

## Assessment of the impact of removable denture's care agents on the mechanical properties of selected acrylic resins – based on pilot studies

### Ocena wpływu środków do higieny protez ruchomych na właściwości mechaniczne wybranych tworzyw akrylowych – na podstawie badań pilotażowych

Karolina Krupińska, Andrzej Gala, Grażyna Wiśniewska

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Instytut Stomatologii, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie, Polska  
Department of Prosthodontics, Institute of Dentistry, Jagiellonian University Collegium Medicum in Cracow, Poland  
Head: dr hab. G. Wiśniewska

#### Abstract

**Introduction.** Removable acrylic dentures are the most commonly used prosthetic restorations. Their use involves daily hygienic care with cleaning agents and disinfectants. There are many uncertainties regarding the effect of disinfectants on the mechanical properties of acrylics. **Aim of the study.** To assess *in vitro* whether acrylic denture disinfectants have an effect on the hardness and tensile strength of acrylic materials. **Materials and methods.** The study was conducted with two acrylic materials of which removable dentures are commonly made, i.e. SR Triplex Hot from Ivoclar Vivadent and Rapid Simplifield from Vertex. The following preparations used for the disinfection of dentures were assessed: 2% chlorhexidine gluconate solution, 2% sodium hypochlorite solution, Corega Tabs cleansing tablets and Fittydent cleansing tablets. Twenty-four samples were made from each material. The samples were divided into three groups. In the first group, samples were stored in distilled water at 37°C and dipped in one of the four disinfectants for 15 minutes once a day. In the second group, samples were stored in distilled water and they were not disinfected. In the third group (control group), samples were tested right after they were made. After 2 and 4 weeks, samples in the first and second groups were tested for hardness and tensile strength. Tensile strength was tested using a universal testing machine, and hardness was tested using a hardness gauge

#### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Najczęściej stosowanymi uzupełnieniami protetycznymi są ruchome protezy akrylowe. Użytkowanie takich uzupełnień wiąże się z koniecznością codziennej ich higienizacji za pomocą środków czyszczących i dezynfekujących. Istnieje wiele niejasności dotyczących wpływu środków dezynfekujących na właściwości mechaniczne akrylu. **Cel pracy.** Celem pracy była ocena „*in vitro*”, czy środki stosowane do dezynfekcji protez akrylowych mają wpływ na twardość oraz wytrzymałość na rozciąganie akrylu. **Materiały i metody.** Do badań wybrano dwa materiały akrylowe, z których powszechnie wykonywane są protezy ruchome, tzn. akryl SR Triplex Hot firmy Ivoclar Vivadent oraz Rapid Simplifield firmy Vertex i preparaty stosowane do dezynfekcji protez: 2% roztwór glukonianu chlorheksydy, 2% roztwór podchlorynu sodu, tabletki czyszczące Corega Tabs oraz tabletki czyszczące Fittydent. Z każdego materiału wykonano po 24 próbki. Próbki podzielono na 3 grupy. W grupie pierwszej próbki przechowywano w wodzie destylowanej o temperaturze 37°C i raz dziennie zanurzano je w jednym z czterech środków dezynfekujących na 15 minut. W grupie drugiej próbki przechowywano w wodzie destylowanej i nie poddawano ich dezynfekcji. W grupie trzeciej (kontrolnej) próbki przebadano tuż po ich wykonaniu. Po upływie 2 i 4 tygodni w grupie pierwszej i drugiej zbadano twardość oraz wytrzymałość na

#### KEYWORDS:

acrylics, removable dentures, denture disinfectants, strength properties of acrylic materials

#### HASŁA INDEKSOWE:

tworzywo akrylowe, protezy ruchome, środki do dezynfekcji protez, właściwości wytrzymałościowe materiałów akrylowych

(Vickers method). The results obtained were analysed statistically. **Findings.** Chlorhexidine was the solution that reduced the hardness and strength of acrylic the most. The smallest drop in the strength properties of acrylic was observed for Fittydent and Corega Tabs cleansing tablets and sodium hypochlorite solution. **Conclusions.** All the acrylic disinfectants used reduced the mechanical properties of acrylic.

The most commonly used prosthetic restorations are removable acrylic dentures that allow reinstatement of stomatognathic functions.<sup>1-3</sup> Removable dentures are routinely made of heat-polymerized acrylic. The material is characterized by low strength properties, it is brittle, has medium resistance to cracking and is moderately flexible. In addition, acrylic resins used in the manufacture of dentures have many drawbacks, including: porosity, shrinkage during polymerization and high susceptibility to abrasion.<sup>4-6</sup>

The use of removable acrylic dentures affects the environment of the oral cavity. The good conditions under the denture plate, such as: increased temperature, humidity, food residues, no spontaneous purification by saliva flow, and defects in denture plates resulting from their use all favour the proliferation of microorganisms. Bacteria and yeast-like fungi (mainly *Candida albicans*) develop.<sup>7,8</sup> Therefore, removable acrylic dentures require daily hygienization with cleaning agents and disinfectants.<sup>9</sup> There are many uncertainties regarding the effect of disinfectants on the mechanical properties of acrylic, i.e. hardness and tensile strength. They inspired authors' own research in this area, including the assessment of the impact of removable denture care agents on the mechanical properties of selected acrylics.

### Objective of the study

The aim of the study was to assess *in vitro* the impact of acrylic denture disinfectants on the hardness and tensile strength of acrylic.

rozciąganie. Wytrzymałość na rozciąganie badano z zastosowaniem maszyny wytrzymałościowej, a twardość za pomocą twardościomierza (według metody Vickersa). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. **Wyniki.** Roztworem, który w największym stopniu wpływał na obniżenie twardości i wytrzymałości akrylu była chlorheksydyna. Najmniejszy spadek właściwości wytrzymałościowych akrylu odnotowano w przypadku tabletek czyszczących Fittydent, Corega Tabs i roztworu podchlorynu sodu. **Wnioski.** Wszystkie środki zastosowane do dezynfekcji akrylu powodowały obniżenie jego właściwości mechanicznych.

Najczęściej stosowanymi w rekonstrukcji braków zębowych uzupełnieniami protetycznymi są ruchome protezy akrylowe, które pozwalają na odtworzenie funkcji układu stomatognatycznego.<sup>1-3</sup> Protezy ruchome rutynowo wykonywane są z tworzywa akrylowego polimeryzowanego na gorąco. Materiał ten charakteryzuje się niskimi właściwościami wytrzymałościowymi, jest kruchy, średnio odporny na pękanie i umiarkowanie giętki. Ponadto żywice akrylowe stosowane do wytwarzania protez mają wiele wad, do których należą: porowatość, kurczliwość podczas procesu polimeryzacji i wysoka podatność na ścieranie.<sup>4-6</sup>

Użytkowanie ruchomych protez akrylowych ma wpływ na zmiany środowiska jamy ustnej. Korzystne warunki pod płytą protez, takie jak: wzrost temperatury, wilgotność, zaleganie resztek pokarmowych, brak samoistnego oczyszczania przez przepływającą ślinę oraz defekty w płytach protez powstające w toku ich użytkowania sprzyjają namnażaniu się mikroorganizmów. Dochodzi do rozwoju bakterii i grzybów drożdżopodobnych (głównie *Candida albicans*).<sup>7,8</sup> Dlatego w przypadku stosowania ruchomych protez akrylowych, konieczna jest ich codzienna higienizacja za pomocą środków czyszczących i dezynfekujących.<sup>9</sup> Istnieje wiele niejasności dotyczących wpływu środków dezynfekujących na właściwości mechaniczne akrylu, tj. twardość i wytrzymałość na rozciąganie. Było to inspiracją do podjęcia w tym zakresie badań własnych, które obejmowały ocenę wpływu środ-

## Test methods

The study was conducted with two acrylic materials of which removable dentures are commonly made, i.e. SR Triplex Hot from Ivoclar Vivadent and Rapid Simplifield from Vertex, and four preparations used for the disinfection of dentures: 2% chlorhexidine gluconate solution, 2% sodium hypochlorite solution, Corega Tabs cleansing tablets and Fittydent cleansing tablets. Twenty-four samples were made from each material (twelve for hardness tests and twelve for strength tests). The size and shape of the samples were dictated by the feasibility of producing acrylic under laboratory conditions, and how they could be mounted in the measuring devices. Samples for tensile strength testing were made in the form of flat blades sized 70x12x1 mm (Fig. 1), and for hardness testing in the form of small discs 25x20 mm in diameter (Fig. 1). Samples were made by mixing, in appropriate proportions, 23 grams of the Rapid material with 10 ml of monomer and 23.4 grams of the Triplex material powder with 10 ml of liquid (acc. to manufacturer's instructions).

In the phase when the material had the consistency of dough, it was introduced into an appropriately prepared polymerization mould. After the thermal polymerization process, the samples were removed from the mould, cleaned and prepared mechanically with abrasive materials (Fig. 2).

The prepared samples were divided into three main groups. In the first group, samples were placed in distilled water which, according to the authors, was expected to be a neutral environment for prosthetic restorations, in the sense that it had no effect on the mechanical properties of acrylic. The first group was divided into two subgroups (A and B). In subgroup A, samples were stored in distilled water in a thermostatic chamber at 37°C for two weeks, and in subgroup B samples were stored under the same conditions for four weeks. Once a day, samples of Triplex and Vertex were immersed in one of the four disinfectants for 15 minutes. In the second group, samples were stored in distilled water for two and four weeks, and they

were used for hygiene of removable dentures on mechanical properties of selected acrylic materials.

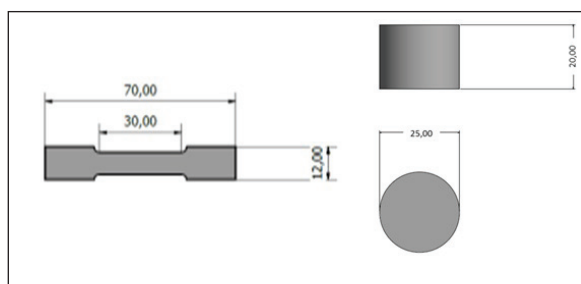
## Cel pracy

Celem pracy była ocena „*in vitro*” wpływu środków stosowanych do dezynfekcji protez akrylowych na twardość oraz wytrzymałość na rozciąganie akrylu.

## Metodyka badań

Do badań wybrano dwa materiały akrylowe, z których powszechnie wykonywane są protezy ruchome, tzn. akryl SR Triplex Hot firmy Ivoclar Vivadent oraz Rapid Simplifield firmy Vertex i cztery preparaty stosowane do dezynfekcji protez: 2% roztwór glukonianu chlorheksydy, 2% roztwór podchlorynu sodu, tabletki czyszczące Corega Tabs oraz tabletki czyszczące Fittydent. Z każdego materiału wykonano po 24 próbki (12 do badań twardości i 12 do badań wytrzymałościowych). Rozmiar i kształt próbek został poddyktowany możliwością wytwarzania akrylu w warunkach laboratoryjnych oraz sposobem ich mocowania w urządzeniach pomiarowych. Do badań wytrzymałości na rozciąganie wykonano próbki w kształcie płaskich wiosełek o wymiarach 70x12x1mm (Fig. 1), natomiast do badań twardości krążki o średnicy 25x20mm (Fig. 1). Próbkę została wykonana poprzez wymieszanie w odpowiednich proporcjach (zgodnie z zaleceniem producenta) 23 gramów tworzywa Rapid i 10ml monomeru oraz 23,4 gramów proszku materiału Triplex z 10ml płynu. W fazie gdy materiał miał konsystencję ciasta, wprowadzono go do odpowiednio przygotowanej formy polimerizacyjnej. Po przeprowadzeniu procesu polimerizacji termicznej, próbki wyjmowano z formy, oczyszczano i opracowano mechanicznie za pomocą materiałów ściernych (Fig. 2).

Przygotowane próbki podzielono na 3 główne grupy. W pierwszej grupie badanej próbki umieszczono w wodzie destylowanej, która według autorów miała być środowiskiem neutralnym dla uzupełnień protetycznych w sensie braku oddziaływania na właściwości mechaniczne akrylu. Grupę pierwszą podzielono na dwie podgrupy (A i B). W podgrupie A próbki przechowywano



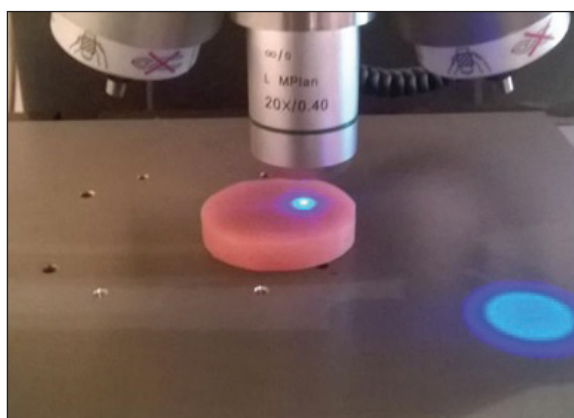
**Fig. 1.** The size of samples to measure tensile strength and hardness.  
Wymiary próbek do badań wytrzymałości na rozciąganie oraz twardości.



**Fig. 2.** Acrylic resin in a polymerizing container.  
Tworzywo akrylowe w puszcze polimeryzacyjnej.



**Fig. 3.** A Zwick/Roell strength machine.  
Maszyna wytrzymałościowa Zwick/Roell.



**Fig. 4.** Tukon2500 hardness tester.  
Twardościomierz Tukon2500.

were not disinfected. In the third group (controls), hardness and tensile strength of samples were tested immediately after the samples were made.

Tensile strength was tested using a Z020 Zwick/Roell strength machine (Fig. 3). During the test, the maximum force at which the sample fractured was determined. The maximum stress at which the samples were broken was calculated by dividing

w wodzie destylowanej w komorze termostatycznej w temperaturze 37°C przez 2 tygodnie, a w podgrupie B w tych samych warunkach przez 4 tygodnie. Raz dziennie próbki materiałów Triplex i Vertex były zanurzane w jednym z czterech środków dezynfekujących na 15 minut. Natomiast w grupie drugiej próbki przechowywano w wodzie destylowanej przez okres 2 i 4 tygodni i nie poddawano zabiegom dezynfekującym. W grupie trzeciej (kontrolnej) badano twardość i wytrzymałości na rozciąganie próbek tuż po ich wykonaniu.

Wytrzymałość na rozciąganie badano z zastosowaniem maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell Z020 (Fig. 3). W trakcie badania oznaczano maksymalną siłę, przy której dochodzi do zrywania próbki. Maksymalne naprężenie, przy którym dochodziło do zrywania próbek obliczano na podstawie ilorazu maksymalnej siły zrywającej przez

**Table 1.** Findings of the study on hardness of Vertex material after 2 weeks and 4 weeks

Rapid Simplifield Vertex				
Disinfectants	Hardness HVO.3	Decrease in the hardness [%]	Hardness HVO.3	Decrease in the hardness [%]
	After 2 weeks		After 4 weeks	
Pilot sample	25.92	0.00	25.92	0.00
Distilled water	24.42	5.79	23.48	9.41
Corega Tabs	24.36	6.02	21.98	15.20
Fittydent	24.08	7.10	21.76	16.05
2% sodium hypochlorite	22.88	11.73	21.6	16.67
2% chlorhexidine	20.52	20.83	19.94	23.07

**Table 2.** Findings of the study on hardness of Triplex material after 2 weeks and 4 weeks

SR Triplex Hot Ivoclar Vivadent				
Disinfectants	Hardness HVO.3	Decrease in the hardness [%]	Hardness HVO.3	Decrease in the hardness [%]
	After 2 weeks		After 4 weeks	
Pilot sample	24.90	0.00	24.90	0.00
Distilled water	23.44	5.86	23.00	7.63
Corega Tabs	22.06	11.41	21.72	12.77
Fittydent	22.44	9.88	22.36	10.20
2% sodium hypochlorite	22.80	8.43	21.78	12.53
2% chlorhexidine	21.28	14.54	20.94	15.90

the maximum breaking force by the cross-section of the sample. Hardness of the samples was tested using a Tukon 2500 hardness tester (Vickers method) (Fig. 4). The test involved measuring diagonals formed as a result of a cone-shaped indenter (cone angle 136°) acting on the material at a determined strength of 3N over 10 seconds. Five measurements were taken for each sample, at different locations of the acrylic surface. Average hardness and standard deviation were subsequently calculated. The results obtained were analysed statistically using the R-Statistics software.

przekrój poprzeczny próbki. Twardość próbek badano z zastosowaniem twardościomierza Tukon 2500 (według metody Vickersa) (Fig. 4). Badanie to polegało na pomiarze przekątnych powstałych w wyniku oddziaływania wglębniaka o kształcie stożka (kąt stożka 136°) na materiał przy ustalonej sile 3N w czasie 10 sekund. Dla każdej próbki przeprowadzono 5 pomiarów w różnych miejscach powierzchni akrylu. Następnie wyliczono średnią twardość oraz odchylenie standardowe. Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą oprogramowania R-Statistics.

**Table 3.** Findings of the study on tensile strength of Vertex material after 2 weeks and 4 weeks

Disinfectants	Rapid Simplifield Vertex			
	Tensile strength [MPa]	Decrease in the tensile strength [%]	Tensile strength [MPa]	Decrease in the tensile strength [%]
	After 2 weeks		After 4 weeks	
Pilot sample	47.61	0.00	47.61	0.00
Distilled water	46.70	1.92	44.75	6.02
Corega Tabs	43.39	8.87	41.58	12.67
Fittydent	44.51	6.51	43.63	8.38
2% sodium hypochlorite	43.28	9.10	43.37	8.92
2% chlorhexidine	42.63	10.46	40.41	15.13

**Table 4.** Findings of the study on tensile strength of Triplex material after 2 weeks and 4 weeks

Disinfectants	SR Triplex Hot Ivoclar Vivadent			
	Tensile strength [MPa]	Decrease in the tensile strength [%]	Tensile strength [MPa]	Decrease in the tensile strength [%]
	After 2 weeks		After 4 weeks	
Pilot sample	53.49	0.00	53.49	0.00
Distilled water	53.38	0.20	52.85	1.19
Corega Tabs	50.41	5.75	48.72	8.92
Fittydent	48.28	9.73	47.76	10.71
2% sodium hypochlorite	52.43	1.99	51.76	3.23
2% chlorhexidine	45.16	15.58	44.31	17.16

## Results

Results of the study are shown in Tables 1-4 and in Figures 5-10.

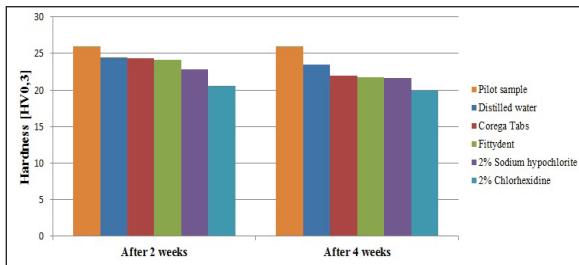
Hardness of all the samples relative to the reference samples decreased already after two weeks, and continued to decrease after four weeks (Figs. 5-6, Tables 1-2). The highest percentage of decrease in sample hardness was found where 2% solution of chlorhexidine gluconate was used as a disinfectant. Keeping samples in water also reduced their hardness.

The tensile strength of the two tested materials was also reduced. As with hardness, chlorhexidine,

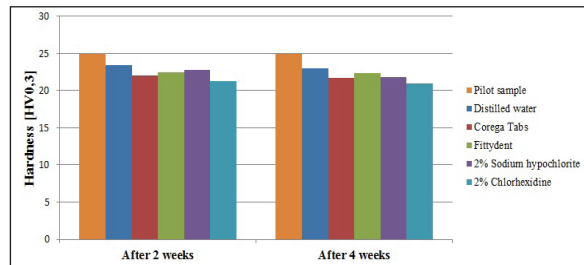
## Wyniki

Wyniki uzyskane w toku badań zostały przedstawione w tabelach od 1 do 4 oraz na rycinach od 5 do 10.

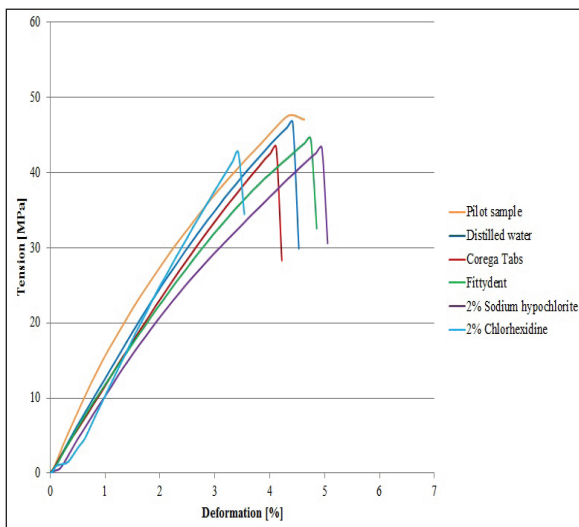
Twardość wszystkich próbek w stosunku do próbek wzorcowych uległa zmniejszeniu już po dwóch tygodniach, a po czterech uległa dalszemu obniżeniu (Fig. 5, 6, Tab. 1, 2). Największy procentowy spadek twardości próbek stwierdzono w przypadku stosowania do dezynfekcji 2% roztworu glukonianu chlorheksydy. Przetrzywanie próbek w wodzie również spowodowało obniżenie ich twardości.



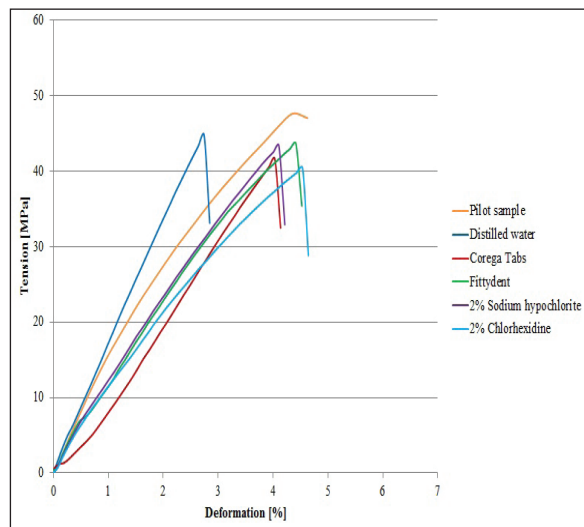
**Fig. 5.** Statistic results of hardness of Vertex material.  
Zestawienie wyników twardości materiału Vertex.



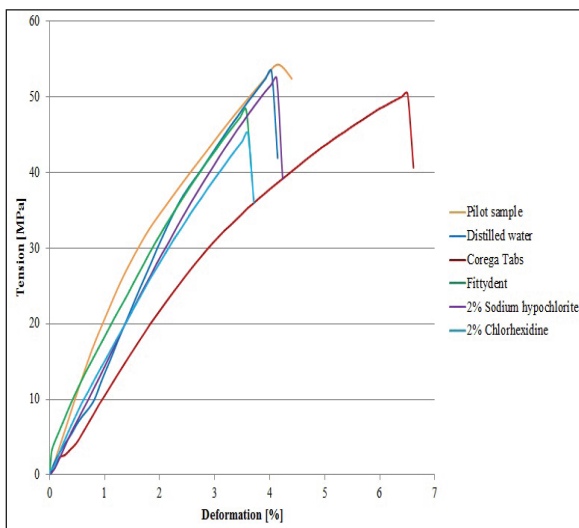
**Fig. 6.** Statistic results of hardness of Triplex material.  
Zestawienie wyników twardości materiału Triplex.



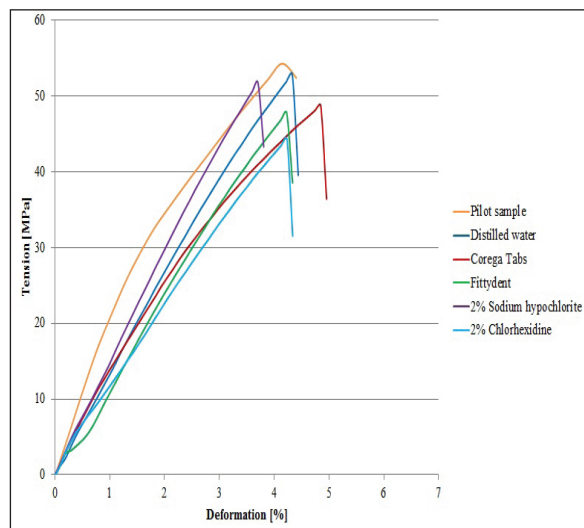
**Fig. 7.** Characteristics of tension in the function of deformation for Vertex material (2 weeks).  
Charakterystyki naprężenia w funkcji odkształcenia dla materiału Vertex (2 tygodnie).



**Fig. 8.** Characteristics of tension in the function of deformation for Vertex material (4 weeks).  
Charakterystyki naprężenia w funkcji odkształcenia dla materiału Vertex (4 tygodnie).



**Fig. 9.** Characteristics of tension in the function of deformation for Triplex material (2 weeks).  
Charakterystyki naprężenia w funkcji odkształcenia dla materiału Triplex (2 tygodnie).



**Fig. 10.** Characteristics of tension in the function of deformation for Triplex material (4 weeks).  
Charakterystyki naprężenia w funkcji odkształcenia dla materiału Triplex (4 tygodnie).

Fittydent and Corega Tabs cleansing tablets had the highest impact on reduction of tensile strength (Figs. 7-10, Tabs. 3-4).

Findings of the study were analysed statistically using the R-statistics package. Statistical results are shown in Tables 5 and 6 and Figures 11 and 12.

## Discussion

Statistical analysis of the obtained results has shown that the key factor influencing the hardness of acrylics is the type of solution, followed by the length of time the sample was kept in the solution (Table 5). Figure 11 shows the effect of the passage of time and the type of solution on the mechanical properties of acrylic materials. Based on this, it can be concluded that the decrease in the hardness of Vertex is faster with time. Distilled water has

Wytrzymałość na rozciąganie obu badanych materiałów również uległa obniżeniu. Podobnie jak w przypadku twardości największy wpływ na obniżenie wytrzymałości na rozciąganie miała chlorheksydyna oraz tabletki czyszczące Fittydent i Corega Tabs (Fig. 7-10, Tab. 3, 4).

Wyniki badań poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu R-statistics. Wyniki badań statystycznych zaprezentowano w tabelach 5 i 6 oraz na rycinach 11 i 12.

## Dyskusja

Analiza statystyczna otrzymanych wyników wykazała, że kluczowym czynnikiem mającym wpływ na twardość akryli jest roztwór, a w następnej kolejności czas przebywania próbki w roz-

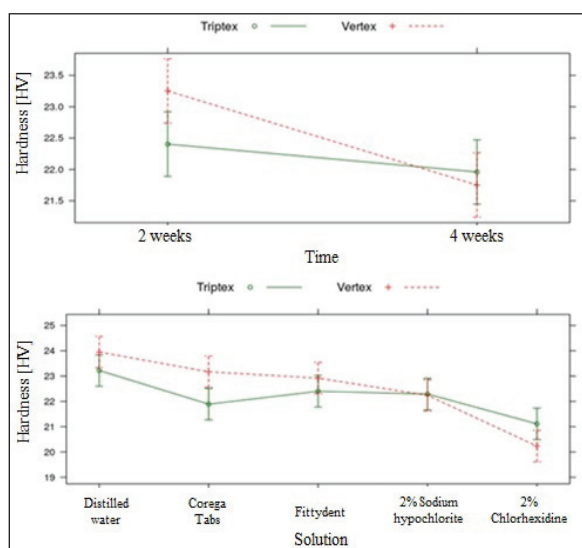
**Table 5.** Hardness and material, time and solution – analysis of type II (N=100)

Factor	SS	df	F	p	$\eta^2$
Material	2.56	1	4.13	0.045	0.01
Time	23.62	1	38.14	<0.001	0.12
Solution	89.66	4	36.19	<0.001	0.46
Material x Time	6.97	1	11.25	0.001	0.04
Material x Solution	13.53	4	5.46	0.001	0.07
Time x Solution	2.88	4	1.16	0.334	0.01
Material x Time x Solution	4.97	4	2.01	0.101	0.03

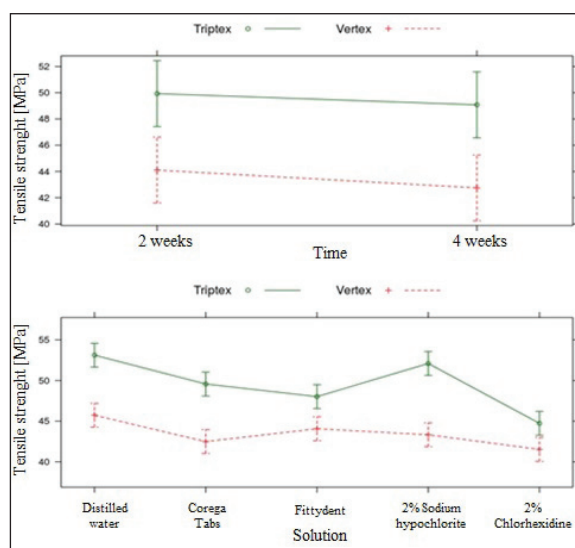
**Table 6.** Tensile strength and material, time and solution – analysis of type II (N=100)

Factor	SS	df	F	p	$\eta^2$
Material	184.89	1	881.79	<0.001	0.61
Time	6.08	1	29.01	0.006	0.02
Solution	87.16	4	103.92	<0.001	0.29
Material x Time	0.31	1	1.50	0.288	0
Material x Solution	22.70	4	27.06	0.004	0.07
Time x Solution	1.45	4	1.73	0.305	0





**Fig. 11.** Influence of time and applied solution on acrylic resin.  
Wpływ czasu i zastosowanego roztworu na twardość akryli.



**Fig. 12.** Strength ability depending on material, time and solution.  
Wytrzymałość na rozciąganie w zależności od materiału, czasu i roztworu.

the least effect on the hardness of the acrylic material, while chlorhexidine has the greatest effect on the said properties of acrylics. While there are generally no significant differences in hardness between Vertex and Triplex, for Corega Tabs cleansing tablets the Vertex acrylic material proved to be harder than the Triplex acrylic material. Table 6 shows that for tensile strength tests the type of acrylic material is very important. Furthermore, the type of solution used also proved to be an important factor. In summary, in terms of tensile strength, Triplex proved to be far stronger than Vertex (Fig. 12).

The pilot study, conducted on a small number of samples and *in vitro*, showed that all disinfectants used on acrylic have an effect on its mechanical properties. Even in the (seemingly neutral) environment of distilled water, a degradation of the mechanical properties of acrylics occurred. Chlorhexidine was the solution that reduced the hardness of acrylic the most. Sodium hypochlorite did not significantly affect the strength parameters. Similar results concerning the effect of sodium hypochlorite on the mechanical properties of acrylic were obtained in studies by *Arruda et al.*, *de Soussa et al.* and *Jeyapalan et al.*<sup>10-12</sup> Statistical analysis of the obtained results showed that the key

tworze (Tab. 5). Na rycinie 11 przedstawiono efekt wpływu czasu i zastosowanego roztworu na właściwości mechaniczne tworzyw akrylowych. Na jego podstawie można wnioskować, że spadek twardości materiału Vertex jest szybszy wraz z upływem czasu. Roztworem wykazującym najmniejszy wpływ na twardość tworzywa akrylowego jest woda destylowana, natomiast największy wpływ na wymienione właściwości tworzyw akrylowych ma chlorheksydyna. Chociaż ogólnie materiały Vertex i Triplex nie różnią się istotnie twardością, to jednak w przypadku tabletek czyszczących Corega Tabs tworzywo akrylowe Vertex okazało się być twardsze od tworzywa akrylowego Triplex. Z tabeli 6 wynika, że w przypadku badań wytrzymałości na rozciąganie istotny wpływ ma rodzaj tworzywa akrylowego. Ponadto rodzaj zastosowanego roztworu okazał się być również istotnym czynnikiem. Reasumując pod względem wytrzymałości na rozciąganie Triplex okazał się być materiałem znaczenie lepszym niż Vertex pod względem wytrzymałościowym (Fig. 12).

Przeprowadzone badania pilotażowe, na niewielkiej liczbie próbek i w warunkach „*in vitro*”, wykazały, iż wszystkie środki użyte do dezynfekcji akrylu mają wpływ na jego właściwości mechaniczne. Nawet w przypadku (wydawało-

factor affecting the hardness of acrylic is the type of solution in which it was kept. The time spent in a solution has a secondary impact on the change of hardness (Table 9). These results are consistent with the studies by *Ragher et al.* and *Rodrigues et al.*<sup>13,14</sup> who proved that, over time, the effect of the applied solutions on the mechanical properties of an acrylic material increases.

On the other hand, studies by *Cakan et al.* and *Moussa et al.*<sup>15,16</sup> have found that denture cleaning agents affect the roughness of the surface of an acrylic material. *Pahuja et al.*<sup>17</sup> demonstrated an increase in the hardness of an acrylic material over time, but with reference to materials used for lining acrylic dentures. *Peracini et al.*<sup>18</sup> showed that the bending strength of an acrylic material decreases following the use of denture cleaning solutions (Corega Tabs, Bony Plus, distilled water).

Even though these studies have been conducted on a small number of samples, they could be referred into the following practical recommendations regarding the cleaning and storage of dentures: dentures should be thoroughly cleaned after each meal, using a toothbrush and pastes, denture cleansing powder or soap.<sup>19</sup> For night-time rest, dentures should be removed from the mouth and stored in a dry environment only.<sup>20,21</sup> Based on the conducted studies on the effect of removable denture cleaning agents on the mechanical properties of acrylic materials, it was found that all denture disinfectants reduce the tensile strength and hardness of acrylics. Therefore, these findings confirm the correctness of instructions on denture care given to patients. Chemical disinfection methods should generally be recommended to people who are ill, physically disabled or at high risk of *stomatitis prothetica*. The penetration of cleaning solutions to areas that are hard to reach with a toothbrush is a good complement to mechanical cleaning, provided that the principles of disinfectant use are strictly adhered to.<sup>22</sup> According to manufacturers' recommendations, the time spent by a denture in the disinfectant should be between 10 and 30 minutes. Furthermore, dentures cannot be stored in the environment of cleaning agents and disinfectants overnight, since studies have shown

by się obojętnego środowiska), jakim była woda destylowana, doszło do degradacji właściwości mechanicznych akryli. Roztworem, który w największym stopniu wpływał na obniżenie twardości akrylu była chlorheksydyna. Podchloryn sodu nie wpływał znacząco na parametry wytrzymałościowe. Podobne wyniki dotyczące wpływu podchlorynu sodu na właściwości mechaniczne akrylu uzyskano w badaniach *Arruda i wsp.*, *de Soussa i wsp.* oraz *Jeyapalan i wsp.*<sup>10-12</sup> Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykazała, że kluczowym czynnikiem, który wpływa na twardość akrylu jest rodzaj roztworu, w którym przebywał. Czas jej przebywania w roztworze ma drugorzędny wpływ na zmiany parametrów twardości (Tab. 9). Wyniki te są zgodne z badaniami *Ragher i wsp.* oraz *Rodrigues i wsp.*<sup>13,14</sup> którzy wykazali, że wraz z upływem czasu zwiększa się wpływ zastosowanych roztworów na właściwości mechaniczne tworzywa akrylowego. Z kolei w badaniach *Cakan i wsp.* oraz *Moussa i wsp.*<sup>15,16</sup> stwierdzono, że środki do higieny protez wpływają na chropowatość powierzchni tworzywa akrylowego. *Pahuja i wsp.*<sup>17</sup> wykazali wzrost twardości tworzywa akrylowego wraz z upływem czasu, ale w zakresie materiałów stosowanych do podścielania protez akrylowych. *Peracini i wsp.*<sup>18</sup> wykazali, że dochodzi do spadku wytrzymałości na zginanie tworzywa akrylowego po zastosowaniu roztworów do higieny protez (Corega tabs, Bony Plus, woda destylowana).

Mimo, iż badania te zostały przeprowadzone na niewielkiej liczbie próbek, to przekładając je na wskazówki praktyczne stanowiące zalecenia dotyczące higieny i przechowywania protez, mogą się one przedstawiać następująco: protezy należy dokładnie oczyścić po każdym posiłku z użyciem szczoteczki i past, proszku do mycia protez lub mydła.<sup>19</sup> Na czas spoczynku nocnego protezy należy wyjmować z jamy ustnej i przechowywać je wyłącznie w środowisku suchym.<sup>20,21</sup> Na podstawie przeprowadzonych badań na temat wpływu środków do higieny protez ruchomych na właściwości mechaniczne tworzyw akrylowych stwierdzono, że wszystkie środki do dezynfekcji protez obniżają wytrzymałość na rozciąganie i twardość akryli. Wyniki te potwierdzają zatem słuszność zaleceń,

that extending the time of chemical disinfection reduces the tensile strength and hardness of the acrylic material from which the denture is made. It is therefore necessary to provide patients with precise instructions on the methods of use and cleaning of dentures. It is important to make the patient aware that mechanical cleaning with a brush, water and soap should be the primary treatment to prevent prosthetic stomatopathy.

## Conclusions

1. Denture cleaning agents can affect the mechanical properties of acrylic materials.
2. Further studies on a higher number of samples are needed to confirm the results obtained.

jakie otrzymuje pacjent na temat użytkowania protez. Chemiczne metody dezynfekcji powinny być zalecane głównie osobom chorym, niesprawnym fizycznie i z dużym ryzykiem wystąpienia *stomatitis prothetica*. Przenikanie roztworów czyszczących do miejsc trudno dostępnych dla szczotek jest dość dobrym uzupełnieniem oczyszczania mechanicznego, pod warunkiem ścisłego przestrzegania zasad stosowania środków do dezynfekcji.<sup>22</sup> Zgodnie z zaleceniami producenta czas przebywania protezy w środku odkażającym powinien obejmować przedział od 10 do 30 min. Ponadto w porze nocnej nie można przechowywać protez w środowisku środków czyszczących i dezynfekujących, gdyż jak wykazały badania, przedłużenie czasu dezynfekcji chemicznej obniża wytrzymałość na rozciąganie i twardość tworzywa akrylowego, z którego wykonana jest proteza. Zatem koniecznym jest przekazywanie pacjentom dokładnych wskazówek na temat metod użytkowania i higieny protez. Istotne jest uświadomienie pacjenta, że oczyszczanie mechaniczne przy użyciu szczotki, wody i mydła powinno być podstawowym zabiegiem w zapobieganiu stomatopatiom protetycznym.

## Wnioski

1. Środki do higieny protez mogą wpływać na właściwości mechaniczne tworzyw akrylowych.
2. Celem potwierdzenia uzyskanych wyników, konieczne są dalsze badania na większej liczbie próbek.

---

## References

1. Juraszek J, Grzesiak M, Jankowska-Banyś J, Banyś A, Grzesiak S: Tworzywa rekonstrukcyjne w wykonawstwie protez całkowitych i częściowych – wytrzymałościowe badania porównawcze. *Twój Prz Stomatol* 2009; 10: 53-59.
2. Wojda M, Grzelak M, Spiechowicz E, Mierzwińska-Nastalska E: Ocena wyników leczenia pacjentów z zastosowaniem akrylowych protez ruchomych prowadzonego w ramach Narodowego Funduszu Zdrowia. *Protet Stomatol* 2010; 60: 28-36.
3. Cieślak A, Trykowski J: Higiena ruchomych akrylowych uzupełnień protetycznych. *Stomatol Współcz* 2011; 1: 26-32.
4. Craig RG: Materiały stomatologiczne. Wrocław: Wydawnictwo Elsevier; 2008: p. 499-517.
5. Majewski S, Sawicki B, Wiśniewska G: Porównawcze badania wytrzymałościowe tworzyw akrylowych stosowanych do sporządzania protez płytowych. *Stomatol Klin* 1992; 13: 45-49.

6. Sobolewska E, Frączak B, Ey-Chmielewska H, Pamuła E: Właściwości mechaniczne tworzywa akrylowego Vertex R. S. *Protet Stomatol* 2006; 56: 65-68.
7. Nalbant Ad Kalkanci A, Filiz B, Kustimur S: Effectiveness of different cleaning agents against the colonization of *Candida* spp and the in vitro detection of the adherence of these yeast cells to denture acrylic surfaces. *Yonsei Med J* 2008; 49: 647-654.
8. Rosak P, Soika K, Sobczyk-Rosak B: Codzienna higiena protez. *Twój Prz Stomatol* 2010; 3: 72-78.
9. Kasperski J, Wyszyńska M, Biedka I, Kops L, Kops M, Tobiaszewska A: Skuteczność środków chemicznych i metod dezynfekcji protez akrylanowych – przegląd piśmiennictwa. *Mag Stomatolog* 2010; 11: 64-67.
10. Arruda C, Sorgini D, Oliveira C, Macedo P, Lovato H, Paranhos F: Effects of Denture Cleansers on Heat-Polymerized Acrylic Resin: A Five-Year-Simulated Period of Use. *Braz Dent J* 2015; 26: 404-408.
11. De Sousa Porta SR, De Lucena-Ferreira SC, Da Silva WJ, Del Bel Cury AA: Evaluation of sodium hypochlorite as a denture cleanser: a clinical study. *Gerodontology* 2015; 32: 260-266.
12. Jeyapalan K, Kumar K, Azhagarasan N: Comparative evaluation of the effect of denture cleansers on the surface topography of denture base materials: An in-vitro study. *J Pharm Bioallied Sci* 2015; 7: 548-553.
13. Ragher M, Vinayakumar G, Patil S, Chatterjee A, Mallikarjuna DM, Dandekeri S, Swetha V, Pradeep MR: Variations in Flexural Strength of Heat-polymerized Acrylic Resin after the Usage of Denture Cleansers. *J Contemp Dent Pract* 2016; 17: 322-326.
14. Rodrigues Garcia RC, Joane Augusto De S Jr, Rached RN, Del Bel Cury AA: Effect of denture cleansers on the surface roughness and hardness of a microwave-cured acrylic resin and dental alloys. *J Prosthodont* 2004; 13: 173-178.
15. Cakan U, Kara O, Kara B: Effects of various denture cleansers on surface roughness of hard permanent relines resins. *Dent Mater J* 2015; 34: 246-251.
16. Moussa AR, Dehis WM, Elboraey AN, Elgabry HS: A Comparative Clinical Study of the Effect of Denture Cleansing on the Surface Roughness and Hardness of Two Denture Base Materials. *Open Acc Mac J Med Scien* 2016; 4: 476-481.
17. Pahuja RK, Garg S, Bansal S, Dang RH: Effect of denture cleansers on surface hardness of resilient denture liners at various time intervals – an in vitro study. *J Adv Prost* 2013; 5: 270-277.
18. Peracini A, Davi LR, De Queiroz Ribeiro N, De Souza RF, Lovato Da Silva CH, De Freitas Oliveira Paranhos H: Effect of denture cleansers on physical properties of heat-polymerized acrylic resin. *J Prosthodont Res* 2010; 54: 78-83.
19. Czerniawska-Kliman L, Nowacka A: Higiena ruchomych uzupełnień protetycznych. *Twój Prz Stomatol* 2013; 1: 40-42.
20. Zdziech T, Hajduga M: Czy częste mycie skraca życie... protez dentystycznych? *Twój Prz Stomatol* 2011; 12: 57-59.
21. Frączak B, Aleksandruk G, Brzoza W, Chruściel-Nogalska M: Higiena jamy ustnej oraz ruchomych uzupełnień protetycznych. *Czas Stomatol* 2009; 62: 202-209.
22. Mierzwińska-Nastalska E, Jaworska-Zaremba M, Błachnio S, Tańska M, Borsuk-Nastaj B, Spiechowicz E: Profilaktyka stanów zapalnych błony śluzowej jamy ustnej u użytkowników uzupełnień protetycznych – kliniczna i laboratoryjna ocena preparatu Corega Tabs. *Protet Stomatol* 2008; LVIII: 183-193.

Address: 31-155 Kraków, ul. Montelupich 4

Tel.: +4812 4245555 w. 240

e-mail: galamed@wp.pl

Received: 1<sup>st</sup> March 2017

Accepted: 31<sup>st</sup> December 2017