

Historia sposobów odbudowy protetycznej ubytków w obrębie części twarzowej czaszki od czasów starożytnych do współczesnych

History of prosthetic reconstructions of the craniofacial defects from ancient to modern times

Anna Cybulska, Dariusz Rolski

Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

Department of Prosthodontics, Medical University of Warsaw

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Jolanta Kostrzeva-Janicka

HASŁA INDEKSOWE:

historia, obturator, epiteza

KEY WORDS:

history, obturator, epithesis

Streszczenie

Ubytki tkanek występujące w obrębie głowy i szyi powstałe w wyniku wad wrodzonych, chorób, urazów lub chirurgicznego leczenia nowotworów od wieków uzupełniano z wykorzystaniem różnych technik i materiałów. Celem rehabilitacji protetycznej było przywrócenie utraconych funkcji, takich jak mowa, oddychanie, żucie i połykanie oraz uzyskanie zadowalającego wyglądu estetycznego. Technologie wytwarzania uzupełnień i materiały, które stosowano do ich produkcji zmieniały się przez stulecia. Dążono do wykonywania uzupełnień protetycznych dokładnie odtwarzających istniejący ubytek tkanek, komfortowych w użytkowaniu, estetycznych oraz wykonanych z biogodnych materiałów, o odpowiednich parametrach wytrzymałościowych i łatwych w obróbkę technologiczną. Odkrycie zjawiska osteointegracji i możliwość wykorzystania w rehabilitacji protetycznej tytanowych implantów w znacznym stopniu poprawiło retencję i stabilizację uzupełnień protetycznych u pacjentów z ubytkami tkanek w obrębie części twarzowej czaszki. Obecnie do uzupełnień szczękowo-twarzowych szeroko stosowane są żywice akrylowe, elastomery silikonowe oraz światłoutwardzalne żywice do druku

Summary

Tissue defects in the head and neck area resulting from congenital malformations, diseases, trauma, or surgical cancer treatment have been restored for centuries using a variety of techniques and materials. The aim of prosthetic rehabilitation was to regain lost functions, such as speech, breathing, chewing, and swallowing, and to obtain an aesthetic appearance. The technologies and materials used to produce such restorations have changed over time in order to obtain an exact replica of the missing tissues, providing comfortable and aesthetic prostheses made of easy to process and biocompatible materials having adequate durability parameters. The discovery of osseointegration and the use of titanium implants in prosthetic rehabilitation significantly improved the retention and stabilization of maxillofacial defects restorations. Currently, acrylic resins, silicone elastomers, and light-cured resins for 3D printing are widely used for such applications. The development of CAD/CAM technology enables precise imaging of the prosthetic foundation, the design, and production of restorations bypassing some clinical and laboratory stages. The future rehabilitation of

3D. Rozwój technologii CAD/CAM pozwala na precyzyjne obrazowanie podłoża, projektowanie i wytwarzanie prac z pominięciem niektórych etapów klinicznych i laboratoryjnych. Przyszłość rehabilitacji pacjentów z ubytkami w obrębie głowy i szyi może wiązać się z rozwojem biotechnologii i nanotechnologii oraz ich wykorzystaniem w celu odtworzenia funkcji utraconych tkanek i narządów.

patients with head and neck defects may improve due to the development of biotechnology and nanotechnology and their application in restoring the functions of lost tissues and organs.

Wstęp

Pierwsze doniesienia o próbach uzupełnienia ubytków tkanek w zakresie części twarzowej czaszki pochodzą z czasów przed naszą erą. Dążenie do poprawy estetyki i przywrócenia funkcji prowadziło przez stulecia do rozwoju materiałów i metod rekonstrukcji protetycznych utraconych tkanek jamy ustnej i twarzy. Celem niniejszej pracy jest przedstawienie historii sposobów odbudowy protetycznej tych ubytków od czasów starożytnych do współczesnych.

Badania mumii egipskich pozwoliły odkryć gałki oczne wykonane ze srebra z powiekami z brązu, które były pokrywane pigmentowaną porcelaną, imitującą twardówkę i tęczówkę oraz struktury nosa i ucha wykonywane z kości słoniowej, skały, srebra, złota oraz brązu, choć nie ma jasności, czy uzupełnienia te były stosowane za życia.¹⁻³ Istnieją doniesienia, iż grecki mówca Demostenes (384-322 p.n.e.) mógł używać kamyków do zatkania wrodzonego rozszczepu wargi i podniebienia.⁴⁻⁶ W społeczeństwach rzymskich, egipskich i indyjskich motywacją do rozwoju technologii wykonywania protez twarzy było stosowanie jako kary za przestępstwa amputacji uszu, nosa i rąk.^{1,7-9} Bizantyjskie wierzenie głosiło, iż człowiek bez nosa nie może być cesarzem, stąd Justynian II, który został zdetronizowany i okaleczony przez amputację nosa, podczas pobytu w więzieniu zlecił wykonanie złotej protezy nosa, dzięki

czemu mógł po wielu walkach odzyskać swoje imperium. Jest to jedyny odnotowany przypadek rekonstrukcji tkanek twarzy między 200 a 1000 r.n.e.⁷⁻⁹

W XVI wieku epidemia kiły w zachodniej Europie prowadziła między innymi do powstania ubytków w obrębie podniebienia, a ówczesni lekarze starali się przywrócić swoim pacjentom utracone funkcje żucia i mowy.¹⁰ Franz Renner (1510-1577) jako jeden z pierwszych w czasach nowożytnych, stosował obturatory wykonane z arkuszy skóry, kości słoniowej, złota i srebra. Uzupełnienia te były ciężkie oraz powodowały ból przy wprowadzaniu do jamy ustnej.¹¹ Portugalski lekarz praktykujący w Holandii Amatus Lusitanus (1511-1568) opublikował pracę przedstawiającą przypadek pacjenta z dużym ubytkiem podniebienia, który zaopatrzył w złotą płytę pogrubioną w miejscu deficytu tkanek. Do górnej powierzchni płytki przylutował złoty, zagięty sztyft utrzymujący gąbkę, której zwilżenie prowadziło do wzrostu jej objętości i retencji uzupełnienia na podłożu. Był to pierwszy opisany przypadek zastosowania obturatora.^{5,6,10,12} Ambroise Paré (1517-1590) francuski chirurg wojskowy i inżynier, udokumentował zastosowanie protez twarzy uzupełniających braki oczu, uszu i nosa, użył terminu obturator oraz opisał wykonawstwo protezy obturacyjnej.^{1,3,4,12} Jako pierwszy przedstawił wykonanie sztucznego nosa z wykorzystaniem złota, srebra, papieru i płótna

lnianego sklejonych razem, który dodatkowo malowano farbami olejnymi i doczepiano sztuczne wąsy.^{2,3,7} Protezy oczu zbudowane były z dwóch pasujących do siebie, złutowanych, wypukłych arkuszy ze złota lub srebra. Zewnętrzną powierzchnię pokrywano warstwą emalii, a następnie malowano, naśladując drobne naczynia krwionośne oraz tęczę i źrenicę.^{8,10} Ambroise Paré udoskonalił obturator Lusitanusa, składający się z prostego krążka, do którego mocowano gąbkę z wykorzystaniem bardziej funkcjonalnego zacisku.^{3,6,10,12,13} W innej wersji obturadora, do krążka mocowany był mechaniczny guzik na wzór „spinki do mankietów”, który obracał się w celu zahaczenia o podcięcie w jamie nosowej, co zapewniało utrzymanie protezy na podłożu.^{3,6,12} Do produkcji uzupełnień protetycznych w tamtym okresie wykorzystywane były materiały, takie jak masa papierowa, skóra, kość słoniowa, złoto i srebro.^{1,8} Dodatkowo stosowano szkło i drewno, materiały, które w XVI wieku stawały się coraz bardziej powszechne w Europie.¹ Protezy nosa mocowane były z wykorzystaniem lepkich substancji (mastyks gumowy) lub trzech lnianych pasków owiniętych wokół głowy, protezy ucha i oka z użyciem metalowej opaski, z kolei sztuczne gałki oczne mogły być dodatkowo utrzymywane w zachyłkach oczodołu.^{1,8} Ambroise Paré przedstawił również ciekawe rozwiązanie dla pacjentów, którzy stracili znaczną część języka. Wykonany z drewna niewielki krążek, którym pacjent manipulował w jamie ustnej, pozwalał na wypowiedzianie zrozumiałych słów.¹⁰

Z raportu włoskiego chirurga Fabriciusa ab Aquapendente z 1619 roku wynika, iż w tamtym czasie w Wenecji, słynącej z dobrze rozwiniętego przemysłu szklarskiego, tworzone były dla ludzi sztuczne gałki oczne z dmuchanego szkła. Charakteryzowały się większą estetyką i komfortem użytkowania w porównaniu z protezami metalowymi.^{2,8}

W XVIII wieku ubytki podniebienia twardego były głównie wynikiem kiły lub urazu. Brak opieki medycznej sprawiał, że dzieci urodzone z rozszczepami zwykle nie przeżywały.¹² Pierre Fauchard (1678-1761) francuski chirurg w 1757 roku przedstawił pięć projektów wykonania obturadora podniebiennego. W celu utrzymania protez na podłożu wykorzystał wiedzę ze swojego hobby zegarmistrzowskiego i użył dwóch metalowych skrzydeł, które przymocowane były do górnej powierzchni płyty protezy i wprowadzane do ubytku w pozycji pionowej, a następnie ustawiane w pozycji poziomej przy pomocy gwintowanej śruby. W uzupełnieniach protetycznych zwykle stosował zęby ludzkie, hipopotama i wołu lub kły morsa i słonia.^{5,6,8,10,11,14} W 1757 roku Étienne Bourdet sugerował, że ubytki podniebienia z czasem ulegają samoistnemu zamknięciu, stąd był przeciwnikiem wprowadzania uzupełniania w ten defekt podłoża. Stosował jedynie metalową płytkę zasłaniającą mocowaną do naturalnych zębów z wykorzystaniem jedwabnych lub złotych nici.^{2,5,6}

W XVIII wieku powstały pierwsze projekty protez uzupełniających ubytki podniebienia miękkiego. W 1776 roku Verdail skonstruował aparat z języczkiem z gąbki, przymocowanym sprężystym srebrnym drutem. Uzupełnienie wykonane było z „hiszpańskiej skóry”, która wyłożona została cienką warstwą gąbki w celu uszczelnienia krawędzi protezy.^{5,6} Nowatorski projekt obturadora uzupełniającego ubytki podniebienia miękkiego stworzył w 1780 roku Jean Joseph Dubois Foucou. Aparat składał się z płyty podniebiennej oraz wystającej dystalnie na sprężynie metalowej płyty, która podążała za ruchami podniebienia resztkowego.⁶ Paryski dentysta Christophe Delabarre w 1820 roku wydał książkę, w której opisał kilka własnych projektów rekonstrukcji protetycznej ubytku tkanek miękkich podniebienia. Jako pierwszy użył elastycznej gumy w celu odtworzenia podniebienia

miękkiego i języczka.^{2,4-6,10,12} Dodatkowo w celu utrzymania obturatora na podłożu zastosował klamry.

W XVIII wieku Francuzi przodowali w kulturze i nauce. James Snell był pierwszym angielskim autorem, który publikował na temat rozszczepu podniebienia i uzupełnień protetycznych stosowanych w celu poprawy mowy.¹⁰ W 1823 roku zastosował on gumowe klapki przymocowane do złotego zawiasu w celu utrzymania obturatora na podłożu.^{2,5,6,15} W 1828 roku opublikował książkę „Obturateurs”, w której nastąpiło wyraźne zróżnicowanie postępowania leczniczego między nabytymi i wrodzonymi wadami podniebienia miękkiego i było to pierwsze dzieło dotyczące leczenia wrodzonego rozszczepu podniebienia jako odrębnej jednostki chorobowej. Uzupełnienie składało się ze złotej płytki, do której w tylnej części przymocowane były dwa płatki z kauczuku indyjskiego, aby uzupełnić ubytek podniebienia miękkiego oraz kawałek tego samego materiału na złotym drucie w celu odtworzenia języczka.^{5,6,12}

Rewolucji w koncepcji konstrukcji uzupełnień dla pacjentów z rozszczepem podniebienia, która zawiera podstawowe zasady nadal wykorzystywane podczas wykonawstwa uzupełnień protetycznych poprawiających mowę, dokonali amerykański lekarz Charles Stearn oraz niemiecki dentysta Wilhelm Suersen. W 1841 roku absolwent medycyny Charles Stearn, cierpiący na wrodzony rozszczep podniebienia, który wielokrotnie próbowano zamknąć chirurgicznie, podjął próbę skonstruowania dla siebie uzupełnienia protetycznego. Posiadał on ograniczoną wiedzę z zakresu protetyki stomatologicznej, stąd model do wulkanizacji gumowego podniebienia miękkiego rzeźbił z drewna mahoniowego. Elastyczna część tylna uzupełnienia przymocowana była do płyty za pomocą spiralnych złotych sprężyn, służyła do uzupełnienia ubytku tkanek i kontrolowana była przez mięśnie

pozostałych części podniebienia miękkiego.^{5,6} Norman Kingsley, który w 1860 roku współpracował z Charlesem Stearnem przy tworzeniu uzupełnienia dla jednej ze swoich pacjentek, ulepszył i uprościł jego konstrukcję, jednak trzymał się zasady wykorzystania mięśni dźwigaczy w celu zamykania komunikacji z jamą nosową.^{10,15} W 1867 roku Wilhelm Suersen przedstawił swoją koncepcję leczenia protetycznego wrodzonych i nabytych wad podniebienia, która do dziś odgrywa kluczową rolę przy konstrukcji uzupełnień protetycznych poprawiających mowę. Do produkcji obturatora użył twardego kauczuku. Aparat rozciągał się od podniebienia w kierunku gardła i kończył szeroką opuszką kontaktującą z dwiema częściami języczka. Mięśnie podniebienia i nosogardzieli podczas funkcji kurczyły się wokół opuszki, zapewniając uszczelnienie nosowo-gardłowe.^{5,12,15}

Na początku XIX wieku francuscy optycy, zwłaszcza ci praktykujący w Paryżu, mieli monopol na usługi i pobierali wysokie opłaty za swoją pracę. Okuliści z innych krajów, zwłaszcza Niemiec, starali się stworzyć własne zakłady optyczne. Profesor Heinrich Adelman praktykujący w Würzburgu zachęcił młodego dmuchacza szkła, Ludwiga Mullera, który wykonywał sztuczne oczy dla przemysłu lalkarskiego, do wytwarzania protez oczu. Rodzina Mullerów tworzyła protezy gałek ocznych aż do czasu wprowadzenia do ich produkcji tworzyw sztucznych.⁸ William Morton (1819-1868) użył złotej płytki do wykonania protezy obturacyjnej oraz skonstruował sztuczny nos, który został przymocowany do okularów pacjenta.^{1,3,13} Podczas rewolucji przemysłowej dostępne zaczęły być nowe materiały, które umożliwiły wykonywanie bardziej estetycznych i funkcjonalnych uzupełnień protetycznych. Sztywne i ciężkie złoto oraz srebro zostały zastąpione materiałami lżejszymi, pozwalającymi odtworzyć czynność i wygląd pacjentów z ubytkami tkanek w obrębie części

twarzowej czaszki.^{7,9} W 1839 roku Charles Macintosh, Charles Goodyear i Thomas Hancock odkryli, że proces wulkanizacji siarką ogrzanej mieszaniny kauczuku naturalnego przekształca gumę naturalną w trwałą, dającą się formować i barwić materiał, odporny na środowisko biologiczne.⁸ Wulkanit, bo tak nadano mu nazwę, znalazł zastosowanie przy wykonawstwie protez szczękowo-twarzowych, zastępując metale i ceramikę, często wykorzystywany był podczas I wojny światowej.^{4,7} W 1867 roku bracia John Wesley i Isaiah Hyatt ze Stanów Zjednoczonych odkryli, że połączenie nitrowanej celulozy z kamforą i alkoholem pozwala na łatwe formowanie powstałej mieszaniny w rozgrzanej formie. Materiał wykorzystywany był przez niektórych protetyków do produkcji uzupełnień, jednak w przypadku osób palących protezy ulegały przebarwieniu, a nawet zapalały się.^{1,8}

Na początku XX wieku stosowano również inne materiały, np. termoplastyczne na bazie wosku wzmocnionego żywicą oraz materiały na bazie żelatyny i gliceryny.^{9,10} Doktorowi G. Trittermanowi należy przypisać wprowadzenie i kliniczne zastosowanie materiału termoplastycznego na bazie wosku wzmocnionego żywicą, która miała zapobiegać zniekształceniom wosku pod wpływem temperatury ciała i otoczenia.⁸ W 1913 roku wprowadzono związki żelatynowo-glicerynowe do produkcji protez twarzy.^{3,13} Karl Henning z Austrii zaproponował oryginalną i wciąż stosowaną metodę rekonstrukcji nosów, uszu i policzków z masy żelatynowej i glicerynowej, barwionej żółtymi pigmentami ochry i cynobru, aby naśladować kolor skóry. Epitezę przyklejano do tkanek z wykorzystaniem mastyksu rozpuszczonego w eterze. Ta rewolucyjna metoda oferowała estetyczne i komfortowe uzupełnienia wykonane w krótkim czasie z wykorzystaniem materiału o właściwościach najbardziej, w tamtym okresie, zbliżonych do tkanek ludzkich oraz prostego i taniego procesu

technologicznego.^{7,8,9} Pomimo, iż efekty leczenia z wykorzystaniem protez żelatynowych i glicerynowych były zadowalające, to ich wytrzymałość sięgała zaledwie kilku dni.^{1,8}

Podczas I wojny światowej ponad 600 000 żołnierzy doznało urazów głowy i twarzy.^{1,7,8} W latach 1916-1920 w Paryżu i Londynie działały dwa warsztaty, prowadzone przez rzeźbiarzy Annę Coleman Ladd oraz Francisca Derwenta Wooda, produkujące maski dla żołnierzy, których twarze zostały oszczędzone podczas działań wojennych. Protezy twarzy nigdy wcześniej nie były projektowane i produkowane na tak dużą skalę. Maski wykonywane były na zamówienie, ręcznie, pod okiem uznanego artysty z galwanizowanej miedzi. Czas powstania uzupełnienia wynosił około miesiąca. Proteza utrzymywana była na podłożu przez okulary, a w przypadku niewielkich uzupełnień, np. uszu z wykorzystaniem pasek biegnących pod włosami.^{7,8,16-18}

W okresie międzywojennym próbowano opracować doskonalsze materiały do wytwarzania protez twarzy. Po raz pierwszy jako materiał na podstawę protezy zastosowano polimetakrylan metylu w 1936 roku.^{4,6} Jedną z pierwszych informacji o zastosowaniu akrylu do produkcji protez twarzy pojawiła się w 1947 roku, zwracając uwagę na zalety tego materiału w postaci lekkości i możliwości adaptacji do ubytku. Żywice akrylowe zaczęły w tym okresie zastępować wulkanizowaną gumę w produkcji protez wewnątrz- i zewnątrzustnych.⁶ W 1945 roku *Fonder* opublikował pracę mówiącą o zastosowaniu samoutwardzalnej żywicy akrylowej, a w 1955 roku *Ackerman* opisał tworzywa winylowe i ich wykorzystanie w wykonawstwie protez twarzy.^{19,20}

Rozwój chemii organicznej w drugiej połowie XX wieku sprzyjał powstawaniu nowych materiałów.⁹ Silikon został odkryty w 1934 roku, przez połączenie właściwości szkła z właściwościami organicznych tworzyw sztucznych w celu stworzenia nowej izolacji elektrycznej.

Pierwsze zastosowania silikonu w 1943 roku miały miejsce w wojsku. W 1959 roku utworzono Centrum Badań Medycznych Dow Corning, które we współpracy ze szpitalami, miało na celu określenie wskazań dla silikonu w medycynie i chirurgii. W 1962 roku elastomery silikonowe Silastic Medical zostały udostępnione do użycia w medycynie.^{7,9,21}

Po wybuchu II wojny światowej trzy czynniki miały wpływ na przyszłość uzupełnień wewnątrzustnych i epitez. Nastąpił ogromny wzrost liczby pacjentów wymagających rekonstrukcji protetycznych, specjaliści z Wielkiej Brytanii i Stanów Zjednoczonych stracili dostęp do wulkanizowanego kauczuku oraz nie było transportu szkła, co doprowadziło do produkcji sztucznej gałki ocznej z tworzywa sztucznego.⁸ W placówkach medycznych Wielkiej Brytanii rozwijała się protetyka uzupełnień zewnątrzustnych. Derek Pym i Stanley Brazier w szpitalu St. Charles w Londynie włożyli wiele wysiłku w opracowanie procedur zastosowania żywicy akrylowej przy wykonawstwie protez twarzy.^{3,8} Brazier był jednym z pierwszych protetyków w Wielkiej Brytanii, który zastosował polichlorek winylu (PCV) jako materiał protez twarzy, opracował zasady kranioplastyki z wykorzystaniem żywicy akrylowej oraz wytwarzał sztuczne akrylowe gałki oczne. Wkrótce produkcją protez gałek ocznych z tworzywa sztucznego zajęli się również lekarze z amerykańskiej marynarki wojennej oraz protetycy ze Szwecji, Szwajcarii i Austrii.⁸

Odkrycie zjawiska osteointegracji tytanu z tkanką kostną przez *Brånemarka* w 1952 roku zrewolucjonizowało metody rehabilitacji protetycznej pacjentów i możliwości uzyskania dobrej retencji uzupełnień wewnątrzustnych i zewnątrzustnych.²² Praktykujący w Paryżu Beniot, zajmujący się leczeniem pacjentów z rozległymi wadami ustno-twarzowymi, opracował nowe gumy silikonowe mające zastosowanie w protetyce twarzy oraz odegrał kluczową rolę w opracowaniu i udoskonaleniu

technik implantacji w żuchwie po urazie i resekcji chirurgicznej. George Barnhart, technik dentystyczny pracujący w klinice Walter Zoller w Chicago oraz Antti Hulterström z Umeo na północy Szwecji prowadzili badania nad kolorem i opracowali technologię barwienia protez twarzy.^{8,23} W 1960 roku George Barnhart jako pierwszy zastosował gumę silikonową na materiał bazowy uzupełnień zewnątrzustnych, który barwił pigmentami z polimeru żywicy akrylowej.^{3,13,21} Pierwsze ilościowe określenie właściwości fizycznych i mechanicznych optymalnego materiału do uzupełnień protetycznych twarzy przedstawił w 1975 roku Ray Winter w Instytucie Nauki i Technologii Uniwersytetu Walijskiego, a opracowany materiał nosił nazwę Cosmesil.⁸ W 1978 roku *Gonzalez* opisał zastosowanie elastomeru poliuretanowego.²⁴ *Udagama* i *Drane* w 1982 roku wprowadzili medyczny silikon Silastic typu A do produkcji protez twarzy, a *Udagama* w 1987 roku dodatkowo przedstawił wykorzystanie prefabrykowanych folii poliuretanowych jako wyściółki do protez twarzy wykonanych z silikonu.^{25,26} W 1979 roku Anders Tjellström wykonał pierwszą epitezę małżowiny usznej wspartą na implantach.^{7,9}

Pierwszy międzynarodowy kongres poświęcony protetyce szczękowo-twarzowej i technologii, którego głównym tematem były protezy twarzy i implantoprotezy, został zorganizowany w Anglii w 1983 roku przez Instytut Technologii Szczękowo-Twarzowej we współpracy z innymi krajowymi i międzynarodowymi organizacjami. Kongres przyciągnął prawie 500 uczestników z 38 krajów i umożliwił wymianę doświadczeń i wiedzy na temat dostępnych metod rehabilitacji.⁸

Rozwój materiałów i technologii pozwala obecnie na efektywne odtwarzanie ubytków tkanek głowy i szyi z wykorzystaniem uzupełnień protetycznych w przypadkach, gdy nie ma możliwości rekonstrukcji chirurgicznej. W wykonawstwie uzupełnień protetycznych

wykorzystywane są materiały o dobrze poznanych właściwościach i technologiach przetwarzania, takie jak żywice akrylowe i elastomery silikonowe.^{1,13,28} Problem retencji protez rozwiązywany jest dzięki wykorzystaniu klejów, taśm, zachyłków ubytku tkanek czy okularów do ich utrzymania. Możliwość wykorzystania tytanowych wszczepów i elementów precyzyjnych do zakotwienia uzupełnień protetycznych niejednokrotnie pozwala uzyskać odpowiednią retencję i stabilizację.²⁷ Obrazowanie cyfrowe oraz nowoczesne wspomagane komputerowo techniki produkcji, takie jak druk 3D, pozwalają na skrócenie czasu leczenia protetycznego przez eliminację niektórych etapów klinicznych i laboratoryjnych. Wykorzystanie technologii CAD/CAM daje możliwość ograniczenia tradycyjnych, pracochłonnych metod wykonawstwa uzupełnień protetycznych oraz rozwój precyzyjnej i szybkiej produkcji indywidualnie dla każdego pacjenta.^{1,23,29-31}

Na przyszłość protetyki szczękowo-twarzowej wpływ ma rozwój materiałów, nowych technologii oraz zmieniające się oczekiwania dotyczące rehabilitacji wad głowy i szyi.^{1,7} Organizacja Narodów Zjednoczonych szacuje, że do 2050 roku na świecie będzie 2,1 miliarda osób starszych. Proces starzenia wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zachorowania na nowotwory, w tym raka głowy i szyi oraz wzrostem zapotrzebowania na uzupełnienia protetyczne. Dodatkowo konflikty zbrojne i medycyna wojskowa nadal odgrywają ważną rolę w rekonstrukcji twarzy w celu odtworzenia utraconych funkcji i estetyki u ofiar wojny.¹ Nowe kierunki ewolucji protez szczękowo-twarzowych mogą być związane z rozwojem nanotechnologii, biotechnologii, informatyki i kognitywizmu. Dzięki wykorzystaniu postępów w neuronauce i nanotechnologii, być może protezy twarzy będą miały prawdziwe interakcje neurofizjologiczne z tkankami podłoża w celu odtworzenia ich funkcji.^{7,9}

Podjęte są już próby stworzenia protezy oka, nosa i ucha zdolnej do odbierania bodźców podobnie jak naturalne narządy zmysłu. Prace nad wszczepieniem urządzenia lub tkanki, łączącej się z żywymi komórkami w celu zastąpienia utraconego narządu, mogą w przyszłości przyczynić się do przywrócenia lub wzmocnienia określonej funkcji.^{32,33}

Podsumowanie

Protetyka szczękowo-twarzowa rozwijała się przez stulecia w celu odtworzenia utraconych funkcji i estetyki u osób z wadami wrodzonymi, po przebytych chorobach, urazach czy zabiegach chirurgicznych. Rozwój protetyki twarzy związany był z dostępnymi technologiami i materiałami oraz zapotrzebowaniem na określone uzupełnienia protetyczne. Nieustanny postęp biotechnologii i nanotechnologii, a także dążenie do jak najwierniejszego odtworzenia funkcji brakujących narządów może przyczynić się do wykorzystania tych metod w rehabilitacji pacjentów z ubytkami tkanek głowy i szyi.

Piśmiennictwo

1. *Caxias FP, Santos DM, Bannwart LC, Neto CLDM, Goiato MC*: Classification, History, and Future Prospects of Maxillofacial Prosthesis. *Int J Dent* 2019; 4:1-7.
2. *Gupta AD, Verma A, Dubey T, Thakur S*: Maxillofacial Prosthetics Part-1: A Review *Int J Adv Res* 2017; 5(10): 31-40.
3. *Deba K, Yunus M, Tamrakar AK*: Oral and Maxillofacial Prosthetics-I : Objectives and History. *Heal Talk* 2012; 4(5): 18-20.
4. *Paprocki GJ*: Maxillofacial prosthetics: history to modern applications. Part 1 – obturators. *Compend Contin Educ Dent* 2013; 34(8): 84-6.
5. *Aramany MA*: A history of prosthetic management of cleft palate: Pare' to Suersen. *Cleft*

- Palate J 1971; 8: 415-430.
6. *Sarin S, Gupta R, Luthra RP, Ahirrao R, Sharma V*: History of evolution of palatal obturators. *JAMDSR* 2015; 3(2): 46-53.
 7. *Destruhaut F, Caire JM, Dubuc A, Pomar P, Rignon-Bret Ch, Naveau A*: Evolution of facial prosthetics: Conceptual history and biotechnological perspectives. *Int J Maxillofac Prosthetics* 2019; 4: 2-8.
 8. *Conroy BF*: A brief sortie into the history of cranio-oculofacial prosthetics. *Facial Plast Surg* 1993; 9(2): 89-115.
 9. *Destruhaut F, Delrieu J, Dusseau X, Pomar P*: Historical and epistemological approach to maxillofacial prosthesis. *Cah Prot* 2018; 182: 37-47.
 10. *Ring ME*: The history of maxillofacial prosthetics. *Plast Reconstr Surg* 1991; 87(1): 174-184.
 11. *Lynch CD, MacGillycuddy CT, O'Sullivan VR*: Pierre Fauchard and his role in the development of obturators. *Br Dent J* 2005; 199(9): 603-605.
 12. *Lanzara R, Viswambaran M, Kumar D*: Maxillofacial prosthetic materials: current status and recent advances: A comprehensive review. *Int J Appl Dent Sci* 2021; 7(2): 255-259.
 13. *Alqutaibi AY*: Materials of facial prosthesis: History and advance. *Int J Contemp Dent Med Rev* 2015; 1-4.
 14. *Deltombe X*: Pierre Fauchard, his life and his work. *J Dentofacial Anom Orthod*, 2011; 14(1): 103.
 15. *Walter JD*: Concepts of soft-palate prosthesis. *J. Dent* 1973; 1(6): 281-284.
 16. *Alexander C*: Faces of War. *Smithsonian Magazine*, 2007.
 17. *Feo K*: Invisibility: Memory, Masks and Masculinities in the Great War. *J Des Hist* 2007; 20(1): 17-27.
 18. *Cruise R, Hastings S, Wood D*: Plates for masking facial wounds. *J R Army Med Corps*, 1916; 26: 340-345.
 19. *Fonder AC*: Dental Materials and Skills in Oral and Facial Prosthesis, *J.A.D.A.* 1945; 50: 636.
 20. *Ackerman AJ*: Prosthetic Management of Oral and Facial Defects Following Cancer Surgery, *J Pros Den* 1955; 5: 413.
 21. *Andres CJ, Haug SP, Munoz CA, Bernal G*: Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers: Part I – Literature review. *J Prosthet Dent* 1992; 68(2): 327-330.
 22. *Branemark PI*: Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 399-410.
 23. *Cruz RLJ, Ross MT, Powell SK, Woodruff MA*: Advancements in Soft-Tissue Prosthetics Part A: The Art of Imitating Life. *Front Bioeng Biotechnol* 2020; 121(8): 1-20.
 24. *Gonzalez JB*: Polyurethane elastomers for facial prosthesis. *J Prosthet Dent* 1978; 39(1): 212-218.
 25. *Udagama A, Drane JB*: Use of medical grade methyl urethane silane cross linked silicone for facial prosthesis. *J Prosthet Dent* 1982; 48(3): 86-88.
 26. *Udagama A*: Urethane-linked silicone facial prosthetics. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 351-354.
 27. *Rolski D, Juszczyszyn K, Nieborak R, Mierzwińska-Nastalska E*: Rehabilitacja implantoprotetyczna pacjentów po operacjach nowotworów w obrębie głowy i szyi – obserwacje odległe. *Protet Stomatol* 2017; 67(3): 255-269.
 28. *Juszczyszyn K*: Wpływ resekcji szczęki oraz protez zaopatrzonych w oburator na funkcje układu oddechowego pacjentów leczonych z powodu nowotworów środkowego piętra twarzy. *Protet Stomatol* 2021; 71(2): 185-190.
 29. *Kortes J, Dehnad H, Kotte ANT, Fennis WMM, Rosenberg AJWP*: A novel digital workflow to manufacture personalized three-dimensional-printed hollow surgical obturators after maxillectomy. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018; 47: 1214-1218.

30. *Fernandez PK, Kuscu E, Weise H, Engel EM, Spintzyk S*: Rapid additive manufacturing of an obturator prosthesis with the use of an intraoral scanner: A dental technique. *J Prosthet Dent* 2022; 127(1): 189-193.
31. *Juszczyszyn K, Rolski D, Mierzwińska-Nastalska E*: Wykorzystanie technologii CAD/CAM w rehabilitacji protetycznej pacjentów leczonych z powodu nowotworów środkowego piętra twarzy. *Protet Stomatol* 2019; 69(3): 313-321.
32. *Catapano G, Verkerke GJ*: Handbook of Research on Biomedical Engineering Education and Advanced Bioengineering Learning: Interdisciplinary Concepts. *Medical Information Science Reference* 2012; 2: 53-55.
33. *Allin S, Eckel E, Markham H, Brewer BR*: Recent trends in the development and evaluation of assistive robotic manipulation devices. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2010; 21: 59-77.

Zaakceptowano do druku: 17.08.2022 r.

Adres autorów: 02-097 Warszawa, ul. Binińskiego 6.

© Zarząd Główny PTS 2022.