

ELŻBIETA PASZYŃSKA<sup>1</sup>, JUSTYNA JURGA-KROKOWICZ<sup>1</sup>, PATRICIA DERĘGOWSKA-NOSOWICZ<sup>1</sup>,  
BEATA CZARNECKA<sup>1</sup>, HONORATA SHAW<sup>1</sup>, RADOŚLAW LESZCZYŃSKI<sup>2</sup>

## Wpływ płukanek do jamy ustnej na właściwości reologiczne śliny całkowitej

### Effect of Mouthrinses on Rheological Properties of Whole Saliva

<sup>1</sup> Katedra i Zakład Biomateriałów i Stomatologii Doświadczalnej AM w Poznaniu

<sup>2</sup> Katedra Fizyki Molekularnej, Instytut Fizyki, UAM w Poznaniu

#### Streszczenie

**Wprowadzenie.** Ślina jako ciecz nienewtonowska wykazuje właściwości lepkosprężyste dzięki zawartości mucyn, które wpływają na formowanie zatrzymującego wodę filmu lubrykacyjnego na tkankach jamy ustnej. Biofilm może być barierą dla drobnoustrojów oraz czynników karcynogennych i blokować dostęp do komórek nabłonka jamy ustnej.

**Cel pracy.** Określenie wpływu 5 różnych płukanek do płukania jamy ustnej: Corsodyl, Kin Gingival, Eludril, Listerine, Oral B na właściwości lepkosprężyste śliny.

**Materiał i metody.** 15 zdrowych wolontariuszy w wieku 25–45 lat wzięło udział w badaniach. W części eksperymentalnej zebrano 5 próbek śliny od każdej z osób. 1 próbkę śliny niestymulowanej – zbieraną przez 15 minut oraz 2 próbki śliny – zbieranej po 2 i 15 minutach od płukania jamy ustnej każdą płukanką. Zgodnie z zaleceniami producentów, płukanie trwało 30 sekund. W części kontrolnej eksperymentu każdy z wolontariuszy powtórzył tę procedurę, używając wody destylowanej zamiast płukanki. Zebrane próbki śliny poddano analizie lepkosprężystości za pomocą reometru laserowego (długość fali 780 nm) Caber 1 (Haake, Thermo Elektron Corp., USA) i każdy pomiar powtórzono pięciokrotnie.

**Wyniki.** Na podstawie 450 pomiarów (test Wilcoxon;  $p < 0,03$ ) wykazano istotną różnicę w lepkosprężystości śliny po zastosowaniu płukanek w porównaniu ze śliną spoczynkową. Wykazano ponadto istotną różnicę we właściwościach lepkosprężystych śliny po płukaniu płukankami w porównaniu z wodą destylowaną. Po płukaniu jamy ustnej wodą destylowaną lepkość śliny zmniejszyła się, ale bez istotnej różnicy.

**Wnioski.** Istnieje związek między lepkością śliny stymulowanej a rodzajem płukanki użytej do stymulacji. Za pomocą reometru rozciągającego można ocenić lepkosprężystą rozciągłość kapilarną śliny (**Dent. Med. Probl. 2006, 43, 4, 541–547**).

**Słowa kluczowe:** ślina, właściwości reologiczne śliny, płukanki jamy ustnej.

#### Abstract

**Background.** Saliva is a non-Newtonian fluid containing mucins and is characterized by viscoelastic properties which help to form a water retaining, lubricating film on oral tissues. The biofilm has also been proposed as a barrier to carcinogens and viruses preventing their access to epithelial cell surfaces.

**Objectives.** The aim of the study was to evaluate the influence of 5 mouthrinses: Corsodyl, Kin Gingival, Eludril, Listerine, Oral B on saliva viscosity.

**Material and Methods.** 15 healthy volunteers, aged 25–45, took part in the survey. In the experimental part of the procedure 5 saliva samples were collected from each subject. These consisted of one sample of resting mixed saliva collected over 15 min. and 2 samples of saliva taken on the 2<sup>nd</sup> and 15<sup>th</sup> minute after rinsing the oral cavity with the mouthrinse. According to the manufacturer instructions, rinsing lasted 30 sec. In the control part of the experiment each volunteer repeated the same procedure using distilled water instead the mouthrinse. Measurement of the extensional viscosity of the all salivary samples was analyzed in an extensional rheometer with laser micrometer (780 nm wavelength) Caber 1 (Haake, Thermo Elektron Corp., USA) and each measurement was repeated 5 times.

**Results.** According to 450 probe measurements (Wilcoxon matched pair test,  $p < 0.03$ ) it has been shown that there was a significant difference between the viscosities of unstimulated saliva and saliva collected after rinsing the

oral cavity with mouthrinse. Additionally, there were significant differences between viscosities after rinsing with mouthrinses and distilled water. After rinsing with distilled water salivary viscosity was reduced but not to any significant extent.

Conclusions. There is a connection between salivary viscosity and the type of mouthrinse used for stimulation. The use of the extensional rheometer can provide unambiguous results of saliva capillary viscoelasticity measurements (*Dent. Med. Probl.* 2006, 43, 4, 541–547).

**Key words:** saliva, salivary rheological properties, mouthrinses.

Ślina jako ciecz nienewtonowska wykazuje właściwości lepkosprężyste dzięki zawartości mucyn, wpływające w istotny sposób na utrzymanie jej funkcji ochronnych i obronnych w jamie ustnej. Ciecze podczas przepływu w określonym środowisku podlegają procesom ciągłego mieszania. Powoduje to zmianę charakterystyki substancji, a w szczególności, w zależności od występującego ścinania, zmianę lepkości. Przepływ śliny w jamie ustnej nie ma charakteru idealnego. W idealnym ośrodku płynnym ciecze deformują się w sposób nieodwracalny i płyną w sposób ciągły. Ciecze rzeczywiste natomiast odkształcają się jedynie pod wpływem naprężeń ścinających i są w różnym stopniu sprężyste i lepkie. W pewnym zakresie naprężeń i szybkości ścinania ślina wykazuje właściwości pseudoplastyczne, co oznacza, że wzrost szybkości ścinania powoduje spadek jej lepkości. Efekt rozrzedzenia jest odwracalny i często w tym samym czasie odzyskuje ona swoją dużą lepkość.

Na zmiany lepkości śliny w czasie mogą również oddziaływać stosowane coraz powszechniej płukanki do jamy ustnej, które mogą zmieniać wewnętrzne uporządkowanie cząsteczkowe śliny, a tym samym zmienić jej właściwości. Aby ocenić, czy i w jaki sposób właściwości te zmieniają się, można zastosować pomiar właściwości reologicznych śliny. Współczesne reometry pozwalają na przeprowadzenie dokładnej analizy relacji między stanem naprężenia, stanem odkształcenia i ich pochodnymi w czasie trwania eksperymentu. Uzyskane informacje pozwalają na klasyfikację reologicznego zachowania badanych cieczy [1, 2].

## Definicje podstawowych wielkości występujących w reologii

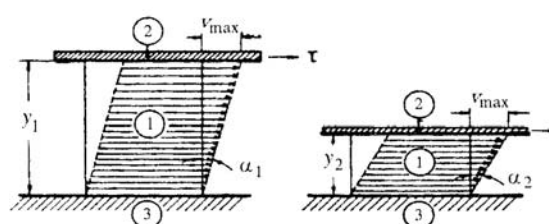
### Lepkość

Pomiar lepkości cieczy wymaga przede wszystkim zdefiniowania wszystkich parametrów opisujących przepływ. Następnie trzeba wybrać odpowiednie warunki pomiarowe pozwalające na wykonanie powtarzalnych pomiarów. Zachowanie się cieczy idealnej zostało opisane przez Izaaka Newtona:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

naprężenie ścinające = lepkość · szybkość ścinania

Model płytek równoległych pozwala zdefiniować zarówno naprężenie ścinające, jak i szybkość ścinania (ryc.1).



**Ryc. 1.** Przepływ między dwiema płytkami: 1 – ścinana ciecz, 2 – ruchoma płytka z powierzchnią ścinania, 3 – nieruchoma płytka

**Fig. 1.** Flow between two plates: 1 – shear sample fluid, 2 – movable plate with shear field, 3 – non-movable plate

### Naprężenie ścinające

Siła  $F$  przyłożona do powierzchni  $A$  wywołuje przepływ w warstwie cieczy. Prędkość przepływu zależy od wewnętrznego oporu cieczy, czyli od jej lepkości:

$$\tau = \frac{F_{(siła)}}{A_{(powierzchnia)}} \left[ \frac{N_{(Newton)}}{m^2} = Pa [paskal] \right]$$

### Szybkość (prędkość) ścinania

Naprężenie ścinające  $\tau$  sprawia, że przepływ cieczy ma swoisty charakter. Maksimum prędkości przepływu  $V_{max}$  występuje przy górnej powierzchni styku z ruchomą płytką i maleje aż do  $V_{min} = 0$  przy dolnej powierzchni styku z nieruchomą płytką. Występuje zjawisko przepływu laminarnego. Oznacza to, że nieskończenie cienkie warstwy ślizgają się jedna po drugiej. Jedna warstwa laminarna przesuwa się względem drugiej tylko o mały fragment całkowitego przemieszczenia. Spadek szybkości wzdłuż szerokości  $y$  szczeliny jest nazywany prędkością (szybkością) ścinania i matematycznie jest określony przez pochodną:

$$\dot{\gamma} = \frac{dv}{dy}$$

W opisywanym przykładzie dwóch równoległych płytek można powyższe równanie zmodyfikować do:

$$\dot{\gamma} = \frac{v_{(max)}}{y} \left[ \frac{1}{s} \right]$$

Wstawiając równanie (3) do równania (1):

$$\tau = \frac{\eta \cdot dv}{dy}$$

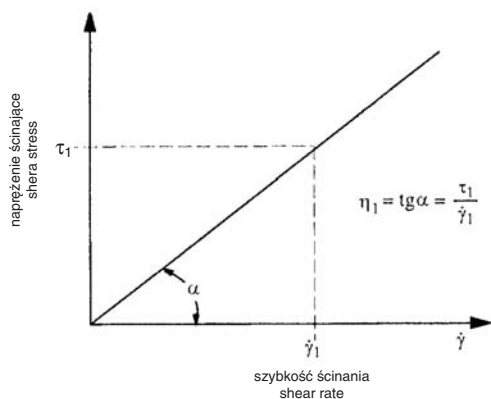
możemy zauważyć, że naprężenie ścinające w cieczach powoduje przepływ. Parametr lepkości  $\eta$  służy do wyznaczenia oporu charakteryzującego dane ciało.

### Krzywe płynięcia i lepkości

Związek między naprężeniem ścinającym i szybkością ścinania określający zachowanie przepływu cieczy jest nazywany krzywą płynięcia. Poniższy wykres przedstawia najprostszą typ krzywej płynięcia (ryc. 2). W równaniu (1) przyjęto, że lepkość jest stała.

Innym, często stosowanym wykresem jest wykres lepkości w zależności od prędkości ścinania. Wykres ten jest nazywany krzywą lepkości (ryc. 3). Krzywa lepkości pokazana na ryc. 3 odpowiada krzywej płynięcia z ryc. 2. Pomiar lepkości zawsze najpierw przedstawia się na krzywej płynięcia. Krzywą lepkości uzyskuje się przez wyznaczenie poszczególnych wartości lepkości w funkcji prędkości ścinania. Różne typy krzywych płynięcia mają swoje odpowiedniki w różnych typach krzywych lepkości.

Na rynku jest dostępnych wiele różnego typu płukanek, dlatego postanowiono stwierdzić, w jaki sposób ich stosowanie może zmienić właściwości fizyczne, a szczególnie reologiczne śliny.



**Ryc. 2.** Krzywa płynięcia cieczy newtonowskiej: naprężenie ścinające –  $\tau_1$ , szybkość ścinania –  $\dot{\gamma}_1$

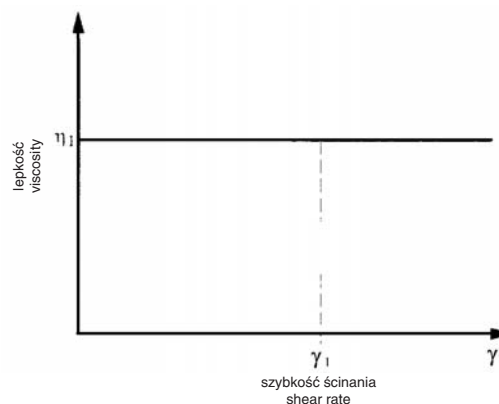
**Fig. 2.** Flow curve of the Newtonian fluid: shear stress –  $\tau_1$ , shear rate –  $\dot{\gamma}_1$

### Material i metody

Ocenie poddano pięć płukanek (tab. 1), które zastosowano u 15 zdrowych wolontariuszy (8 kobiet i 7 mężczyzn) w wieku 25–45 lat. Od każdego z badanych osób zebrano 5 próbek śliny: ślinę niestymulowaną – zbieraną przez 15 minut (czas –  $t_1$ ) oraz 2 próbki śliny – pobieranej po 2 (czas –  $t_2$ ) i 15 minutach (czas –  $t_3$ ) od płukania jamy ustnej badanymi płukanekami przez 30 sekund. Podczas następnej części doświadczenia od każdego badanego zebrano 3 próbki w takich samych odstępach czasu jak przy stosowaniu płukanek ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ), ale po płukaniu wodą destylowaną. Te próbki włączono do grupy kontrolnej [3, 4].

Zebrane próbki śliny poddano analizie lepko-sprężystości za pomocą reometru rozciągającego Caber 1 (Haake, Thermo Elektron, Karlsruhe, Niemcy). Pomiar prowadzono w temperaturze pokojowej, a każdy pomiar lepkości dynamicznej był powtarzany pięciokrotnie. Małą ilość próbki, tj. 1 ml, umieszczano między dwoma okrągłymi płytkami. Górna płytka była gwałtownie oddzielana od dolnej przy odpowiednio ustawionej przez użytkownika wartości naprężenia. W wyniku oddalania się od siebie płytek pod wpływem danego naprężenia i tym samym rozciągania substancji tworzyła się coraz cieńsza „nitka”. Po przerwaniu rozciągania cieczy w środkowym punkcie, ciecz opadała na dolną płytkę przy danej wartości naprężenia określającej właściwości rozciągliwości substancji. Laserowy mikrometr mierzył średnicę punktu środkowego zwężającej się „nitki” cieczy i przedstawiał jej zmianę w czasie. Po odpowiedniej analizie uzyskanych danych wyliczono wartość lepkości każdej zmierzonej próbki.

Do pomiaru użyto dwóch równoległych płytek o średnicy 6 mm, które rozsuwały się w czasie 20 ms przy naprężeniu 50 mNm. Otrzymane w ten sposób wyniki poddano analizie statystycznej bezpośrednio w programie „Caber Analysis V4.404



**Ryc. 3.** Krzywa lepkości cieczy newtonowskiej

**Fig. 3.** Viscosity curve of the Newtonian fluid

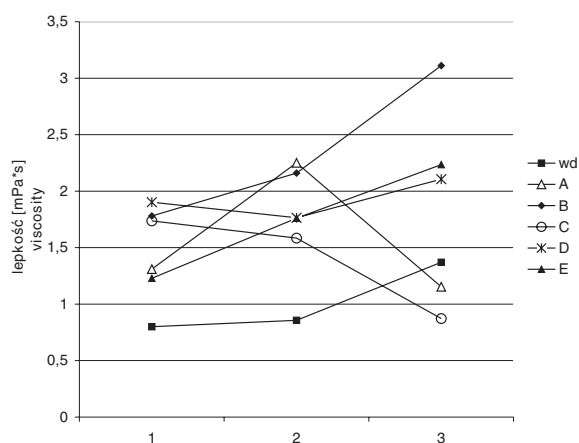
**Tabela 1.** Charakterystyka wybranych płukanek do jamy ustnej**Table 1.** Characteristics of the selected mouthrinses

| Symbol płukanki (Symbol of mouthrinse) | Nazwa płukanki (Name of mouthrinse) | Substancja aktywna (Active component)                | Stężenie alkoholu w płukanke (Concentration of alcohol in mouthrinse) | Producent (Manufacturer)                                     |
|--|-------------------------------------|--|---|--|
| WD                                     | woda destylowana                    | brak   | brak  | Achtel Sp. z o.o., Ciechanów, Polska                         |
| A                                      | Corsodyl                            | chlorheksydyna 0,2%                                  | etanol 7,2%   | GlaxoSmithKline Pharmaceuticals, Maidenhead, Wielka Brytania |
| B                                      | Kin Ginigival                       | chlorheksydyna 0,1%                                  | brak  | Labolatorios Kin S.A., Barcelona, Hiszpania                  |
| C                                      | Eludril                             | chlorheksydyna 0,2%                                  | etanol 42,8%  | Pierre Fabre Oral Care, Medicament Production, Gien, Francja |
| D                                      | Listerine                           | olejki eteryczne                                     | etanol 21,6%  | Pfizer Consumer Healthcare, Morris Plains, NJ, USA           |
| E                                      | Oral B                              | fluorek sodowy 0,05%<br>chlorek cetylopirydyny 0,05% | brak  | Procter&Gamble, USA  |

Build 05-21-04". Ustalono poziom istotności  $p \leq 0,03$  (test Wilcoxon) jako kryterium przyjęcia hipotezy o istotnych zależnościach między grupami. Obliczenia statystyczne wykonano z użyciem średniej arytmetycznej ze wszystkich pomiarów danej serii. Wykresy sporządzono na podstawie przeliczeń poszczególnych średnich dla każdej z płukanek oraz do celów testowych dla wody destylowanej. Wszystkie obliczenia wykonano na tej samej grupie pacjentów. Część pomiarów początkowych odrzucono ze względu na występujące widoczne błędy pomiarowe. Na powstałe błędy składały się problemy z właściwym przygotowaniem pacjentów do badań oraz po otrzymaniu materiału badawczego właściwe jego przygotowanie i zmierzenie. Po ich odrzuceniu wykonano właściwe serie pomiarów i te wyniki przedstawiono w pracy. Z uzyskanych pomiarów wyznaczono średnie wartości lepkości z 10 wyników dla poszczególnych czasów badań ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ) i płukanek (A, B, C, D, E i WD – woda destylowana) (tab. 1).

## Wyniki

Wyniki badań lepkości śliny dla poszczególnych płukanek przedstawiają ryc. 4 i tab. 2. Na podstawie pomiarów stwierdzono istotną zmianę lepkości śliny całkowitej po zastosowaniu płukanek w porównaniu ze śliną spoczynkową w odniesieniu do wszystkich płukanek. W analizie poszczególnych wyników otrzymanych po zastosowaniu płu-



**Ryc. 4.** Średnia lepkość śliny całkowitej po zastosowaniu płukanek i wody destylowanej (1 – czas  $t_1$ , 2 – czas  $t_2$ , 3 – czas  $t_3$ )

**Fig. 4.** Mean viscosity of the whole saliva before and after rinsing with mouthrinses and distilled water (1 – time  $t_1$ , 2 – time  $t_2$ , 3 – time  $t_3$ )

kanek wyróżniono dwa odmienne typy zachowań lepkością śliny: 1) dla płukanek A i C zaobserwowano początkowo wzrost (w czasie  $t_2$ ), po czym szybki spadek lepkości śliny (w czasie  $t_3$ ), 2) dla płukanek B, D i E zaobserwowano stały znaczący wzrost lepkości (w czasie  $t_2$  i  $t_3$ ).

Do celów kontrolnych na ryc. 4 przedstawiono również zmianę lepkości śliny po zastosowaniu wody destylowanej (WD). W tym eksperymencie stwierdzono, iż w całym zakresie pomiarowym ślina zachowuje podobną lepkość przed i po płukaniu.

**Tabela 2.** Średnia lepkość śliny całkowitej po zastosowaniu płukanek i wody destylowanej (1 – czas  $t_1$ , 2 – czas  $t_2$ , 3 – czas  $t_3$ ); ns. – nieznamienne statystycznie**Table 2.** Mean viscosity of the whole saliva before and after rinsing with mouth-rinses and distilled water (1 – time  $t_1$ , 2 – time  $t_2$ , 3 – time  $t_3$ ); ns. – not significant

| Płukanki (Mouthrinses) | Lepkość $t_1$ (Viscosity $t_1$ )<br>mPa · s | Lepkość $t_2$ (Viscosity $t_2$ )<br>mPa · s | Lepkość $t_3$ (Viscosity $t_3$ )<br>mPa · s | Istotność statystyczna (p-level) |
|------------------------|---|---|---|----------------------------------|
| wd                     | 0,8 ± 0,2                                   | 0,85 ± 0,3                                  | 1,37 ± 1,5                                  | ns.                              |
| A                      | 1,31 ± 1,4                                  | 2,25 ± 1,8                                  | 1,17 ± 0,9                                  | < 0,03                           |
| B                      | 1,78 ± 1,1                                  | 2,16 ± 1,6                                  | 3,11 ± 2,2                                  | < 0,03                           |
| C                      | 1,74 ± 1,1                                  | 1,58 ± 1,2                                  | 0,87 ± 0,5                                  | < 0,03                           |
| D                      | 1,91 ± 1,3                                  | 1,76 ± 1,8                                  | 2,1 ± 2,0                                   | < 0,03                           |
| E                      | 1,23 ± 0,8                                  | 1,76 ± 1,4                                  | 2,23 ± 1,9                                  | < 0,03                           |

\* Średnia ± SD.

\* Mean ± SD.

## Omówienie

Przedstawione wyniki badań przeczą przyjętej opinii, że płukanki do jamy ustnej, wykazują podobne właściwości fizyczne, mają jednakową zdolność penetracji w jamie ustnej. Badania właściwości fizycznych płynów prowadzone przez O'Briena i Ryge'a były podstawą do określenia tzw. współczynnika penetracji [5, 6] (PC – *penetration coefficient*,  $m \cdot s^{-1}$ ) dla płynów stosowanych w jamie ustnej. Na wartość tego współczynnika wpływają lepkość ( $\eta$ ), kąt styku ( $\theta^\circ$ ) i względna energia powierzchni ( $\gamma_1$ ). Ustalono, że współczynnik ten jest tym wyższy, im badany płyn ma mniejszą lepkość ( $\eta$ ) i kąt styku ( $\theta^\circ$ ), a także większą względną energię powierzchni ( $\gamma_1$ ). W takich warunkach zdolność penetracji substancji płynnej będzie szybsza na danej powierzchni [3, 4], a w jamie ustnej – im większa jest wartość wskaźnika penetracji, tym lepiej płukanki docierają w głąb jamy ustnej. Powyższą zależność, opisującą współczynnik penetracji PC, określa wzór:

$$PC = \gamma_1 \cos \theta \cdot (2 \eta)^{-1}$$

W badaniach Perdoka et al. [3, 4], przeprowadzonych nad zdolnością penetracji płukanek do jamy ustnej ustalono, że różnice w wartościach współczynnika penetracji (PC) między różnymi płukanekami, wynosiły ponad 20%, a zmierzony kąt styku ( $\theta^\circ$ ) wynosił 37–54°. Prowadzone nad tym zagadnieniem badania wykazały, że lepsze właściwości penetrujące wykazuje woda destylowana, której kąt styku wynosi  $48^\circ \pm 4^\circ$ , a w badaniach *in vivo* współczynnik penetracji okazuje się większy i wynosi  $0,241 m \cdot s^{-1}m$ . Dlatego wodę należy uznać za bardziej skuteczny płyn, mogący dotrzeć przy irygacji do najtrudniejszych miejsc

w jamie ustnej, takich jak przestrzenie międzyzębowe i kieszenie dziąsłowe. Woda nie ma jednak dodatkowych składników przeciwbakteryjnych czy remineralizujących tkanki zęba, takich jakie zawierają komercyjne płukanki do jamy ustnej. Duża zdolność penetracji pomocna w dotarciu płynu do miejsca przeznaczenia jest jednym z czynników mających wpływ na skuteczne działanie lecznicze płynów stosowanych do leczenia chorób jamy ustnej.

Dotychczas zagadnieniu skuteczności płukanek w aspekcie ich właściwości fizycznych poświęcano niewiele uwagi, a w badaniach mikrobiologicznych dotyczących profilaktyki i leczenia chorób przyzębia coraz częściej jest podnoszone znaczenie całkowitej dezynfekcji jamy ustnej, tzw. *full mouth disinfection* [7–10], w której istotne jest odkażenie nie tylko łatwo dostępnych powierzchni zębów i dziąseł, ale również szczeliny dziąsłowej, zachyłków i fałdów błony śluzowej wyrostków zębodołowych, policzków, języka, migdałków. Oczywiście wydaje się, że skuteczność tej metody w leczeniu chorób przyzębia powinna wzrosnąć, jeśli zastosuje się płukanki o zwiększonej penetracji.

Na podstawie wyników przedstawionych badań lepkość śliny niestymulowanej i stymulowanej była istotnie różna. Za właściwości reologiczne śliny są odpowiedzialne mucyny glikoproteinowe o dużym (MUC5b) i małym (MUC7) ciężarze właściwym oraz białko bogate w prolinę (PRP). Dwa pierwsze związki są wydzielane przez podjęzykowe, podżuchwowe i podniebienne gruczoły ślinowe, a białko PRP jest wydzielane przez śliniankę przyuszną [11]. Ze względu na różne umiejscowienie wydzielania poszczególnych związków odpowiedzialnych za właściwości reologiczne śliny, można się spodziewać, że w zależ-

ności od aktywacji sekrecji danego gruczołu ślinowego, lepkość uzyskanej śliny może być różna. W ślinie spoczynkowej na poziom związków zapewniających właściwości lubrykacyjne wpływają przede wszystkim gruczoły ślinowe dna jamy ustnej. W ślinie stymulowanej zwiększa się udział ślinianek przyuszných, które nie wydzielają mucyn MUC5b, MUC7. Można zatem przypuszczać, że zmiana lepkości śliny pod wpływem płukanek może świadczyć o zmianie aktywności gruczołów odpowiedzialnych za wydzielanie glikoprotein, a spowodowanej aktywnymi składnikami poszczególnych płukanek.

Jak wiadomo najskuteczniejszymi stymulatorami wydzielania śliny są substancje pobudzające receptory smakowe znajdujące się w kubkach smakowych, a podczas drażnienia mechanoreceptorów objętość wydzielanej śliny jest wprost proporcjonalna do siły działającego bodźca. Po pierwszym dużym skoku wydzielniczym wytwarzanie śliny utrzymuje się na ustalonym podwyższonym poziomie.

W badaniach nad płukankami zawierającymi w swym składzie chlorheksydynę w stężeniu 0,2% i 0,12% wykazano, iż czasowo obniżają one percepcję smaku gorzkiego, słonego i to już po pierwszym zastosowaniu w jamie ustnej przez 30–60 s [12]. Wykazano również, że 30% kationów chlorheksydyny wiąże się wówczas z powierzchnią błony śluzowej jamy ustnej, podczas gdy reszta cząsteczek wiąże się z białkami i mucynami śliny. W tej aktywnej formie jest uwalniana jeszcze przez 8–12 godzin do jamy ustnej, gdyż jak wiadomo, dość znaczna część śliny zalega przez dłuższy czas w szczelinie dziąsłowej i na dnie jamy ustnej [13]. Mechanizmy wstępnego przyłączenia się

chlorheksydyny są oparte na oddziaływaniach elektrostatycznych i hydrofobowych. Istnieją doniesienia o wpływie chlorheksydyny na percepcję smaku, a także spowodowaniu zmian w samej ślinie przez uporządkowanie cząsteczkowe śliny [14, 15]. Może to tłumaczyć zaobserwowane zjawisko spadku lepkości śliny po zastosowaniu płukanek z chlorheksydyną w wyższym stężeniu 0,2% (płukanka A i C). Płukanka B, zawierająca w swoim składzie chlorheksydynę, ale o mniejszym stężeniu (0,1%), w mniejszym stopniu obniżała lepkość śliny. Zaobserwowano również, że płukanki nie zawierające w swoim składzie alkoholu (płukanka B i E) najsilniej podwyższyły lepkość śliny. Jak wykazano [16] alkohole w odpowiednim stężeniu mogą deformować strukturę białek w ślinie, powodując zmiany w strukturze IV, III lub II rzędu i utratę właściwości białka rodzimego. Alkohole mogą ponadto uaktywniać receptory nocycyptywne stymulujące czynność gruczołów ślinowych. Można jedynie przypuszczać, że wykazana w eksperymencie rosnąca lepkość śliny po użyciu płukanek B i E mogła być spowodowana brakiem destrukcji białek śliny odpowiedzialnych za lepkość z powodu braku w ich składzie alkoholu. Ten aspekt wymaga jednak dalszych badań biochemicznych.

Podsumowując, stwierdzono, że dostępne obecnie na rynku płukanki do jamy ustnej, poza działaniem przeciwbakteryjnym i przeciwpróchnicowym, mają również zdolność wpływania na takie właściwości fizyczne śliny, jak lepkość i współczynnik penetracji [17]. Nowe techniki mierzenia rozciągalności cieczy nienewtonowskich mogą dać możliwość dokładniejszej oceny kapilarnej śliny i płukanek do jamy ustnej.

## Piśmiennictwo

- [1] RANTONEN P. J. F., MEURMAN J. H.: Viscosity of whole saliva. *Acta Odontol. Scand.* 1998, 56, 210–214.
- [2] SCHWARZ W. H.: The rheology of saliva. *J. Dent. Res.* 1987, 66, 660–666.
- [3] PERDOK J. F., VAN DER MEI H. C., BUSSHER H. J.: Physicochemical properties of commercially available mouthrinses. *J. Dent.* 1990, 18, 147–150.
- [4] PERDOK J. F., VAN DER MEI H. C., BUSSHER H. J., GENET M. J., ROUXHET P. G.: Surface free energies and elemental surface compositions of human enamel after application of commercially available mouthrinses and adsorption of salivary constituents. *J. Clin. Dent.* 1990, 2, 43–47.
- [5] AGUIRRE A., MENDOZA B., LEVINE M. J., HATTON M. N., DOUGLAS W. H.: *In vitro* characterization of human salivary lubrication. *Arch. Oral Biol.* 1989, 34, 675–677.
- [6] HATTON M. N., LEVINE M. J., MARGARONE J. E., AGUIRRE A.: Lubrication and viscosity features of human saliva and commercially available saliva substitutes. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1987, 45, 496–499.
- [7] FINE D. H., FURGANG D., BARNETT M. L.: Comparative antimicrobial activities of antiseptic mouthrinses against isogenic planktonic and biofilm forms of *Actinobacillus actinomycetemcomitans*. *J. Clin. Periodontol.* 2001, 28, 697–700.
- [8] FINE D. H., FURGANG D., LIEB R., KORIK I., VINCENT J. W., BARNETT M. L.: Effects of sublethal exposure to an antiseptic mouthrinse on representative plaque bacteria. *J. Clin. Periodontol.* 1996, 23, 444–451.
- [9] AIMETTI M., ROMANO F., PECCOLO D. C., DEBERNARDI C.: Non-surgical periodontal therapy of shallow gingival recession defects: evaluation of the restorative capacity of marginal gingiva after 12 months. *J. Periodontol.* 2005, 76, 256–261.
- [10] QUIRYNEN M., DE SOETE M., DIERICKX K., VAN STEENBERGHE D.: The intra-oral translocation of periodontopathogens jeopardises the outcome of periodontal therapy. A review of literature. *J. Clin. Periodontol.* 2001, 28, 499–507.

- [11] TABAK L. A., LEVINE M. J., MANDEL I. D., ELLISON S. A.: Role of salivary mucins in the protection of the oral cavity. *J. Oral Pathol.* 1982, 11, 1–17.
- [12] BRESLIN P. A. S., THARP CH. D.: Reduction of saltiness and bitterness after chlorhexidine rinse. *Chem. Senses* 2001, 26, 105–116.
- [13] FRANK M. E., GENT J. F., HETTINGER T. P.: Effects of chlorhexidine on human taste perception. *Physiol. Behav.* 2001, 74, 85–99.
- [14] HELMS J. A., DELLA-FERA M. A., MOTT A. E., FRANK M. E.: Effects of chlorhexidine on human taste perception. *Arch. Oral Biol.* 1995, 40, 913–920.
- [15] LANG N. P., CATALANOTTO F. A., KNOPFLI R. U., ANTCZAK A. A.: Quality-specific taste impairment following the application of chlorhexidine digluconate mouthrinses. *J. Clin. Periodontol.* 1988, 15, 43–48.
- [16] CHOTHIA C.: Principles that determine the structure of proteins. *Ann. Rev. Biochem.* 1984, 53, 537–543.
- [17] VAN DEN REIJDEN W. A., VEERMAN E. C. I., NIEUW AMERONGEN A. V.: Shear rate dependent viscoelastic behaviour of human glandular salivas. *Biorheology* 1993, 30, 141–152.

### **Adres do korespondencji:**

Elżbieta Paszyńska  
Katedra i Zakład Biomateriałów i Stomatologii Doświadczalnej AM w Poznaniu  
ul. Bukowska 70  
60-812 Poznań  
tel.: +48 61 854 71 01  
faks: +48 61 854 71 02  
e-mail: ela@pa.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 14.09.2006 r.

Po recenzji: 15.11.2006 r.

Zaakceptowano do druku: 20.12.2006 r.

Received: 14.09.2006

Revised: 15.11.2006

Accepted: 20.12.2006