

# MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA ELEKTRONOWEGO MIKROSKOPU SKANINGOWEGO W BADANIACH MATERIAŁÓW STOMATOLOGICZNYCH

KLIMEK LESZEK\*, SOKOŁOWSKI JERZY\*\*, KOZAKIEWICZ  
MARCIN\*\*\*, ŁĘSKI MICHAŁ\*\*\*\*, BANASZEK KATARZYNA\*\*\*\*

\*POLITECHNIKA ŁÓDZKA, INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ,  
UL. STEFANOWSKIEGO 1/15, 90?924 ŁÓDŹ,

\*\*UNIwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Propedeutyki  
Stomatologicznej Instytutu Stomatologii, ul. Pomorska  
251, 92-213 ŁÓDŹ,

\*\*\*UNIwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Chirurgii  
Szczękowej Instytutu Chirurgii,  
ul. Kopcińskiego 22, 90-153 ŁÓDŹ,

\*\*\*\*UNIwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Endodoncji  
Katedry Stomatologii Zachowawczej, Endodoncji i Perio-  
dontologii, ul. Pomorska 251, 92-213 ŁÓDŹ,

## Streszczenie

Nowoczesnym materiałom stomatologicznym stawiane są coraz to wyższe wymagania. Przechodzą one cały szereg testów zanim zostaną zastosowane w chirurgii szczękowej czy w stomatologii zachowawczej. Do badań tych używa się całego szeregu różnorodnych metod. W prezentowanej pracy przedstawiono możliwości zastosowania elektronowego mikroskopu skaningowego do badań materiałów stomatologicznych. Pokazano przykłady badań materiałów stosowanych na wypełnienia stomatologiczne, ocenę przygotowania powierzchni w protetyce stomatologicznej, ocenę sposobów opracowywania ubytków, badania fraktograficzne implantów stomatologicznych. Z przedstawionych przykładów wynika, że elektronowy mikroskop skaningowy może być cennym urządzeniem znacznie rozszerzającym możliwości badawcze materiałów stosowanych w stomatologii.

**Słowa kluczowe:** elektronowy mikroskop skaningowy, materiały stomatologiczne, badanie materiałów [Inżynieria Biomateriałów, 43-44, (2005), 47-52]

## Wstęp

We współczesnej stomatologii stosuje się cały szereg różnorodnych materiałów należących zarówno do ceramiki jak i tworzyw metalicznych oraz sztucznych. Tworzywa te mają różne właściwości a tym samym różne zastosowanie np. wytwarzanie protez, wszczepów, uzupełnianie ubytków zębowych, leczenie zachowawcze itp. Sama znajomość właściwości już nie wystarcza, prawidłowe projektowanie, dobór i stosowanie tych materiałów wymaga także znajomości ich zachowania w organizmie pacjenta. W tym celu prowadzi się badania kliniczne, chociaż niektóre zachowa-

# POSSIBILITIES OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPE APPLICATION FOR STOMATOLOGICAL AND ORAL SURGICAL MATERIAL INVESTIGATIONS

...47...

KLIMEK LESZEK\*, SOKOŁOWSKI JERZY\*\*, KOZAKIEWICZ  
MARCIN\*\*\*, ŁĘSKI MICHAŁ\*\*\*\*, BANASZEK KATARZYNA\*\*\*\*

\*TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ INSTITUTE OF MATERIALS  
ENGINEERING, STEFANOWSKIEGO 1/15, 90?924 ŁÓDŹ, POLAND

\*\*DEPARTMENT OF PROPEDEUTICS OF DENTISTRY, INSTITUTE OF  
DENTISTRY, MEDICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ,  
UL. POMORSKA 251, 92-213 ŁÓDŹ,

\*\*\*DEPARTMENT OF MAXILLOFACIAL SURGERY, INSTITUTE OF  
SURGERY, MEDICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ  
UL. KOPCIŃSKIEGO 22, 90-153 ŁÓDŹ

\*\*\*\*DEPARTMENT OF ENDODONTICS, MEDICAL UNIVERSITY OF  
ŁÓDŹ, UL. POMORSKA 251, 92-213 ŁÓDŹ, POLAND

## Summary

Novel stomatological materials are requested for more and more sophisticated parameters. Additional evaluation procedures for describing of special dental surgery features are needed to establish the material usefulness and permit dental application. These evaluations are performed by employment of many different methods depending on kind of the parameter. In this article the possibilities of scanning electron microscope [SEM] utilisation for assessment of selected features of materials used in stomatology were presented. Shown here images which source was SEM visualised examples of this microscope options. It is worthy to indicate, that use of SEM give us numerous valuable information regarding materials. As far as this tool is considered all dental specialties find support at material examinations, especially conservative dentistry, prosthodontics, oral and maxillofacial surgery.

**Key words:** skaning electron microscope, stomatological and oral surgical material, material investigations [Engineering of Biomaterials, 43-44, (2005), 47-52]

## Introduction

Huge number of different materials belonging to ceramics and metals as well as synthetic ones are employed at novel dentistry. These materials have different features and thus different clinical applications e.g. dentures manufacture, production of dental implants, restorative fillings, endodontics ect. Only knowledge of physicochemical features is not sufficient now, proper designing, selection and application of these materials requires the knowledge of their fates in the vital organism. That is why the clinical investi-

nia się materiałów można przewidzieć bez prowadzenia tych badań. Przykładowo pojawienie się szczeliny pomiędzy tkankami zęba a wypełnieniem pozawala na wnikanie drobnostrójów w głąb, a tym samym jest przyczyną niepowodzeń klinicznych, niewłaściwe przygotowanie powierzchni mostów może powodować brak trwałego połączenia pomiędzy częściami metalowymi a żywicą. Zagadnień tego typu jest znacznie więcej. Dotyczą one zarówno samych materiałów i ich przygotowania, jak i właściwego opracowania tkanek zęba przed dalszymi zabiegami. Nie wszystkie z tych zagadnień da się do końca rozwiązać bez badań klinicznych, jednak przed rozpoczęciem tych badań można pokusić się o przewidywanie zachowań materiałów na podstawie innych badań, takich jak np. obserwacje w elektronowym mikroskopie skaningowym. Elektronowy mikroskop skaningowy jest urządzeniem, które znalazło szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach nauki, w tym także w stomatologii. Pozwala on na obserwację powierzchni preparatów w bardzo szerokim zakresie powiększeń (od kilku razy do kilkudziesięciu tysięcy).

## Cel pracy

Celem pracy jest pokazanie, na możliwie szerokiej gamie przykładów, możliwości zastosowania elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM) w stomatologii. Z uwagi jednak na obszerność problemu zastosowanie to dotyczyć będzie głównie zagadnień związanych z badaniami materiałów stosowanych w stomatologii.

## Metodyka badań

Elektronowy mikroskop skaningowy jest urządzeniem, które w większości przypadków nie wymaga skomplikowanej preparatyki. Preparatom, które mają być poddane obserwacjom stawia się następujące wymagania:[1]

- odporność na zjawiska związane z oddziaływaniem wiązki elektronów,
- odporność na wysoką próżnię,
- przewodnictwo elektryczne,

Ostatnie dwa warunki nie są jednak tak rygorystycznie wymagane, bowiem konstrukcja niektórych współczesnych mikroskopów pozwala na obserwację w obniżonej próżni oraz przy bardzo szerokim zakresie napięć przyspieszających (od kilkuset do kilku tysięcy V). Preparaty stomatologiczne są odporne na działanie próżni i zjawiska związane z oddziaływaniem wiązki elektronów, tak więc nie ulegają zniszczeniu w mikroskopie. Jeśli chodzi o przewodnictwo, to w przypadku materiałów metalowych nie stanowi ono problemu (metale są przewodnikami). Natomiast tkanki zęba czy tworzywa kompozytowe itp., które nie są materiałami przewodzącymi, to przed obserwacją w SEM pokrywano je warstwą złota lub stopu platyna pallad. Obserwacje prowadzono na elektronowych mikroskopach skaningowych PHILIPS SEM 5001 i HITACHI S-3000N. Ten ostatni wyposażony był w wersję pozwalającą obserwować preparaty przy obniżonej próżni. Wyniki obserwacji zamieszczono na RYS. 1-7.

## Wyniki obserwacji

Stosunkowo szerokie zastosowanie ma ocena w elektronowym mikroskopie skaningowym właściwego sposobu przygotowania zarówno obrabianych powierzchni zęba jak i np. elementów retencyjnych szyn, mostów itp. w celu dobrania odpowiednich technik przygotowania metalowych powierzchni konstrukcji protetycznych zapewniających ich

gations are still performing, despite of known some habitations are predicted without the clinical trials. For instance the presence of marginal leakage and fissure between restoration and the hard tissues of the tooth makes possible bacteria colonization and invasion. This leads to clinical failure. Not proper conditioning of the fixed prosthesis surfaces makes impossible to produce the stable adhesion metal elements to the resin ones. Such as this problem are much frequent. One considers as well strictly the materials and its preprocessing, as suitable preparing the tooth structures before the later operations. Only part of these problems may be solved without clinical investigations, however materials behaviour could be predicted before the beginning of clinical investigation basing for instance on scanning electron microscope examination. Scanning electron microscope is the apparatus which is widen used in many scientific fields including dentistry. One can observed surfaces of materials within huge range of magnifications (from few folds to several thousands fold).

## Aim of study

The aim of this study was the presentation, in as numbered cases as it was possible, the possibilities of scanning electron microscope application in dentistry. Due to the wideness of the problem, authors decided to show mainly examination of materials used in dentistry.

## Method of study

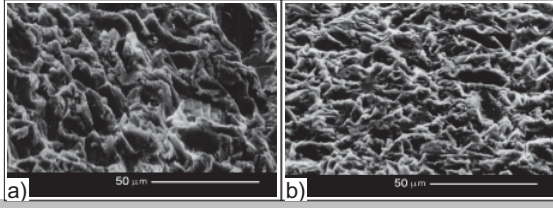
Preparation performance for scanning electron microscope can be normally made in very simple way. Requirement for materials for this observing technique are as follow [1]:

- resistance to effects produced by electron stream,
- resistance to high vacuum,
- electric conductivity,

The last 2 conditions are not restricted because a construction of many modern models of scanning electron microscope make observations in low vacuum possible. Moreover widen range of acceleration voltage is now applied (from hundreds to few thousands volts) [2]. Dental materials are resistant to vacuum influence as well to effects produced by electron stream. Thus, their are not destructed inside the microscope. As far as the electric conductivity is concerned the metals used in dentistry are not the difficult to examining (metals are the electric conductors). In case of tooth tissues or composite filling materials etc, which are not the conductors authors covered them by gold platinum-palladium alloy layer to make SEM observation possible. The observations were performed in PHILIPS SEM 501 and HITACHI S-3000N scanning electron microscopes. The last one was supported in option of low vacuum visualization. The results of our observation were presented in the FIGS. 1-7.

## Results of observations

Relatively often applications of scanning electron microscope are in evaluation of the proper mean of preparations of as mechanically treated tooth surfaces as well retentive parts of splits, prosthetic bridges etc. for selection the best preparation techniques of metal surfaces of the prosthetic constructions due to strong connection one another. The proper pre-processing of these surfaces warrantees the stable clinical output. One of the main factors describing the metal-to-hard-tooth-tissues adhesion is surface expansion,



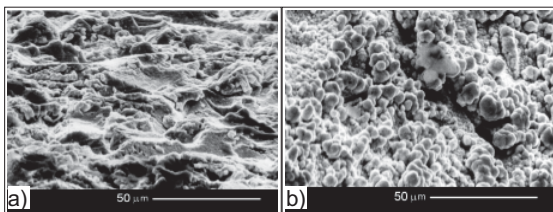
**RYS. 1.** Obraz powierzchni stopu Super Fluid piaskowanego: a) węglikiem krzemu SiC 98C100, b) korundem zwykłym  $Al_2O_3$  95A100.  
**FIG. 1.** Surface view of Super Fluid alloy blasted by: a) SiC 98C100, b)  $Al_2O_3$  95A100.

wzajemne właściwe połączenie. Właściwe przygotowanie tych powierzchni warunkuje uzyskanie klinicznie trwałych połączeń z tkankami zęba. Jednym z czynników decydujących o wielkości adhezji jest rozwinięcie powierzchni, które najczęściej uzyskuje się drogą obróbki strumieniowo-ściernej. Jej efekty mogą być ocenione przez pomiar chropowatości lub przez obserwacje powierzchni w elektronowym mikroskopie skaningowym, przy czym ocena w elektronowym mikroskopie skaningowym jako dająca więcej informacji jest pełniejsza. Przykładowo tylko w SEM można ocenić ilość tzw. negatywnych podcięć, w które wnika żywica mocująca tworząc trwałe połączenie [2]. Przykładowe różnice w wyglądzie powierzchni poddanych piaskowaniu różnym ścierniwem pokazano na RYS. 1.

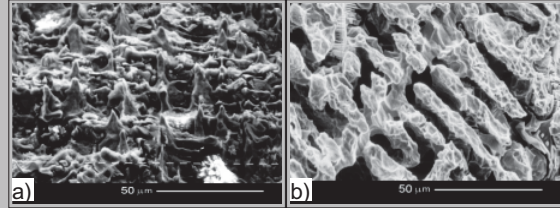
Innym sposobem rozwinięcia powierzchni jest trawienie. Także tutaj określenie jakości wytrawionej powierzchni poprzez jednoznaczne określenie efektów trawienia może być dokonane tylko w oparciu o analizę struktury powierzchni w SEM [2]. Właśnie to doprowadziło do opracowania przez Livaditisa i Thompsona [3] technik trawienia elektrolitycznego stopów Cr-Ni, Cr-Ni-Be, Cr-Co umożliwiając wytworzenie połączeń żywic z elementami mocującymi mostów - tzw. Mosty Maryland. Różnice w wyglądzie stopu Wiron 88 po różnych procesach trawienia przedstawia RYS. 2.

Mikroskop skaningowy można z powodzeniem zastosować także do oceny jakości nałożonych warstw pośrednich, jak np. warstwy cyny na uprzednio piaskowaną powierzchnię [2]. Warstwy te po późniejszym utlenieniu dają bardzo porowatą powierzchnię, która po umożliwi tworzenie się chemicznego połączenia pomiędzy żywicą a zhydrolizowaną cyną. Przykładowe obrazy takich powierzchni przedstawiono na RYS. 3.

Kolejnym zastosowaniem mikroskopu jest ocena szczelności wypełnień wykonanych różnymi metodami [4, 5]. Obserwacje pozwalają na ustalenie wielkości oraz przebieg



**RYS. 3.** Struktura powierzchni piaskowanego stopu Super Fluid po pokryciu: a) warstwą cyny przy napięciu 6V, b) dwiema warstwami cyny przy napięciach 6V i 9V.  
**FIG. 3.** Surface structure Super Fluid alloy blasted after covered by: a) Tin layer, voltage 6V, b) two layers of tin, 6V and 9V.



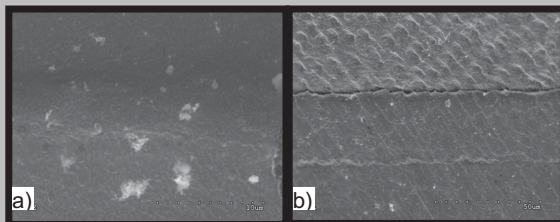
**RYS. 2.** Struktura powierzchni stopu Wiron 88 trawionego chemicznie: a) 10 minut, b) 60 minut.  
**FIG. 2.** Surface structure Wiron 88 alloy chemically etched: a) 10 minutes, b) 60 minutes.

which is reached mostly by the stream-abrasive treatment. Effects of this technique action can be assessed by roughness measurement or by mean the observation in scanning electron microscope. It is well to know that SEM evaluation deliver to observer the more amount of information. For example, number of so called negative retention channels in which the resin is free to flow in to produce the stable connection only in scanning electron microscope can be evaluated [3]. Beneath the differences in presence of the surfaces that was sand blasted by two different type of granules are shown on FIG. 1.

The next mean of surface expansion is etching. Also in this technique, to describe the quality of the etched surface by objective assess the effects of etching, SEM surface structure analysis is only one reliable way [3]. Just this had led Livaditis's and Thompson's [4] to worked out electrolytic etched technique of Cr-Ni, Cr-Ni-Be, Cr-Co alloys and synthesis of resins for connection the bridges elements to dentition - Maryland bridges. The differences of appearance Wiron 88 alloy after different etched processes are presented in FIG. 2.

Scanning microscope can be easily used to evaluation of quality of the intermediate layers, for instance tin layers on the previously sand blasted surface [3]. After subsequent oxidation these layers express very porous surface, which makes possible the chemical connection between a resin and hydrolysed tin. The examples of these surface images are presented in FIG. 3.

Next application of scanning electron microscope is marginal leakage evaluation of the dental fillings performed in different methods [5, 6, 7]. This observation showed dimensions and localization of the fissures between filling material and the tooth. Furthermore, it is possible to accurately measure the width of the fissure due to application of series



**RYS. 4.** Granica pomiędzy wypełnieniem a tkankami zęba: a) brak wyraźnej granicy pomiędzy tkankami zęba a materiałem wypełniającym, b) wyraźna szczelina pomiędzy tkankami zęba a materiałem wypełniającym.

**FIG. 4.** The border between dental filling and tooth tissues: a) Lack of visible border between dental filling and tooth tissues, b) Well revealed the fissure between dental filling and tooth tissues.

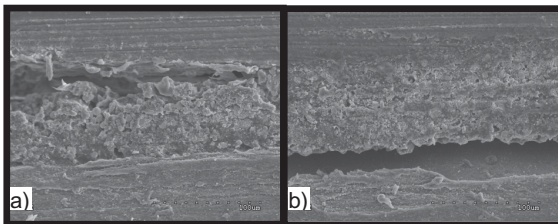


szczelin między materiałem wypełniającym a tkankami zęba. Ponadto stosując różne powiększenia możemy bardzo precyzyjnie pomierzyć ich szerokość. Daje to możliwość oceny zarówno jakości materiału jak i techniki przygotowania ubytku. Suliborski [7, 8] porównując siły adhezji między materiałem odtwórczym a powierzchnią zęba przygotowaną różnymi metodami oprócz badań wytrzymałościowych obserwował w elektronowym mikroskopie skaningowym powierzchnie rozdzielcze uzyskane po próbie zrywania. Badania te pozwoliły na określenie miejsca w którym nastąpiło zerwanie (pęknięcie zęba, materiału odtwórczego, szkliv lub granic między nimi). RYS. 4 przedstawia widok wypełnień wykonanych różnymi materiałami. Wyraźnie widać na nim różnice występujące pomiędzy nimi. Na RYS. 4a nie tylko brak jest szczeliny między materiałem wypełniającym a tkankami zęba ale także trudno jest zauważyć granicę między nimi. Świadczy to o dobrych właściwościach materiału oraz o właściwym przygotowaniu ubytku. Natomiast na RYS. 4b widoczna jest wyraźna szczelina, która może dyskwalifikować to wypełnienie.

Ponadto mamy możliwość oceny nie tylko jakości wypełnienia ale także poszczególnych składników materiału wypełniającego. RYS. 5 pokazuje różny przebieg nieciągłości pomiędzy cwiękiem wypełniającym kanał zębowy a zębiną. Obraz przedstawiony na RYS. 5a pokazuje przebieg szczeliny pomiędzy zębiną a pastą uszczelniającą natomiast RYS. 5b między pastą uszczelniającą a cwiękiem. Informacje te mają istotne znaczenie dla oceny jakości zastosowanych materiałów.

Z zachowaniem szczelności wypełnień nieodłącznie wiąże się właściwa obróbka ubytku. I tutaj także elektronowy mikroskop skaningowy pozwala na ocenę jakości przygotowania powierzchni. RYS. 6 pokazuje przykładowe obróbki tkanek zęba wykonane dwoma metodami (tradycyjną - wiertłami oraz obróbkę laserem). Widać wyraźnie różnicę w wyglądzie obu powierzchni. Powierzchnia po obróbce laserem (RYS. 6a) jest czysta i wyraźnie widać na niej obecność kanalików zębowych. Natomiast na powierzchni przygotowanej w sposób tradycyjny (RYS. 6b) nie widać kanalików ponieważ zostały zalepione tzw. warstwą mazistą tworzącą się podczas obróbki mechanicznej ubytku.

Szczególnym zastosowaniem elektronowego mikroskopu skaningowego jest określanie przyczyn zniszczenia implantów metalowych na podstawie obserwacji powstałych przełomów tzw. fraktografia. Zagadnienie to od dawna znalazło zastosowanie w takiej dziedzinie techniki jak inżynieria materiałowa. Obserwując cechy przełomu, jak charakterystyczne pęknięcia (kruchy, ciągliwy, międzykryształiczny, transkryształiczny itp.) miejsce jego rozpoczęcia, propa-



RYS. 5. Wypełnienie kanału zębowego cwiękiem gutaperkowym z zastosowaniem pasty uszczelniającej: a) szczelina pomiędzy zębiną a pastą uszczelniającą, b) szczelina między cwiękiem a pastą uszczelniającą.

FIG. 5. Endodontic filling of root canal by gutapercha and the sealer: a) The fissure between the dentin and the sealer, b) The fissure between the gutapercha point and the sealer.

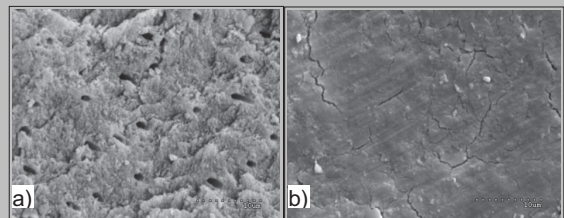
of magnifications. This methodology serves the possibility to assess as filling material quality as well the tooth conditioning technique. When Suliborski [8, 9] compared adhesion force between restorative material and the pre-processed tooth surface, he evaluated not only physical endurance, but observed in scanning electron microscope separation surfaces produced after longitudinal opposite direction force action. This examination revealed the places of rupture (tooth crack, restorative material crack, enamel crack or border among its). FIG. 4 presents the view tooth filling performed of different materials. There are clearly visible the difference between material. In FIG. 4a not only there is not lack of marginal leakage fissure, but moreover it is hardly to notice even the border line between filling material and the tooth. This is the evidence of the good material properties and proper hard tooth tissue defect conditioning. On the contrary in FIG. 4b the fissure is well visible, which can disqualified this filling material.

Moreover there is the opportunity to evaluate not only quality of the filling material, but additionally the separated components of the material. FIG. 5 shows series of fissures between root canal filling and dentine. The view of FIG. 5a presents the fissure course between dentine and sealer. FIG. 5b show the fissure between the sealer and gutapercha point. These data are important due to evaluation of used materials and the filling technique.

The proper tooth preparation is closely connected to marginal leakage. And once again help of scanning electron microscope is difficult to assess as over valuable. It is useful tool for evaluation of quality of surface preparation. FIG.6 shows the examples of tooth hard tissues preparation. First by application of normal method: bur, and second by mean of laser light. The differences in appearance of the surfaces are well visualized

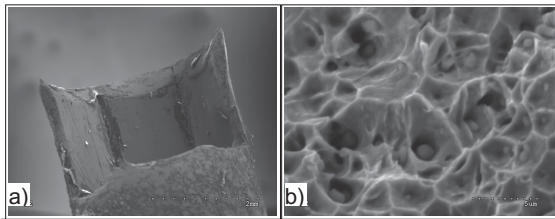
Laser prepared surface (FIG. 6a) is pure and the presence of dentine tubuli can be clearly observed. However, on the surface treated by the bur (FIG. 6b) these tubuli are invisible due to presence of smear layer which is produced during mechanical preparation of the dentine.

The especial application of scanning electron microscope is recognition of the metal dental implant destruction causes on the basis of fracture surface observation i.e. fractography. This methodology is well known in technical sciences - material engineering. The usually used methods for dental implant monitoring can be excellent supplemented by scanning electron microscope analysis to explain the origin of treatment failure. One can observe the fracture features: characteristic cracks (brittle, ductile, intercrystalline, transcrystalline etc.), site of its origin, propagation and then can describe the cause of the fracture, as well can decide if fixture destruction was caused by material malformations, breaking the endurance limit, over tension, not proper con-



RYS. 6. Ząb obrabiany różnymi technikami: a) Powierzchnia obrabiana laserem, b) Powierzchnia obrabiana tradycyjnie - wiertłem.

FIG. 6. Hard tooth tissues prepared in different techniques: a) Laser treated surface, b) Bur (old technique) treated surface.



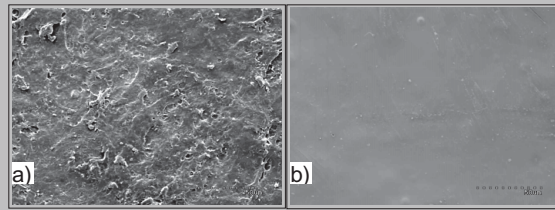
**RYS. 7. Zniszczony implant: a) widok ogólny, b) powiększenie fragmentu przełomu.**  
**FIG. 7. The fractured titanium fixture: a) General view, b) Close-up of fracture surface.**

gację pęknięcia możemy określić przyczynę jego powstania a tym samym określić, czy zniszczenie implantu powstało w skutek wad materiałowych, przekroczenia dopuszczalnych naprężeń, niewłaściwej konstrukcji lub technologii wykonania implantu, niewłaściwego zamocowania itp. Znalezienie przyczyny zniszczenia pozwala na dobór materiałów i technologii wykonania pozwalający w przyszłości na uniknięcie uszkodzeń implantów. Przykładowe fotografie zniszczonego AlphaBio (średnica 3,75 mm, długość 10 mm) implantu przedstawiono na RYS. 7.

Rozwój nowych materiałów przeznaczonych dla chirurgii jamy ustnej jest znacząco wspierany przez badania w SEM. Określenie wyłącznie metod wytwarzania i cech fizycznych nie wystarcza aby przejść od konstruowania do oceny in vivo nowych materiałów dla sterowanej regeneracji tkanek ang. guide tissue regeneration, GTR [10, 11,]. Ocena cech powierzchni jest kluczową w projektowaniu membrany i określeniu jej zastosowań klinicznych. Najważniejszym dla techniki chirurgicznej w GBR jest stworzenie bariery dla nabłonka i nieosteogennej tkanki łącznej. Pierwszych z tych celów można osiągnąć dzięki kontrolowanym nierównościami powierzchni (szorstkość, strefy okluzyjne), zaś drugi dzięki fizykochemicznym cechom materiału membrany. Ponadto, gładka powierzchnia jest najlepszą dla kontaktu z kością pacjenta i zapewnia adaptację oraz przyklepanie.

## Wnioski

1. Obserwacje w elektronowym mikroskopie skaningowym pozwalają otrzymać dane, które nie byłyby możliwe do uzyskania dotychczas stosowanymi metodami (np. szerokość szczelin, ich charakter, miejsca występowania itp.)
2. Analiza obrazów otrzymanych z elektronowego mikroskopu skaningowego pozwala w wielu przypadkach na przewidywanie zachowania się materiału i tego konsekwencje oraz właściwe jego zaprojektowanie.
3. Badanie w elektronowym mikroskopie skaningowym są cennym uzupełnieniem dotychczas stosowanych metod.



**FIG. 8. Nowa dwuwarstwowa membrana barierowa przeznaczona dla sterowanej regeneracji kości: a) powierzchnia chitosanowa (szorstka) - powinna być zwrócona do podłoża kostnego aby stworzyć warunki do przyspieszenia osteogenezy, b) powierzchnia metycelulozowa (gładka) - dla zatrzymania migracji tkanek miękkich.**

**FIG. 8. The new bilayer membrane for guided tissue regeneration, magnification 600x: a) chitosan surface (rough) - should be faced to bone defect to accelerate the osteogenesis, b) methycelulose surface (glossy) - for soft tissue occlusion.**

struction or production technology of the implant and last improper insertion the fixture in to the alveolar bone. When one finds the reason of the fracture then it will make possible to choose the correct material and the technology o production which omitted the above mention failure. Exemplification images of the fractures screw AlphaBio dental implant (diameter 3.75 mm, length 10 mm) are shown at the FIG. 7.

Development of new materials for oral and maxillofacial surgery has to be supported by scanning electron microscope examination. The presentation only production method and physical features is not sufficient to pass from production to in vivo evaluation of the novel materials for guide tissue regeneration, GTR [10, 11]. Evaluation of membrane surface pattern is essential to design and decide the clinical application. The most important at GTR surgical technique is establish the barrier for epithelium and not-ostegenic connective tissue. First aim is reached thanks to roughness of the membrane surface, and the second due to physico-chemical features of the membrane material. Moreover, glossy surface is highly recommended to contact to the bone, to reach the proper adaptation and adhesion.

## Conclusions

1. The observations in scanning electron microscope present the data which never be obtained by visualization methods previously used (i.e. width of fissures, its features, locations, ect.)
2. The prediction of the material behaviour and its consequences as well its proper design are possible in many cases thanks to scanning electron microscope image analysis.
3. The examination in scanning electron microscope is worthful supplement of the previously applied methods.

- [1] Newbury D.E., Joy D.C., Echlin P., Fiori C.E., Goldstein J.I. Advanced Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis Plenum Press New York and London (1986).
- [2] Sokołowski J. "Czynniki wpływające na wytrzymałość połączenia metalowych elementów retencyjnych szyn i mostów AET z materiałami żywicznymi" Praca doktorska Instytut Stomatologii Akademii Medycznej w Łodzi. Łódź (1989).
- [3] Livaditis G. J., Thompson V. P. "Etched casting: and improved retentive mechanism for resin bonded retainers" J. Prosth. Dent. 47, (1982), 52.
- [4] Banaszek K. "Postępowanie endodontyczno-chirurgiczne warunkujące szczelność okolicy przywierzchołkowej korzenia zęba" Praca doktorska Akademia Medyczna Łódź (1999).
- [5] Banaszek K., Pawlicka H., Klimek L.: "Super - EBA as a retrograde filling material after apicectomy - a SEM study". International Conference Material Engineering - New materials and Technology applied in Automotive industry and Biomaterials Liberec 4th - 6th June 2001, s. 5, CD Paper 2.
- [6] Banaszek K., Pawlicka H., Klimek L.: "Evaluation of root-end filling materials" The 10th Biennial Congress European Society of Endodontology Munich Germany 4-6 October, R 36, (2001).

- [7] Suliborski St. "Wpływ obróbki strumieniowo-ścierniej na połączenia odtwórczych materiałów adhezyjnych z tkankami zęba" Protetyka Stomatologiczna XXXIV, 4 (1984), s. 215-222.
- [8] Suliborski St., Sokołowski J. "Wpływ preparatu DENTIN ADHESIT na połączenie cementu fosforanowego i polikarboksylogowego oraz żywicy MF HELIOSIT z zębina" Protetyka Stomatologiczna XXXVII, 2 (1987), s. 95-101.
- [9] Kozakiewicz M.: Charakterystyka przygotowania obrazów i ocena wyników ich subtrakcji wykonanej z zastosowaniem cyfrowego analizatora obrazu własnego projektu. Magazyn Stomatologiczny, 4 (116), (2001), 32-39.
- [10] Kozakiewicz M., Bodek K. H.: Membrana polimleczanowo-chitozanowa do sterowanej regeneracji tkanek. Magazyn Stomatologiczny, 111, 11, (2000), 10-12.
- [11] Kozakiewicz M., Bodek K. H.: New barrier membrane for GBR composed of chitosan and methylcellulose Assessment in vivo. J. Cran. Maxillofac Surg., vol. 30, suppl. 1, p. 179.

## MODYFIKACJE POWIERZCHNI IMPLANTÓW METALICZNYCH

IWONA PRZYBYSZEWSKA-DOROS<sup>\*,\*\*</sup>, WIESŁAWA OKRÓJ<sup>\*,\*\*</sup>  
BOGDAN WALKOWIAK<sup>\*,\*\*,\*</sup>

\*CENTRUM DOSKONAŁOŚCI NANODIAM, INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ

\*\*ZAKŁAD BIOFIZYKI, INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ W ŁODZI

\*\*\*ZAKŁAD BIOFIZYKI MOLEKULARNEJ I MEDYCZNEJ UNIwersYTETU MEDYCZNEGO W ŁODZI

### Streszczenie

Implanty medyczne powinny spełniać wiele istotnych warunków, aby mogły być bezpiecznie stosowane u osób chorych. Od wszczepów wymaga się braku toksyczności i cech alergicznych oraz braku działań mutagennych i kancerogennych. W zależności od zastosowań wymagania poszerzają się o hemo- i trombozgodność oraz biofunkcjonalność. Wszystkie implanty z czasem ulegają degradacji. W przypadku implantów metalicznych znaczącym zjawiskiem jest korozja, która może prowadzić do metalozy oraz do utraty ich właściwości mechanicznych. Metalami najczęściej stosowanymi w medycynie jest tytan i jego stopy, stopy Co-Cr-Mo oraz stal medyczna 316L. Materiały te cechują dobre właściwości mechaniczne i fizyko-chemiczne. Tolerancja przez organizm biorcy jest zróżnicowana. Poprawa biogodności i tolerancji materiału może być osiągnięta drogą modyfikacji jego powierzchni. Rodzaje zmian powierzchni wszczepów metalicznych można najogólniej podzielić na dwie grupy: fizyko-chemiczną i biochemiczną. Metody fizyko-chemiczne powodują zmiany składu chemicznego istniejącej powierzchni. Metody biochemiczne oparte są na przyłączaniu związków organicznych, które ułatwiają wiązanie białek do powierzchni "uatrakcyjniając" warstwę wierzchnią wszczepu.

## SURFACE MODIFICATIONS OF METALLIC IMPLANTS

IWONA PRZYBYSZEWSKA-DOROS<sup>\*,\*\*</sup>, WIESŁAWA OKRÓJ<sup>\*,\*\*</sup>  
BOGDAN WALKOWIAK<sup>\*,\*\*,\*</sup>

\*CENTRE OF EXCELLENCE NANODIAM, INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING, TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ

\*\*DIVISION BIOPHYSICS INSTITUTE OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ

\*\*\*DEPARTMENT OF MOLECULAR AND MEDICAL BIOPHYSICS, MEDICAL UNIVERSITY OF LODZ

### Abstract

Medical implants should meet several relevant conditions for safely use. Grafts have to be free from toxicity and allergenic features, and also free from mutagenic and carcinogenic effects. In dependence on the use requirements can be extended on hemo- and thrombo-compatibility, and also on bio-functionality. Every implant undergo to gradual degradation due to contact with body fluids. Corrosion is a significant phenomenon in the case of metallic implants, and it can results in metalosis and also in lose of mechanical property of an implant. The most often used metallic materials are: titanium and its alloys, Co-Cr-Mo alloys and medical steel 316L. These materials possess proper mechanical and physico-chemical properties, but their tolerance by the recipient body is diverse. An improvement in biocompatibility and tolerance of metallic materials can be reached by a surface modification. Types of surface modification methods can be divided onto two groups: physico-chemical and biochemical methods. Physico-chemical methods of modification cause changes in chemical composition of the existing surface, whereas biochemical methods rely on attachment of small organic molecules, which allow to bind to the surface of specific proteins, making the implant surface more attractive.