

## PROTEIN ADSORPTION, CELL ADHESION AND POLYMER SURFACES: MOLECULAR PROCESSES AND EXPERIMENTAL METHODS

P.G. Rouxhet, J.L. Dewez, Th. Marchal, Ch. Dupont-Gillain, Y. Dufrene

Unité de Chimie des interfaces, Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve,  
Belgium

### Abstract

Adsorption of extracellular matrix (ECM) proteins in competition with other substances is a key to explain the relationship between substratum surface hydrophobicity and mammalian cell adhesion: when polystyrene substrata were exposed simultaneously to ECM protein and a PEO-PPO-PEO polymer surfactant (Pluronic F68), either by pre-conditioning or through protein cell secretion, a weaker substratum hydrophobicity favoured adsorption of the protein and subsequent cell adhesion. This knowledge was used to achieve a selective adhesion of different types of mammalian cells on tracks (a few tens of mm wide) produced on polystyrene by photolithography and oxygen plasma treatment, conditioning the substratum with a solution of ECM protein and Pluronic F68.

Examination of a broader range of substrata confirmed that inhibition of cell adhesion on hydrophobic substrata is due to adsorption of substances competing with extracellular matrix proteins. However it also showed that substratum surface properties more subtle than overall wettability are important.

In situ observation of the nanoscale organisation of collagen adsorbed in the absence of competitor, using atomic force microscopy (AFM), showed that a smooth substratum surface allows collagen mobility and aggregation of molecular ends in the adsorbed phase. The organisation obtained after drying (smooth film, pattern) was examined by combining AFM, XPS and radiolabelling and found to be influenced by substratum roughness, substratum hydrophobicity and drying rate.

Key words: protein adsorption, cell adhesion, polymers, surface patterns, atomic force microscopy (AFM), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), radiolabelling, nanotechnology. [Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 4-7]

## BONE PLATES AND THEIR INFLUENCE ON MECHANICAL PROPERTIES

Karel Balík\*, Miroslav Sochor\*\*, Josef Křena\*\*\*, Bohuslav Cabrnach\*\*, Petr Glogar\*,  
Iloslav Vilímek\*\*, Vlasta Pešáková\*\*\*\*

\*Institute of Rock Structure and Mechanics ASCR, Prague, Czech Republic

\*\*Czech Technical University, Prague, Czech Republic

\*\*\*Composite, Letov-ATG, s.r.o., Prague, Czech Republic

### Abstract

Carbon-carbon composite plates with three different reinforcement styles were manufactured and tested for mechanical properties and biocompatibility in view of their application as implants in bone surgery. Their stress state under load on bending was simulated by the Finite Element Method. The shape of the plates was designed to match the pig femur. The reinforcement was made of plain-weave carbon fabric lamina by stacking, coiling, or combination of both. Phenolic resin was used both as a precursor of the matrix and an impregnant. After final heat treatment at 2200°C a layer of pyrolytic carbon was deposited to reduce the formation of carbon particles. The plates with combined reinforcement yielded higher bending strength and lower stiffness on bending than those of human bones.

Biocompatibility of the material was tested using "in vitro" and "in vivo" tests. The FEM stress distribution simulation yielded a good agreement of the failure location and bending strength value with the experimental data.

Key words: Carbon/carbon composite, bone fixation plates, reinforcement design, biocompatibility, strength and stiffness, modelling of mechanical properties

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 8-10]

## ENKAPSULACJA KOMÓREK W CELU OTRZYMANIA HYBRYDOWYCH SZTUCZNYCH NARZĄDÓW

M. Kozicki\*, P. Kujawa\*, L. Pajewski\*\*, M. Kołodziejczyk\*\*\*, J. Narębski\*\*\*, J. M. Rosiak\*

\* Instytut Techniki Radiacyjnej Politechniki Łódzkiej w Łodzi

\*\* Uniwersytet L'Aquila w L'Aquila, Włochy

\*\*\* Instytut Chirurgii Endokrynologii Akademii Medycznej w Łodzi

### Streszczenie

Komórki, zabezpieczone przed atakiem ze strony układu odpornościowego biorcy poprzez umieszczenie wewnątrz kapsuł polimerowych, stanowią obiecujący materiał w dziedzinie badań nad poszukiwaniem optymalnych układów, zdolnych do zastępowania uszkodzonych narządów. W artykule opisano dwie metody enkapsulacji komórek z użyciem alginianu sodu, usieciowanego jonami wapnia, jako wewnętrznej matrycy, w której znajdują się komórki. Stwierdzono, że dodatkowe otoczenie takiej kapsuły poli(alkoholem winylowym), usieciowanym za pomocą aldehydu glutarowego, powodowało denaturację białek komórki. Zastąpienie tej otoczki błoną z polimeru hydrofobowego, wytwarzaną metodą wytrącania międzyfazowego, zwiększało przeżywalność komórek. Dobierając odpowiednio warunki procesu uzyskano membrany przez które przenikały związki niskocząsteczkowe (np. składniki odżywcze) i białka o małej masie cząsteczkowej. Otoczki te były natomiast nieprzenikalne dla dużych białek układu odpornościowego. Metoda ta stanowi obiecujący sposób enkapsulacji komórek, które nie byłyby uszkodzane i charakteryzowałyby się długoterminową przeżywalnością po implantacji.

Słowa kluczowe: hybrydowe sztuczne organy, enkapsulacja, immobilizacja, alginian sodu, żele jonowe, sieciowanie

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 11-15]

## ENCAPSULATION OF LIVING CELLS TOWARDS ARTIFICIAL, HYBRID ORGANS

M. Kozicki\*, P. Kujawa\*, L. Pajewski\*\*, M. Kołodziejczyk\*\*\*, J. Narębski\*\*\*, J. M. Rosiak\*

\* Institute of Applied Radiation Chemistry, Technical University of Łódź

\*\* University L'Aquila, L'Aquila, Italy,

\*\*\* Institute of Endocrinal Surgery, Medical Academy in Łódź

### Abstract

Living cells, protected from host immune system response in a manner of encapsulation inside polymer matrices, can provide surrogate device for maintaining or replacement of broken-down organs. In this paper two methods of living cells encapsulation are described. These methods are based on sodium alginate cross-linking induced by calcium cations. First attempt is based on an additional covering of alginate matrix by poly(vinyl alcohol) layer cross-linked with glutaraldehyde. However, this procedure caused denaturation of cellular proteins. Cells survived the process of encapsulation when the outer layer of the capsules was replaced by hydrophobic polymer membrane. This cover was produced using interfacial precipitation method. By selecting the appropriate conditions of encapsulation, the membranes permeable for low-molecular weight compounds (nutrients) and low-molecular weight proteins were developed. However, the high-molecular weight immune system proteins (g-globulin) could not diffuse through the formed layer. Described method could be a convenient tool for the encapsulation of living cells which are not damaged and are characterised by long-term survival.

Keywords: hybrid artificial organs, encapsulation, immobilisation, sodium alginate, ionic gels, cross-linking

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 11-15]

#### TRYBOLOGICZNE ZUŻYCIE POLIETYLENU UHMWPER

Schulte\*, B.Cleff\*, A. Pawelec\*\*, J. Otfinowski\*\*\*, B.Frańczuk\*\*\*, M. Lekka\*\*\*\*, J. Lekki\*\*\*\*, Z. Stachura\*\*\*\*

\* Institute of Nuclear Physics, Münster, Germany

\*\* Klinika Ortopedii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

\*\*\* Klinika Traumatologii Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

\*\*\*\* Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie

#### Streszczenie

Polietylen o bardzo wysokiej masie cząsteczkowej UHMWPE / Chirulen DIN 58834 / był poddany badaniom na zużycie trybologiczne w urządzeniach typu pin-on-disc i ring-on-disc w powietrzu oraz w środowisku ciekłym. Uzyskane cząsteczki polietylenu będące produktami zużycia miały przeważnie zaokrąglone kształty, a ich wymiary nie przekraczały 500 nm. W tym samym przedziale wielkości zawierały się też rozmiary cząstek o kształtach nieregularnych. Topografia śladów zużycia oraz szorstkości powierzchni były badane przy użyciu skaningowego mikroskopu sił ( SFM ). Wyniki badań zostały porównane z danymi otrzymanymi na podstawie analizy cząsteczek UHMWPE znalezionych w tkankach pobranych podczas operacyjnej wymiany endoprotez stawu biodrowego.

Słowa kluczowe: polietylen UHMWPE, produkty zużycia, trybologia

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 16-20]

#### UHMWPE WEAR BY TRIBOLOGICAL LOAD

R. Schulte\*, B.Cleff\*, A. Pawelec\*\*, J. Otfinowski\*\*\*, B.Frańczuk\*\*\*, M. Lekka\*\*\*\*, J. Lekki\*\*\*\*, Z. Stachura\*\*\*\*

\* Institute of Nuclear Physics, Münster, Germany

\*\* Department of Orthopaedics Collegium Medicum Jagiellonian University in Cracow

\*\*\* Department of Traumatology Collegium Medicum Jagiellonian University in Cracow

\*\*\*\* Institute of Nuclear Physics in Cracow

#### Abstract

Ultra high molecular weight polyethylene (UHMWPE) was tribologically loaded in a pin-on-disk and in a ring-on-disk tribo-tester under dry and wet conditions. PE wear particles were found to be mainly round with dimensions up to 500 nm. Length and thickness of irregularly shaped debris were within this range of dimensions, too. Wear trace topography and roughness were analyzed by means of a scanning force microscope (SFM). The results are compared with the appearance of UHMWPE debris in tissues resected on revision surgery of the total hip replacement.

Key words: polyethylen UHMWPE, wear debris, tribology.

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 16-20]

#### OCENA WPŁYWU ELEKTROSTYMULACJI ZROSTU KOSTNEGO NA PROCES KOROZJI IMPLANTÓW ZE STALI Cr-Ni-Mo

Janusz Szewczenko, Zbigniew Paszenda, Jadwiga Tyrlik-Held, Jan Marciniak, Marcin Kaczmarek

Zakład Inżynierii Materiałów Biomedycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach

#### Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań nad wpływem różnych metod elektrostymulacji zrostu kostnego na przebieg korozji implantów ze stali AISI 316L, pokrytych warstwą pasywną. Elektrostymulację przeprowadzano przez 28 dni w płynie fizjologicznym Tyrode'a o temperaturze  $36,6 \pm 1^\circ\text{C}$ , pH zmiennym w przedziale 7,6 - 8,6. Do elektrostymulacji

stosowano prąd stały o natężeniu 40 mA. Przebieg korozji badano przez pomiar ubytków masy implantów oraz ocenę uszkodzeń korozyjnych powierzchni.

Słowa kluczowe: implanty, stal AISI 316L, elektrostymulacja zrostu kostnego, traumatologia.

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 21-26]

#### EVALUATION OF INFLUENCE OF THE BONE UNION ELECTROSTIMULATION ON CORROSION PROCESS OF THE IMPLANTS MADE OF

Cr-Ni-Mo STEEL

Janusz Szewczenko, Zbigniew Paszenda, Jadwiga Tyrlik-Held, Jan Marciniak, Marcin Kaczmarek

Department of Biomedical Materials Engineering Silesian Technical University in Gliwice  
Abstract

The investigations on the influence of different methods of electrostimulation of the fractured bone union on corrosion of implants made of AISI 316L steel with a passive layer have been presented. The electrostimulation process was carried out for 28 days in physiological Tyrode's solution at the temperature of  $36.6 \pm 1$  °C and pH changing in the range 7.6- 8.6. Direct current of 40 mA intensity was used for electrostimulation. The progress of corrosion was followed by measuring implant mass losses and by evaluating corrosion damages of the implant surfaces.

Key words: implants, AISI 316L steel, electrostimulation of bone union, traumatology  
[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 21-26]

#### ELEKTROCHEMICZNE I KOROZYJNE WŁAŚCIWOŚCI Ti6Al4V ELI W ROZTWORACH KWASU FOSFOROWEGO

Elżbieta Krasicka-Cydzik

Instytut Inżynierii Produkcji i Materiałoznawstwa Politechniki Zielonogórskiej

Streszczenie

Barierowa warstwa tlenkowa wytworzona na powierzchni metalu podczas elektrochemicznej obróbki anodowej implantowych stopów tytanu w roztworach kwasu fosforowego posiada właściwości stymulujące procesy osseointegracji w środowisku biologicznym. W pracy przedstawiono badania wczesnych etapów anodowania stopu tytanu Ti6Al4V ELI w wodnych roztworach kwasu fosforowego o różnym stężeniu. Zastosowane techniki polaryzacyjne-potencjodynamiczna i galwanostatyczna - wykazały możliwość potwierdzenia na drodze elektroanalitycznej udziału jonów fosforanowych w procesie anodowania.

Słowa kluczowe: Ti6Al4V, anodowanie, krzywe polaryzacyjne

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 26-32]

#### ELECTROCHEMICAL AND CORROSION PROPERTIES OF Ti6Al4V ELI IN PHOSPHORIC ACID SOLUTIONS

Elżbieta Krasicka-Cydzik

Institute of Production Engineering and Materials Science, Technical University of Zielona Góra

Abstract

Barrier oxide films formed by electrochemical anodic treatment of implant titanium alloys in phosphoric acid solutions influence advantageously the stimulation of osteointegration processes in human body. The investigations of early stages of the Ti6Al4V ELI alloy oxidation in aqueous solutions of phosphoric acid of different concentrations are presented. The use of potentiodynamic and galvanostatic polarisation techniques revealed the possibility to confirm the electrochemical incorporation of phosphate ions into the surface oxide layer of the alloy.

Key words: Ti6Al4V ELI, anodising, phosphoric acid, polarisation.

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 26-32]

## BADANIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE I MIKROSKOPOWE MINIPLYTEK STOSOWANYCH W LECZENIU ZŁAMAŃ KOŚCI ŻUCHWY

Milewski G., Dziadur W.

Politechnika Krakowska

Streszczenie

Zastosowanie mikro lub miniplatek w leczeniu kości twarzo-czaszki uważa się obecnie za jedną z najskuteczniejszych metod chirurgii szczękowej. W pracy przedstawiono wyniki badań wytrzymałościowych i strukturalnych miniplatek z systemu Martina wykonanych ze stopu Cr-Ni-Mo stosowanych w osteosyntezie złamań trzonu żuchwy.

Badania wytrzymałościowe wykonano dla przypadku symulującego normalne obciążenie zgryzowe żuchwy. Badania strukturalne, stan powierzchni oraz warstwy pasywacyjnej miniplatek wykonano metodą skaningowej mikroskopii elektronowej ( SEM ).

Badaniom poddano miniplateki dziewicze oraz usunięte po okresie 6 - 15 miesięcy w wyniku różnych komplikacji pooperacyjnych (obnażenie wszczepu, stan zapalny, osteoliza ).

Badania wytrzymałościowe nie wykazały obniżenia wytrzymałości miniplatek w wyniku stanów zapalnych twardych tkanek żuchwy. Zaobserwowano natomiast częściowe osłabienie warstwy pasywacyjnej implantów.

Słowa kluczowe: badania wytrzymałościowe, badania strukturalne, miniplateki, osteosynTEZA Żuchwy

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 32-37]

## STRENGTH AND MICROSCOPIC EXAMINATION OF MINIPLATES APPLIED IN TREATMENT OF MANDIBULAR FRACTURES

Milewski G., Dziadur W.

Cracow University of Technology

Abstract

Application of micro or miniplates in treatment of craniofacial bones is considered at present as one of the most efficient methods of facial surgery. The paper presents the results of strength and structural investigations of miniplates from the Martin system made of Cr-Ni-Mo alloy applied in osteosynthesis of mandibular body fractures.

Strength examination was done for the case simulating a normal occlusal loading of mandible. Structure investigation, surface state and passivation layer were studied by means of scanning electron microscopy ( SEM ).

Virgin miniplates as well as ones removed after 6 - 15 months due to various postoperative complications (implant baring, inflammation, osteolysis) were examined.

Strength examination did not indicate decrease strength of the miniplates due to the inflammatory states of hard tissues of mandible. However, partial loss of passivation layer of implants was observed.

Key words: strength examination, structural investigation, miniplates, mandibular osteosynthesis

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 32-37]

## BADANIA KOMPOZYTU WĘGLOWEGO W MIKROSKOPIE SKANINGOWYM PO WSZCZEPIENIU DO TKANKI KOSTNEJ ZWIERZĄT

Grzegorz Bajor\*, Zbigniew Paszenda\*\*, Janusz Bohosiewicz\*, Jan Marciniak\*\*

\* II Katedra i Klinika Chirurgii Dziecięcej Śląskiej Akademii Medycznej w Bytomiu

\*\* Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach

Streszczenie

Podjęte badania kompozytu węglowego na wybranym do doświadczenia modelu zwierzęcym jakim był królik w okresie wzrostu kostnego miały wykazać przydatność tego materiału w

chirurgii dziecięcej, szczególnie w traumatologii. Do doświadczenia użyto 16 królików, którym wszczepiano do światła kanału szpikowego grot węglowy. Materiał doświadczalny podzielono na trzy grupy w zależności od sposobu pokrycia podstawowego kompozytu węgiel-węgiel. W pracy przeprowadzono badania strefy rozdziału implant węglowy-tkanka kostna oraz powierzchni bocznej implantu węglowego. Obserwacje prowadzono w elektronowym mikroskopie skaningowym DSM - 940 firmy OPTON. Dla potrzeb badań przygotowano przekroje poprzeczne implantu węglowego łącznie z tkanką kostną. We wszystkich postaciach badanego kompozytu obserwowano postępującą od obwodu implantu biodegradację oraz powstawanie na tym miejscu nowej tkanki kostnej. W oparciu o przeprowadzone obserwacje uzyskano zachęcające wyniki doświadczenia stwarzające kliniczne możliwości zastosowania tych materiałów w traumatologii dziecięcej. Słowa kluczowe: biomateriały, materiały węglowe, kompozyt węgiel-węgiel, badania doświadczenia, pirowęgiel, hydroksyapatyt.

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 37-43]

#### SEM EXAMINATION OF CARBON COMPOSITE IMPLANTED INTO THE ANIMALS BONE TISSUE

Grzegorz Bajor\*, Zbigniew Paszenda\*\*, Janusz Bohosiewicz\*, Jan Marciniak\*\*

\*Department of Paediatric Surgery in Bytom, Silesian Medical Academy in Katowice

\*\*Institute of Engineering and Biomedical Materials, Silesian Technical University in Gliwice

#### Abstract

Behaviour of carbon composite implanted in an animal model, being rabbit in the period of the osseous tissue growth, was examined in order to assess the usability of this material in paediatric surgery, especially in traumatology. Sixteen rabbits were used for the experiment in which carbon pin was inserted into the marrow cavity. The experimental material was divided into three groups, depending on the way the basic carbon-carbon composite was coated. Investigations of the carbon implant - bone tissue separation zone and of the lateral surface of the carbon implant were carried out within the project framework. Observations were carried out under the OPTON DSM-940 scanning electron microscope (SEM). Cross-sections of the carbon implant along with the bone tissue were prepared for the examination. In all investigated cases, biodegradation progressing from the implant circumference was observed as well as development of a new bone tissue at the same place. The encouraging experimental results obtained in this work indicate that clinical use of these materials in the paediatric traumatology is possible.

Keywords: biomaterials, carbon-carbon composite, experimental studies, pyrocarbon, hydroxyapatite.

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 37-43]

#### PROTEZA KOŃCZYNY MIEDNICZNEJ U PSA-OPIS PRZYPADKU.

Jacek Sterna

Katedra Chirurgii Zwierząt

Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 44-45]

#### PROSTHESIS OF THE PELVIC LIMB IN THE DOG- CASE REPORT

Jacek Sterna

Department of Surgery Warsaw Agricultural University

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 44-45]

#### BADANIE WPŁYWU MATERIAŁÓW HEMOSTATYCZNYCH NA PARAMETRY UKŁADU KRZEPNIĘCIA I FIBRYNOLIZĘ

Maria Szymonowicz\*, Jakub Kratochwil\*\*, Roman Rutowski\*, Jolanta Staniszevska-Kuś\*, Danuta Paluch\*, Leszek Solski\*, Bogusława Żywicka\*

\*Zakład Chirurgii Eksperymentalnej i Badania Biomateriałów Katedry Chirurgii Urazowej Akademii Medycznej we Wrocławiu

\*\*Okręgowy Szpital Kolejowy we Wrocławiu

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę wpływu wchłanianych materiałów hemostatycznych na układ krzepnięcia i fibrylizę. W osoczu cytrynianowym ubogopłytkowym oznaczono wybrane parametry układu krzepnięcia i fibrylizy. Badania wykonano przed i po czasowym kontakcie z materiałami hemostatycznymi. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że materiał Spongostan nie wpływa na aktywność białek układu krzepnięcia i fibrylizy, natomiast materiał Surgicel powoduje ich inaktywację, a materiał TachoComb tworzy skrzep fibrynowy bez udziału osoczowych składników krzepnięcia.

Słowa kluczowe: materiały hemostatyczne, badania in vitro osocza, parametry układu krzepnięcia i fibrylizy

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 45-52]

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF TOPICAL HAEMOSTATICS MATERIALS ON COAGULATION AND FIBRINOLYSIS PARAMETERS

Maria Szymonowicz\*, Jakub Kratochwil\*\*, Roman Rutowski\*, Jolanta Staniszevska-Kuś\*, Danuta Paluch\*, Leszek Solski\*, Bogusława Żywicka\*

\*Institute of Experimental Surgery and Biomaterials Research, The Chair and Clinic of Traumatology and Hand Surgery, Medical Academy, Wrocław.

\*\*District Railway Hospital in Wrocław

Abstract

In this paper the influence of absorbable topical haemostatic materials on coagulation and fibrinolysis was evaluated. The parameters of coagulation and fibrinolysis were determined after a certain time of incubation in human citrated plasma. It has been stated that Spongostan has no influence on the activity of proteins of coagulation and fibrinolysis, Surgicel deactivates them and TachoComb creates fibrin clot without plasma coagulation proteins.

Key words: topical haemostats, plasma in vitro tests, parameters of coagulation and fibrinolysis

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 45-52]

BADANIA BIOLOGICZNE WŁÓKIEN Z DIBUTYRYLOCHITYNY

Danuta Paluch\*, Lidia Szosland\*\*, Jerzy Kołodziej\*, Jolanta Staniszevska-Kuś\*, Maria Szymonowicz\*, Leszek Solski\*, Bogusława Żywicka\*

\*Zakład Chirurgii Eksperymentalnej i Badania Biomateriałów Katedry Chirurgii Urazowej i Chirurgii Ręki Akademii Medycznej we Wrocławiu

\*\*Katedra Chemii Fizycznej Polimerów Politechniki Łódzkiej w Łodzi

Streszczenie

Opracowana w Katedrze Chemii Fizycznej Polimerów metoda otrzymywania dibutyrylochityny przy użyciu kwasu nadchlorowego jako katalizatora reakcji estryfikacji chityny posiada szereg zalet: jest prosta, szybka i daje powtarzalne wyniki. Metoda ta powoduje znaczną degradację chityny, jednak nadal można otrzymać produkty reakcji o dostatecznie wysokiej masie cząsteczkowej o własnościach błono- i włóknotwórczych. Szereg doskonałych własności dibutyrylochityny, takich jak dobra rozpuszczalność w popularnych rozpuszczalnikach organicznych, bioaktywność, odporność na gamma radiację, zdolność tworzenia błon, mikrosfer i włókien czynią z niej polimer o dużych możliwościach w ewentualnym stosowaniu do celów biomedycznych. Celem pracy była ocena biozgodności włókien z dibutyrylochityny. Badania obejmowały:

1. Badania biologiczne wyciągów wodnych:

- Badania działania cytotoksycznego;
- Badania działania hemolitycznego;
- Badanie śródskórnego działania drażniącego.

2. Badania implantacyjne:

- Badania odczynu tkanek po implantacji do jamy otrzewnowej myszy;
- Ocenę zmian w poziomie cytokin IL 1b i IL 6 w płynie z jamy otrzewnowej myszy po implantacji.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że włókna z dibutyrylochityny nie wykazują działania toksycznego, nie wywołują zmian ogólnoustrojowych oraz nie wywołują istotnego wzrostu poziomu cytokin IL-1 b i IL-6 po implantacji włókien z DBCH na okres 7, 14, 21, 28 i 60 dni. Implantowane do jamy otrzewnowej, wywołują dość nasilony odczyn zapalny.

Słowa kluczowe: dibutyrylochityna, badania biologiczne in vitro, badania implantacyjne, interleukina 1b i 6.

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 53-60]

A BIOLOGICAL INVESTIGATION OF DIBUTYRYLCHITIN FIBRES

Danuta Paluch\*, Lidia Szosland\*\*, Jerzy Kołodziej\*, Jolanta Staniszevska-Kuś\*, Maria Szymonowicz\*, Leszek Solski\*, Bogusława Żywicka\*

\*Institute of Experimental Surgery and Biomaterials Research, The Chair and Clinic of Traumatology and Hand Surgery, Medical Academy, Wrocław.

\*\* Department of Physical Chemistry of Polymers, Technical University of Łódź,

Abstract

The procedure of preparation of dibutyrylchitin using perchloric acid as a cheap and easily available catalyst of chitin esterification, evaluated at the Division of Physical Chemistry of Polymers, has a number of advantages: it is simple, quick and reproducible. This method promotes significant degradation of chitin. However, it is possible to synthesise a polymer with a molecular mass high enough to form strong films, fibres or microspheres. Butyrylation of chitin gives a high yield of easily soluble products with a degree of substitution ca 2. Excellent properties of dibutyrylchitin such as easy solubility in common organic solvents, bioactivity, resistance to gamma irradiation, ability to form films, fibres and microspheres enable its wide application in medicine. The main target of our investigation was to evaluate the biocompatibility of dibutyrylchitin fibres.

Our investigation included:

1. Biological properties of aqueous extracts:

- cytotoxicological effect;
- haemolytic effect;
- intracutaneous reactivity test.

2. Evaluation after implantation:

- evaluation of tissue reaction after mouse intraperitoneal implantation;
- assessment of the changes in the level of cytokines IL 1b and IL 6 in the intraperitoneal liquids of mice after implantation.

In the conclusion we can say that the dibutyrylchitin fibres do not have any toxicological properties, they give neither local nor all body reactions. They do not cause significant increase in the level of interleukins IL-1b or IL-6. After implantation into mouse peritoneal cavity the fibres caused fairly intense inflammation.

Key words: dibutyrylchitin, biological investigation in vitro, evaluation after implantation, interleukin 1b and 6.

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 53-60]

#### KRAJOWE PROCEDURY NORMALIZACYJNE DOTYCZĄCE BIOMATERIAŁÓW NA PRZYKŁADZIE NORMY ISO-10993: BIOLOGICZNA OCENA WYROBÓW MEDYCZNYCH

Leszek Solski\*, Danuta Paluch\*, Leszek Krzywosiński\*\*

\*Zakład Chirurgii Eksperymentalnej i Badania Biomateriałów Akademii Medycznej we Wrocławiu

\*\*Polski Komitet Normalizacyjny, Zespół Zagadnień Ogólnych, Ochrony Zdrowia i Środowiska w Warszawie

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 60-65]

#### POLISH STANDARDISATION PROCEDURES RELATED TO BIOMATERIALS ON THE PARTICULAR EXAMPLE OF ISO-10993: BIOLOGICAL EVALUATION OF MEDICAL DEVICES

Leszek Solski\*, Danuta Paluch\*, Leszek Krzywosiński\*\*

\*Institute of Experimental Surgery and Biomaterials Research Wrocław University of Medicine

\*\* Polish Committee for Standardization, Dept. of Health and Environmental Protection  
[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 60-65]

#### WARSTWY DIAMENTOWE NA IMPLANTACH DLA TRAUMATOLOGII

S. Mitura\*, J. Marciniak\*\*, P. Niedzielski\*, Z. Paszenda\*\*

\*Instytut Inżynierii Materiałowej i Technik Bezwiórowych, Politechnika Łódzka w Łodzi

\*\* Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Politechnika Śląska w Gliwicach

Streszczenie

Opracowano technikę wytwarzania powłok pasywno - diamentowych na implantach ze stali Cr-Ni-Mo stosowanych w traumatologii. Przeprowadzono badania struktury warstwy oraz jej własności fizykochemicznych w stymulowanych warunkach laboratoryjnych, głównie ze względu na odporność korozyjną. Oceniono także biotolerancję uszlachetnionych implantów w tkankach zwierząt doświadczalnych oraz w badaniach klinicznych. Nowa jakość implantów gwarantuje w pełni dobre cechy użytkowe. Uzyskane wyniki są obiecujące dla perspektywicznych zastosowań klinicznych.

Słowa kluczowe: chirurgia kostna, traumatologia, biomateriały metaliczne, warstwy diamentowe, własności fizykochemiczne biomateriałów metalicznych

[Inżynieria Biomateriałów, 7-8, (1999), 65-72]

#### DIAMOND-COATED IMPLANTS FOR TRAUMATOLOGY

S. Mitura\*, J. Marciniak \*\*, P. Niedzielski\*, Z. Paszenda\*\*

· Institute of Materials Science and Engineering, Technical University of Łódź, Łódź

· \*\* Institute of Engineering and Biomedical Materials, Technical University of Silesia, Gliwice

Abstract

A method of deposition of passive-diamond coatings onto implants made of Cr-Ni-Mo steels applied in traumatology has been developed. Structure of the layer as well as its physicochemical properties under stimulated experimental conditions, mainly with respect to its corrosion resistance, have been investigated. Moreover, biotolerance of improved implants in tissues of experimental animals and during clinical examinations has been evaluated. The new quality of implants guarantees good useful properties. The obtained results are promising for future clinical applications.

Key words: osteopedic surgery, traumatology, metallic biomaterials, diamond layers, physicochemical properties of metallic biomaterials

[Engineering of Biomaterials, 7-8, (1999), 65-72]