

REAȚII CHIMICE METABOLICE LA INTERFAȚA IMPLANT METALIC – ȚESUT OSOS

Autori:

Autori:

Prof. Dr. Ion PĂTRAȘCU*

Prof. Dr. Ing. Daniel BUNEA**

Dr. Lucian Toma CIOCAN*

Drd. Ing. Florin MICULESCU**

*Catedra de Tehnologia Protezelor și Materiale Dentare, Facultatea de Medicină Dentară, U.M.F. „Carol Davila”, București

**Catedra de Știința Materialelor, Facultatea de Inginerie și Știința Materialelor, Universitatea Politehnică, București

Rezumat:

Scopul lucrării:

Această lucrare și-a propus să evalueze din punct de vedere chimic interacțiunea dintre implantele metalice și țesutul osos periimplantar.

Material și Metodă:

Au fost luate în studiu patru tipuri de biomateriale, utilizate, conform indicațiilor fabricanților, în ortopedie: titan de puritate 99,99, aliaj de titan tip Ti6Al4V, oțel inoxidabil austenitic tip 316L, prelevat dintr-o placă de fixare internă a fracturilor și aliaj tip Co-Cr-Mo, prelevat dintr-o proteză de șold.

Probele pregătite de dimensiuni și suprafețe egale au fost implantate transcortical în tibia aceuiași organism (iepure), câte două bilateral. La 2 luni de la implantare, probele biologice prelevate prin sacrificarea subiectului au fost investigate prin analiză EDAX liniară. Cu ajutorul acestei metode s-a identificat și cuantificat distribuția la interfață a elementelor specifice atât ale aliajelor de implant cât și ale țesutului osos neofomat periimplantar.

Rezultate. Concluzii.

Indiferent de biomaterialul metalic din care a fost confecționat implantul s-a constatat o migrare a elementelor acestuia în mediul biologic în care a fost implantat. Cel mai stabil chimic în mediul biologic a fost implantul din titan pur. Gradul de dezvoltare și mineralizare a matricei organice periimplantare s-a aflat în strânsă corelație cu modificările biochimice de la interfață.

Summary:

Aim of this study:

This work developed for analysing the interaction between metallic implants and osseous biological structures from chemical point of view.

Materials and Methods:

In this study were evaluated four type of biomaterials used in orthopaedic surgery: high purity titanium 99,99, titanium alloy type Ti6Al4V, austenitic stainless steel

type 316L and Co-Cr-Mo alloy type ASTM F75. The probes, prepared with equal dimensions and surfaces, were implanted in the of the same rabbit. After 2 month from implantation, the biological samples, retrieved by sacrificing the animal, were analysed using linear-EDAX analysis. This method identifies and quantify the interface distribution of the specific elements both from alloys and from new generated bone around this implants.

Results. Conclusions.

Regardless chemical composition of the implant alloy we noticed a migration of those chemical elements in biological structures The most stable from chemical point of view was the high pure titanium implant. The level of maturation and mineralisation of organic matrix around the implants was high related with biochemical alterations at the interface.

INTRODUCERE.

Numeroase studii aprofundate au fost realizate privind interacțiunea biomaterialelor implantate cu mediul biologic. Cu toate acestea, consultând amănunțit literatura de specialitate, nu au fost făcute referiri privind corelația între reacțiile chimice metabolice la interfață și gradul de maturare și mineralizare a matricei organice periimplantare, în concordanță cu posibilitățile actuale de investigație electrono-microscopică.

SCOPUL CERCETĂRII.

Această lucrare își propune să evalueze din punct de vedere chimic interacțiunea dintre implantele metalice și țesutul osos periimplantar.

MATERIAL ȘI METODĂ.

Au fost luate în studiu patru tipuri de biomateriale, utilizate, conform indicațiilor fabricanților, în ortopedie: titan de puritate 99,99, aliaj de titan tip Ti6Al4V, oțel inoxidabil austenitic tip 316L, prelevat dintr-o placă de fixare internă a fracturilor și aliaj tip Co-Cr-Mo, prelevat dintr-o proteză de șold.

Probele pregătite de dimensiuni și suprafețe egale au fost implantate transcortical în tibia aceluiași organism (iepure), câte două bilateral.

La 2 luni de la implantare, s-au prelevat probele biologice (cele două tibii cu implantele metalice) prin sacrificarea subiectului. Acestea au fost supuse investigațiilor imagistice calitative și cantitative cu ajutorul microscopului electronic XL30-ESEM.

Prin analiză EDAX liniară (pe o direcție prestabilită) s-a identificat și cuantificat distribuția la interfață a elementelor specifice atât ale aliajelor de implant cât și ale țesutului osos neofomat periimplantar. Rezultatele analizelor EDAX-liniar s-au concretizat sub forma unor grafice Excel de distribuție elementală.

REZULTATE. DISCUȚII.

Proba 1

Proba 1 a fost identificată prin analiză EDAX pe suprafață, ca fiind confecționată din titan pur. La analiza EDAX liniară efectuată la interfața implant-țesut osos de neoformație s-a identificat migrarea atomică a titanului de la suprafața implantului (vezi figura 1)

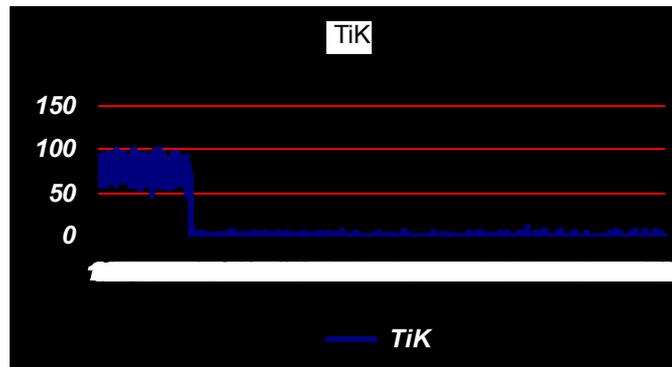


Figura 1: Variația distribuției titanului la interfața dintre proba 1 și țesutul osos de neoformație

Matricea organică periimplantară este dens mineralizată după cum se poate observa în figura 2.

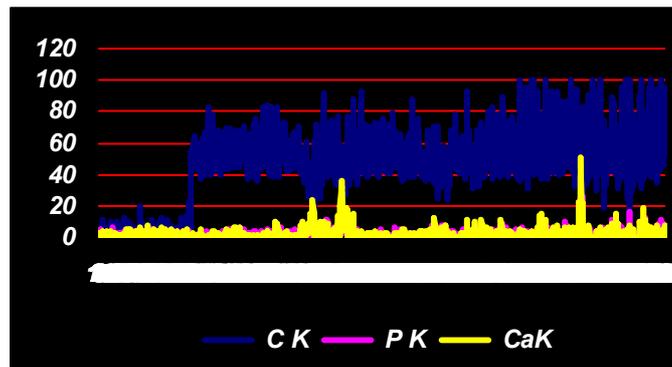


Figura 2: Variația distribuției carbonului în comparație cu Ca și P

Proba 2

Prin EDAX pe suprafață s-a identificat proba 2 ca fiind constituită din aliaj tip Ti6Al4V. De la nivelul acesteia, în țesuturile periimplantare, se constată o difuzie crescută a vanadiului și în proporție mai redusă a aluminiului și a titanului, acesta din urmă fiind mai puțin stabil din punct de vedere al difuziei în țesutul osos de neoformație, decât în cazul implantului din titan pur (vezi figura 3 comparativ cu figura 1).

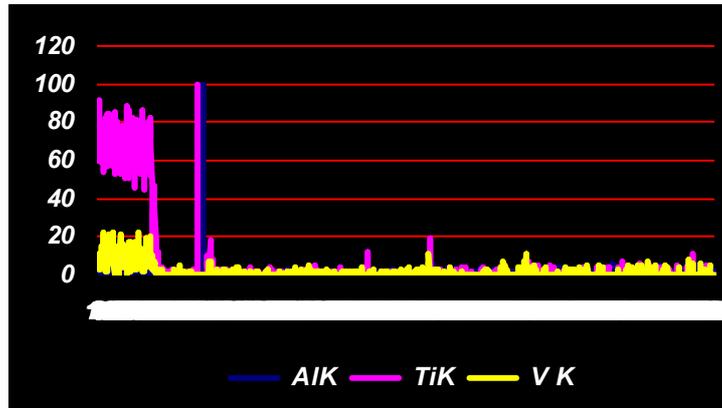


Figura 3: Variația distribuției liniare în țesuturi a elementelor din compoziția chimică de bază a probei 2 (Ti, Al, V)

Analiza cantitativă a gradului de mineralizare a matricei organice (vezi figura 4) arată o mineralizare mai redusă prin scăderea elementelor minerale (P, Ca) și creșterea cantitativă a componente organice (C).

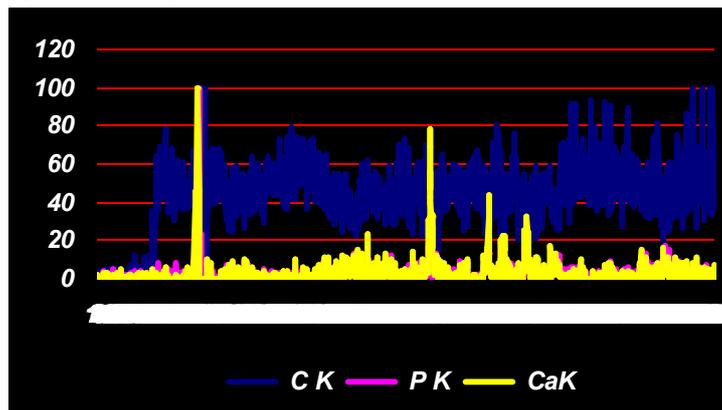


Figura 4: Distribuția elementelor minerale și organice la interfața probei 2 (Ti6Al4Vn)

Proba 3

Proba 3 s-a identificat ca fiind alcătuită din aliaj inoxidabil austenitic 316L. Dintre elementele aliajului s-a constatat o migrare crescută a fierului, moderată a nichelului și redusă a cromului, acesta din urmă fiind cel mai stabil în mediul biologic ales (figura 5).

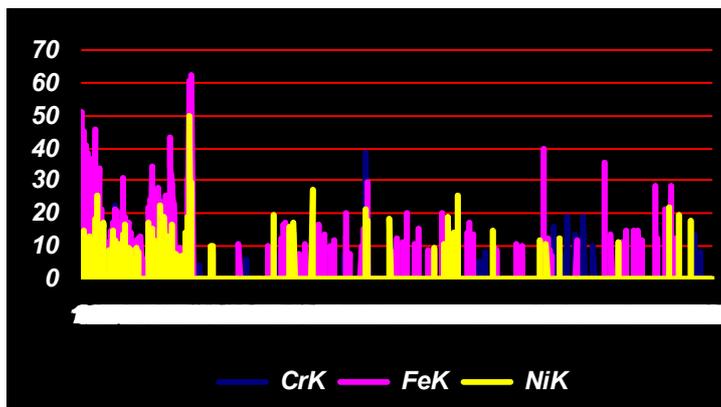


Figura 5: Distribuția liniară în țesuturi a elementelor de bază a probei 3 (Fe, Ni, Cr)

Matricea organică slab dezvoltată prezintă cel mai redus grad de mineralizare dintre cele 4 probe, după cum se poate observa în figura 6.

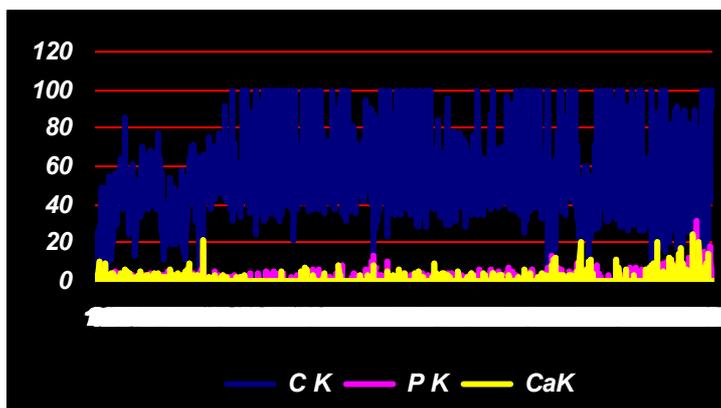


Figura 6: Distribuția liniară a elementelor minerale și organice la interfața probei 3 (oțel inoxidabil)

Proba 4

Prin analizarea compoziției chimice pe suprafața implantului, s-a identificat cea de-a 4-a probă ca fiind cea din Co-Cr-Mo.

La analiza stabilității chimice a biomaterialului din care este confecționată proba 4, în mediu biologic, s-a constatat o migrare crescută a molibdenului și în procent mai redus a cobaltului și cromului, conform graficului din figura.

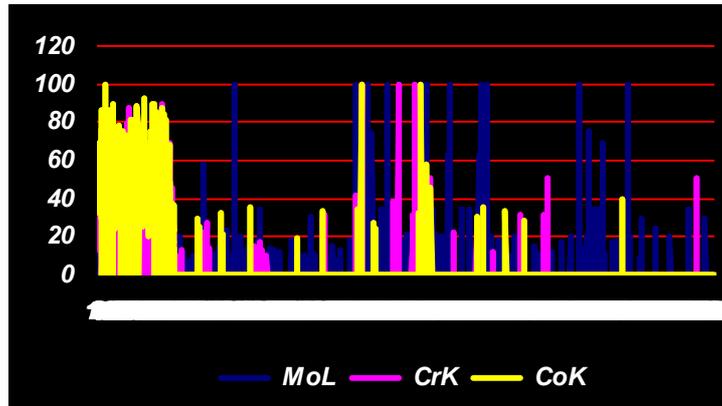


Figura 7: Difuzia în țesuturi a elementelor de bază din compoziția chimică a probei 4

Matricea organică periimplantară este mai bine dezvoltată și mult mai intens mineralizată decât în cazul implantului obținut din aliaj Fe-Ni-Cr (vezi figura 8).

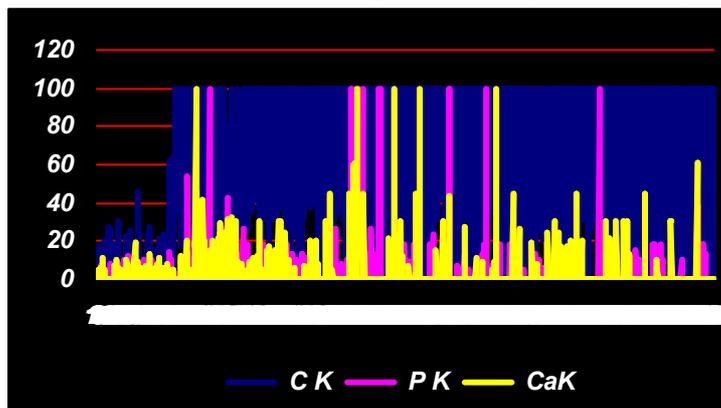


Figura 8: Distribuția elementelor chimice minerale și organice la interfața probei 2 (CoCrMo)

CONCLUZII.

- În această cercetare am constatat o migrare a elementelor chimice din compoziția implanturilor în țesutul osos perimplantar, fenomen ce s-a înregistrat în cazul tuturor biomaterialelor metalice luate înm studiu: Ti puritate 99,99%, Ti6Al4V, CoCrMo, Fe-Ni-Cr;
- Difuzia ionică în mediul biologic a fost minimă pentru implantul din titan pur;
- Implantul din Ti6Al4V a pierdut în mediul biologic V, pierderile de aluminiu fiind corelate cu cele de Ti;
- Implantul din Co-Cr-Mo a generat o difuzie ridicată a cobaltului și molibdenului;
- Implantul din oțel inoxidabil a determinat o difuzie în principal a fierului și secundar a nichelului, cromul fiind mult mai stabil;

- Gradul de dezvoltare și mineralizare a matricei organice periimplantare s-a aflat în strânsă corelație cu modificările biochimice de la interfață;
- Țesutul osos de neoformație dezvoltat periimplantar a fost intens mineralizat în cazul implantului din Ti pur, mai redus mineralizat în cazul implantului din TiAl64V, slab mineralizat pentru implantul din Co-Cr-Mo și aproape de loc mineralizat pentru implantul din aliaj inoxidabil.

Bibliografie:

1. Manzanares MC. Franch J. Carvalho P. Belmonte AM. Tusell J. Franch B. Fernandez JM. Cleries L. Morenza JL - BS-SEM evaluation of the tissular interactions between cortical bone and calcium-phosphate covered titanium implants.- Bulletin du Groupement International Pour la Recherche Scientifique en Stomatologie et Odontologie. 43(3):100-8, 2001 Sep-Dec
2. Jonas L. Fulda G. Radeck C. Henkel KO. Holzhter G. Mathieu HJ- Biodegradation of titanium implants after long-time insertion used for the treatment of fractured upper and lower jaws through osteosynthesis: element analysis by electron microscopy and EDX or EELS.- Ultrastructural Pathology. 25(5):375-83, 2001 Sep-Oct.
3. Guglielmotti MB. Renou S. Cabrini RL. - Evaluation of bone tissue on metallic implants by energy-dispersive x-ray analysis: an experimental study. - Implant Dentistry. 8(3):303-9, 1999.
4. Jinno T. Goldberg VM. Davy D. Stevenson S. - Osseointegration of surface-blasted implants made of titanium alloy and cobalt-chromium alloy in a rabbit intramedullary model. - Journal of Biomedical Materials Research. 42(1):20-9, 1998 Oct.
5. Masuda T. Yliheikkilä PK. Felton DA. Cooper LF. - Generalizations regarding the process and phenomenon of osseointegration. Part I. In vivo studies. [Review] [131 refs] - International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 13(1):17-29, 1998 Jan-Feb.
6. De Lange G. De Putter C. - Structure of the bone interface to dental implants in vivo. - Journal of Oral Implantology. 19(2):123-35; discussion 136-7, 1993.
7. Budd TW. Nagahara K. Bielat KL. Meenaghan MA. Schaaf NG. - Visualization and initial characterization of the titanium boundary of the bone-implant interface of osseointegrated implants. - International Journal of Oral & Maxillofacial Implants. 7(2):151-60, 1992 Summer.