

Ceramika dentystyczna – od czasów prehistorycznych do technologii CAD/CAM

Dental ceramics – from prehistoric times to CAD/CAM technology

¹Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

²Katedra Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych, Politechnika Śląska

DOI: <http://dx.doi.org/10.20883/df.2016.9>

Streszczenie

Poszukiwania materiałów, które umożliwiłyby trwałe zastąpienie uszkodzonych tkanek twardych zębów w sposób wiernie naśladujący naturę, towarzyszyło człowiekowi od wieków. Autorzy na podstawie dostępnych źródeł analizują ewolucję materiałów ceramicznych i różnych systemów przygotowania materiałów odtwórczych dla celów stomatologicznych.

Słowa kluczowe: ceramika dentystyczna, historia stomatologii, materiał stomatologiczny.

Abstract

A search for materials that would enable a permanent replacement for the damaged hard tissue of teeth in a way that faithfully imitates nature has persisted among people for centuries. The authors analyse the available sources and the evolution of ceramic materials.

Keywords: dental ceramics, history of dentistry, dental materials.

Wstęp

Poszukiwania materiałów, które umożliwiłyby trwałe zastąpienie uszkodzonych tkanek twardych zębów w sposób wiernie naśladujący naturę, towarzyszyło człowiekowi od wieków. Bardzo dobre pod względem estetycznym rozwiązanie pojawiło się w VII wieku w Chinach, w związku z wynalezieniem porcelany. Jednak pierwsze wzmianki dotyczące porcelany datuje się już na około 9500–8500 rok p.n.e., w epoce zwanej przedceramiczną. Była to tradycyjna glina, z której wykonywano dachówki, cegły, wyroby garncarskie, a także szkło oraz cementy. Jest to jedna z najstarszych dziedzin poznanych przez człowieka służąca do produkcji elementów potrzebnych do życia w społeczeństwie przemysłowym. Pod względem estetyki stanowiła ona dobre rozwiązanie z powodu jej przezierności i walorów kolorystycznych. Termin ceramika jest jeszcze starszy i pochodzi od greckiego słowa *keramikos* oznaczającego między innymi działanie ognia. Określało ono wszystkie materiały nieorganiczne i niemetaliczne formowane pod wpływem ciepła. Ceramika – w rozumieniu tradycyjnym oznacza tworzywa i wyroby otrzymywane w wyniku wypalenia odpowiednio uformowanej gliny. Nazwa tych wyrobów wywodzi się z greckiego określenia *κεραμικός* (*keramikos*), które z kolei pochodzi od słowa *κεραμος* (*keramos* – ziemia, glina). Czynność przekształcania gliny w wyrób garncarski

została w późniejszych wiekach zastąpiona przez Rzymian słowem *cremare* – wypalać [1].

Obecnie terminem ceramika określa się wszystkie tworzywa i wyroby nieorganiczno-niemetaliczne, w trakcie otrzymywania których istotnym procesem jest obróbka cieplna, np. spiekanie lub prażenie. Porcelana znana obecnie jest białą, przeświecającą ceramiką wysokiej jakości, stosowaną w różnych dziedzinach przemysłu, medycynie, sztuce i wyrobach użytkowych. Ceramika określała również przynależność społeczną, służyła jako miernik zamożności i kultury środowiskowej. Około 2200 roku p.n.e. cesarz dynastii Qin wystawił całą armię wojowników wykonanych z terakoty jako wyznacznik swego bogactwa dla potomnych. W trzynastym wieku Persowie zaczęli pokrywać wyroby wykonane z gliny majoliką. Proces ten uzyskał nazwę szkliwienia. Znane obiekty architektoniczne, takie jak Wielki Mur Chiński czy piramida w Gizie zostały we fragmentach wykonane z materiałów ceramicznych, co również w znacznej mierze przyczyniło się do ich przetrwania do czasów obecnych [1].

W dentystyce na szeroką skalę ceramikę zaczęto stosować wg różnych źródeł na przełomie XVII i XVIII wieku, po opracowaniu metod jej wykonywania i obróbki. Pierwsze doniesienia o próbach zastosowania ceramiki do wytwarzania protez zębowych pochodzą ze starożytnej Erytrei i cesarstwa rzymskiego. Jednak opis

prób uzupełniania braków zębowych pojawił się znacznie później, w XVII wieku. Autorzy podają cztery rodzaje materiałów dostępnych do uzupełniania braków zębowych. Były to zęby ludzkie, zwierzęce, kość słoniowa i hipopotamia oraz zęby „minerałowe” (porcelanowe), które pojawiły się znacznie później [2, 3]. Podstawowym wówczas kryterium doboru materiałów była ich wytrzymałość i inaczej rozumiana w owych czasach „biogodność”. Stosowana do tego celu kość słoniowa odznaczała się porowatością (prowadzącą do szybkiej zmiany barwy zębów), procesami gnilnymi zaburzającymi poczucie smaku i przykrymi doznaniem zapachowymi. Zęby zwierzęce, bardziej dostępne dla osób wykonujących protezy, były bardzo podatne na działanie enzymów zawartych w ludzkiej ślinie. Najtrwalszym materiałem, ale jednocześnie trudno osiągalnym wydawała się być kość hipopotama. Z takiego materiału zostały wykonane przez Greenwooda dwie protezy dla Jerzego Waszyngtona [3, 4]. W 1746 roku Pierre Fauchard wdrożył metodę licowania zębów wykonanych z kości słoniowej za pomocą emalii. Polegała ona na pokrywaniu ich cienką warstwą wykonaną ze złota lub srebra. Powierzchnię metalu powlekał następnie specjalną emalią napalaną na przygotowaną uprzednio powierzchnię. Możliwe było także uzyskiwanie kolorów imitujących odcienie dziąsłowe. Metoda ta jednak nie przetrwała próby czasu z uwagi na niekorzystne reakcje w środowisku jamy ustnej.

Ze względu na brak biogodności w jamie ustnej zaczęto odchodzić od stosowania zębów naturalnych do wykonywania uzupełnień protezycznych. Po wielu latach wdrożono w Europie sposób produkcji przezierniej porcelany szpatowej odpowiadającej właściwościami porcelanom produkowanym w Chinach. Użycie porcelany feldszpatowej oraz umiejętność zastosowania wysokich temperatur do jej wytwarzania były najważniejszymi osiągnięciami ówczesnej europejskiej myśli technicznej. Około 1775 roku paryski aptekarz Duchateau i dentysta Dubois de Chemant wykonali pierwsze uzupełnienia protezyczne w fabryce porcelany Guerharda [5]. Bezpośrednią przyczyną poszukiwania najlepszego, obojętnego w środowisku jamy ustnej materiału był fakt, że sam Duchateau użytkował protezy wykonane z kości słoniowej, które – jak opisywał – zaburzały jego percepcję smaku, spowodowaną procesami gnilnymi. Uważał, iż najlepszym materiałem musi być tworzywo nieorganiczne, obojętne w środowisku jamy ustnej. Wykorzystał z powodzeniem porcelanę wypalaną w niskiej temperaturze, z której zaczął wytwarzać sztuczne zęby [4, 5]. Dubois de Chemant udoskonalił skład porcelany dentystycznej, za co został nagrodzony patentami francuskimi i brytyjskimi, wprowadzając jako pierwszy ceramikę do swojej praktyki stomatologicznej.

Dokonał także szeregu ulepszeń dotyczących koloru porcelany, kurczliwości i wypalania. Wadą tych uzupełnień była znaczna kruchość i kurczliwość materiału uniemożliwiająca niejednokrotnie ich użytkowanie [2, 4, 5].

Badaniami dotyczącymi składu chemicznego porcelany zajmował się osobisty lekarz Napoleona Bonaparte – Józef Dubois Focou. Prawdopodobnie jako pierwszy wykorzystał dodatek tlenków metali do modyfikacji koloru ceramiki. Badał także wpływ temperatury wypalania porcelany na modyfikację jej właściwości fizycznych i chemicznych. Wykonawstwo laboratoryjne ówczesnych protez całkowitych poległo na wymodelowaniu i wypaleniu z ceramiki całej protezy. Wiązało się to z brakiem dostosowania części dośluzówkowej płyty protezy, ze względu na znaczą kurczliwość tworzywa ceramicznego. Prowadziło to do trudności w korektach tych uzupełnień, złego utrzymania i częstych złamań oraz braku możliwości ich naprawy. Giuseppe Fonzzi wykonał pierwsze zęby porcelanowe z zaczepami z platyny. Umożliwiały one trwałe osadzanie zębów ceramicznych w płycie protezy. Zęby według jego projektu były stosowane z powodzeniem do końca lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku i zostały wyparte przez zęby wykonywane w technologii łączenia mas kompozytowych z tworzywami akrylowymi, umożliwiającymi zarówno łatwiejszą korektę powierzchni okludalnych, jak i lepsze utrzymanie w płycie protezy przy porównywalnych efektach estetycznych [1]. Do połowy XIX wieku produkcją zębów sztucznych zajmowali się sami lekarze wykonujący protezy. Pierwszym producentem zębów porcelanowych do protez była działająca od 1846 roku do chwili obecnej firma White'a w Filadelfii.

Do twórców nowoczesnej protetyki w zakresie uzupełnień stałych należy zaliczyć Charlesa Henry'ego Landa, który na początku dziewiętnastego wieku wykonał pierwsze korony całkowite, tzw. pochewkowe. Metoda polegała na wypaleniu na folii platynowej o grubości 0,01 mm kolejnych warstw ceramicznych. Korony Landa po niewielkich modyfikacjach stały się podstawą nowoczesnych uzupełnień całoceramicznych [1, 4, 6]. Korony wykonywane w tej technologii nie przyjęły się jednak ze względu na ich znaczną kruchość i wysokie koszty materiałowe. Wcześniej problem napalenia porcelany na ówkie platynowe rozwiązał Logan w 1885 roku, wzorując się na zębach zaprojektowanych przez Fonziego w 1808 roku. Korony takie później zwane były koronami Richmonda. Było to pierwsze zastosowanie systemu metalowo-ceramicznego w historii porcelany dentystycznej [4]. Należy wspomnieć o koronie złotej licowanej porcelaną pomysłu polskiego technika A. Bardona zwanej koroną AB. Uzupełnienie to było szeroko stosowane w okresie międzywojennym, zapewniając wysoką estetykę [9].

Dopiero wprowadzenie aluminy jako dodatku wzmacniającego pozwoliło wykonać pierwsze korony bezmetalowe. Zastosowanie w 1950 roku dodatku leucytu spowodowało wzrost ekspansji termicznej, powodującej zmiany struktury pozwalające na połączenie ceramiki ze stopami złota, a co za tym idzie na wykonanie odpornych w środowisku jamy ustnej uzupełnień stałych [1, 7]. W roku 1956 Donovan i Price ostatecznie opracowali i udoskonaili metodę napalenia porcelany na różne stopy metali, co pozwoliło na jej zastosowanie w produkcji stałych uzupełnień protetycznych. Systemy metalowo-ceramiczne zajmowały istotne miejsce w protetyce stomatologicznej przez następne 35 lat, kiedy to prowadzono badania nad połączeniem metalu z ceramiką, stopami oraz samą ceramiką. Lata osiemdziesiąte ubiegłego wieku wprowadziły ceramikę otrzymywaną w procesie odlewniczym (Dicor), co dało przyczynek do ponownego wprowadzania nowych technologii do protetyki stomatologicznej, a co za tym idzie zwiększonego zainteresowania porcelaną bezmetalową [2, 3, 8].

Ze względu na właściwości fizykochemiczne cyrkonu nie było możliwe wykonywanie uzupełnień w technologii odlewniczej lub tłoczenia. Stało się to powodem adaptacyjnego rozwoju technologii komputerowo wspomaganego projektowania i wytwarzania – CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing*), ukierunkowanej na zastosowanie w protetyce stomatologicznej. Technologia zapożyczona została z przemysłu inżynierskiego. Podwaliny dla geometrii wykorzystywanej w tych systemach stworzył Euklides z Aleksandrii (350 p.n.e.). Wskazując wiele aksjomatów, dał podstawy zwane dziś geometrią euklidesową, na podstawie której konstruuje się obecne programy CAD. Uważa się, że pierwszy system CAD opracowany został przez Ivana Sutherlanda z Massachusetts Institute of Technology, jako program wprowadzający dane za pomocą pióra świetlnego do komputera na początku lat 60. XX wieku. Natomiast prekursorem systemów CAM był Honoraty, który w 1957 roku jako pierwszy wynalazł system do cyfrowego programowania maszyn. Dlatego w anglojęzycznych publikacjach wymieniany jest on jako „ojciec” CAD/CAM [10]. Systemy te od wielu lat zajmują kluczową pozycję w naukach inżynierskich i przemyśle. Komputerowe wspomaganie projektowania jest narzędziem używanym na co dzień przy produkcji maszyn, samochodów, części, układów elektronicznych, a ponadto w chwili obecnej jest głównym narzędziem planowania w inżynierii środowiskowej do systemów sanitarnych, wentylacyjnych, ogrzewnictwa i klimatyzacji oraz wielu innych. Systemy te znalazły również zastosowanie w projektowaniu układów architektonicznych. Można zatem powiedzieć, że stano-

wią one deskę kreślarską przetemu dwudziestego i dwudziestego pierwszego wieku.

Prekursorem zastosowania tych systemów w stomatologii był Matts Anderson, który prowadził badania i w roku 1981 wprowadził pierwsze obrabiarki numeryczne dla protetyki [11]. Innymi badaczami mającymi wpływ na rozwój tych systemów byli również Durret i Moreman. Pierwszy z nich już pod koniec lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku stworzył system do wykonywania koron protetycznych o kształtach anatomicznych dostosowanych czynnościowo do kształtu przeciwnego łuku. Prawdopodobnie wykorzystał tak zwany „wycisk optyczny” opracowanego pola protetycznego w ustach pacjenta. Był również twórcą systemu Sopha, który miał bezpośredni wpływ na światowy rozwój systemów CAD/CAM przeznaczonych dla protetyki stomatologicznej. Odkrywcą stosowanego do dziś systemu CEREC był natomiast Werner Moreman, według jego koncepcji należało wprowadzić pełną komputeryzację w zakresie techniki dentystycznej. System bazuje na digitalizacji pola zabiegowego przy pomocy specjalnie skonstruowanej kamery wewnątrzustnej, co pozwala zaprojektować wirtualne uzupełnienie protetyczne w komputerze systemu, a następnie wykonać uzupełnienie protetyczne podczas wizyty pacjenta w gabinecie stomatologicznym [12]. W latach osiemdziesiątych system CEREC służył głównie do wykonywania wkładów koronowych, ze względu na trudności związane z digitalizacją punktów powierzchni wypukłych. Z biegiem lat system ten dopracowano i w chwili obecnej możliwe jest już wykonywanie bardziej rozległych prac, zależnych jednak od wielkości frezowanego bloczka.

Oświadczenia

Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów w autorstwie oraz publikacji pracy.

Źródła finansowania

Autorzy deklarują brak źródeł finansowania.

Piśmiennictwo

- [1] Szczyrek P. Historia zastosowania ceramiki w stomatologii. *Protet Stomatol.* 2003;LIII(2):112–114.
- [2] Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *J Prosthet Dent.* 1996;75–32.
- [3] Johnson WW. The history of prosthetic dentistry. *J Prosthet Dent.* 1959;9(5):841–846.
- [4] Jones DW. Development of dental ceramics. *Dent Clin North Am.* 1985;29:621–644.
- [5] Baker CR, History of crown and bridge prosthodontics. W: Tylman SD. *Theory and practice of crown and bridge prosthodontics.* The CV Mosby Co, St Luis 1965.
- [6] Wajs S. Zastosowanie porcelany w stomatologii. *Protet Stomatol.* 1976;2:134–143.
- [7] Freese AS. Porcelain fused to irido-platinum crowns. *J Prosth Dent.* 1959;9:847–850.

- [8] Malament KA. The cast glass ceramic restoration. J Prost Dent. 1987;57:674–683.
- [9] Nowak W. Protetyka stomatologiczna. PZWL 1955; 526–528.
- [10] Stanisławski M. Projektowanie i konstrukcje inżynierskie. 2008;11:13–18.
- [11] Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriama S. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. Dent Mater J. 2009;28:44–56.
- [12] Tsotsos S. A Historical Perspective of Tooth Preparation for CEREC Technology. Oral Health. 2009;99(3):55–57, 59–60.

Adres do korespondencji:

Katedra Protetyki Stomatologicznej
Pawilon XIA
ul. Nowogrodzka 59, 02-006 Warszawa
tel.: 22 502 12 42
fax: 22 502 21 45
e-mail: katedraprotetyki@wum.edu.pl

Zaakceptowano do edycji: 2016-04-28
Zaakceptowano do publikacji: 2016-05-06