Rycina 3 ilustruje średnie wartości pomiaru wytrzymałości na trójpunktowe zginanie. Najwyższą wartość (105,00 MPa) wytrzymałości na zginanie wykazują próbki wykonane z tworzywa acetalowego poddane imersji w roztworze tabletki. Nieco niższą wartością charakteryzują się także próbki z tworzywa acetalowego poddane imersji w wodzie destylowanej. Średnie wartości wytrzymałości dla próbek z PMMA polimeryzującego na gorąco umieszczonych w wodzie destylowanej, PMMA polimeryzującego na gorąco umieszczonych w roztworze tabletki oraz PMMA

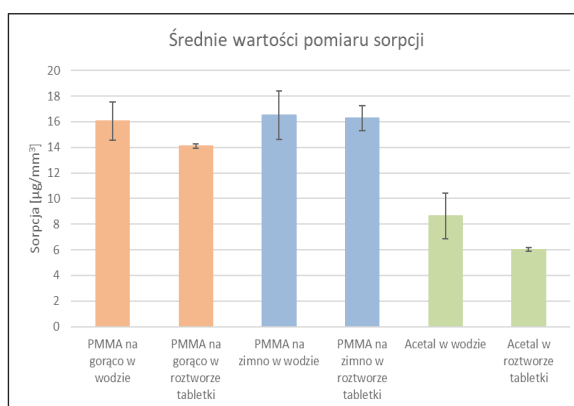


Ryc. 3. Wyniki badania wytrzymałości na trójpunktowe zginanie.

polimeryzującego na zimno umieszczonych w wodzie destylowanej są również niższe od wartości wytrzymałości próbek z tworzywa acetalowego. Najniższą wartością (64,64 MPa) cechują się próbki z PMMA polimeryzującego na zimno poddane imersji w roztworze tabletki.

Na podstawie analizy statystycznej nie wykazano istotnych statystycznie różnic w przypadku wytrzymałości na trójpunktowe zginanie ($p > 0,05$).

Najwyższą wartością sorpcji (16,49 μg/mm³) (ryc. 4) wyróżniają się próbki wykonane z PMMA polimeryzującego na zimno poddane imersji w wodzie destylowanej. Podobnymi, lecz niższymi wartościami charakteryzują się próbki wykonane z PMMA polimeryzującego na zimno umieszczone w roztworze tabletki oraz z PMMA polimeryzującego na gorąco



Ryc. 4. Wyniki badania sorpcji.

w wodzie destylowanej. Najniższą wartość ($6,03 \mu\text{g}/\text{mm}^3$) sorpcji zanotowano dla próbek z tworzywa acetalowego poddanych imersji w roztworze tabletki. Natomiast próbki wykonane z tego samego materiału, lecz umieszczone w wodzie destylowanej mają wyższą wartość. Próbki wytworzone z PMMA polimeryzującego na gorąco poddane imersji w roztworze tabletek do protez charakteryzują się wartością zawartą pomiędzy największą i najmniejszą liczbą.

Analiza statystyczna badania sorpcji materiałów wykonanych z PMMA polimeryzującego na gorąco i z materiału acetalowego wykazała istotne statystycznie różnice, $p < 0,05$. Natomiast wyniki próbek wykonanych z PMMA polimeryzującego na zimno są nieistotne statystycznie, a więc chłonność wody po imersji w roztworze tabletki nie zmienia się istotnie ($p > 0,05$).

Dyskusja

Badanie twardości Vickers'a wykazało spadek twardości materiałów po imersji w wodnym roztworze tabletek do higieny protez. *Faiza* i wsp. spadek twardości tłumaczą uplastyczniającym działaniem składników preparatów, które dyfundują pomiędzy łańcuchami polimeru, przyczyniając się do relaksacji łańcuchów.¹⁰ Dodatkowo materiał absorbuje wodę i jednocześnie wypłukuje monomer reszkowy. Pozostałe puste miejsca po uwolnieniu monomeru reszkowego powodują osłabienie właściwości mechanicznych.^{11,12} W badaniu udarności próbek bez karbu zauważa się, że w przypadku PMMA polimeryzującego na zimno wartość udarności maleje po imersji w wodnym roztworze tabletki. Jednakże dla próbek z PMMA polimeryzującego na gorąco oraz dla próbek z materiału acetalowego wartość udarności po imersji rośnie. Może to wynikać z bardziej różnorodnych wyników badania, na co wskazuje większy współczynnik

zmienności dla próbek umieszczonych w wodzie destylowanej. Dodatkowo może to być efekt błędów popełnionych na etapie laboratoryjnym lub badawczym. Dostrzega się również wzrost udarności próbek z karbem po imersji w roztworze tabletki w przypadku wykonania ich z PMMA polimeryzującego na gorąco i na zimno. Próbki z materiału acetalowego po imersji w roztworze tabletki wykazują mniejszą wartość udarności. Badacze *Faiza* i wsp. wyjaśniają spadek udarności po imersji w roztworze tabletek.¹³ Zjawisko to jest efektem pochłaniania substancji organicznych i nieorganicznych zawartych w środkach do higieny protez przez sieć polimerową. Dodatkowo łańcuchy polimerów oddalają się od siebie na skutek pęcznienia i ograniczania pomiędzy nimi siły tarcia.¹³ W badaniu *Ragher* i wsp. obniżenie wartości udarności po imersji w roztworach tabletek tłumaczy się niekorzystnym wpływem środków do higieny protez. Chemiczna interakcja powoduje odsuwanie się od siebie łańcuchów polimerowych, w efekcie czego dochodzi do osłabienia wytrzymałości tworzywa akrylowego.¹⁴ W badaniu wytrzymałości na trójpunktowe zginanie zauważa się spadek wartości wytrzymałości po imersji w wodnym roztworze tabletki w przypadku próbek wykonanych z PMMA polimeryzującego na gorąco oraz na zimno. Natomiast materiał acetalowy po imersji w roztworze tabletki wykazuje wzrost wytrzymałości na trójpunktowe zginanie. Jednak podczas pomiaru nie doszło do ich złamania. Badanie przerwano więc przy osiągnięciu 10% odkształcenia i przyjęto te wartości naprężenia jako wytrzymałość na trójpunktowe zginanie. *Motawea* i wsp. osłabienie wytrzymałości na zginanie tłumaczy utworzeniem się rodnika nadtlenkowego pochodzącego ze środka higienizującego, który atakuje szkielet łańcucha polimerowego.¹⁵ W badaniu sorpcji zauważa się, że każda grupa poszczególnego materiału poddana

imersji w roztworze tabletki posiada mniejszą wartość sorpcji niż próbki umieszczone w wodzie destylowanej. Badacze potwierdzają, że niskie wartości sorpcji są pozytywnym aspektem dla materiałów, ponieważ wówczas pochłanianie sorbentów jest niewielkie, a co za tym idzie niewielka jest również zmienność wymiarowa produktów.¹⁶ Dostrzega się jednak znaczną różnicę pomiędzy badaniami innych autorów. Rozbieżność wyników może być skutkiem zastosowania odmiennych sorbentów lub błędami popełnionymi podczas wykonywania pomiarów.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Stosowanie roztworów tabletek do higieny protez wpływa na twardość materiałów, z których są wykonane protezy. Środek czyszczący powoduje obniżenie wartości twardości wszystkich badanych materiałów.
2. Wodny roztwór tabletki do czyszczenia protez powoduje spadek udatności bez karbu próbek z PMMA polimeryzującego na zimno. Natomiast wśród próbek z karbem udatność zmniejsza się w przypadku materiału acetalowego.
3. Środki higienizujące w postaci tabletek czyszczących uzupełnienia protetyczne powodują obniżenie wytrzymałości na zginanie zarówno materiału akrylowego polimeryzującego na gorąco, jak i na zimno.
4. Powszechnie stosowane tabletki do czyszczenia protez mają niewielki wpływ na parametry użytkowe tworzywa akrylowego i żywicy acetalowej.

Piśmiennictwo

1. *Magacz MR, Kędziora K, Drożdż R, Krzyściak W*: Próchnica: Historia, Mechanizmy Powstawania i Obrony oraz

Niefluorkowe Metody Prewencji. Repozytorium CeON, 2018.

2. *Sobolewska E*: Wpływ materiałów nowej generacji stosowanych w stomatologii odtworczej na środowisko jamy ustnej. *Ann Acad Med Szczecin* 2010; 56(3): 66-80.
3. *Kowalski R, Kozak M, Sobolewska E*: Contemporary hybrid acrylic materials and modern thermoplastics in the manufacture of dental prostheses. *Pomeranian J Life Sci* 2023; 69(1): 39-45.
4. *Przybyłowska D, Mierzwińska-Nastalska E*: Wpływ higieny jamy ustnej i uzupełnień protetycznych na zdrowie ogólne. *Nowa Stomatologia* 2013, 2: 83-87.
5. *Węgrzynowska A, Krasowski M, Kula ZM*: Wpływ stosowanych past do higieny protez na właściwości użytkowe tworzywa akrylowego. *Protet Stomatol* 2021; 71(2): 155-161.
6. *Mierzwińska-Nastalska E*: Zasady użytkowania, czyszczenia i pielęgnacji protez całkowitych. *Protet Stomatol*, 2011; LXI, 4: 293-303.
7. *Obrąpalski P, Wieczorek A*: Metody zapobiegania odkładaniu się biofilmu na protezach ruchomych – przegląd piśmiennictwa. *Protet Stomatol* 2021; 71(3): 279-288.
8. *Tysiąc-Miśta M, Białożył E, Nitsze M, Cieślik M*: Świadomość pacjentów bezzębnych użytkujących protezy całkowite w zakresie higieny jamy ustnej i uzupełnień protetycznych, *Periodyk Naukowy Akademii Polonijnej* 2016; 17, 2: 55-67.
9. *Taraszkiewicz-Sulik K, Laszewska A, Górską K, Magnuszewski L*: Higiena ruchomych uzupełnień protetycznych na podstawie badań ankietowych. *Protet Stomatol* 2016; LXVI, 2, 126-135.
10. *Faiza A, Rehman A, Abbas M*: Microhardness of heat cure acrylic resin after treatment with disinfectants. *J Pak Med Assoc* 2015; 65, (8): 834-837.
11. *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.
12. Paweła J, Szczesio-Włodarczyk A, Kula ZM: Wpływ preparatów do higieny protez na właściwości tworzywa akrylowego. *Prosthodontics* 2020; 70, 4: 375-381.
13. Faiza A, Qadir F, Akram S: Impact strength of acrylic resins after storage in denture cleansers. *Pakistan Oral & Dental Journal* 2014; 34, (4): 735-738.
14. Ragher M, Prabhu UM, Ittigi JP, Naik R, Mahesh CS, Pradeep MR: Efficacy of denture cleansers on impact strength of heat polymerized acrylic resins. *J Pharm Bioall Sci* 2017; (9): 241-245.
15. 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.
16. Agarwal B, Singh BP, Singh N, et al.: Water Sorption and Solubility of Denture Base Resins – An Evaluation. *Indian J App Res* 2015; 5, (8): 41-44.

Zaakceptowano do druku: 22.12.2023 r.

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

© Zarząd Główny PTS 2024.