

DISTRIBUȚIA CHIMICĂ ELEMENTARĂ LA INTERFAȚA IMPLANTELOR METALICE OSTEOINTEGRATE

Florin E. Miculescu¹, Daniel I. Bunea¹, Ion Pătrașcu²,
Iulian V. Antoniac¹, Toma L. Ciocan²,
Bogdan C. Galbinașu²

¹ Universitatea POLITEHNICA din București

² Universitatea de Medicină și Farmacie, București
f_miculescu@k.ro

ABSTRACT

Această lucrare își propune să evalueze din punct de vedere chimic compoziția calitativă a țesutului osos de neoformație prezent la interfața dintre implantele metalice și țesutul periimplantar. Prima probă analizată a fost cea confecționată din titan pur. La analiza de tip mapping efectuată pe o distanță de 4mm de la interfața implant-țesut osos de neoformație s-a identificat migrarea atomică a oxidului de titan de la suprafața implantului în țesutul osos. În țesutul periimplantar probei constituite din Ti6Al4V sa constatat o difuzie crescută a vanadiului și calitativ mai redusă a aluminiului și a titanului. În cazul acestei probe, aria de distribuție a titanului în țesutul osos de neoformație periimplantar a fost mai mare decât în cazul probei din titan pur. Dintre elementele prezente în compoziția chimică a aliajului inoxidabil austenitic tip 316L, s-a constatat o distribuție periimplantară crescută a fierului, moderată a nichelului și mai redusă a cromului. În cazul probei din aliaj Co-Cr-Mo, se observă o distribuție uniformă și intensă a molibdenului și mai redusă a cobaltului și cromului. Cu ajutorul microscopiei electronice de balieaj, utilizând un micorcop electronic tip ESEM XL 30, a fost posibilă investigarea difuziei elementelor chimice din interiorul implantelor în țesutul de neoformație fiind identificate atât elementele chimice, cât și distribuția acestora la interfața dintre implant și țesutul osos. Imagistica prezentată evidențiază interacțiunea chimică intensă între materialul de implant și mediul de implantare, indiferent de tipul biomaterialului metalic. Determinările efectuate permit o analiză calitativă a difuziei elementelor metalice în țesutul osos, dar considerăm că pentru o apreciere exactă a influenței acestora asupra țesutului osos se impune efectuarea, ulterior, a unor determinări de spectrometrie de tip EDAX, liniar, pe o direcție prestabilită

KEYWORDS: Biomateriale, Implantare, ESEM, Distribuție Elementară

Introducere

Țesuturile biologice reprezintă un mediu agresiv pentru diferitele biomateriale utilizate în implantologie.

Implantele trebuie să fie stabile în mediul biologic chiar dacă sunt obținute din materiale de bază metalice, organice, hibride sau sintetice. Interfața care se stabilește între biomaterial și țesuturile și umorile organismului trebuie optimizată astfel încât răspunsul ambivalent să fie cel scontat.

Metoda utilizată pentru evaluarea reacției țesutului față de orice tip de biomaterial trebuie să ia în considerare tinta finală a materialului. Răspunsurile locale față de materialele implantate pot fi apreciate calitativ și cantitativ prin utilizarea spectrometriei EDAX prin analiză tip mapping.

Scopul cercetării:

Această lucrare își propune să evalueze din punct de vedere chimic compoziția calitativă a țesutului osos de neoformație prezent la interfața dintre implantele metalice și țesutul periimplantar.

Material și Metodă.

Au fost studiate patru tipuri de biomateriale metalice utilizate în chirurgia ortopedică: titan de puritate 99,99, aliaj de titan tip Ti6Al4V, oțel inoxidabil austenitic tip 316L și aliaj Co-Cr-Mo tip ASTM F75. Au fost debitate probe din aceste biomateriale metalice și implantate, în condițiile reglementate prin standardul ISO 10993, în iepure, tibial, transcortical, la același subiect (vezi figura 1).

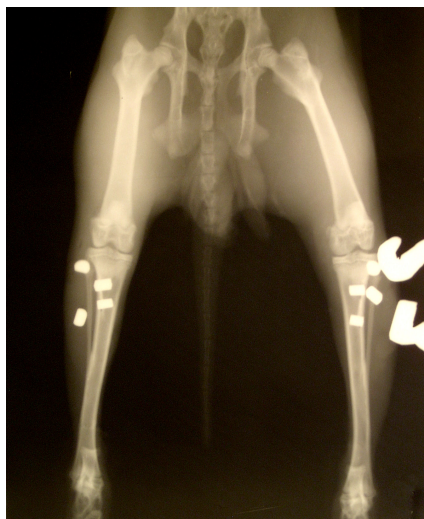


Figura 1. Radiografia postoperatorie a membrelor inferioare cu implantele introduse tibial transcortical

La 2 luni de la implantare, după sacrificarea subiectului, s-au prelevat probele biologice (cele două tibii, fiecare conținând câte două implante) (vezi figura 2) acestea fiind supuse investigațiilor de microscopie electronică de baleiaj cu ajutorul microscopului electronic tip XL-30-ESEM.



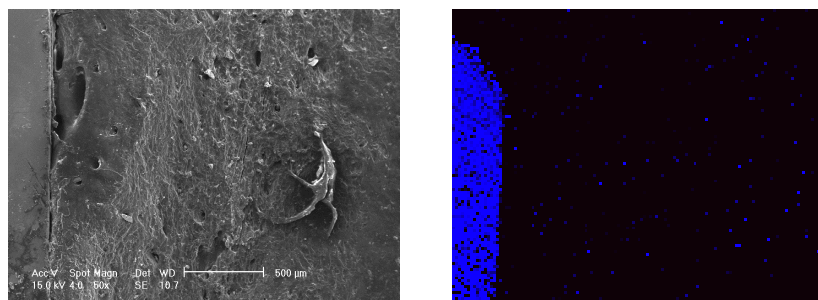
Figura 2. Probele biologice recoltate la două luni de la implantare, pregătite pentru analiză

Au fost efectuate analize pe suprafață de tip mapping, prin care s-au identificat elementele chimice și s-a urmărit distribuția acestora la interfață.

Rezultate. Discuție.

Proba 1

Proba 1 a fost identificată prin analiză EDAX pe suprafață, ca fiind confecționată din titan pur. La analiza EDAX tip mapping efectuată la interfața implant-țesut osos de neoformație s-a identificat migrarea atomică a titanului de la suprafața implantului (vezi figura 3)



*Figura 3: Imagine ESEM privind morfologia interfeței implant-țesut (stânga) ;
Variația distribuției titanului la interfața dintre proba 1 și
țesutul osos de neoformație (dreapta)*

Proba 2

Prin analiză EDAX pe suprafață s-a identificat proba 2 ca fiind confecționată 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 4 comparativ cu figura 3).

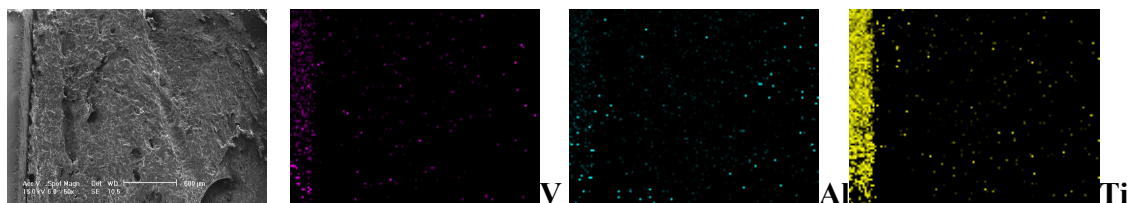


Figura 4: Variația distribuției liniare în țesuturi a elementelor din compoziția chimică de bază a probei 2(V, Al, Ti)

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.

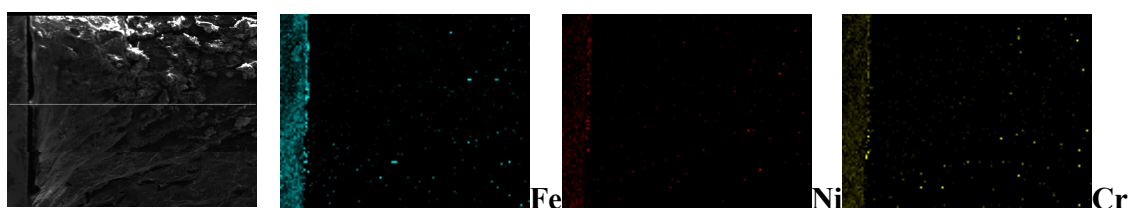


Figura 5: Distribuția liniară în țesuturi a elementelor de bază a probei 3(Fe, Ni, Cr)

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 imaginii de distribuție elementară din figura 6.

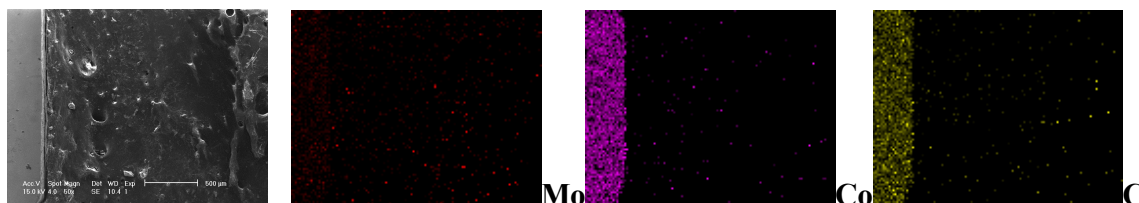


Figura 6: Migrarea în țesuturi a elementelor de bază din compoziția chimică a probei 4

Concluzii.

Cu ajutorul microscopiei electronice de balieaj, utilizând un micorcop electronic tip ESEM XL 30, a fost posibilă investigarea difuziei elementelor chimice din interiorul implantelor în țesutul de neoformație fiind identificate atât elementele chimice, cât și distribuția acestora la interfața dintre implant și țesutul osos.

Imagistica prezentată evidențiază interacțiunea chimică intensă între materialul de implant și mediul de implantare, indiferent de tipul biomaterialului metallic.

Determinările efectuate permit o analiză calitativă a difuziei elementelor metalice în țesutul osos, dar considerăm că pentru o apreciere exactă a influenței acestora asupra țesutului osos se impune efectuarea, ulterior, a unor determinări de spectrometrie de tip EDAX, liniar, pe o direcție prestabilită.

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. Holzhuter 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.