

napięcia powierzchniowego-kontrolującego ilości zaadsorbowanych białek, lub zmiana gęstości i ładunku powierzchniowego - aktywującego adhezję komórek śródbłonka. Zgodnie z normą ISO 10993 - 4 do badań biologicznych „in vitro” - zastosowano płyny fizjologiczne: Ringer, ludzka krew. Konieczność poprawy biogodności powierzchni, przez zmianę parametrów fizyko - chemicznych, skłoniła nas do głębszej analizy morfologii powierzchni (techniką AFM), w celu wyjaśnienia mechanizmu zjawisk zachodzących na granicy faz: ciało stałe - gaz, ciało stałe - ciecz i odpowiadających za mechanizm korozji implantów.

## SYNERGIZM IMPLANTOPROTETYKI STOMATOLOGICZNEJ - INTERDYSCYPLINARNEJ DZIEDZINY WSPÓŁCZE- SNEJ STOMATOLOGII I TECHNOLOGII XXI WIEKU - BIOMATERIAŁÓW

H. MATRASZEK\*, D. OBLĄKOWSKA\*\*

\*KATEDRA I ZAKŁAD PROTETYKI STOMATOLOGICZNEJ  
COLLEGIUM MEDICUM UNIwersYTETU Jagiellońskiego, KRAKÓW  
\*\*KATEDRA CERAMIKI SPECJALNEJ  
AKADEMII GóRNICZO-HUTNICZEJ W KRAKOWIE

Protetyka stomatologiczna jest dziedziną, zajmującą się między innymi: leczeniem pacjentów, u których występują częściowe lub całkowite braki uzębienia. Przyczyny tego zjawiska są różne; próchnica, urazy, paradontopatia, wady wrodzone. Braki w uzębieniu są dla pacjentów przyczyną wielu dolegliwości: nieefektywnego żucia, parafunkcji, zaburzeń wymowy, estetyki, oraz niekorzystnie wpływają na psychikę. Od dziesięcioleci stomatologia poszukuje najlepszych metod uzupełniania brakujących zębów. Nowoczesna protetyka stomatologiczna jest w stanie z powodzeniem rozwiązać większość tych problemów. Rozwiązaniem zbliżonym do ideału jest proteza stała charakteryzująca się podobieństwem do naturalnych zębów. Warunek ten najlepiej spełnia wszczep (implant) z osadzoną na nim koroną protetyczną. Ponad trzydzieści lat temu w Szwecji opracowano pierwszy system implantologiczny wykorzystujący czysty tytan - metal całkowicie obojętny dla organizmu. Proces rekonstrukcji uzębienia oparty na implantach jest wprawdzie długotrwały (trwa od dwóch do dziewięciu miesięcy), ale niezwykle skutecznych ok. 95%. W obecnej chwili na świecie funkcjonuje ok. 200 różnych systemów implantacyjnych. Część z nich dostępna jest również w Polsce. Ze względu na wysokie koszty nie są powszechnie stosowane. Klasyczne metody zaopatrywania bezzębia (protezy całkowite) stwarzają pacjentom dużo problemów między innymi: złą stabilizację i fiksację, odleżyny, niewystarczającą wytrzymałość mechaniczną, co pociąga za sobą dyskomfort psychiczny. Pomimo stosowania nowoczesnych materiałów i złożonych procedur protetycznych, pewien

[1]. International Standard ISO 10993-4

## IMPLANTOPROSTHETIC DENTISTRY SYNERGISM - INTERDISCIPLINARY FIELD WITHIN PRESENT DENTISTRY AND TECHNOLOGY OF 21<sup>ST</sup> CENTURY - BIOMATERIALS

H. MATRASZEK\*, D. OBLĄKOWSKA\*\*

\*DEPARTMENT AND ESTABLISHMENT OF DENTAL PROSTHETIC,  
COLLEGIUM MEDICUM JAGILLONIAN UNIVERSITY IN CRACOW.  
\*\*DEPARTMENT OF ADVANCED MATERIALS,  
UNIVERSITY OF MINING AND METALURGY IN CRACOW

During their life the majority of people lose several teeth and some lose all of them. Reasons for this phenomenon are complicated: caries traumas, excessive consumption of sweets, hygienic neglects, paradonthological problems, congenital defect and other. Loss of dentition creates huge discomfort not only for aesthetical reasons, but it also diminishes affectivity of food mastication, parafunction and dysarthria. Lack of teeth fatally influences human psyche. For decades dentistry has been seeking the best methods to supplement missing teeth. Modern implantoprosthetic dentistry can solve most of problems resulting from the lack of teeth. Close to ideal is fixed denture with its resemblance to natural teeth. For such supplement to be executed a suitable quantity of pillar teeth must be left. If there are not enough of them or none at all, or they seated in unfavourable manner, the problem is solved with dental implants. Over thirty years ago in Sweden the first system with use of clean titan, completely neutral for organism, was developed. Process of dentition reconstruction based on implants takes two to nine months but its efficiency is as high as app. 95 [%]. At present there are app. 200 implant systems. Some of them are also accessible in Poland, but because of high costs of imported implant systems, they are not and will not be in universal use. Classical methods of providing missing teeth do not always end successfully because, for example, bottom denture may be based on delicate tissues, and does not adapt to withstand huge pressures, and that creates both: material and biomechanical problems stabilization, fixation, decubitus ulcer. In spite of spreading

odsetek pacjentów nie toleruje tego typu protez. W takich sytuacjach, można zastosować implanty śródkostne, na których oparta będzie proteza ruchoma typu overdenture (ovd) lub proteza stała (most).

Częściowe braki uzębienia, można uzupełnić: ruchomymi protezami akrylowymi lub szkieletowymi, mostami, oraz wszczepami. Ze względów ekonomicznych wielu pacjentów decyduje się na akrylowe protezy osiadające. Wykonanie ich jest stosunkowo proste i nie wymaga kosztownego oprzyrządowania. Nie spełniają one jednak wielu warunków stawianych nowoczesnym rozwiązaniom protetycznym. W kategoriach nowoczesnej protetyki, akrylowe protezy osiadające stosuje się jako protezy krótkotrwałe (tymczasowe). Porównanie akrylowych protez osiadających, protez szkieletowych, i protez stałych (mostów) [TABELA 1].

Tytan jest materiałem stosowanym w stomatologii od dziesięcioleci. Jego właściwości zostały dostrzeżone i docenione dawno, lecz barierą dla szerokiego zastosowania w protetyce stomatologicznej były problemy technologii wykonania odlewu. Obecnie istnieją możliwości wykonywania precyzyjnych odlewów tytanowych, lecz proces ten jest trudny i złożony (specjalne urządzenia inne, niż dla odlewów z powszechnie używanych w stomatologii stopów). Do wielu korzystnych cech fizyko-chemicznych tytanu należą: duża wytrzymałość mechaniczna, niskie przewodnictwo cieplne, niski ciężar właściwy. Najistotniejszą cechą tytanu

usage new materials and of complicated prosthetics procedures (neutral space method), one percentage of patients does not tolerate this type of denture. In such cases endo-osseous implants and the next step - dentures: overdentures (ovd) and fixed dentures (bridges) are the most practical. Implantation from 4 to 6 implants with use of supply - bridge is the most comfortable, and also most difficult and expensive method. Because of economic situation of societies, most of removable dentures do not use metal-skeleton as such functionally unstable denture plates are twice cheaper than frame denture, easier to implement, and they do not demand expensive gears to precise founding of metal, but these are all their advantages. In modern prosthetic categories - functionally unstable acrylate denture plate are used for short duration, immediately after extraction of teeth (during period of healing), before placing removable dentures (long term), also best fixed. Usage of functionally unstable acrylate denture plates should be limited to minimum, because of possibility of complications: parodontology and development of caries in places of adhering of dentures. Comparison of functionally unstable acrylate denture plate - frame dentures, and fixed denture (bridges) is presented in TABLE 1.

Titan has been used in dentistry for decades. Its properties were noticed and evaluated a long time ago, the barrier for wide uses of titan in dental prosthetics was technology

Kryterium <i>Criterion</i>	Akrylowe protezy osiadające <i>Functionally unstable acrylate denture</i>	Protezy szkieletowe <i>Frame denture</i>	Protezy stałe (mosty) <i>Fixed denture (bridges)</i>
Funkcjonalność <i>Functionality</i>	Niedostateczna <i>Insufficient</i>	Dostateczna <i>Sufficient</i>	Dobra <i>Good</i>
Trudności adaptacyjne <i>Adaptability difficulties</i>	Duże <i>Large</i>	Umiarkowane <i>Moderate</i>	Minimalne <i>Minimum</i>
Efekt estetyczny <i>Aesthetical effect</i>	Dobry <i>Good</i>	Dobry, niekiedy konieczny jest kompromis pomiędzy biomechaniką i estetyką. Precyzyjne elementy mocujące -bardzo dobry. <i>Good, settlement among bio-mechanics and aesthetics is sometimes necessary. Precise elements, fastening-very good</i>	Dobry, lub bardzo dobry <i>Good, or very good</i>
Trwałość <i>Persistence</i>	Niska – uszkodzenia mech. <i>Low – mechanical defect</i>	Wysoka – warunek: odpowiednia ilość i jakość naturalnych filarów. <i>High – condition: good hygiene and suitable quantity and quality of natural pillars</i>	Proteza o najwyższej trwałości <i>Denture with highest persistence</i>
Trudność wykonania <i>Difficulty of realization</i>	Do wykonania nawet w bardzo ubogim wyposażonym laboratorium  <i>Even in poorly equipped laboratory</i>	Kosztowne zaplecze techniczne i duże doświadczenie zespołu lekarz-technik - uwzględniający prawa biomechaniki.  <i>Expensive technical requirements and large technical experience. Projects executed by doctor, taking biomechanical law into account.</i>	Znaczna precyzja wykonania, najbardziej pracochłonna - duże doświadczenie zespołu lekarz-technik, kosztowne zaplecze techniczne.  <i>Considerable precision in implementation, most labour consumption - large technical experience of doctor. Expensively technical requirements</i>
Koszt ekonomiczny <i>Economic cost</i>	Niewielki Finansowane przez Kasy Chorych  <i>Not large. Pay by National Health Service</i>	Możliwy do akceptacji przez pacjenta o przeciętnych dochodach. Koszt rośnie z zastosowaniem precyzyjnych elementów mocujących.  <i>Acceptable to patients with average income, cost increases with precision of fastening elements.</i>	Wysoki, zależny od rozległości mostu, użytego stopu i materiału licującego.  <i>Expensive, especially multipoint, with use of alloys of noble metals and practical facings e.g. porcelain</i>

TABELA 1.  
TABLE 1.

jest jego biogodność (szczególnie wykorzystana w implantologii i protetyce stomatologicznej). Zastosowanie tytanu do wykonania uzupełnień wspartych na implantach, a także na własnych zębach u pacjentów, pozwala na ograniczenie ilości użytych w jamie ustnej stopów do jednego - o określonej i potwierdzonej klinicznie obojętności dla organizmu -inertności. Tytan z uwagi na powszechność występowania w przyrodzie jest materiałem relatywnie tanim, w porównaniu ze stosowanymi stopami metali szlachetnych. Fakt ten sprawia, że koszt stałego uzupełnienia tytanowego jest niższy, niż wykonanego z wciąż drożących na rynku stopów metali szlachetnych. Obecnie wykonuje się z ty-

of founding. At present the possibility of moulding of titan exists, but the process is very complicated and difficult in practice (special devices different than used for founding from alloys universally used in dentistry. Positive physical and chemical features of titan include low thermal conductivity and low specific weight (titan cast weighs less than executed from traditional alloys), but the most essential feature is its biocompatibility (used in implantology and dental prosthetics). Application of titan in prosthetic restoration based on implants, and also on patient's own teeth, permits to limit number of alloys used in cave to one - definitely and clinically confirmed neutral to organism (inertion). Titan, in

Inne metale Other metals	Tytan Titan
<p><b>Ciepło właściwe: 0,0312-0,092[kcal/mol]</b> Protezy- uczucie dyskomfortu: bolesne "kłucie"( szoki termiczne: ciepło- zimno), uczucie metalicznego smaku w ustach, uczulenia, przebarwienia, wywołane stosowanymi w implantoprotetyce - materiałami. Żaden z tradycyjnych stopów stomatologicznych, a nawet szlachetnych kruszców (Au, Pt), nie jest wolny od wad.</p> <p><b>Specific heat: 0,0312-0,092 [kcal/mol]</b> Denture-feeling discomfort: painful "stings"(thermal nervous shocks - hot-cold), metallic taste in mouth, allergy overcolorings, caused in im-plantoprothetic - materials. No traditional de-ntal alloys [noble metals( Au,Pt)], are free from defects.</p>	<p><b>Ciepło właściwe: 0,124[kcal/mol]</b>. Niezwykłe właściwości biologiczne i fizyko-chemiczne tytanu (Branemark 1952)- przełom w implantoprotetyce i technice medycznej. Tytan uznawany przez stomatologów za najlepszy materiał, uwalnia pacjenta od wielu niedogodności związanych ze stosowaniem układów implantoprotecznych i protez.</p> <p><b>Specific heat: 0,124[kcal/mol]</b> Uncommon biological and physical- chemical properties (Branemark 1952) - breakthrough in implantprosthetic and medical technique, acknowledged by dentists as the best material, releases patient from many inconveniences related to usage of arrangements {systems} in implantprosthetic and denture.</p>
<p><b>Gęstość: 4,5-19,3 [g/cm<sup>3</sup>]</b>. Wysokie przewodnictwo ciepłe - odczucie dokuczliwego bólu podczas spożywania gorących i zimnych po-siłków- bodźce ciepłe, z łatwością przewodzone przez metalowe elementy korony lub mostu, drażnią drobne włókienka nerwowe w oszlifowanych zębach(pod protezą)- efekt bólowy u pacjenta.</p> <p><b>Density: 4,5-19,3[g/cm<sup>3</sup>]</b>; <b>High thermal conductivity</b> - pain during consumptions hot and cold meal- thermal impulses, with ease led through metal - elements of crown or bridge, excite small neurofibril in polished teeth (under denture) - pain effect on patient</p>	<p><b>Gęstość:4,51 [g/cm<sup>3</sup>]</b>-Niskie przewodnictwo ciepłe - kilkakrotnie niższe przewodnictwo ciepłe niż tradycyjne metale stomatologiczne</p> <p><b>Density: 4,51 [g/cm<sup>3</sup>]</b> Low thermal conductivity - several times lower thermal conductivity than traditional dental metals</p>
<p>Duży ciężar właściwy -np. czteropunktowa proteza szkieletowa np. złota- nawet do 30 [g], efekt niekorzystny z dla pacjenta - dyskomfort - ciężar i ze względów biomechanicznych: im bardziej masywna (wielopunktowa) proteza, tym trudniejsze: solidne i pewne zamocowanie w jamie ustnej, pogorszenie efektu żucia).</p> <p><b>Large specific weight</b> - 4 points gold dentures weight even to 30 [g], negative effects for pa-tient - discomfort - weight and from biome-chanical regards, the more massive (multi-point) the more difficulty have reliable faste-ning in oral cave (worse effect of mastication)</p>	<p><b>Niski ciężar właściwy</b>-konstrukcja z tytanu ok. 6-7 [g], metal -5 X lżejszy od złota. Wyższa twardość i wytrzymałość mechaniczna- wykorzystano to w technologii wojskowej i kosmicznej. Mimo drogiej technologii wykonania, kilkupunktowe prace z tytanu - koszt taki sam, lub niższy, od wykonanych ze złota (mniejsze wagowo zużycie materiału).</p> <p><b>Low specific weight</b>-construction from titan 6-7 [g], metal -5 times lighter than gold. Higher hardness and mechanical endurance - used in military and cosmical technology. In spite of expensive technology, multipoint denture from titan have the same or lower cost than gold (less weight of material)</p>
<p>Możliwość wywoływania alergii- dotyczy nawet metali szlachetnych (Au, Pt). <b>Reaktywność chemiczna i korozja</b>. Dwa metale zanurzone w roztworze elektrolitu - proste ogniwo galwaniczne. W jamie ustnej: elektrolit -ślina, elektrody -protezy (stopy metali). Wytwarzanie słabego prądu elektrycznego (galwanicznego)-efekt drażnienia tkanek i uczucie metalicznego smaku w ustach.</p> <p><b>Possibility of allergy</b>-refers even of noble me-tals(Au, Pt). <b>Chemical reactivity and corrosion</b> Two metals dipped in solution of electrolyte - straight galvanic link. In oral cave: electrolyte - saliva, electrodes -prosthetic (metals alloys). Production of weak electric current (galvanic) - effect vexations of tissues and feeling metallic taste in mouth.</p>	<p><b>Brak efektu alergii</b>, mimo znacznej aktywności chemicznej całkowita biokompatybilność; brak efektu uczulenia na tytan - możliwość stosowania u alergików. Reaktywność chemiczna i odporność na korozję. <b>Czysty tytan aktywny chemicznie, łatwo ulega procesowi utlenienia: warstwa pasywująca -TiO<sub>2</sub>- całkowita odporność na korozję, brak reakcji elektrochemicznych, brak uczucia metalicznego smaku w ustach.</b></p> <p><b>Lack of allergy effect</b>, in spite of considerable chemical activities entire biocompatibility; lack of allergy effect - possibility of usage with allergic patients, chemical reactivity and resistance to corrosion. <b>Chemically clean, active titan easily surrenders to oxidation process- passivation layer -TiO<sub>2</sub>- entire resistance to corrosion, lack of electrochemical reaction, no metallic taste in mouth.</b></p>

TABELA 2.  
TABLE 2.

tanu zarówno uzupełnienia stałe (korony i mosty lane licowane porcelaną), jak również i ruchome (protezy szkieletowe). Postępowanie kliniczne z zastosowaniem tytanu jest takie same jak przy pracy z innymi stopami. Różnice natomiast występują w postępowaniu laboratoryjnym i dotyczą procesu odlewania, oraz łączenia metalu z porcelaną licującą aparat protetyczny. Szczególną uwagę należy zwrócić na fakt, iż proces termicznego łączenia układu porcelana - tytan jest również specyficzny i wymaga nie tylko specjalnych materiałów, zaplecza technicznego i technologicznego, ale i doświadczenia. Tytan jest metalem obojętnym elektrochemicznie i nie wywołuje alergii, ani efektu galwanicznego. Dodatkowym atutem jest jego barwa srebrzystobiała, oraz efekt pasywacji zapewniający właściwości antykorozyjne. Porównanie właściwości tytanu z innymi stopami metali, stosowanymi w stomatologii [TABELA 2].

spite of expensive production technology is cheap, which lowers the cost of permanent prosthetic restoration from titan below the restoration using noble alloys, with riding prices. At present both fixed (crowns and cast bridges faced with china) and removable (frame denture) prosthetic restorations can be implemented with use of titan. In the first phase of reconstruction titanic cast should be executed, and then facing crowns/bridge or finish frame denture. Special attention should be paid to the fact, that thermal process of joining china / titan system is also specific, and will demand not only special materials, technical and technological requirements, but also considerable experience. Titan the most positively constructional biocompatible material, completely integrates with osseous tissue (osteointegration), and is widely applied in implantology and implantoprosthesis (implants, crowns, bridges, denture, bolts, locks, fastener, and other). As an electrochemical inert metal titan does not cause contact - allergy, nor galvanic effect. Its specific weight is five times lower than gold. It shows weak thermal conductivity and it does not irritate polished tissues of teeth. Additional advantage is its silver-white colour, and passivity effect assuring anticorrosion proprieties. [TABLE 2].

## ORGANIZM LUDZKI JAKO ŚRODOWISKO BIOZGODNE DLA NCD

KATARZYNA BĄKOWICZ, STANISŁAW MITURA

ZAKŁAD INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ  
POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ W ŁODZI

Warstwy nanokrystalicznego diamentu pokrywające implanty medyczne znalazły bardzo szerokie zastosowanie dzięki doskonałym parametrom fizyko-chemicznym i biologicznym. Najważniejszym aspektem okazuje się zagadnienie biozgodności czyli tolerancji implantu przez organizm ludzki.

W pracy wykonano szereg badań *in vitro* i *in vivo* z proszkiem nanokrystalicznego diamentu w celu zbadania tzw. powierzchni rozwiniętej wzajemnego oddziaływania na siebie implantu i środowiska organizmu ludzkiego w aspekcie biokompatybilności.

Są to badania na poziomie molekularnym i makroskopowym mające charakter retrospektywny co daje możliwość oceny odległych skutków przebywania implantów w organizmie.

Analiza proszku diamentowego na poziomie molekularnym zaprzecza dotychczasowym doniesieniom literaturowym o obojętnym charakterze diamentu w stosunku do organizmu ludzkiego i zmienia całkowicie pogląd na zagadnienie biozgodności, klasyfikując diament w nowej grupie biomateriałów o unikatowych właściwościach.

Biomateriały są stosowane bezpośrednio jako uzupełnienie lub w celu zastąpienia funkcji żywej tkanki. Biomateriałem biokompatybilnym nazywamy taki materiał, który jest w stanie funkcjonować w fizjologicznym środowisku organizmu ludzkiego bez wzajemnego niekorzystnego wpływu implantu na organizm i organizmu na implant. Jest to bardzo szerokie spektrum potencjalnych stopni interakcji i dlatego definicja ta może być interpretowana na wiele sposobów.

## THE HUMAN ORGANISM AS A BIOCOMPATIBLE ENVIRONMENT FOR NCD

KATARZYNA BĄKOWICZ, STANISŁAW MITURA

BIOMEDICAL ENGINEERING DIVISION, NEERING  
TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDZ

The medical implants which are covered by NCD coating found the very wide application because its have excellent physical, chemical and biological properties. The most important phenomenon becomes the "biocompatibility". This definition contains the idea of implant tolerance by human body. It has done many examinations *in vitro* and *in vivo* with the nanocrystalline diamond powder in this work. The main object of these researches was connected with the investigations of the "extended surface" of the mutual influence between the medical implants and environment of human organism in biocompatible aspect. They are the results on molecular and macroscopic level and the interesting is the retrograde character of them what gives the possibility to estimate the distant effects the presence of implants in human organism. The analysis of diamond powder on molecular level does not confirm that the diamond is the neutral for human organism and changes completely a view on "biocompatibility". It is a cause of new classification for diamond as a biomaterial which has a unique properties.

Biomaterials are materials of natural or man-made origin that are used to directly supplement or replace the functions of living tissue. A biomaterial which is able to exist within the physiological environment without any significant adverse effect to the body, or significant adverse effect on the material is said to be "biocompatible". There is a wide spectrum of potential degrees of interaction and this definition can be interpreted in many ways.

Many factors must be considered when choosing a bio-