

TOMASZ DĄBROWA, HALINA PANEK

Galvanoforming w protetyce stomatologicznej

Galvanoforming in prosthodontics

Katedra i Zakład Protetyki Stomatologicznej AM we Wrocławiu

Streszczenie

Galvanoforming jest nową metodą wykonywania uzupełnień protetycznych. Została opracowana w Australii i wprowadzona do leczenia protetycznego w latach osiemdziesiątych XX w. Umożliwia wykonywanie metalowych części uzupełnień protetycznych z czystego złota (99,99%), wykorzystując do tego celu proces elektrolizy. Wykonana substruktura elektrogalwaniczna charakteryzuje się dużą twardością i brakiem porowatości, co umożliwia znacznie oszczędniejsze preparowanie twardych tkanek zębów. Stwierdzono ponadto, że przyleganie nośników galwanicznych do ścian zęba jest znacznie lepsze niż nośników metalowych wykonanych metodą traconego wosku, co znacznie ogranicza możliwość wypłukiwania cementu i indukowania próchnicy oraz stanów zapalnych przyzębia brzeżnego. Galwanotechnika daje możliwość wykonywania uzupełnień stałych i ruchomych. Estetyka, biokompatybilność, idealna integracja brzeżna oraz struktura pozbawiona porowatości to cechy tej nowoczesnej techniki, które mogą konkurować z systemami pełnoceramicznymi i konwencjonalnymi metodami wykonania koron lanych z napalaną porcelaną (**Dent. Med. Probl. 2004, 41, 3, 527–530**).

Słowa kluczowe: galvanoforming, złoto, wkłady, nakłady, korony podwójne.

Abstract

Galvanoforming is a new method of making the prosthetic appliances. It was elaborated in Australia and introduced to the prosthetic use in the 80ties. In the technology, an electrolytic process is required to form a metal part of various fixed and removable appliances of pure gold (99,99%). The galvanoformed gold substructures are characterized by an enough strength and lack of pores, and these features in consequence make possible a more conservative preparation of hard dental tissues. Moreover, a marginal fit of the gold substructures to tooth walls are found to be more tight than those made with using the conventional method of lost wax. Thus, a possibility of dissolving the luting cements, as well as the induction of caries lesion or marginal gingivitis is diminished. Aesthetics, biocompatibility, optimal marginal integrity and enough bond strength to ceramics as well as nonporous structure of galvanoformed substructures may be the reason for considering the modern technology as an alternative to some full ceramic systems or conventional porcelain fused to metal procedures (**Dent. Med. Probl. 2004, 41, 3, 527–530**).

Key words: galvanoforming, gold, inlay, onlay, double crowns.

Zastosowane w leczeniu protetycznym uzupełnienia zarówno stałe, jak i ruchome muszą spełniać pewne wymagania, umożliwiające ich długotrwałe przetrwanie w narządzie żucia bez powodowania uszkodzeń jego tkanek i funkcji. Uzupełnienia muszą wykazywać odporność na działanie czynników mechanicznych, chemicznych oraz termicznych. Ponadto muszą być obojętne dla środowiska jamy ustnej. Wszystkie podane wyżej właściwości mają uzupełnienia wykonane metodą galvanoformingu (*electroforming*), która umożliwia wytwarzanie powłok metalowych o grubości od

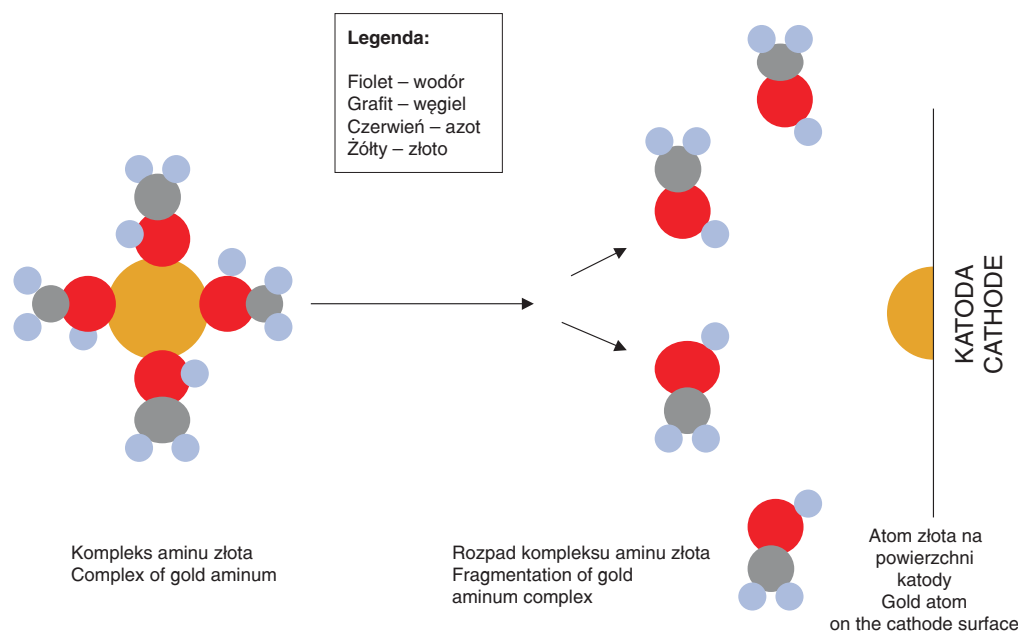
10 µm do 1 mm i więcej, wykorzystując do tego celu proces galwanizacji.

Metoda galvanoformingu została opracowana w 1961 r. w Australii przez Rogersa [1], który początkowo zastosował ją do wykonania matrycy ze złota dla lanych wkładów koronowych, a następnie do wykonywania metalowej czapeczki do napalania porcelany [2]. Oryginalna technologia elektroformingu wymagała stosowania niebezpiecznego roztworu z dodatkiem cyjanków. W 1983 r. Wismann opracował recepturę roztworu elektrolitowego bez dodatku tego trującego związ-

ku, ale sam proces elektroformingu był czasochłonny i złożony oraz wymagał kosztownego oprzyrządowania [3]. Metoda elektroformingu upowszechniła się w protetyce stomatologicznej w latach osiemdziesiątych XX w. po wprowadzeniu systemu Gramma [5–6]. System ten umożliwiał bowiem wykorzystanie tej technologii w małych laboratoriach technicznych i pozwalał na zastosowanie bezpiecznego roztworu elektrolitowego na bazie siarczanu amonowego złota.

Metoda galwanoforningu znalazła zastosowanie przy wykonywaniu metalowych części uzupełnień protetycznych z czystego złota (99,99%). Dzięki swoim właściwościom może być wykorzystywana w nowoczesnej protetyce uzupełnień stałych i ruchomych do wykonania wkładów, nakładów, koron częściowych oraz całkowitych, a nawet krótkich mostów [4, 6–9]. Galwanoforning stosuje się przede wszystkim w bioestetycznych koronach pojedynczych w obrębie zębów przednich i bocznych oraz przy wykonywaniu krótkich mostów. Wkłady, nakłady oraz korony częściowe są postępowaniem alternatywnym do uzupełnień amalgamatowych. W przypadku uzupełnień ruchomych galwanoforning znajduje zastosowanie w technice koron podwójnych z galwanoteleskopami i koron stożkowych, gdzie zapewnia się dokładność spasowania pierwotnych i wtórnych elementów konstrukcji protetycznych [10–12]. Metoda ta u pacjentów wykazujących skłonność do uczulenia lub nadwrażliwość na materiał, z którego jest wykonana płyta protezy ruchomej, pozwala na pokrycie jej powłoką złota, uniemożliwiając tym samym bezpośredni kontakt płyty protezy z podłożem śluzówkowo-kostnym.

Galwanizacja jest procesem, w którym jest wykorzystywane zjawisko elektrolizy. Elektrolitem stosowanym obecnie jest kompleks aminu złota otrzymywanego z nietoksycznych sulfidów [4, 13]. Powstawanie metalowej powłoki odbywa się w wyniku wytrącania się czystego złota na katodzie (ryc. 1). Proces galwanizacji jest przeprowadzany w specjalnie skonstruowanym do tego celu urządzeniu. Wśród nowoczesnych, sprawdzonych aparatów do wytwarzania uzupełnień protetycznych na bazie czystego złota znajdują zastosowanie następujące urządzenia: AGC firmy Wieland, Helioform Hafnera, Gammat firmy Gramm [5, 9, 12], które są sterowane elektronicznie i umożliwiają wykonywanie w jednym cyklu kilku elementów różnej wielkości. Wykonanie konstrukcji nośnika metalowego składa się z kilku etapów. Pierwsza część postępowania polega na wykonaniu z żywicy poliuretanowej duplikatu kikutka oszlifowanego zęba. Zostaje on pokryty cienką warstwą srebra, które ma zdolność przewodzenia prądu na powierzchni danego obiektu. Zdublowany kikut zęba pokryty srebrnym lakiem łączy się z miedzianym ćwiekiem, który stanowi katodę. Odpowiednie natężenie prądu, czas i temperatura kąpieli umożliwiają uzyskanie określonej grubości warstwy złota. Proces galwanizacji trwa około 12 godzin. Struktura krystaliczna otrzymanego tą metodą złota różni się od struktury metalu otrzymanego podczas odlewu. Dzięki szybkiemu i równomiernemu osadzaniu się atomów tworzy się regularna siatka krystaliczna, która powoduje zwiększenie jego twardości. W ciągu jednej sekundy na powierzchni odkłada się około 30 bilionów atomów złota.



Ryc. 1. Przebieg elektrolizy w galwanoforningu

Fig. 1. Electrolytic process in galvanofarming

Drobnoziarnista struktura zwiększa wytrzymałość mechaniczną i odporność na odkształcenia. W porównaniu do twardości odlewanej złota wynoszącej około 25 HV, twardość złota osadzanego galwanicznie wynosi 100 HV, czyli jest 4-krotnie większa [14]. W związku z tym nośniki metalowe wykonane metodą galvanoformingu mogą mieć mniejszą grubość, która wynosi około 0,2 mm. Zapewnia to uzyskanie większej przestrzeni dla materiału licującego. Stosunek masy ceramicznej do grubości nośnika metalowego w przypadku koron wykonywanych tradycyjną metodą wynosi 1,7 : 1, podczas gdy dla uzupełnień galwanicznych wzajemna relacja ceramiki i metalu wynosi odpowiednio 4 : 1. Możliwe jest zatem przeprowadzenie bardziej oszczędnej preparacji zębów, co ma istotne znaczenie zwłaszcza w przypadku leczenia protetycznego pacjentów młodocianych. Zaletą opisywanej metody jest większa szczelność brzeżna koron, wynosząca średnio 15–20 μm , a dla koron wykonywanych tradycyjną metodą odlewania może wynosić około 200 μm [15–18]. W tradycyjnej metodzie wykonywania nośniki metalowe są modelowane z wosku, a następnie odlewane z metalu. Takie postępowanie wiąże się z koniecznością dokonywania niezbędnej korekty odnośnie do wielkości i kształtu, co wprawdzie wpływa na zmniejszenie naprężeń wewnętrznych w metalowej subkonstrukcji, ale prowadzi do zmniejszenia przylegania brzeżnego i może sprzyjać wypłukiwaniu cementu lutującego, powstawaniu próchnicy i stanów zapalnych przyzębia brzeżnego, a tym samym może skrócić czas przetrwania uzupełnień w jamie ustnej pacjenta. W przypadku wykorzystania metody galvanoformingu kształt nośników metalowych zależy bezpośrednio od kształtu anatomicznego opracowanego zęba.

Niewątpliwą wadą systemu jest brak obecności tlenków metali poprawiających połączenie między strukturą nośnika metalowego a masą ce-

ramiczną. Dlatego też wskazane jest stosowanie specjalnego bondu zawierającego proszek czystego złota i porcelany [4, 7, 15]. Rogers [2] podaje, że czyniono również próby pokrywania złotych nośników warstwą cyny, co znacznie poprawiało utrzymanie napalanej ceramiki. Ponieważ współczynnik rozszerzalności termicznej złota galwanicznego wynosi $14,4 \times 10^{-6}$, a porcelany na bazie szpatu polnego około $13,85 \times 10^{-6}$, to dzięki niemal idealnemu dobraniu tych współczynników, uzupełnienia stałe wykazują dostateczną wytrzymałość mechaniczną.

Badania przeprowadzone przez Erpensteina et al. [19] wykazały, że korony galwanoceramiczne mogą być uzupełnieniami alternatywnymi do tradycyjnych koron lanych z napalaną porcelaną, a nawet koron całkowicie ceramicznych. Wyniki 5-letnich obserwacji nad 217 pojedynczymi koronami galwanoceramicznymi (Galvano-Dicor) wykonanymi u 169 pacjentów wykazały częściowe pęknięcia powłoki ceramicznej w zaledwie 3 koronach w przednim odcinku łuku zębowego. Badania 7-letnie podobnych koron, wykonanych przez Borcharda et al. [20], wykazały, że spośród 769 koron tylko w 13 przypadkach doszło do częściowych pęknięć ceramiki. Uzupełnienia te są więc porównywalne do uzupełnień lanych z napalaną porcelaną, przewyższając je jednak szczelnością brzeżną i estetyką.

Podsumowując, można stwierdzić, że w dostępnym piśmiennictwie stwierdzono, że wykonane metodą galvanoformingu, tzw. protezy biologiczne, charakteryzują się dużą biokompatybilnością, idealnym dopasowaniem, a przy tym spełniają wymagania estetyczne oraz wytrzymałościowe. Jest to jednak metoda stosunkowo rzadko stosowana i stąd konieczne są dalsze badania doświadczalne i kliniczne do potwierdzenia trwałego utrzymania się dobrych wyników leczenia z zastosowaniem protez stałych wykonanych metodą elektroformingu.

Piśmiennictwo

- [1] ROGERS O. W., ARMSTRONG B. W.: Electroforming a gold matrix for indirect inlays. *J. Prosthet. Dent.* 1961, 11, 959–966.
- [2] ROGERS O. W.: The dental application of electroformed pure gold. I. Porcelain jacket crown technique. *Aust. Dent. J.* 1979, 24, 163–170.
- [3] VRIJHOEF M. M., SPANAUF H. J., RENGGLI H. H., WISMANN H., SOMERS G. A.: Electroforming as an alternative to casting: a preliminary report. *Rest. Dent.* 1985, 1, 143–146.
- [4] BIEWER Z.P.: Development of the G.E.S. electroforming technique: biocompatible, corrosion-free production of telescopic crowns. *J. Dent. Technol.* 1999, 16, 24–29.
- [5] HORN V., KAPPERT H. F.: Festigkeit von 3 gliedrigen Galvanobrücken im Seitenzahnbereich. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 1992, 47, 597–599.
- [6] FABER F. J.: Verformung von galvanokeramischen Kronen nach keramischer Verblendung. *Dtsch. Zahnärztl. Z.* 1997, 52, 373–375.
- [7] PIETRUSKI K., PIETRUSKA M.: Zastosowanie techniki galvanoformingu do wykonywania koron teleskopowych. *Prot. Stom.* 2001, 51, 230–235.

- [8] DĄBROWA T.: Ocena filarów i zaczepów teleskopowych zastosowanych w protezach ruchomych (praca doktorska), AM Wrocław 2003.
- [9] ERNST K. K.: Uzupełnienia złote. Wykonanie galwanicznej protezy teleskopowej. Quint. Tech. Dent. 2004, 9, 7–16.
- [10] STAUCH K. H., STAUCH J. U.: Doświadczenia z wykonywaniem przesuwających się koron teleskopowych pośrednią metodą galwaniczną. Quint. Tech. Dent. 1999, 4, 33–37.
- [11] WIRZ J.: Techniki galwaniczne – sprawdzony sposób wykonywania protez biologicznych. Quint. Tech. Dent. 2001, 6, 51–58.
- [12] WICHNALEK N.: Galvanoforming zyskuje uznanie. Dent. Labor. 2001, 3, 37–44.
- [13] WIRZ J., JAGER K.: Galvanoforming – Zahnersatz mit hoher Biokompatylität. Quintessence 1995, 46, 539–547.
- [14] VENCE B. S.: Electroforming technology for galvanoceramic restorations. J. Prosthet. Dent. 1997, 77, 444–449.
- [15] WIRZ J., DIEDRICHS G.: Galwanoprotetyka – nowe możliwości wytwarzania protez biologicznych. Kwintesencja, Warszawa 2002, 102–108.
- [16] PETTENEO D., SCHIERANO G., BASSI F., BRESCIANO M. E., CAROSSA S.: Comparison of marginal fit of 3 different metal-ceramic systems: an *in vitro* study. Int. J. Prosthodont. 2000, 13, 405–408.
- [17] HOLMES J. R., PILCHER E. S., RIVERS J. A., STEWART R. M.: Marginal fit of electroformed ceramometal crowns. Int. J. Prosthodont. 1996, 5, 111–114.
- [18] HAMMERLE C. H., MESARIC W., LANG N. P.: Marginal fit of porcelain crowns with galvanized frames. Schweiz. Monatsschr. Zahnmed. 1994, 104, 740–745.
- [19] ERPENSTEIN H., KERSCHBAUM T., FISCHBACH H.: Verweildauer und klinische Befunde bei Kronen und Brücken. Dtsch. Zahnärztl. Z. 1992, 47, 315–319.
- [20] ERPENSTEIN H., BORCHARD R., KERSCHBAUM T.: Long-term clinical results of galvano-ceramic and glass-ceramic individual crowns. J. Prosthet. Dent. 2000, 83, 530–534.

Adres do korespondencji:

Tomasz Dąbrowa
Katedra i Zakład Protetyki Stomatologicznej AM
ul. Krakowska 26
50-425 Wrocław
e-mail: tdabrowa@stom.am.wroc.pl

Praca wpłynęła do Redakcji: 8.04.2004 r.

Po recenzji: 24.06.2004 r.

Zaakceptowano do druku: 28.06.2004 r.

Received: 8.04.2004

Revised: 24.06.2004

Accepted: 28.06.2004