

Daria KRAUZ¹, Anna ZIĘBOWICZ², Bohdan BĄCZKOWSKI³,

¹SKN Inżynierii Biomedycznej „Synergia”, Katedra Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych, Politechnika Śląska,

²Zabrze Katedra Biomateriałów i Inżynierii Wyrobów Medycznych, Politechnika Śląska, Zabrze,

³Katedra Protetyki Stomatologicznej, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa

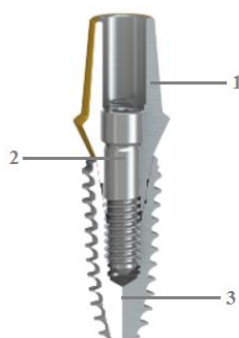
OCENA JAKOŚCI STANU POWIERZCHNI WSZCZEPU ŚRÓDKOSTNEGO PO JEGO DEZINTEGRACJI Z KOŚCIĄ

Streszczenie: Celem pracy była ocena jakości stanu powierzchni implantu, która mogłaby wskazywać na przyczynę utraty integracji wszczepu śródkostnego. Badania obejmowały obserwacje mikroskopowe oraz analizę składu chemicznego wszczepu śródkostnego w mikroskopie skaningowym firmy ZEISS SUPRA 35 wyposażonego w detektor SE. Potwierdziły one wykonanie implantu ze stopu Ti-6Al-4V oraz wskazały na zaistniały proces osteointegracji. Powodem utraty zintegrowanego wszczepu było prawdopodobnie przeciążenie mechaniczne oraz złe nawyki higieniczne, palenie tytoniu oraz współistniejąca choroba przyzębia i wywołane nią periimplantitis.

Słowa kluczowe: wszczep śródkostny, osteointegracja, SLActive, SEM

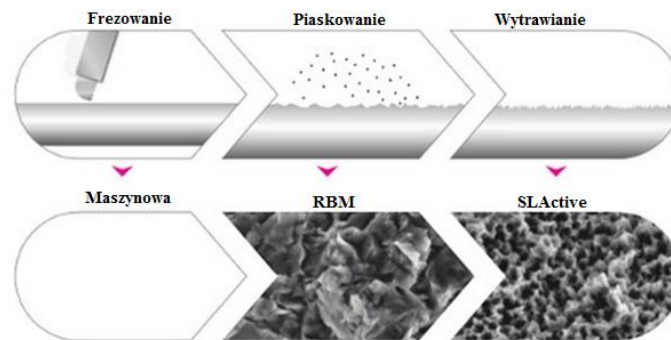
1. WPROWADZENIE

Problem częściowych braków uzupełnienia może dotknąć każdego człowieka. U pacjentów z brakami uzębienia można zastosować implanty stomatologiczne, których wprowadzenie pozwala na odbudowę utraconych zębów, a także prawidłowe odtworzenie funkcji żucia pokarmu, wyglądu estetycznego oraz artykulacji dźwięków [1]. Wszczepiony system implantologiczny złożony jest przeważnie z trzech elementów: wszczepu śródkostnego, śruby łączącej i łącznika (Rys. 1).



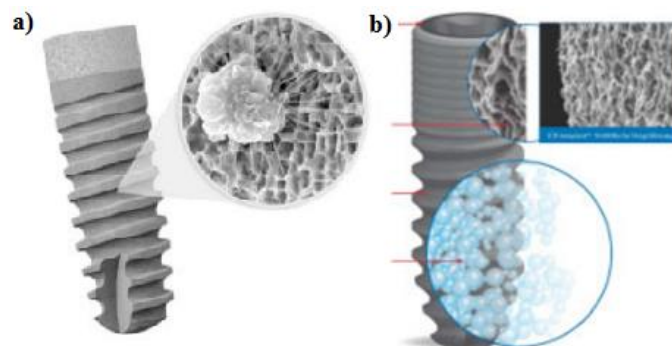
Rys.1. Schemat budowy systemu implantologicznego: 1- łącznik, 2- śruba łącząca, 3- wszczep śródkostny [2]

Wpływ na osteointegrację, czyli bezpośrednie połączenie strukturalne i funkcjonalne kości z powierzchnią implantu stomatologicznego ma protokół zabiegowy, materiał, z którego wykonany jest wszczep, czas obciążenia funkcjonalnego wszczepu oraz rodzaj warstwy wierzchniej wszczepu śródkostnego [3]. W celu zapewnienia lepszego połączenia implantu stomatologicznego z kością, producenci poddają jego powierzchnie specjalnym zabiegom, do których najczęściej należy: **natryskiwanie hydroksyapatytem (HA)** – powstała porowata struktura zbliżona jest składem do tkanki kostnej, umożliwiając szybkie przerastanie tkanki kostnej w głąb porów i zapewniając lepszą stabilizację implantu z kością. Chropowatość takiej powierzchni Ra wynosi około $8,2 \div 10,2 \mu\text{m}$; **piaskowanie i trawienie (SLA)** – polegające na poddaniu powierzchni implantu piaskowaniu, a następnie wytrawianiu np.: piaskowanie Al_2O_3 i trawienie $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$. Chropowatość tej powierzchni wynosi Ra $1 \div 3 \mu\text{m}$ [4]; **wytworzenie powierzchni hydrofilnej (SLActive – Rys. 2)** – powstaje w wyniku trzyetapowej obróbki: maszynowej obróbki frezarskiej, piaskowaniu powierzchni materiałem o dużej ziarnistości ok. $25\text{-}50 \mu\text{m}$ (może być przeprowadzone za pomocą SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 lub fosforanu wapnia) oraz wytrawianiu powierzchni mieszaniną kwasów $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ w celu usunięcia drobinek np. krzemu, a następnie przechowywaniu w roztworze NaCl [4, 5]. Głównym celem tych działań jest utworzenie porowatej struktury, umożliwiającej szybkie przerastanie tkanki kostnej w głąb porów [6].



Rys.2. Proces obróbki powierzchni SLActive [5]

Oprócz modyfikacji powierzchni implantu stomatologicznego (Rys. 3) wpływ na powodzenie procesu osteointegracji ma technika wykonania zabiegu wprowadzania wszczepu, jego właściwości fizyko-chemiczne, jakość kości, pierwotna stabilizacja implantu (zależna przede wszystkim od rodzaju połączenia gwintowego) oraz sposób obciążania wszczepu śródkostnego protezą. Niestety, w niektórych przypadkach pomimo osteointegracji, implant zostaje usunięty z organizmu [7].



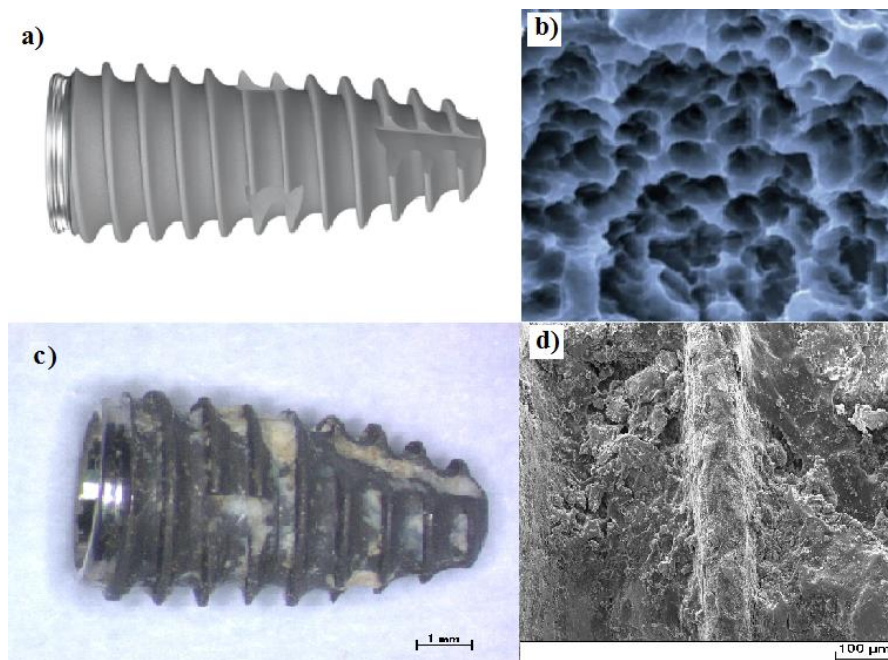
Rys.3. Przykładowe modyfikacje powierzchni wszczepu śródkostnego: a) SLA, b) SLA Active [5, 8]

3. MATERIAŁ BADAWCZY

Badaniom poddano implant stomatologiczny firmy Straumann, uzyskany od pacjenta po sześciu miesiącach przebywania w tkankach kostnych układu stomatognatycznego (Rys. 5c), zgodnie z protokołem postępowania Bränemarka dla obciążenia odroczonego. Czas wgajania się wszczepów nieobciążonych z powierzchniami trawionymi i piaskowanymi wynosi odpowiednio w klasycznym protokole 3 miesiące dla kości żuchwy i 6 miesięcy dla kości szczęki. Zadaniem powierzchni SLA Active było skrócenie czasu wgajania wszczepu śródkostnego z 6–8 tygodni (czas wgajania implantu dla powierzchni piaskowanej i trawionej – SLA) do 3–4 tygodni. Wpływ na to miał wzrost kontaktu powierzchni implantu stomatologicznego z kością, zwiększenie wolnej energii powierzchniowej, wywołującej aktywność chemiczną powierzchni implantu oraz na zwiększenie adsorpcji białek na powierzchni kontaktu implant – kość ułatwiającej osteointegrację [8]. Ponadto zapewnione zostaje zachowanie dłuższej stabilności pierwotnej i wzrost wtórnej.

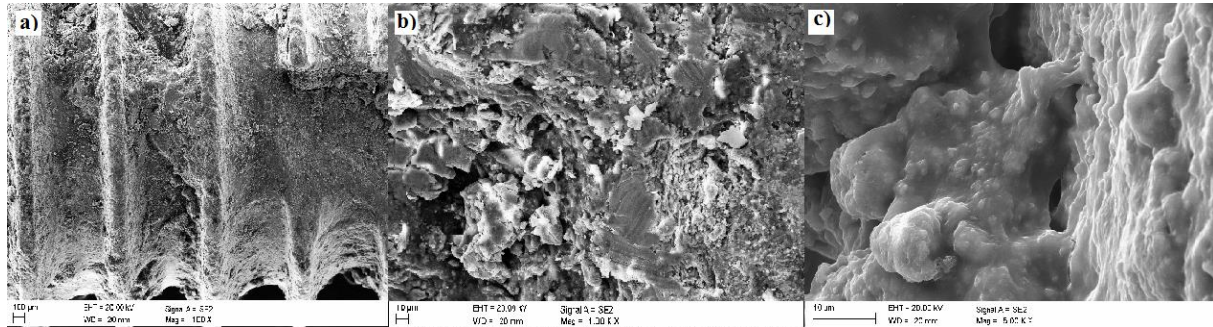
4. METODYKA BADAŃ

Metodyka badań powierzchni wszczepu śródkostnego obejmowała obserwacje mikroskopem stereoskopowym, badanie SEM mikrostruktury materiału oraz analizę składu chemicznego. Przeprowadzone obserwacje mikroskopem stereoskopowym wykazały znaczne rozwinięcie powierzchni wszczepu śródkostnego, w tym występowanie licznych wgłębień, szczelin i nierówności, które umożliwiły wrastanie tkanek i zapewniały tym samym dobrą stabilność implantu. Na powierzchni wszczepu śródkostnego zauważono wrosniętą tkankę kostną, potwierdzającą zaistnienie procesu osteointegracji gwarantującego uzyskanie stabilności wtórnej (Rys. 4c).



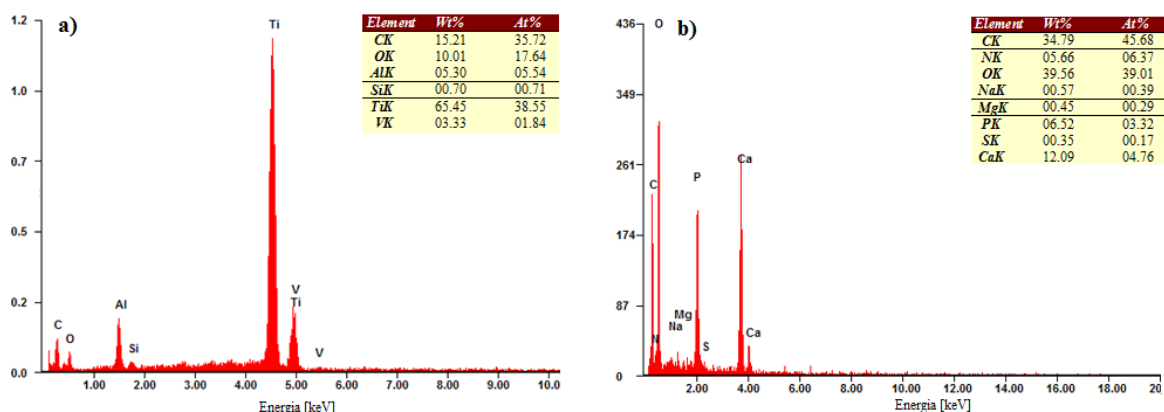
Rys.4. Wszczep śródkostny: a) model implantu, b) powierzchnia SLActive wszczepu śródkostnego w stanie wyjściowym [5], c) po 6-miesięcznym okresie przebywania w jamie ustnej z narośniętymi tkankami kostnymi (mikroskop stereoskopowy pow. 9,6 x), d) obraz SEM (mikroskop skaningowy pow. 1000 x)

Badanie SEM powierzchni implantu stomatologicznego przeprowadzono w mikroskopie skaningowym firmy ZEISS SUPRA 35 wyposażonym w detektor SE. W związku z występowaniem tkanki kostnej (Rys. 4c, 4d, 5) na powierzchni wszczepu śródkostnego (powodującej brak przewodności), próbkę poddano procesowi napylenia warstwą złota z wykorzystaniem napyłarki firmy Bal-Tec Capovani Brothers Inc. Cały proces trwał 80 sekund przy natężeniu prądu 40 mA, a grubość napyłonej warstwy wynosiła 20 nm.



Rys.5. Powierzchnia gwintu wszczepu śródkostnego z wrosniętą tkanką kostną a) pow. 100 x, b) pow. 1000 x, c) pow. 5000 x

Analiza składu chemicznego pozwoliła na identyfikację pierwiastków wchodzących w skład materiału, z którego został wykonany wszczep śródkostny oraz sprawdzenie obecności pierwiastków charakterystycznych dla nowopowstającej kości czy też tkanki łącznej. Analiza polegała na wysłaniu wiązki elektronowej na wskazaną powierzchnię próbki, zbadaniu jej i wytworzeniu promieniowania X, zbieranego przez detektor SE. Na podstawie uzyskanych wyników materiał wszczepu śródkostnego zakwalifikowano do grupy stopów tytanu, stopu Ti-6Al-4V, o czym świadczył duży procent udziału tytanu, wanadu i aluminium zamieszczony na wykresie i w tabeli na Rys. 6a. Podczas analizy dokonano również identyfikacji tkanki pojawiającej się na wszczepie śródkostnym. Zaobserwowano wysoki procent występowania pierwiastków sugerujących obecność fibroblastów odpowiedzialnych za proces zapalny, a w jego konsekwencji wystąpienie dezintegracji wszczepu z tkankami kostnymi (Rys. 6b.).



Rys.6. Analiza składu chemicznego a) wszczepu śródkostnego, b) tkanki kostnej

3. PODSUMOWANIE

Podjęta analiza jakości stanu powierzchni implantu miała na celu wskazanie przyczyny utraty integracji wszczepu śródkostnego z tkanką kostną. Przeprowadzone obserwacje z wykorzystaniem mikroskopu stereoskopowego i skaningowego umożliwiły dokonanie dokładnej oceny powierzchni gwintu wszczepu śródkostnego. Badania te nie wskazały na występowanie śladów użytkowych na powierzchni implantu w postaci uszkodzeń mechanicznych (wykruszeń i nieciągłości struktury), co więcej potwierdziły występowanie tkanki kostnej, świadczącej o zaistniałym procesie osteointegracji implantu z kością (Rys. 5, 6b). Oznacza to, że stop Ti-6Al-4V został odpowiednio zmodyfikowany, umożliwiając na jego powierzchni adsorpcję wody, jonów, białek, adhezję komórek kościotwórczych oraz ich namnażanie się i różnicowanie. Jednakże wysokie stężenie procentowe pierwiastków świadczyć może o wystąpieniu stanu zapalnego w obszarze zaimplantowanego wszczepu. Periimplantitis jest jedną z głównych przyczyn indywidualnych prowadzących do dezintegracji implantu, powstającą najczęściej na skutek nieprzestrzegania higieny jamy ustnej, infekcji bakteryjnej, choroby przyzębia, stresu oraz czynników genetycznych. W dostępnej literaturze pojawiają się także wzmianki na temat negatywnego wpływu palenia tytoniu na otaczające implant tkanki, powodując ich niedokrwienie, a także zmianę mikroflory jamy ustnej prowadzącą do wzrostu ilości bakterii beztlenowych i wzrostu aktywności bakterii *Staphylococcus aureus* odpowiedzialnych za zapalenie przyzębia. Dodatkowo, nikotyna zawarta w papierosach wpływa niekorzystnie na tkankę łączną wokół implantu, upośledzając proces osteointegracji i wydłużając czas gojenia kości [9]. Przeprowadzony wywiad lekarski z pacjentką wskazuje na wypalanie przez nią około 40 sztuk papierosów dziennie.

Biorąc pod uwagę badania [10] można również stwierdzić, że czynnikami niepowodzenia implantacji mogły być mikroruchomość wszczepu śródkostnego, uraz chirurgiczny, infekcja bakteryjna, upośledzone gojenie w wyniku chorób układowych, nadmierne obciążenie oraz niedostateczna stabilizacja pierwotna implantu.

LITERATURA

- [1] Marciniak J.: Biomateriały, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013.
- [2] Ziębowicz A., Ziębowicz B., Bączkowski B.: Electrochemical behavior of materials used in dental implantological systems, *Solid State Phenomena*, vol. 227, 2015, s.447-450.
- [3] Spiechowicz E.: Protetyka stomatologiczna, PZWL, Warszawa 2015.
- [4] Nitwinko E., Ziębowicz A.: Modyfikacja powierzchni tytanowych wszczepów filarowych, *Prace SKN*, vol 1, 2012, s. 35-44.
- [5] Materiały firmy Straumann, <http://www.straumann.co.uk/>, [dostęp 14.03.2016].
- [6] Implantologia. Stomatologia praktyczna, wydanie I polskie pod redakcją S.W. Majewskiego, Urban & Partner, Wrocław 2004.
- [7] Majewski S.: Współczesna protetyka stomatologiczna. Podstawy teoretyczne i praktyka kliniczna, Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2014.
- [8] Implanty i ich powierzchnia, <http://www.klinikaimplantologiczna.pl/>, [dostęp 08.05.2016].
- [9] http://www.dentaltribune.com/articles/news/poland/24643_analiza_porownawcza_wystpowania_periimplantitis_kliniczne_obserwacje_4-letnie_.html, [dostęp 10.11.2016].
- [10] Frank Sz., Jodko M., Wojtowicz A.: Ocena porównawcza stabilizacji pierwotnej implantów stomatologicznych, *Dental Forum*, vol. 1, 2012, s.75-81.

QUALITY EVALUATION OF INTRAOSSEOUS IMPLANT SURFACE CONDITION AFTER THE UNSUCCESSFUL PROCESS OF OSSEOINTEGRATION

Abstract: The aim of the study was the quality assessment of the state of the surface of the implant. The study included microscopic observations and analysis of the chemical composition of the implant intraosseous scanning microscope ZEISS SUPRA 35 equipped with a detector SE. They confirmed the execution of the implant alloy Ti-6Al-4V, and pointed to an apparent process of osseointegration. The reason of incorrect implants integration was probably mechanical overload or poor hygiene habits, smoking and periodontal disease – periimplantitis.