

1. Brak patologicznych reakcji na siatkę tytanową w wybranych tkankach miękkich okołogałkowych i narządzie wzroku potwierdza biokompatybilność i możliwość użycia elementów tytanowych w rekonstrukcji oczodołu.
2. Obecność tkanki łącznej wiotkiej bez włóknienia oraz angiogeneza wokół siatki tytanowej w kontakcie z mięśniami okoruchowymi nie powinna ograniczać ruchów gałki ocznej.

## ODDZIAŁYWANIE FIBROBLASTÓW, OSTEObLASTÓW I MAKROFAGÓW Z CHIRURGICZNYM SIATKAMI POLIPROPYLENOWYMI

BARBARA CZAJKOWSKA\*, JOANNA KOWAL\*\*, MARIA PTAK\*, MAŁGORZATA BOBEK\*, CELINA SOBEK\*

\* KATEDRA IMMUNOLOGII

COLLEGIUM MEDICUM UNIwersYTETU JagIELLOŃskiego W KRAKOWIE

\*\* WYDZIAŁ CHEMII UNIwersYTETU JagIELLOŃskiego W KRAKOWIE

Polipropylen (PP) w różnych postaciach znajduje szerokie zastosowanie w medycynie. Najczęściej produkowane są z niego różnego rodzaju siatki służące do rekonstrukcji tkanek zarówno miękkich jak i kości, a także nici chirurgiczne i cewniki do hemodializy i hemoperfuzji. Oferowane przez różne firmy siatki z PP różnią się sposobem utkania i grubością nitek. Na firmowych opakowaniach brak jednak informacji dotyczących zastosowania i bardzo często siatki o różnym utkaniu są stosowane przez chirurgów zamiennie.

Celem niniejszej pracy było zbadanie oddziaływań wybranych typów komórek z trzema rodzajami siatek polipropylenowych rutynowo stosowanych w klinikach chirurgicznych: monofilamentową siatką Davol (PP-MI), monofilamentową siatką Johnson&Johnson (PP-MII) i multifilamentową siatką U.S. Surgical Corporation (PP-W). Stosowano następujące komórki, ludzkich linii komórkowych: osteoblasty hFOB 1.19, fibroblasty HS-5 oraz makrofagi KMA. W Katedrze Immunologii Collegium Medicum U.J prowadzono 14 dniowe hodowle komórkowe na badanych materiałach w inkubatorze hodowlanym w atmosferze 5% CO<sub>2</sub>/95% powietrza w temperaturze 37°C. Oddziaływanie komórek z badanymi siatkami oceniano poprzez oznaczenie ich żywotności po 7 i 14 dniach (metoda z zastosowaniem barwnika MTT), stężenia wyprodukowanego kolagenu typu I przez fibroblasty i osteoblasty (test ELISA) i ilości wyprodukowanych przez makrofagi cytokin IL-6 i TNF $\alpha$  (testy ELISA).

Uzyskane wyniki uwiarygodniły zasadnicze różnice w żywotności badanych komórek w zależności od rodzaju siatki na której były hodowane. Makrofagi, fibroblasty i osteoblasty wykazują najwyższą żywotność na PP-MI zarówno po 7 jak i 14 dniach hodowli. Na pozostałych rodzajach siatek komórki giną w pierwszym tygodniu w ponad 80%. Zdol-

## EFFECT OF FIBROBLASTS, OSTEObLASTS AND MACROPHAGES WITH POLYPROPYLENE SURGICAL MESHES

BARBARA CZAJKOWSKA\*, JOANNA KOWAL\*\*, MARIA PTAK\*, MAŁGORZATA BOBEK\*, CELINA SOBEK\*

\* KATEDRA IMMUNOLOGII

COLLEGIUM MEDICUM UNIwersYTETU JagIELLOŃskiego W KRAKOWIE

\*\* WYDZIAŁ CHEMII UNIwersYTETU JagIELLOŃskiego W KRAKOWIE

Polypropylene is widely applied in medicine. The most frequently use of this polymer is to prepare various kinds of meshes which can be applied for the reconstruction of soft tissues and bones as well as surgical sutures and catheters for hemodialysis and hemoperfusion. Polypropylene meshes offered by medical companies differ in the manner of texture and the thickness of fibres. However, the information about the usage, given by producers on packages, is often limited and meshes of different texture are applied interchangeably.

The aim of this paper was to investigate the interaction of chosen types of cells with three kinds of meshes, used in surgical clinics: monofilament mesh, Davol (PP-MI), monofilament mesh, Johnson (PP-MII) and multifilament mesh, U.S. Surgical Corporation (PP-W).

The following cells of human cell lines were applied: osteoblasts hFOB 1.19, fibroblasts HS-5, macrophages KMA.

The cells were cultured in the presence of investigated materials for 14 days in the atmosphere of air (95%) and CO<sub>2</sub> (5%) at 37°C.

The interaction of the cells with investigated meshes was evaluated by the determination of the cell viability after 7 and 14 days (the method using MTT dye), the concentration of collagen type I produced by fibroblasts and osteoblasts as well as the amount of IL-6 and TNF $\alpha$  (ELISA methods).

The obtained results revealed basic differences in the viability of investigated cells depending on the type of mesh in the presence of which they were cultured. Macrophages and osteoblasts are characterised by the highest viability on PP-MI after 7 days as well as after 14 days. About 80% of the cells died after one week of incubation in the presence of the two remaining meshes.

The fibroblasts and osteoblasts used in our studies are able to produce collagen type I, but the dynamic of the process



ność do produkcji kolagenu typu I wykazują zarówno używane przez nas fibroblasty jak i osteoblasty, chociaż inna jest dynamika i ilość produkowanego białka. Z naszych badań wynika że siatka PP-M I wzmacnia o około 20% produkcję kolagenu przez osteoblasty i fibroblasty, natomiast siatki PP-M II i PP-W nie wpływają na ten proces i wszystkie żywe komórki produkują kolagen w takiej ilości jak komórki kontrolne. Stężenie cytokin IL-6 i  $TNF\alpha$  oznaczone po 24 godzinach hodowli makrofagów na badanych siatkach było takie samo jak w hodowli kontrolnej.

Przeprowadzone badania wykazały że utkanie siatek wykonanych z tego samego polimeru wpływa na reakcje komórek na dany materiał, a co za tym idzie, że postać materiału, oprócz jego budowy chemicznej może determinować reakcje żywego organizmu na biomateriał.

and the amount of this protein is different. It follows from the experiments that the PP MI mesh enhances the production of collagen by the osteoblasts and fibroblasts. However, the PP-MI and PP-W do not affect this production and every living cells produce the same amount of collagen as the cells in control experiments without PP.

It was also found that the concentration of cytokines IL-6 and  $TNF\alpha$ , determined after 24 h incubation of macrophages in the presence of the investigated materials, was equal to that in control culture.

The results obtained in this study confirm the fact that the texture of the meshes made of the same polymer affects the reaction of cells. One can conclude that the shape of the material in addition to its chemical structure can determine the response of a living organism to a biomaterial.

## ZMIANY IMPEDANCJI WARSTW ANODOWYCH NA IMPLANTOWYCH STOPACH TYTANU PO ZANURZENIU W ROZTWORZE RINGERA

ELŻBIETA KRASICKA-CYDZIK, JOANNA HAŁADYN

INSTYTUT INŻYNIERII PRODUKCJI I MATERIALOZNAWSTWA,  
UNIwersytet Zielonogórski

### Streszczenie

*W pracy przedstawiono zmiany zachodzące na powierzchni anodowanych próbek tytanu i jego implantowych stopów Ti6Al4V ELI oraz Ti6Al7Nb, zanurzonych w roztworze Ringera. Próbki badanych materiałów polerowano na polysk lustrzany, anodowano galwanostaticznie w roztworach  $H_3PO_4$  o stężeniach od 0,5 do 3 M, stosując gęstość prądu 0,5 Am<sup>-2</sup> w czasie 600 s, a następnie zanurzano na 6 tygodni do roztworu Ringera o temperaturze 298 K. Na podstawie badań impedancyjnych prowadzonych w trakcie zanurzenia stwierdzono zróżnicowany przebieg zmian pojemności elektrycznej warstw powierzchniowych, uzależniony zarówno od rodzaju anodowanego materiału, jak również od stężenia kwasu fosforowego. Analiza mikroskopowa (SEM i EDS) powierzchni analizowanych próbek po 6 tygodniach zanurzenia w roztworze Ringera wykazała obecność fosforanów wapnia, sodu i magnezu w warstwie pokrywającej powierzchnię badanych materiałów. Po anodowaniu w 0,5 M  $H_3PO_4$  przeważały wydzielania fosforanów wapnia, natomiast w warstwie pokrywającej materiały anodowane w 2 M  $H_3PO_4$  dominowały fosforany magnezu i sodu, a w przypadku stopu Ti6Al4V ELI, także fosforanu glinu.*

**Słowa kluczowe:** implantowe stopy tytanu, anodowanie, roztwór Ringera, impedancja

### Wprowadzenie

Właściwości i odporność korozyjna tytanu oraz jego implantowych stopów są przedmiotem intensywnych badań z uwagi na liczne przykłady nowoczesnych zastosowań me-

## CHANGES IN IMPEDANCE OF ANODIC OXIDE LAYERS ON TITANIUM IMPLANT ALLOYS DURING IMMERSION IN RINGER'S SOLUTION

ELŻBIETA KRASICKA-CYDZIK, JOANNA HAŁADYN

INSTYTUT INŻYNIERII PRODUKCJI I MATERIALOZNAWSTWA, UNIwersytet Zielonogórski

### Abstract

*The changes in impedance of titanium and its implant alloys Ti6Al4V ELI and Ti6Al7Nb mechanically polished to mirror finish and anodised, were registered during immersion up to 6 weeks at 298 K in Ringer's solution. Prior to immersion samples were anodised in phosphoric acid solutions at different concentrations (0,5-3 M). Changes in capacitance of surface layers, dependent on both the concentration of phosphoric acid and the type of material, were observed. SEM and EDS investigations revealed the presence of calcium phosphates, as well as magnesium and sodium phosphates on the surface of the immersed samples. However, calcium phosphate predominated in the layer formed in 0,5 M  $H_3PO_4$ , whereas magnesium and sodium phosphates, as well as aluminum phosphate were present mainly in surface layer formed in 2 M  $H_3PO_4$ .*

**Key words:** titanium implant alloys, anodisation, Ringer solution, impedance

### Introduction

Electrochemical properties and corrosion resistance of titanium and its alloys are a subject of the intensive research due to the modern medical applications of oxide covered materials [1-3]. High corrosion resistance of Ti and its implant alloys, provided by the chemical stability and mechanical strength of natural oxide and anodic film covering the metal, may undergo changes when these materials are exposed to body fluid. The passive films formed on titanium consist mainly of amorphous titanium dioxide [4], but when formed in phosphoric acid solutions, they exhibit