

# BIOCOMPATIBILITATEA IMPLANTELOR DE ALUMINĂ ȘI ZIRCONIU

## *Alumina and zirconium implants biocompatibility*

**Asist. Univ. Dr. Laurenția Lelia Mihai, Ddr. Maria Mihăilescu,  
Prof. Dr. Slăvescu Dan Dumitru**

*Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea „Titu Maiorescu”, București*

### REZUMAT

Acest studiu este axat pe problema biocompatibilității in vivo și pe funcționalitatea implantelor din zirconium comparate cu implantele din alumina. Alumina, un biomaterial biocompatibil, are inconvenientul de a fi fragil la torsiune, ducând la ruperea implantului.

Zirconium, un material ceramic nou, care poate fi folosit în locul aluminei, este un biomaterial mai rezistent, care poate combate inconvenientele aluminei, în timp ce își menține biocompatibilitatea.

**Cuvinte cheie: alumina, zirconium, implantate, biocompatibilitate**

### ABSTRACT

This study is directed towards the problem of biocompatibility in vivo and in functionality of the implants in zirconia compared with these in alumina.

Alumina, a biocompatible biomaterial, has the inconvenience of being fragile to torsion, through breaking the implant after its application.

Zirconium, a new ceramic material, that could be used instead of alumina, is a more resistant biomaterial, that could overcome the inconveniences of alumina while maintaining its biocompatibility.

**Key words: alumina, zirconium, implants, biocompatibility**

### INTRODUCERE

Un biomaterial este considerat biocompatibil când nu reacționează cu organismul unde este implantat și nu eliberează produși toxici pentru organism. Biocompatibilitatea era definită ca lipsa interacțiunilor între materialul implantat și materialul care îl înconjoară. Williams, în 1987, definește biocompatibilitatea în felul următor: „Proprietatea unei substanțe, pentru efectuarea unei funcții determinate, care generează un răspuns adecvat din partea organismului gazdă”. Este necesar să cunoaștem stabilitatea chimică a unui material în relație cu mediul ce îl înconjoară și cu care poate reacționa, eliberând produse de degradare în mici particule, ce pot fi toxice. Toxicitatea puternică se poate manifesta în țesuturile imediate, alăturate implantului, prin decolorare, necroză, creșterea temperaturii și reacții alergice.

### MATERIAL ȘI METODĂ

Alegerea biomaterialelor implantate depinde de condițiile fizico-chimice ale mediului în care vor fi inserate.

În urma experiențelor și a testelor făcute, putem spune că la ora actuală cele mai bune biomateriale pentru implantele orale sunt reprezentate de titan și biomateriale ceramice.

Biomaterialele ceramice au în comun faptul că sunt constituite din materii minerale, precum oxizii sau silicații, tratați la diverse temperaturi. Este vorba de materiale foarte vechi, ce se întâlnesc la toate civilizațiile, cu diverse utilizări, de la vase ceramice și gresie mozaicată, până la obiecte de ornament feminin.

În zilele noastre, sunt materiale avansate, din ce în ce mai reușite, folosite în industria de înaltă

Adresă de corespondență:

Asist. Univ. Dr. Laurenția Lelia Mihai, Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea „Titu Maiorescu”, Str. Dâmbovicului Nr. 22, sector 4, București

tehnologie precum electronică, aeronautică spațială și biomedicină.

Proprietățile materialelor ceramice depind în mod direct de structura lor, fiind compuși cu legături iono-covalente ce se pot defini ca solizi, anorganici și nemetalici, asociind legăturile covalente cu legăturile ionice.

Alumina folosită pentru implanturi dentare este compusă dintr-un amestec de trioxid de aluminiu cu un grad de puritate de 99,5%, alături de urme slabe de oxid de crom.

Este vitrificat în vacuum, la temperatura de 1900°C.

Zirconiu, pe vremuri considerat un element metalic rar, ocupă poziția a nouăsprezecea pe scara elementelor chimice la nivelul suprafeței terestre, fiind mai des întâlnit decât multe metale precum nichelul, cromul și cobaltul.

Zirconiu se obține cel mai des din silicatul de zirconiu, în care se află asociat cu siliciul, și care se găsește în zona plajelor în numeroase regiuni de pe glob.

Zirconiu este rezistent la coroziunea exercitată atât de soluțiile organice acide, cât și de soluțiile puternic alcaline. Totuși, anumite substanțe pot ataca zirconiu, precum acidul hidroflic, cupric, și acidul sulfuric concentrat. Rezistența ridicată a zirconiuului nu se datorează atât prezenței hafniului, ci și a ytriului.

Zirconiu este considerat de unii autori drept biomaterialul ceramic al viitorului (Muster D-1993; Leblanc P-1992).

Zirconiu utilizat are o conductibilitate termică de 2,9 Kcal pe grad centigrad.

Caracteristicile fizice ale aluminei și zirconiuului studiat arată că zirconiuul are:

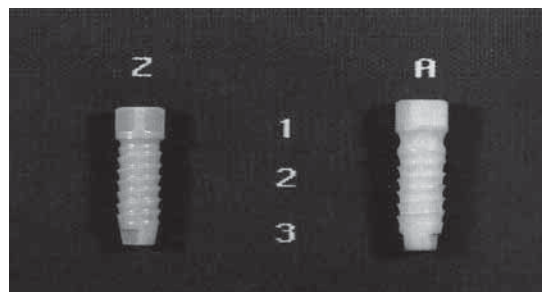
- rezistență la îndoire și la tracțiune superioară aluminei;
- densitate mai ridicată cu granulometrie mai mică;
- un modul Young mai redus (modul de elasticitate, relația între tensiunea aplicată și deformarea provocată).

**TABELUL 1.** Caracteristicile fizice ale aluminei și zirconiuului

Caracteristici fizice ale aluminei și zirconiuului	Alumină	Zirconiu
Densitate	3,96g/cm <sup>3</sup>	6,05g/cm <sup>3</sup>
Granulometrie	3-4 μm	0,5-1 μm
Rezistență la flexiune	450 MPa	1100MPa
Rezistență la tracțiune	250 MPa	540 MPa
Modulul lui Young	380 MPa	210 MPa

Alumina și zirconiu folosite corespund parametrilor definiți anterior pentru materiale de uz implantologic:

- inerția chimică și fiziologică
- rezistență ridicată la acizi și baze în medii biologice unde au fost introduși
- bună biocompatibilitate
- slabă conductibilitate termică și electrică
- rezistență mecanică suficientă pentru utilizarea prevăzută.



**FIGURA 1.** Implanturile utilizate: implantul A de alumina; implantul Z de zirconiu

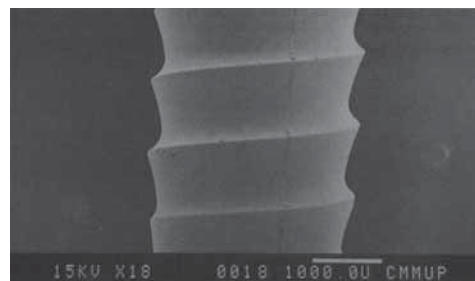
Implanturile (fig.1) au mai multe părți:

- partea extra-osoasă, patrulateră, menită să susțină structura protetică;
- una intra-osoasă, spiralată, de lungime variabilă, depinzând de lungimea implantului care se fixează în structura osoasă;
- intra-osoasă, teșită, care previne eventuale mișcări de rotație.

Profilul spiralelor e asimetric, cu unghiuri formate de cele două părți ale spirei și planul axial de 5 grade; 45 grade pentru laturile orientate spre extremitatea extra-osoasă a implantului.

Atât profilul spirelor, cât și intervalul dintre ele (2 mm) sunt identice pentru ambele implanturi.

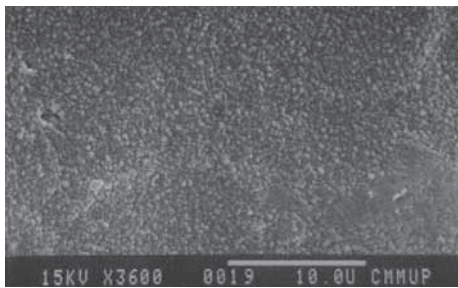
În urma observației cu microscopul electronic cu baleiaj (fig. 2) și a unei mărimi de 18x s-a putut confirma că suprafața zirconiuului este netedă, având doar o imperfecțiune rugoasă longitudinală, rezultată în urma procesului obișnuit de turnare și fabricație.



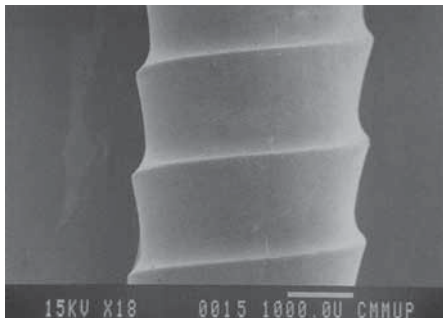
**FIGURA 2.** Implant de zirconiu, observat la microscopul electronic cu baleiaj

Implant de zirconiu studiat la un microscop electronic cu baleiaj.

Se poate observa o structură regulată (fig. 3), densă, cu o granulometrie scăzută.

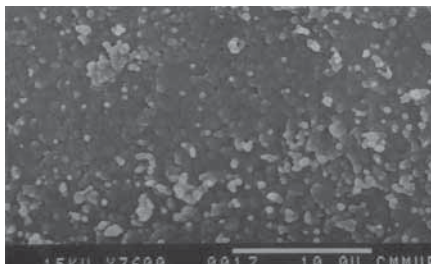


**FIGURA 3.** Structură regulată a implantului



**FIGURA 4.** Implant de aluminiă observat la microscopul electronic cu baleiaj

În cazul implantului de aluminiă, la microscopul electronic cu baleiaj, se poate observa o structură regulată și cu puține porozități (între 2 și 4  $\mu\text{m}$ ) negre între particulele ceramice (fig. 5).



**FIGURA 5.** Structură regulată cu puține porozități în cazul unui implant de aluminiă

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Suprafețele neregulate și ruгоase, ce aparent ar putea oferi o fixare puternică, au de fapt efecte negative, deoarece asemenea suprafețe oferă condiții favorabile dezvoltării plăcii bacteriene (la implantele metalice).

O suprafață netedă, ca o oglindă, ar fi ideală pentru fixarea glicoproteinelor și hemidesmozomilor, pe care se vor lipi celulele și fibrele de țesut conjunctiv.

Totuși, neregularitățile suprafeței și microporozitățile situate la nivelul corpului implantului ar constitui o alternativă interesantă pentru a mări interacțiunea, crescând zona de contact între suprafața materialului implantat și os, îmbunătățindu-se, astfel și stabilitatea implantului.

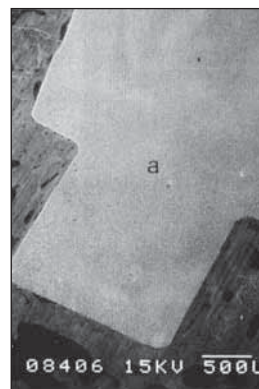
În cazul ceramicilor, porii cu dimensiuni mai mari de 100 micrometri permit calcificarea țesuturilor ce îi penetrează, mărind gradul de fixare al implantului.

Reușita fenomenului de osteoacceptare depinde foarte mult de capacitatea de vindecare, de repararea și remodelarea în timp a țesutului osos periimplantar.

Structura osoasă la interfața cu implantul interesează mai multe constituente: un strat de proteoglicani, țesut fibros, os neorganizat și os organizat.

Osteoacceptarea cu calitățile cele mai bune are loc atunci când la interfața os-implant găsim:

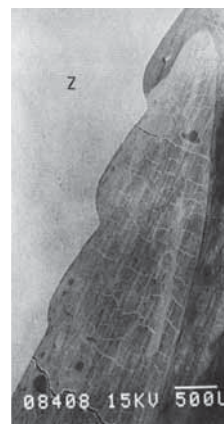
- un strat de proteoglicani de o grosime foarte mică între 20Å și 30Å;
- os organizat în contact strâns cu stratul proteoglicanic fără prezența țesutului fibros;
- se remarcă un bun contact osos, fără interfață fibroasă (fig. 6).



**FIGURA 6.** Se remarcă un bun contact osos, fără interfață fibroasă

Implant de aluminiă introdus în zona dintelui 36, zona apicală: contact direct cu osul adiacent.

Microscopie electronică de baleiaj (fig. 7).



**FIGURA 7.** Implant de zirconiu introdus în zona dintelui 44: contact direct cu osul adiacent. Microscopie electronică de baleiaj

## CONCLUZII

- În anii '50 și '60, materialele utilizate în implantologie erau, în principal, metalice. Imerse în mediul bucal, favorizau formarea

curenților galvanici între implant și proteză pe care acesta o susține, având loc un proces de coroziune. În plus, ionii metalici eliberați provocau fenomene toxice și leziuni asupra țesuturilor.

- Fenomenele inflamatorii și intoxicația osoasă provocată de ionii metalici absorbiți de celule transformau țesutul osos în țesut de granulație și, în loc de un contact direct al implantului cu osul, apărea, de fapt, o fibroză mai mult sau mai puțin vascularizată.
- Potrivit lui Branemark, implanturile metalice existente în această perioadă nu erau integrate în os, ci doar tolerate de țesuturi, cu o interfață fibroasă de grosime variabilă, care menținea implantul în os, dar fără o fixare rigidă sau calcifiată, fiind pseudo-periodentală, fapt ce conducea, pe termen mediu, la pierderea implantului.
- Pionieri precum Sandhaus și Brandemark s-au concentrat pe studiul biomaterialelor noi, care nu eliberează produși chimici în organism. Astfel a apărut în 1969 alumina.

- Branemark a preferat titanul pur care, datorită pasivității stratului exterior, oxidându-se foarte repede în contact cu oxigenul, acționează ca o suprafață asemănătoare ceramicii.
- Alumina, biomaterial neutru și biocompatibil, are ca inconvenient fragilitatea la torsiune, putând genera, în anumite situații, probleme precum fractura implantului deja introdus. În cazul unor atrofii osoase serioase, soluția implantologică era, uneori, inaccesibilă, mai ales în cazurile în care era și necesară, din cauza lipsei de grosime osoasă care să permită introducerea unui implant de alumina cu diametru suficient (4,75 mm) pentru a susține eficient presiunile procesului de masticatie.
- Sandhaus a studiat prepararea unei noi ceramici – zirconiul – care să poată substitui alumina, având ca avantaj rezistența mecanică superioară, în același timp păstrând biocompatibilitatea deja demonstrată în practică.

## BIBLIOGRAFIA

1. **AE Peixoto** – Vasconcelos Tavares: Implantas de Alumina e de Zirconia
2. **Sandhaus S** – Nouveaux aspects de l'implantologie orale