

różny kształt i wykazywały silną ekspresję receptora dla fibronektyny (CD49e) oraz intensywnie syntezowały i wydelały fibronektynę. Wydzielana fibronektyna tworzyła na powierzchni biomateriałów włóknowy biofilm (RYS.2C). Nie obserwowano różnic w proliferacji fibroblastów inkubowanych na rytowanych i referencyjnych biomateriałach.

Wnioski

Badania wykazały, że rytowana powierzchnia biomateriału tytanowego modyfikuje aktywność biologiczną osteoblastów ale nie fibroblastów. Wytworzone zagłębienia chociaż ograniczają dostępną dla osteoblastów powierzchnię to jednak aktywują ich proliferację. Może to być efektem przebudowy receptorów błonowych. Specyficzne zachowanie komórek na powierzchniach modyfikowanych litograficznie jest znanym faktem opisanym w literaturze [3]. Uważa się, że przyczyną jest zmieniona interakcja komórek z powierzchnią materiału. Obserwowana przez nas zmniejszone powinowactwo osteoblastów w porównaniu z fibroblastami do rytowanych powierzchni jest zgodne z danymi literaturowymi [4] i może być wykorzystane w przyszłości dla obróbki powierzchni implantów kontaktujących się z kością i błoną śluzową.

Podziękowania

Badania były finansowane z projektu: PB-117/ERA/2006/02/01.

BADANIA POWIERZCHNI PANEWKI STAWU BIODROWEGO PO DZIESIĘCIU LATACH KONTAKTU Z ORGANIZMEM

M.CIEŚLIK¹, K.MLEKODAJ¹, A.M.JANUS², T.ŁOJEWSKI¹, K.ENGVAL³, A.KOTARBA¹

¹WYDZIAŁ CHEMII, UNIwersYTET Jagielloński, Ingardena 3, 30-060 Kraków, Polska, cieslik@chemia.uj.edu.pl

²Instytut Metalurgii i Inżynierii Materiałowej, PAN, W. Reymonta 25, 30-059 Kraków, Polska

³Swerea KIMAB AB. P. .O., Box 55970, SE-10216 Sztokholm, Szwecja

[Inżynieria Biomateriałów, 89-91, (2009), 54-56]

Wstęp

Z roku na rok wzrasta zapotrzebowanie na operacje wszczepiania implantów stawu biodrowego zarówno dla pacjentów w każdym przedziale wiekowym jak i na każdym poziomie życia. Wzrasta również zapotrzebowanie na operacje wymiany endoprotez. Przeciętna długość życia stosowanych implantów stawu biodrowego waha się w przedziale 10–15 lat. Jednak przy obecnym wzroście poziomu życia ludzi czas ten jest za krótki, w szczególności gdy wymagana jest re-operacja, która wiąże się często z komplikacjami. Najczęstszą przyczyną wszczepienia implantu jest choroba zwyrodnieniowa. Większość

engraving surface may possess altered motility compared with cell on control surface and fibroblasts. This might be results of receptor remodeling. Specific cellular behavior on lithography modified surfaces is known fact [3]. The reason are changes of initial cells interaction with surface. Our finding of diminished affinity of osteoblasts when compared to fibroblast to engraving surface is in agreement with literature data [4] and could be valuable in future engineering of implant-bone-mucosa interface.

Acknowledgements

This study was financed by project: PB-117/ERA/2006/02/01.

Piśmiennictwo

References

- [1]. Czarnowska E., Sowińska A., Cukrowska B., Wierzchoń T. Response of human osteoblast like cells and fibroblast to titanium alloy nitrided under glow discharge. Mat. Sci. Forum. (2005) 475-479: 2415-18
- [2]. Czarnowska E., Zajączkowska A. et al. Composite layer with Ti3P external zone produced on titanium alloy for bone applications, Adv. Science Technol. 49 (2006) 240
- [3]. Hart A., Gadegaard N., Wilkinson CDW., et al. Osteoprogenitor response to low-adhesion nanotopographies originally fabricated by electron beam lithography. J mater Sci Mater Med 18 (2007)1211-18
- [4]. Webster TJ., Ergun C., Doremus RH., et al. Specific proteins mediate enhanced osteoblast adhesion on nanophase ceramics. J Biomed Mater Res. 52 (2000) 475-83

INVESTIGATIONS OF A HIP JOINT SURFACE AFTER 10 YEARS OF USE IN VIVO

M.CIEŚLIK¹, K.MLEKODAJ¹, A.M.JANUS², T.ŁOJEWSKI¹, K.ENGVAL³, A.KOTARBA¹

* Faculty of Chemistry, Jagiellonian University, Ingardena 3, 30-060 Krakow, Poland, cieslik@chemia.uj.edu.pl

** Institute of Metallurgy and Materials Science, PAS, W. Reymonta 25, 30-059 Krakow, Poland

*** Swerea KIMAB AB. P. .O., Box 55970, Se-10216 Stockholm, Sweden.

[Engineering of Biomaterials, 89-91, (2009), 54-56]

Introduction

Hip replacement therapy is increasingly common for patients of all ages and lifestyles, and with it the number of hip implants which must themselves be replaced due to failure. Current hip implants have lifetimes of the order of 10-15 years, but as human life (and quality of life) expectancy increases this is becoming inadequate, particularly as a second replacement operation is frequently much more difficult, and normally has a worse prognosis. The most frequent cause of surgical intervention is hip osteoarthritis [1,2]. Hip arthroplasty is an orthopedic procedure that involves the surgical excision of the head and proximal medullar

obecnie przeprowadzanych zabiegów związana jest z protezoplastyką stawu biodrowego [1,2]. Protezoplastyka stawu biodrowego polega na implantacji trzpienia protezy do wnętrza kanału szpikowego kości udowej. Wcześniej odcina się szyjkę wraz z głową kości oraz usuwa zniszczoną powierzchnię stawową panewki i osadza tam panewkę polietylenową lub metalową.

Pomimo tak dużej ilości przeprowadzanych implantacji stawu biodrowego w literaturze jest niewiele doniesień poświęconych implantom usuniętym z organizmu człowieka [3,4].

Celem badań była analiza stanu chemicznego zużytej, tytanowej panewki stawu biodrowego.

Eksperyment

Przedmiotem badań była panewka biodrowa typu pressfit ze stopu tytanu (RYS.1.), wyposażona w gwint samotną na obrzeżu (BIOMET). Pozostała powierzchnia pokryta była porowatą powłoką tytanową uzyskaną poprzez napylenie metodą plazmową w próżni. Na powierzchni mającej bezpośredni kontakt z kością zaobserwowano wyraźny biały nalot. Po usunięciu po dziesięciu latach z organizmu 60-cio letniej kobiety, panewkę oczyszczono wodą i przemyto etanolem. Powodem usunięcia implantu było obłuzowanie polietylenowej wkładki.

Powierzchnia implantu była analizowana skaningowym mikroskopem elektronowym (FEI E-SEM XL30), spektrometrem EDS (EDAX Genesis 4000) i spektroskopem fluorescencji rentgenowskiej (ED-XRF, model Quant'x, ARL/THERMO). Analiza składu fazowego osadu była przeprowadzona przy pomocy dyfrakcji promieni X (PW3710 Philips).

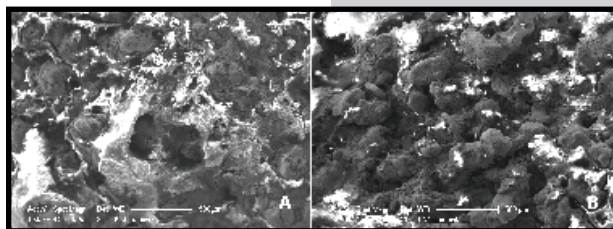
Wyniki i dyskusja

Analizowana panewka była charakteryzowana przy pomocy skaningowej mikroskopii elektronowej, dzięki której zaobserwowano duże zróżnicowanie powierzchni i ujawniono istotne zmiany po dziesięciu latach kontaktu z kością.

Obserwacje mikroskopowe przedstawiają małe zmiany na powierzchni w miejscach gdzie panewka nie miała dużego kontaktu z kością (RYS.2a), podczas gdy w miejscach bezpośredniego kontaktu zaobserwowano formowanie się osadu w postaci wysp (RYS.2b.). Osad ten występował w postaci kryształitów o wielkości 440-930µm.

Analiza składu zarówno samej powierzchni panewki jak i osadu na jej powierzchni była wykonana przy pomocy spektroskopii fluorescencyjnej (XRF) i lokalnie przy pomocy metody EDXS (RYS.3.).

Zarówno wyniki XRF jak i przeprowadzona niezależnie analiza EDXS dawały podobne rezultaty, co świadczy o homogeniczności materiału. Zgodnie z wynikami głównymi pierwiastkami występującymi na powierzchni analizowanej panewki jest tytan, wanad i glin (z dodatkiem węgla i tlenu) co odpowiada składowi pierwiastkowemu stopu tytanu. Jednakże, analiza EDXS wykonana w miejscach gdzie był osad



RYS.2. Zdjęcia SEM (20kV) różnych miejsc (a – z osadem, b - bez białego osadu) badanej powierzchni panewki stawu biodrowego.
FIG.2. 20kV SEM images of different places (a - without and b - with the white deposit) of the investigated implant surface.

region of the femur removal of the acetabular cartilage and subchondral bone. An artificial canal is created in the proximal medullary region of the femur, and a metal femoral prosthesis, composed of a stem and head, is inserted into the femoral medullary canal. Regardless of the common applications of this kind of implants, relatively few studies on used implants are reported in the literature [3,4]. The aim of the present study was to investigate a Ti-Al-V alloy socket of a used hip joint implant to evaluate the chemical state of its surface.

Experimental

The investigated object is a press-fit type acetabular socket of a hip joint implant, FIG.1, made of a Ti-Al-V alloy, with a self-cutting thread and a surface covered with a

RYS.1. Zdjęcie analizowanej panewki stawu biodrowego Ti-Al-V usuniętej po 10 latach z ciała.

FIG.1. Photography of the investigated socket of the hip joint Ti-Al-V implant removed from the body after 10 years

plasma sprayed porous titanium layer (BIOMET). To retain the unchanged surface state the implant was only cleaned with water and rinse with ethanol after removal from the body. The reason for its removal from a 60-

years old woman was a wear-out of the polyethylene part of the acetabular socket.

The implant surface was characterized by scanning electron microscopy (FEI E-SEM XL30), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDAX Genesis 4000) and X-ray fluorescence spectroscopy (ED-XRF, model Quant'x, ARL/THERMO). Additionally, the phase composition of the surface deposit was determined by using X-ray powder diffraction (PW3710 Philips).

Results and discussion

The performed surface analysis displayed large diversity in morphology in different surface areas of the implanted material and reveal substantial changes on the surface after 10 years in contact with the bone.

The SEM observations demonstrate relatively small changes of the surface in places where the socket was not in contact with the bone, Fig. 2a, whereas in places where this contact was intimate, a characteristic island-like deposit was formed, Fig2b. The deposit is a crystalline substance with a crystallite size in the range of 440-930µm.

The elemental composition of the both alloy and surface deposit was analyzed by X-ray fluorescence spectroscopy (XRF) and locally by means of EDXS analysis, FIG.3.

The main constituting elements of the socket surface were titanium, aluminum and vanadium (with traces of carbon and oxygen), corresponding to the composition of the titanium alloy. The XRF results were in-line with the independent EDXS analysis, which means that the material is chemically homogeneous.

However, the EDXS showed that in the places with the deposit, the main elements found were calcium, phosphorus and oxygen (in this case the higher concentration

ujawniła występowanie takich pierwiastków jak: wapń, fosfor i tlen (w tym przypadku duża koncentracja węgla świadczy o pozostałościach materiałów organicznych).

Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego była wykonana w celu analizy składu fazowego osadu. Osad był zeszkrobany z powierzchni analizowanej panewki, mielony w młóźnie agatowym a następnie w młynku kulowym przez 20 godzin. Analiza otrzymanego proszku wykazała, że biały osad na powierzchni panewki to hydroksyapatyt o wzorze stechiometrycznym $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (RYS.4.).

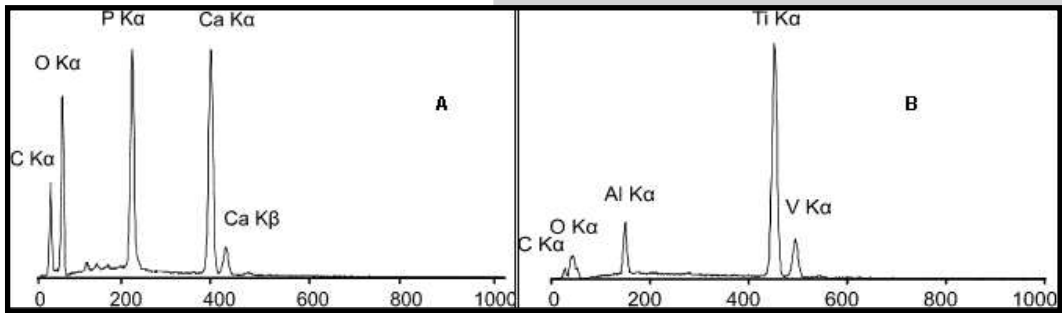
Wnioski

Stwierdzono, że bezpośrednia interakcja między kością a powierzchnią implantu o strukturze porowatej jest decydującym czynnikiem sprzyjającym tworzeniu się na powierzchni warstewki hydroksyapatytu. Powstała warstewka hydroksyapatytu świadczy o charakterze bioaktywnym analizowanej panewki stawu biodrowego

Podziękowania

Autorzy pragną podziękować panu mgr. M. Michalcowi za wykonanie pomiarów XRD.

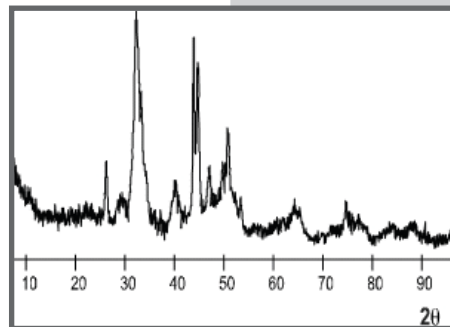
Projekt realizowany w ramach programu Ventures Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej – Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.



RYS.3. Analiza składu pierwiastkowego EDXS różnych miejsc (a – z osadem, b - bez białego osadu) badanej powierzchni panewki korespondująca z odpowiednimi zdjęciami SEM (RYS.2a i 2b).

FIG.3. EDXS elemental analysis of different places (a - without and b - with the white deposit) of the investigated implant surface corresponding to images shown in 2a and 2b, respectively.

composition of the crystallite deposit. The substance was scraped out from the socket surface and crumbled in an agate mortar, and then milled in a ball mill for 20 hours. The results revealed that the white deposit is a hydroxyapatite with the stoichiometry close to that of $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, FIG.4.



RYS.4. Dyfraktogram (XRD) badanego osadu.
Fig. 4. XRD pattern of white deposit.

Conclusions

It can be concluded that the direct interaction between a bone and the Ti-Al-V implant surface finished by the plasma spray is a crucial factor for the precipitation of calcium phosphate. The observed formation of a surface hydroxyapatite confirms the bioactive nature of the investigated hip joint cup.

Acknowledgements

Autors would like to thank a Mr. Michalec for XRD analysis.

Project operated within the Foundation for Polish Science Ventures Programme, co-financed by the EU European Regional Development Fund.

Piśmiennictwo

- [1.] S.Rdelli, D.Uip, E.Honda, A.L.Lima: One-Stage revision of infected total hip arthroplasty with bone graft; The Journal of Arthroplasty No.8 Vol.23 2008;
- [2.] J.S. Siopack, H.E. Jergesen: Total hip arthroplasty. West J Med 1995; 162:243-249;

References

- [3.] E. Krasicka-Cydzik, J. Mstowski, L.F. Ciupik: Materiały implantowe: stal a stopy tytanu.
- [4.] J. Łaskawiec, R. Michalik: Zagadnienia teoretyczne i aplikacyjne w implantach; Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002