

AGATA ŻÓŁTOWSKA<sup>1</sup>, MICHAŁ PENKOWSKI<sup>2</sup>, BARBARA KOCHAŃSKA<sup>1</sup>

**WPLYW NIEKTÓRYCH ZABIEGÓW HIGIENICZNYCH NA POWSTAWANIE PRĄDÓW GALWANICZNYCH W OGNIWIE ZŁOŻONYM Z AMALGAMATU KONWENCJONALNEGO I KORONY ZŁOTEJ. BADANIA *IN VITRO***

**INFLUENCE OF SOME HYGIENIC PROCEDURES ON DENTAL GALVANISM APPEARANCE, TESTED IN GALVANIC CELL INCLUDING LOW-COPPER AMALGAM AND GOLD CROWN. STUDY IN VITRO**

<sup>1</sup> Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej AMG

kierownik: dr hab. Barbara Kochańska

<sup>2</sup> Katedra i Zakład Fizyki i Biofizyki AMG

kierownik: prof. dr Bartłomiej Kwiatkowski

U niektórych pacjentów w jamie ustnej występują jednocześnie uzupełnienia protetyczne i wypełnienia amalgamatowe. Amalgamaty są wypełnieniami trwałymi, mogą pozostawać w jamie ustnej nawet kilkadziesiąt lat. Złoto jest metalem, które stosuje się do wyrobu koron i mostów. Oba te materiały poddawane są działaniu środków do higieny jamy ustnej. Celem pracy było określenie wpływu rutynowych zabiegów higienicznych na powstawanie prądów galwanicznych w stworzonym układzie ogniwa galwanicznego, złożonego z amalgamatu z fazą  $\gamma_2$  i korony złotej w sztucznej ślinie. Wartości gęstości prądu, w przypadku gdy elektrody były wcześniej poddane szczotkowaniu, wahały się od 82  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  do 4,6  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ . W przypadku gdy szczotkowanie wykonano z użyciem pasty Elmex zawierającej związek fluoru – aminofluorki, gęstość prądu utrzymywała się przez 10 minut na wyższym poziomie niż gdy do szczotkowania wykorzystano pastę ze środkami ściernymi – Clinomyn. Najmniejsze gęstości prądu stwierdzono w przypadku, gdy pomiarów dokonano przy powierzchniach elektrod, które przez 12 godzin zanurzone były w sztucznej ślinie i nie były poddawane żadnym zabiegom higienicznym.

Mimo postępu technologicznego w stomatologii i możliwości wyboru wypełnień z różnego typu materiałów, do odbudowy twardych tkanek zęba nadal stosuje się amalgamaty. Są to materiały trwałe, które mogą pozostawać w jamie ustnej nawet 20 lat. Istnieje więc możliwość, że w jamie ustnej starszych pacjentów mogą znajdować się wypełnienia amalgamatowe, należące do generacji I, które w swoim składzie zawierają mogą około 60% srebra, 29% cyny, mniej niż 6% miedzi i mniej niż 2% cynku. Amalgamaty tej generacji charakteryzują się powstawaniem

fazy  $\gamma_1$  Ag<sub>3</sub>Hg<sub>4</sub> (czyli właściwej matrix ortecia) i fazy  $\gamma_2$  Sn<sub>8</sub>Hg (odpowiedzialnej za korozję) oraz fazy  $\gamma$  (niezwiązane cząsteczki Ag<sub>3</sub>Sn) [5, 12].

Złoto to metal szlachetny, z jego stopów wykonuje się stałe uzupełnienia protetyczne.

W związku z tym, że w jamie ustnej pacjentów, szczególnie osób w starszym wieku, mogą znajdować się zarówno wypełnienia amalgamatowe, jak i uzupełnienia protetyczne ze złota, czyli metale o różnym potencjale elektrochemicznym, istnieją warunki do powstania ogniwa galwanicznego.

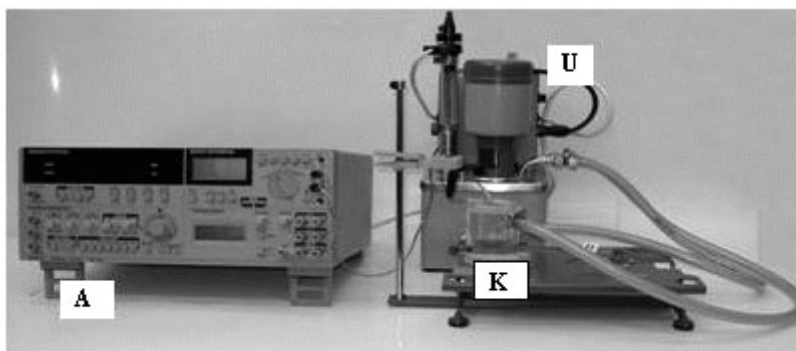
Metale i stopy metali, znajdujące się w jamie ustnej, podlegają różnym zjawiskom fizycznym: pasywacji, polaryzacji [3, 7], korozji oraz powstawaniu prądów galwanicznych, które mogą być przyczyną wielu dolegliwości [4, 6]. Na szybkość korozji metalu w jamie ustnej mają wpływ: zmiany temperatury, skład i ilość śliny, osady i płytka nazębna, wartość pH, rodzaj spożywanego pokarmu i płynów, zażywane leki, a także ogólny stan zdrowia (skład kwasu żołądkowego, występowanie refluksów żołądkowo-przełykowych, wymioty). Duże znaczenie w procesie korozji mają również: przygotowanie i stan powierzchni metalowych oraz dostęp powietrza [3]. Zjawiska korozji i prądów elektrogalwanicznych w jamie ustnej i związane z tym objawy określa się jako oral galvanism [6].

Uzupełnienia metalowe znajdujące się w jamie ustnej, rutynowo poddawane są działaniu zabiegów higienicznych (np. szczotkowaniu), a także działaniu środków stosowanych do codziennej higieny jamy ustnej (np. past o działaniu profilaktycznym, past z substancjami ściernymi usuwającymi osad). Zabiegi te i stosowane preparaty mogą zmieniać w różny sposób strukturę powierzchni uzupełnień metalowych. Problem ten można rozpatrywać również w aspekcie możliwości powstawania prądów galwanicznych. W tym przypadku interesujące wydaje się być stwierdzenie, czy i w jakim stopniu stosowane rutynowo zabiegi i środki higieniczne mogą wpływać na wielkość prądów galwanicznych w ogniwie złożonym z korony złotej i amalgamatu generacji I.

## MATERIAŁ I METODY

Na potrzeby eksperymentu zestawiono ogniwo galwaniczne, w którym elektrodami były: amalgamat konwencjonalny (Stabil B) i korona złota. Jako elektrolit, imitujący naturalne warunki występujące w jamie ustnej, zastosowano sztuczną ślinę, którą przygotowywano *ex tempore* wg Arvidson [1]. Sztuczna ślina o pH 6,7 i przewodności 5,8 mS, składała się z 100 ml 25 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 100 ml 24 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>; 100 ml 150 mM KHCO<sub>3</sub>; 100 ml 100 mM NaCl; 100 ml 1,5 mM MgCl<sub>2</sub>; 6 ml 25 mM kwasu cytrynowego; 100 ml 15 mM CaCl<sub>2</sub>. Do pomiaru natężenia prądu galwanicznego zastosowano zestaw pomiarowy (ryc. 1), w skład którego wchodziły następujące elementy:

- miliamperomierz prądu stałego o zakresie 1 mA, rozdzielczości 100 nA i klasie 0,05 i oporze 100  $\Omega$ ;
- komora zbudowana ze szkła organicznego, połączona z termostatem za pomocą przewodów gumowych odpornych na podwyższoną temperaturę;
- termostat U1 – urządzenie służyło do wymuszania przepływu wody i stabilizowało jej temperaturę na poziomie +37 °C (fluktuacje temperatury we wszystkich seriach pomiarowych były mniejsze od 0,5 °C).
- pH-metr PW 9409 ze zintegrowaną elektrodą szklaną.



Ryc. 1. Zestaw pomiarowy

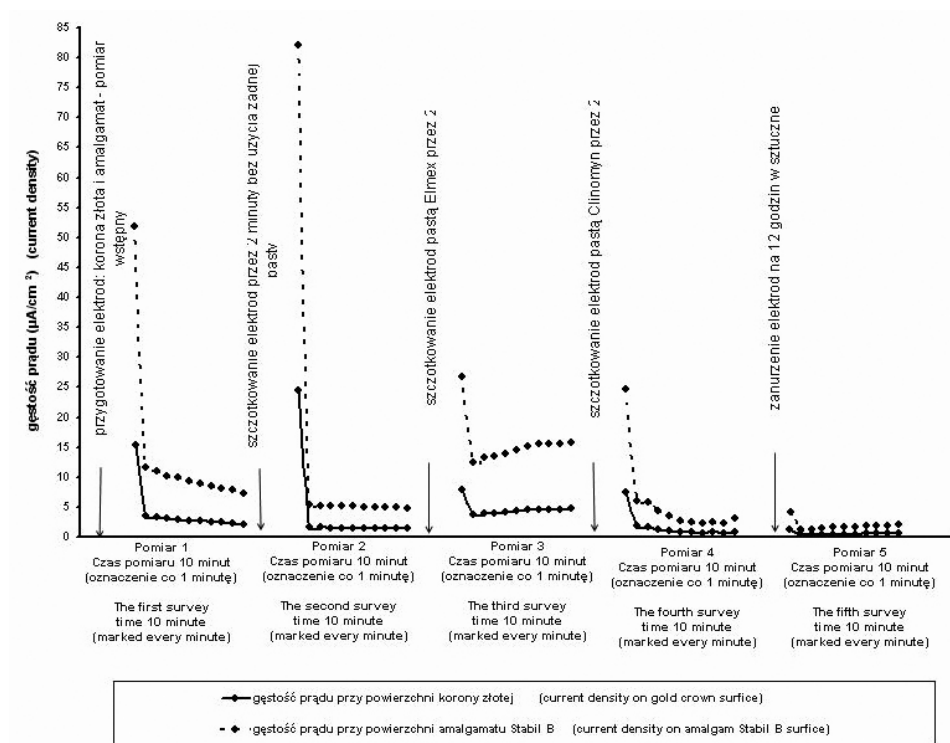
Fig. 1. Measuring system

Podłączenie badanych elementów metalowych do miernika wykonano za pomocą kabli w izolacji teflonowej i lutowania miękkiego. W celu uniknięcia tworzenia pasożytniczych ogniw galwanicznych pomiędzy lutownikiem a metalami miejsce lutowania izolowano za pomocą specjalnego lakieru odpornego na zmiany pH w zakresie 1 – 13. Pomiarów natężenia prądu, występującego w badanym ogniwie, dokonywano przy swobodnym dostępie powietrza. Pomiarów rozpoczynano po osiągnięciu stałej wartości temperatury układu. Oznaczenia wartości natężenia prądu wykonano w warunkach zwarcia, tzn. w sytuacji, gdy oporność układu metal–elektrolit–metal była znacząco większa od oporności miernika. Każdy cykl pomiarowy trwał 10 minut: pomiar natężenia prądu rozpoczynano w momencie zanurzenia elektrod w elektrolicie (wartość początkowa) i następnie odczytu dokonywano co minutę. Gęstość prądu (GP) przy powierzchniach elektrod wyrażano w mA/cm<sup>2</sup>. Pole powierzchni elektrod wyznaczono na podstawie pomiaru impedancji niskoczęstotliwościowej.

Przeprowadzono 5 sesji pomiarowych: Pomiar 1 – wykonywano po zanurzeniu elektrod w elektrolicie, przy czym nie były one poddawane uprzednio żadnym zabiegom higienicznym; Pomiar 2 – wykonywano po 2-minutowym szczotkowaniu próbek bez użycia pasty (szczoteczka do zębów firmy Jordan o średniej twardości włosia); Pomiar 3 – wykonywano po 2-minutowym szczotkowaniu pastą Elmex zawierającą aminofluorki; Pomiar 4 – wykonywano po 2-minutowym szczotkowaniu pastą Clinomyn, charakteryzującą się znacznymi właściwościami ściernymi; Pomiar 5 – wykonywano po uprzednim zanurzeniu próbek w sztucznej ślinie przez 12 godzin, nie stosując przy tym żadnych zabiegów higienicznych.

## WYNIKI

W ocenie makroskopowej, wykonanej każdorazowo po szczotkowaniu próbek zarówno pastą Elmex, jak i Clinomyn, nie stwierdzono widocznych zmian na powierzchni elektrod. Na rycinie 2 przedstawiono wyniki pomiarów gęstości prądu w ogniwie złożonym z amalgamatu Stabil B i korony złotej (elektrolit – sztuczna ślina) przeprowadzonych przed i po wykonaniu określonych zabiegów higienicznych. Wyniki badań wskazują, że każdorazowo po stosowa-



Ryc. 2. Wyniki pomiaru gęstości prądu w ogniwie korona złota – Stabil B (elektrolit sztuczna ślina)  
 Fig. 2. Results of measured current density in galvanic cell: gold crown and amalgam in artificial saliva

niu rutynowych zabiegów higienicznych z użyciem (pomiar 3 i 4) i bez użycia (pomiar 2) past występował wzrost wartości GP przy powierzchniach badanych elementów metalowych. Najniższe wartości początkowe GP zaobserwowano w pomiarach wykonywanych po zanurzeniu próbek na 12 godzin w sztucznej ślinie (4,2  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  przy powierzchni amalgamatu i 1,2  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  przy powierzchni korony). Najwyższe początkowe wartości GP zarejestrowano w pomiarze przeprowadzonym po dwuminutowym szczotkowaniu elektrod bez użycia past (przy powierzchni amalgamatu 82  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ , przy powierzchni korony 24,4  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ ). Należy zauważyć, że wartości gęstości prądu wyraźnie malały już w pierwszej minucie pomiaru. Wartość GP utrzymywała się najdłużej w przypadku, gdy do szczotkowania użyto pastę Elmax zawierającą związki organiczne fluoru. Po 10 minutach GP wynosiła przy powierzchni amalgamatu 15,7  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  i 4,6  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  przy powierzchni korony złotej. Dla porównania po 10 minutach pomiaru 4 (szczotkowanie pastą Clinomyn) wartości GP wynosiły przy powierzchni amalgamatu 3,0  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  i 0,9  $\mu\text{A}/\text{cm}^2$  przy powierzchni korony złotej.

## DYSKUSJA

Marek [11] stwierdził w badaniach *in vitro*, że prądy pomiędzy złotem a amalgamatami nie były wysokie – wartości GP wahały się od  $10^{-3}$  do  $10^{-2}$   $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ . Natomiast Holland [7] zauważył, że w ogniwie stop złota – amalgamat konwencjonalny, prąd był mniejszy, w przypadku gdy złoto było pokryte błonką pochodzącą ze śliny. Wpływ szczotkowania (bez użycia pasty) amalgamatów i stopów stosowanych w stomatologii na wartości GP badali *in vitro* Karov i Hinberg [9]. Zauważyli, że po wykonaniu tego zabiegu występował wzrost GP rzędu kilkunastu razy, po czym wartości GP szybko spadały do poziomu sprzed szczotkowania [9]. Badania własne pokazują, że po szczotkowaniu próbek bez użycia past (pomiar 2), wartość początkowa GP wzrosła o 58,6% w stosunku do wartości początkowej z pomiaru 1, przed wykonaniem którego elektrody nie były poddane zabiegom higienicznym. Wartości te były wyraźnie niższe już w pierwszej minucie pomiaru.

Sutow i wsp. [15] w badaniach *in vivo* dokonywali pomiaru potencjału elektrodowego powierzchni amalgamatów przed i po zabiegach higienicznych, wykonywanych przez higienistkę stomatologiczną. Metalowe wypełnienia I i II klasy u pacjentów poddawali dwóm zabiegom: szczotkowaniu bez użycia pasty oraz skrobaniu metalowym nakładaczem, przy swobodnym dostępie śliny. Uzyskane wartości potencjałów po obu zabiegach nie różniły się [15]. Wielu autorów jest zdania, że przy powierzchniach metali i stopów zarówno w jamie ustnej [7, 8, 10], jak i w sztucznej ślinie [9, 11, 13, 14] może powstawać bardzo szybko cienka warstwa zwana „filmem”, która ma właściwości antykorozyjne. Wyniki Sutowa i wsp. sugerują, że formujący się ze śliny film na uszkodzonych powierzchniach metalowych, może mieć wpływ na wartość powstających prądów elektrogalwanicznych [15]. Również wyniki własne pozwalają przypuszczać, że na przetrzymywanych w sztucznej ślinie przez 12 godzin elementach metalowych powstał film, który, być może, był przyczyną obserwowanych niskich wartości GP. Uzyskane wyniki badań wskazują także, że należy brać pod uwagę możliwość wystąpienia prądów galwanicznych każdorazowo po wykonaniu zabiegów higienicznych u pacjentów, u których w jamie ustnej znajdują się różne elementy metalowe. Nie jest przy tym bez znaczenia rodzaj użytej pasty.

## WNIOSKI

1. Szczotkowanie powierzchni elektrod powoduje wzrost gęstości prądu.
2. Wzrost gęstości prądu utrzymywał się najdłużej w przypadku, gdy do szczotkowania użyto pastę zawierającą związki organiczne fluoru Elmex.

## PIŚMIENNICTWO

1. Arvidson K., Johansson E.G.: Galvanic current between dental alloys *in vitro*. *Scand. J.Dent. Res.* 1985, 93, 5, 467. – 2. Dziekanowski T., Jatczak J., Jędrzejewski T., Wąlkowiak B.: Pomiary mocy prądu elektrycznego wydzielonej na rezystorze zawierającym ogniwo elektryczne powstałe u pacjentów z wypełnieniami amalgamatowymi. *Czas. Stomatol.* 1980, 33, 10, 905. – 3. Geis-Gerstorfer J.: *In vitro* corrosion measurements of dental alloys. *J. Dent.* 1994, 22, 4, 247. – 4. Hajduga M., Jędrzejczyk D.: Analiza stężeń pierwiastków metali w użębieniu ludzkim. 6 Seminarium: Mechanika w medycynie, Rzeszów, 2002, 49–54.

– 5. Hajduga M., Jędrzejczyk D.: Amalgamat jako dodatkowe zagrożenie dla organizmu żywego. *Twój Przegl. Stomatol.* 2002, 5, 31. – 6. Haraldson T.: Oral galvanism and mandibular dysfunction. *Swed. Dent. J.* 1985, 9, 3, 129. – 7. Holland R.J.: Effect of pellicle on galvanic corrosion of amalgam. *Scand. J. Dent. Res.* 1984, 92, 1, 93. – 8. Johannsen G., Redmalm G., Ryden H.: Surface changes on dental materials. *Swed. Dent. J.* 1989, 13, 6, 267. – 9. Karov J., Hinberg I.: Galvanic corrosion of selected dental alloys. *J. Oral. Rehabil.* 2001, 28, 3, 212. – 10. Khan M. A., Williams R. L., Williams D. F.: In vitro corrosion and wear of titanium alloys in the biological environment. *Biomaterials* 1996, 17, 22, 2117.

11. Marek M.: The corrosion of dental materials: Treatise on materials science and technology. J.C. ed. Scully London 1983, 331–394. – 12. Marek M.: Interactions between dental amalgams and the oral environment. *Adv.Dent.Res.* 1992, 6, 100. – 13. Masalski J.: Elektrochemiczne zachowanie wybranych biomateriałów w sztucznej ślinie. *Prot. Stomatolog.* 2000, 50, 2, 110. – 14. Ravnholt G.: Corrosion current and pH rise around titanium coupled to dental alloys. *Scand. J. Dent. Res.* 1988, 96, 5, 466. – 15. Sutow E.J., Maillet W.A., Taylor J.C., Hanrahan K.L., Hall G.C., Harandi K.: Considerations in measuring the electrical potentials of metallic restorations in vivo. *J. Oral Rehabil.* 2000, 27, 11, 927.

A. Żółtowska, M. Penkowski, B. Kočańska

INFLUENCE OF SOME HYGIENIC PROCEDURES ON DENTAL GALVANISM APPEARANCE,  
TESTED IN GALVANIC CELL INCLUDING LOW-COPPER AMALGAM AND GOLD CROWN.  
STUDY IN VITRO

Summary

Some people have both amalgam fillings and gold crowns in their mouth. Amalgam is a filling material which is very strong and can remain in the oral cavity many years. Bridges and crowns are made of gold. The hygienic procedures and used preparations have effect on fillings as well as gold.

The aim of this study was to estimate the influence of some hygienic procedures on a galvanic cell including an amalgam filling and a gold crown. Artificial saliva imitating natural conditions was used as electrolyte.

The lowest values of current density were noted when measurements were carried out on electrodes which were earlier dipped in artificial saliva for 12 hours. The greatest value of initial current density was noted after brushing the samples for 2 minutes without using any dental paste. The longest high level of current density was noted after brushing the samples with Elmex paste.

Adres: dr Agata Żółtowska

Katedra i Zakład Stomatologii Zachowawczej AMG

ul. Orzeszkowej 18, 80-208 Gdańsk

azolt@amg.gda.pl