

# REAKCJE ZACHODZĄCE NA IMPLANCIE WSKUTEK KONTAKTU Z TKANKĄ LUDZKĄ

BEATA ŚWIECZKO-ŻUREK<sup>1\*</sup>, ANNA PAŁUBICKA<sup>2</sup>,  
MAREK KRZEMIŃSKI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>POLITECHNIKA GDAŃSKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY,  
KATEDRA INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ  
UL. G. NARUTOWICZA 11/12, 80-233 GDAŃSK,

<sup>2</sup>SZPITAL W KOŚCIERZYŃNIE

\*MAILTO: BSWIECZKO@MECH.PG.GDA.PL

[Inżynieria Biomateriałów, 89-91, (2009), 38-39]

## Wstęp

Obecność implantu w ciele człowieka powoduje liczne, często nieprzewidywalne skutki. Powodem takiej sytuacji jest duża różnorodność interakcji materiału medycznego z kontaktującą się z nim tkanką. Stwierdzenie to dotyczy głównie oddziaływań i skutków zachodzących na poziomie molekularnym w poszczególnych komórkach kontaktującej się tkanki. Przyczyną tego efektu może być zarówno dyfuzja molekuł uwalnianych z powierzchni implantu, jak i migracja komórek i biologicznie aktywnych makromolekuł, które doznały kontaktu z implantem [1].

W przypadku materiałów metalicznych dochodzi do biokorozji, i w efekcie tego zjawiska, do pojawienia się w obrębie kontaktującej się z implantem tkanki jonów metali w dużej koncentracji. Nawet w przypadku odległych od siebie dwóch metalicznych implantów powstaje ogniwo galwaniczne. Dodatkowym jednak efektem jest możliwość toksycznego wpływu jonów metali na tkankę oraz pojawienia się reakcji alergicznej [1].

Inne biomateriały, włączając w to ceramiki, szkła, zole, materiały kompozytowe oraz materiały pochodzenia naturalnego, również ulegają stopniowej degradacji w środowisku płynów ustrojowych, stając się źródłem swobodnych substancji mogących stosunkowo łatwo migrować w całym organizmie, przyczyniając się do różnorodnych efektów biologicznych.

Często niedocenianym źródłem zagrożeń są mikroskopijnych rozmiarów pozostałości narzędzi chirurgicznych powstające w wyniku mechanicznego oddziaływania narzędzia z tkanką i z implantem lub ze zużycia implantu [2]. Źle dobrane materiały i złe wykonanie narzędzi oraz błędy operatora mogą być źródłem niespodziewanych reakcji

# THE REACTIONS OCCURRING ON THE IMPLANT AS A RESULT OF CONTACT WITH HUMAN TISSUE

BEATA SWIECZKO-ZUREK<sup>1\*</sup>, ANNA PALUBICKA<sup>2</sup>,  
MAREK KRZEMIŃSKI<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING,  
TECHNICAL UNIVERSITY OF GDANSK  
11/12 NARUTOWICZA STR., 80-952 GDANSK, POLAND

<sup>2</sup>HOSPITAL IN KOŚCIERZYNA, POLAND

\*MAILTO: BSWIECZKO@MECH.PG.GDA.PL

[Engineering of Biomaterials, 89-91, (2009), 38-39]

## Introduction

A presence of an implant in the human body causes numerous, often no predictable results. A reason of such a situation results from a huge diversity of interactions of medical devices with directly surrounding tissues. This statement mainly concerns of interactions and effects taking place at a molecular level of individual cells of the tissues. This effect can results from diffusion of molecules released from an implant surface, as well as from migration of cells and biologically active macromolecules, which were in contact with implant surface [1].

It is obvious, that metallic materials undergo biocorrosion, and it results in presence, in a high concentration, of metallic ions in tissues surrounding an implant. Even, if metallic implants are in a considerable distance they build galvanic elements with all the consequences. Additionally a toxic effect of metallic ions and also allergic effect can appear [1].

Other materials, including ceramics, glasses, sols, composites or natural biomaterials, also undergo a gradual degradation, in contact with body fluids, releasing substances able to relatively freely migrate in a whole body causing variety of biological effects.

Microscopic size remains of surgical devices, created as a result of mechanical interaction of the device with tissue and with implant, and also particles produced by an implant wear, are often underestimated source of risk [2]. Wrongly selected materials and badly made devices combined with operator's mistakes can be a reason of unexpected allergic reactions and inflammables, but also can be a reason of much more serious cytotoxic and even malignant effects [1].



RYS.1. Mikrostruktura stopu Ti-6Al-4V zawierająca fazy ( $\alpha+\beta$ ).  
FIG.1. The microstructure of Ti<sub>6</sub>Al<sub>4</sub>V alloy containing phase combination ( $\alpha+\beta$ ).

RYS.2. Wżery korozyjne widoczne na próbce po 6-cio miesięcznym przebywaniu w bulionie bakterijskim.  
FIG.2. The corrosion holes noticeable on specimens after 6 months' stay in bacteria liquid.

RYS.3. Ubytki w materiale. Mikroskop skaningowy, pow. 50x.  
FIG.3. The holes in material. Scanning electron microscope, 50x

alergicznym i zapalnym, ale też mogą być przyczyną poważniejszych w skutkach efektów cytotoksycznych, a nawet nowotworowych [1].

Nie bez znaczenia jest podatność powierzchni biomateriału na kolonizację przez drobnoustroje oportunistyczne [3]. Implanty usuwane z ciała biorcy, z powodu groźnych powikłań, zwykle zasiedlone są przez bakterie [4]. Oportunistyczne mikroorganizmy napotykając przyjazną sobie powierzchnię kolonizują ją i wytwarzają na niej struktury biofilmu, utrudniające dostęp komórek układu odpornościowego, a nawet antybiotyków. Biofilm uwalnia toksyczne substancje bakteryjnej przemiany materii, a w sprzyjających sytuacjach uwalnia również bakterie stając się źródłem trudnym do likwidacji stanów zapalnych [5].

Celem badań była obserwacja powierzchni próbek oraz ocena jej degradacji.

## Material i metodyka badań

Materiałem były okrągłe próbki o średnicy 5mm zanurzone w bulionie bakteryjnym (*Enterobacter cloacae*) na okres 6-ciu miesięcy oraz trzpień endoprotezy usunięty pacjentowi po 8 latach przebywania w organizmie. Przedmioty badań były ze stopu  $Ti_6Al_4V$ , o składzie chemicznym: Ti, 4,08%V, 6,39%Al, 0,17%Fe, 0,015%C, 0,185%O, 0,005%N, 0,0035%H, i mikrostrukturze jak na RYS.1.

Na RYS.2 zaobserwować można głębokie wżery korozyjne na powierzchni próbki (po 6-ciu miesięcznym przebywaniu w bulionie bakteryjnym - *Enterobacter cloacae*).

RYS.3. pokazuje wyraźne ubytki w materiale w trzpieniu endoprotezy.

## Podsumowanie

Implant wszczepiony bezpośrednio do żywego organizmu poddawany jest działaniu wszystkich czynników na jakie będzie narażony w cyklu swojego życia.

Wprowadzenie wszczepu do określonego organu wiąże się z koniecznością przeprowadzenia zabiegu operacyjnego, w wyniku którego uszkodzona zostaje określona ilość tkanek miękkich oraz mogą zostać wprowadzone drobnoustroje, które w późniejszym okresie spowodują rozwój stanu zapalnego. W związku z powyższym pożądanym byłoby, aby implant, poza nie powodowaniem niepożądanych reakcji w organizmie, był również w stanie radzić sobie z rozwojem drobnoustrojów na styku implant-tkanka.

W przypadku próbek okrągłych zanurzonych w bulionie bakteryjnym zaobserwowano po usunięciu bakterii *Enterobacter cloacae* głębokie wżery. Natomiast zdjęcia z mikroskopu skaningowego trzpienia endoprotezy wykazały duże ubytki w materiale.

Artykuł prezentuje wstępne badania, które będą kontynuowane w najbliższym czasie.

Not less important is susceptibility of biomaterial surface to opportunistic microbes colonization [3]. Implants removed from a recipient bodies, due to dangerous complications, are usually settled by bacteria [4]. Opportunistic microbes finding friendly surface colonize it and produce structure of biofilm, which makes difficult an access of immune cells and even antibiotics. A biofilm releases toxic substances of bacterial metabolism, and in a favourable situation it releases also bacteria causing inflammations difficult for treatment [5].

The aim of the research was to observe the surface of the specimens and to estimate its degradation.

## The material and the methods of the research

The round samples with the diameter of 5mm dipped in bacteria liquid (*Enterobacter cloacae*) for the period of 6 months as well as the endoprosthesis removed from the patients body after 8 years. The research materials were made of  $Ti_6Al_4V$ , chemical composition: 4,08%V, 6,39%Al, 0,17%Fe, 0,015%C, 0,185%O, 0,005%N, 0,0035%H, Ti as the rest, and microstructure as shown in Fig.1 were examined.

In FIG.2 the deep corrosion holes can be observed (after 6 months' stay in bacteria liquid - *Enterobacter cloacae*).

FIG.3 shows significant holes in endoprosthesis.

## Summary

The implant introduced into the body is subjected to activity of all the factors it will be in contact with during its stay in the human body.

Introducing implant into human organs is connected with surgical intervention, which ruins definite quantity of soft tissues. It is accompanied by introducing bacteria, which later on resulted in inflammation. Therefore, it would be expected that the implant was able to deal with the development of bacteria on implant – tissue border.

In case of round samples dipped in bacteria liquid *Enterobacter cloacae* deep holes were observed after removing them from the liquid. The Fig.3 of the implant from scanning electron microscope showed significant decrease in the material.

The paper presents introductory results of the research, to be carried out in future.

## Piśmiennictwo

- [1] Walkowiak B.: Biomedyczne skutki kontaktu tkanki z implantem. *Inżynieria Biomateriałów*, 38-43, 2004, 200-205
- [2] Yagil-Kelmer E., Kazmier P., Rahaman M.N., Bal B.S., Tessman R.K., Estes D.M.: Comparison of the response of primary human blood monocytes and the U937 human monocytic cell line to two different sizes of alumina ceramic particles. *J. Ortop. Res.* 2004, 22, 832-8
- [3] Jakubowski W., Bartosz G., Niedzielski P., Szymański W., Walkowiak B.: Nanocrystalline diamond surface is resistant to bacterial colonization. *Diamond and Related Materials*, 2004, 10, 176-9

## References

- [4] Leunisse C., van Weissenbruch R., Busscher H.J., van der Meri H.C., Dijk F., Albers F.W.: Biofilm formation and design features of indwelling silicone rubber tracheoesophageal voice prostheses-an electron microscopical study. *J. Biomed. Mater. Res.* 2001, 58, 556-563
- [5] Hendricks S.K., Kwok C., Shen M., Horbett T.A., Ratner B.D., Breyers J.D.: Plasma-deposited membranes for controlled release of antibiotic to prevent bacterial adhesion and biofilm formation. *J. Biomed. Mater. Res.* 2000, 50, 160-70