



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00880

(22) Data de depozit: 24/11/2015

(41) Data publicării cererii:
30/08/2017 BOPI nr. 8/2017

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"
DIN GALAȚI, STR. DOMNEASCĂ NR. 47,
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:
• VASILESCU VLAD-GABRIEL,
STR. TRAIAN NR. 136, BL. A3, ET. 1, AP. 4,
GALAȚI, GL, RO;

• VASILESCU ELISABETA, STR. TRAIAN,
NR. 136, BL. A3, SC. 1, ET. 1, AP. 4, GALAȚI,
GL, RO;
• PĂTRAȘCU ION, STR. GEORGE VRACA
NR. 7, AP. 2, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO

(54) ALIAJ CU ÎNALTĂ BIOCOMPATIBILITATE
PENTRU IMPLANTURI DENTARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aliaj utilizat în aplicații stoma-
tologice. Aliajul conform invenției este constituit, în pro-
cente masice, din 90% Ti și 10% Zr, având biocom-

patibilitate adecvată utilizării pentru implanturi și pro-
tetică dentară.

Revendicări: 3
Figuri: 3



DESCRIERE

a. Titlul invenției:

ALIAJ CU ÎNALTĂ BIOCOMPATIBILITATE PENTRU IMPLANTURI DENTARE

b. Domeniul tehnic la care se referă invenția

Invenția se referă la un aliaj cu baza titan aliat cu zirconium, compoziție chimică originală pentru asigurarea unei biocompatibilități ridicate, în scopul folosirii lui în aplicații stomatologice, vizând în primul rând, implanturile dentare.

Implantul dentar este un corp metalic, de regulă din titan sau aliaj de titan, care se plasează în osul maxilar sau în mandibulă și care preia funcția rădăcinii dentare. KORBER (citată de D. Bratu și colab. 1996) înțelege prin implanturi diferite dispozitive sau aparate din materiale aloplastice, care se inseră în grosimea unor țesuturi ale aparatului dento-maxilar, cu scopul de a asigura retenția unei piese protetice.

Acceptarea implantului de către organism presupune formarea și consolidarea legăturii dintre suprafața implantului și țesutul osos. Prof. dr. Per Ingvar Branemarck este cel care a revoluționat domeniul implantologiei dentare prin descoperirea și înțelegerea procesului de osteointegrare. Acesta susține că succesul întregului proces de implantare depinde de „*cât de strâns și apropiat crește osul în jurul implantului*”. De altfel, dezideratul tuturor medicilor dentisti, specializați în implantologia dentară este obținerea osteointegrării, adică „acceptarea” de către organism a materialelor ce vin în contact direct cu osul maxilar sau mandibular. Progresele înregistrate în implantologia orală nu poate fi separată de dinamica dezvoltării cercetărilor în domeniul științei și ingineriei materialelor biocompatibile. Biocompatibilitatea intrinsecă și cea funcțională a materialului pentru implant este determinantă pentru procesul de osteointegrare și implicit pentru durabilitatea implantului. Răspunsul global al organismului, considerat ca o măsură a biocompatibilității, este condiționat de factori legați în primul rând de material (proprietățile chimice de volum și de suprafață, stabilitatea fizico-chimică, proprietățile fizice și chimice ale produșilor de degradare), de implant (mărime, formă, modul de elasticitate, rigiditate), de organismul gazdă (localizarea țesutului, vârstă, sex, starea generală de sănătate) și de metoda de implantare (tehnica operatorie).

Potrivit lui Branemark implanturile metalice existente în perioada de început a utilizării lor nu erau integrate (osteointegrate) în os ci doar tolerate de țesuturi, cu o interfață fibroasă de grosime variabilă, care menținea implantul în os, dar fără o fixare rigidă, fapt ce conducea pe termen mediu la pierderea implantului.

Cercetările privind îmbunătățirea biocompatibilității aliajelor ca și componentă esențială a osteointegrării urmărind modificarea interfeței biomaterial – țesut sunt astăzi orientate către valorificarea progreselor înregistrate în medicina regenerativă utilizând tehnicile ingineriei tisulare. Medicina regenerativă este un domeniu care la ora actuală se află în plin proces de dezvoltare, cu priorități clar stabilite de implementare rapidă a noilor tehnologii în slujba pacientului. Studiul bibliografic și sinteza documentară de specialitate arată preocupările cercetătorilor privind sinteza biomaterialelor cu biocompatibilitate ridicată, promovarea metodelor moderne de evaluare a biocompatibilității, studiul efectelor modificării controlate a biosuprafeței în vederea optimizării contactului dintre os și implant, respectiv crearea de interfețe biomedicale cu proprietăți biocompatibile, precum și tehnicile de ameliorare a osteointegrării. La o primă analiză se poate observa că, deși numeroase și foarte elaborate articolele de



specialitate nu oferă o soluție unică, care să asigure cea mai mare eficiență în proiectarea de implanturi cu interfețe biologice active între substratul osos și implant. Acest lucru motivează și justifică oportunitatea cercetărilor într-un domeniu în plină ascensiune și cu mari disponibilități în promovarea materialelor destinate “să lucreze sub constrângere biologică” și care răspund totodată cerințelor implantului dentar.

Aliajul supus brevetării a fost conceput astfel încât prin eliminarea elementele nocive prezente în aliajele de titan frecvent folosite astăzi în implantologia orală, să controlăm biocompatibilitatea intrinsecă a materialului, caracteristică cu influență definitorie asupra procesului de osteointegrare a implantului. Am ales soluția alierii cu un element cu greutatea specifică mică ($6,5\text{g/cm}^3$), relativ apropiată de cea a titanului ($4,5\text{g/cm}^3$) pentru a prezerva caracteristicile de excelență ale titanului și aliajelor sale (greutate specifică mică, rezistență la coroziune ridicată, modul de elasticitate relativ scăzut), îmbunătățind totodată rezistența la oboseală a aliajului în medii corozive cum sunt fluidele biologice.

c. Prezentarea stadiului cunoscut al tehnicii din domeniul respectiv

Astăzi, conceptul de biocompatibilitate al materialelor destinate implanturilor dentare trebuie conjugat cu acela de biofuncționalitate, ceea ce presupune în primul rând siguranța din punct de vedere biologic, iar în al doilea rând performanța funcțională *in vivo* a implantului, pentru realizarea cu succes a funcției pentru care a fost destinat. În contact cu suprafața mucoasei orale, materialele implantabile pot determina reacții adverse la interfața biomaterial – țesut, dar și efecte de natură bacteriologică, imunologică, metabolică, carcinogenică, așa numite efecte sistemice, localizate în zone mult depărtate de cea a interfeței [Branemark]. Deși relativ îngustă (de ordinul angstromilor) interfața implant/țesut și natura sa are un efect substanțial asupra menținerii integrității sistemului implant-țesut. Interacțiunea dintre celule și materiale determină biocompatibilitatea acestora, prin intermediul stratului superficial de proteine. Aceasta poate stimula un răspuns adecvat, favorizând refacerea continuității țesutului și contribuind la integrarea implantului, sau dimpotrivă, poate genera o reacție, care determină izolarea implantului.

Testarea *in vitro* a biocompatibilității biomaterialelor oferă informații privitoare la comportamentul celular în raport cu compoziția chimică a materialelor.

Astăzi, în lume sunt preocupări care urmăresc obținerea de biomateriale cu caracteristici biologice și biomecanice cu performanțe deosebite în implantologia orală, însă titanul și aliajele titanului sunt încă considerate cele mai eficiente din punctul de vedere al biocompatibilității cu țesutul uman. Titanul a fost folosit inițial ca metal pur, fiind considerat un material aproape ideal în implantologia endoosoasă stomatologică. Este considerat un material inert, deoarece în contact cu un mediul tisular se inactivează rapid prin formarea unui strat fin de oxizi (monoxid, dioxid, trioxid). Filmul subțire de oxid de titan (tenace și protector) format în mai puțin de o secundă asigură rezistența la coroziune (de 400 de ori mai mare decât a oțelului inoxidabil) și permite osului să se dezvolte în implant. De fapt, între implantul de titan și osul înconjurător se stabilește o legătură solidă prin creșterea osului pe suprafața rugoasă a metalului și legarea de acesta, realizându-se o ancorare anchilozantă, mecanică, rigidă care stabilizează implantul endoosos. Suprafața de oxizi, constituită din TiO , TiO_3 , Ti_2O_3 , Ti_3O_4 atrage și leagă biomolecule (Kasemo 1983). Această suprafață de oxizi se contaminează nu numai cu metale, ci și cu proteine sau lipide (Lansman 1985). Suprafețele contaminate schimbă compoziția oxizilor, favorizând inflamația care este urmată de formarea țesuturilor de granulație. Astăzi, **aliajele de titan** se



consideră chiar mai bine tolerate decât titanul pur, deoarece stratul de oxizi care se formează este mai mare (cca. 10-20 μm), foarte stabil și se regenerează la fiecare nanosecundă. Rezistența la coroziune a acestor aliaje poate fi îmbunătățită prin aliere cu molibden, zirconiu, reniu, niobium, crom, mangan (exemple de aliaje: Ti-Al-V, Ti-Al-Mo, Ti-Al-Cr, Ti-Al-Cr-Co). Alegerea frecventă a aliajului Ti-6Al-4V pentru implanturi se face pe considerentul că acesta prezintă o combinație dintre cele mai favorabile caracteristici, care include rezistență la coroziune ridicată, modul de elasticitate redus și capacitatea de aderare cu osul și alte țesuturi (osteointegrare).

Cu toate acestea există o serie de probleme legate de efectele pe care le pot avea componentele aliajului. Ionii metalici eliberați în urma procesului de coroziune și uzură pot afecta stabilitatea sistemului implant-os. Ca urmare a sesizărilor privind toxicitatea vanadiului și a efectului negativ a ionilor de aluminiu din aliajul Ti6Al4V asupra organismului, s-au căutat diverse soluții de ameliorare sau de eliminare a acestor efecte. Aliajul Ti6Al4V cu o rezistență scăzută la uzură generează particulele, care regăsite în țesuturi sunt asociate cu cauza unor inflamații, fiind considerate a fi implicate în osteoliză.

Cercetări efectuate în țări precum Japonia, China sau USA, dar și în unele țări din Europa cu scopul înlocuirii sau chiar a eliminării din compoziție a unor elemente nocive s-au fundamentat pe ideea că, nichelul și vanadiul sunt toxice având un caracter cancerigen și că aluminiul are o relație de cauzalitate cu neurotoxicitatea și demența senilă de tip Alzheimer.

Alte cercetări care au făcut analiza reacțiilor posibile la contactul îndelungat al țesuturilor vii cu elementele de aliere din aliajele de titan au arătat ca folosirea în cantități mari a vanadiului, cobaltului și nichelului nu este recomandată. Eliberarea de ioni de vanadiu în organism poate produce grave afecțiuni ale organelor respiratorii și ale sistemelor producătoare de plachete sangvine. Sunt cercetări care au vizat posibilitatea înlocuirii vanadiului cu niobium propunând aliaje cu baza de titan precum: Ti-Al-Nb sau Ti-Zr-Al [*Campos M.I., Godoy dos Santos, Leme M. S., Trevilatto P.C.*]. Rezultatele au demonstrat proprietăți comparabile și, chiar la valori mai ridicate ale rezistenței mecanice și rezistenței la coroziune ale aliajului Ti-6Al-6Nb, față de aliajul Ti-6Al-4V. Studiile in vitro au demonstrat că celulele se comportă diferit în prezența debriurilor generate de uzura celor două aliaje. Se constată o eliberare crescută a prostaglandinei E2 ca răspuns la contactul cu particulele Ti-6Al-4V, dar și o intensificare a eliberării altor citokine inflamatorii comparativ cu particulele rezultate din aliajul Ti-Al-Nb. Aceste date sugerează faptul că Ti-6Al-4V stimulează celulele fagocitice mai mult decât Ti-Al-Nb sau decât Ti pur. Expunerea celulelor provenite din măduva osoasă la particulele rezultate din Ti-6Al-4V induce o creștere semnificativă a eliberării mediatorilor proinflamatorii și osteolitici care sunt responsabili de pierderea protezelor.

Ideea înlocuirii elementelor nocive din aliajele cu baza titan au condus la sinteza unei game largi de aliaje în care se mai regăsesc elemente precum tantal, paladiu sau combinații Nb+Ta, Nb+Ta+Pd în aliaje de tipul: Ti15Zr4Nb2Ta0,2Pd; Ti5Zr8Nb2Ta, Ti10-20Zr4-8Nb 0,2Pd, ș.a. Brevetul RO 127102A2 propune aliajul cu următoarea compoziție chimică 80%Ti, 10%Zr, 5%Nb și 5%Ta, care este recomandat însă pentru implanturi ortopedice.

Biomaterialele utilizate în implantologia orală trebuie să asigure transmiterea forțelor ocluzale țesuturilor de susținere. Din acest motiv acestea trebuie să prezinte rezistență mecanică suficientă, dar și o elasticitate adaptată osului. Biocompatibilitatea funcțională a materialului pentru implant vizează, în principal, modulul de elasticitate și rezistența mecanică. Modulul de elasticitate este caracteristica cu influență semnificativă în procesul de remodelare osoasă determinând distrugerea ansamblului țesut-implant în condițiile unei diferențe majore între componentele ansamblului implant-os. De exemplu aliajele de tip Ti6Al4V au modulul de



elasticitate de cca 110Gpa, valoare apreciată ca fiind mult mai mare decât cea a țesutului osos a cărui valoare este de 10-40GPa. O asemenea diferență între modulele de elasticitate determină o solicitare mecanică a țesutului diferită de cea fiziologic normală. Analiza cu elemente finite a comportării la solicitări mecanice a ansamblului os – implant a indicat că un material cu un modul de elasticitate mai mic, poate determina o distribuție mult mai apropiată de cea a tensiunilor mecanice în țesutul osos înconjurător.

Există Patente înregistrate în Statele Unite (ex. Patentul nr.4857269) care vizează cercetări pentru obținerea unor aliaje de titan cu modul de elasticitate scăzut, pentru execuția de dispozitive medicale. În aceste aliaje se propune un conținut de 10-13% zirconiu și în plus să conțină stabilizatori ai fazei beta din elemente precum Fe, Mn, Cr, Co, și Ni până la 3% în greutate. Patentele SUA nr.5169597 sau nr. 5545227 propun o gamă de aliaje având în compoziție 10-2-% Nb, sau 30-50%Nb și 13-20%Zr. Dintre acestea cu destinație medicală se remarcă aliajul Ti13Nb13Zr.

Așa cum s-a arătat, calitatea biomaterialului în implantologie este apreciată prin capacitatea sa de a permite osteointegrarea și creșterea osului în jurul implantului. Alături de controlul compoziției chimice, obținerea de materiale bioactive prin modificarea și controlul parametrilor biosuprafeței sunt aspecte care conduc la creșterea bioperformanței materialului. Îmbunătățirea interacțiunii celulare și a dezvoltării celulelor la interfața dintre organism și biomaterial (*Ratner și Porter, 1996*) a fost dovedită prin intensificarea proceselor de adsorbție a proteinelor în cazul aliajelor de titan. În ultimii 15 ani evaluarea prin mijloace moderne a modificării microtopografiei suprafețelor de titan pentru implanturi dentare s-au efectuat în scopul de a stabili dacă apozitia osoasă ar putea fi consolidată printr-o suprafață microrugoză obținută prin diferite tehnici de prelucrare cum ar fi sablarea, atacul acid, sau combinații ale acestora (*Wieland și colab., 2000*). Printre acestea s-a dovedit că suprafața sablată și acid-gravată prezintă o apozitie osoasă îmbunătățită (*Buser colab. 1991, Cochran și colab, 1998*). Cercetările in vitro ale implantului din titan cu diferite micro-topografii ale suprafeței au dovedit diferențierea celulelor osoase și de mineralizare, dependente de rugozitate. Suprafețele rugoase favorizează osteointegrarea și implicit stabilitatea primară a implantului prin atașamentul și proliferarea ulterioară a osteoblastelor și prin mărirea zonei de contact implant - os. Rezultatele cercetarilor români [*D.Mariș, Maria Mariș, Marius Mariș*] au demonstrat faptul că obținerea de microretenții superficiale contribuie la osteointegrarea implantului. Prin tratamentul de suprafață cu hidroxiapatita (HA) "*s-a observat o mai bună apozitie osoasă în jurul implantului, mai ales în perioada precoce a vindecării*". Modificarea și controlul parametrilor biosuprafeței cu rol în adsorbția proteinelor, în interacțiunea celulară și în dezvoltarea celulelor la interfața dintre organism și biomaterial sunt posibile prin diverse metode sau procedee de procesare mecanice, chimice sau electrochimice. În practică, modificarea suprafeței titanului sau aliajelor sale se realizează mai facil prin sablare, abraziune sau atac chimic cu acizi sau baze. Valorificarea combinației între proprietățile titanului ca și material biotolerat și proprietățile conferite de pelicula bioactivă au orientat cercetările către procedeele de depunere cunoscute astăzi, după cum urmează: depunere în jet de plasmă (Plasma spray), pulverizare vâscoasă în flacără la 3000°C (High viscosity flame spray), glazurare, depunere prin ablație laser (Pulsed Laser Deposition), depunere electronică pulsată (Pulsed Electron Deposition), depunere catodică (Magneto-Sputtering Deposition), depunere electrochimică (Electroforetic Deposition), depunere prin vaporizare chimică (Chemical Vapor Deposition), depunere prin vaporizare fizică (Physical Vapor Deposition), sablare cu HA (HA Blast Coating), depunere prin metoda sol-gel.



imersare în topitură, depunere chimică de HA biologică din soluții similare plasmei sanguine pe suprafețe activate cu H_2O_2 sau baze, depunere chimică de HA biologică din soluții similare plasmei sanguine în prezența de biovitroceramică [C.N.Cumpătă, N.Ganută, T. Ionescu, 2011]. Concluziile cercetărilor privind obținerea implanturilor de titan acoperite cu hidroxiapatita biologic activă, prin aplicarea diferitelor procedee de depunere sumarizează caracteristicile, avantajele și dezavantajele fiecăruia dintre acestea. Indiferent însă de procedeele de acoperire, suprafețele metalice sunt preparate prin sablare, abraziune sau coroziune chimică.

d. Prezentarea problemei tehnice pe care o rezolvă invenția

Obiectul brevetului îl constituie aliajul cu compoziție chimică originală care definește biocompatibilitatea intrinsecă a acestuia prin lipsa elementelor nocive, prezervarea caracteristicilor fizico-mecanice recunoscute aliajelor cu baza titan cu aplicații în implantologie (densitate scăzută, rezistență la coroziune, modul de elasticitate scăzut) și îmbunătățirea rezistenței la oboseală prin aportul zirconului.

Autorii invenției propun un aliaj nou cu baza titan aliat cu 10%Zr din a cărui compoziție chimică lipsesc elementele chimice considerate nocive, precum vanadiul, aluminiul, ș.a. și a cărui biocompatibilitate a fost confirmată prin evaluarea rezistenței la coroziune în medii care simulează mediul oral, precum și prin testarea in vitro, care a demonstrat abilitatea aliajului de a susține atașarea, creșterea și proliferarea osteoblastelor umane G292. S-a demonstrat că aceste procese sunt net diferențiate în cazul aliajului cu suprafețe experimentale obținute, prin corodare acidă și oxidare anodică. Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este aliajul care conține elementele titan și zirconium, ambele recunoscute și acceptate ca fiind elemente biocompatibile și bioacceptate de organism și care fac ca aliajul să fie considerat cu înaltă biocompatibilitate. În plus prelucrările metalurgice prin deformare plastică la cald și la rece atestă capacitatea aliajului de a-și îmbunătăți proprietățile mecanice și prin aceasta, rezistența la uzură, iar tratamente de manipulare a suprafeței permit obținerea unei topografii controlate în vederea îmbunătățirii capacității de osteointegrare.

e. Expunerea invenției

Invenția are la bază rezultatele cercetărilor autorilor în elaborarea unui material cu performanțe de utilizare în implantologia orală, pornind de la conceptul de biocompatibilitate intrinsecă definită prin "capacitatea unui material de a induce un răspuns corespunzător al gazdei, în cazul unei aplicații specifice"- definiție acceptată ISO (International Standards Organization), FDA (Food and Drug Administration of USA) și ASTM (American Society for Testing and Materials). Procupările la nivel mondial în promovarea biomaterialelor atestă faptul că, criteriul de bază în selecția acestora în fabricația implantului oral este biocompatibilitatea și că succesul utilizării unui biomaterial depinde în principal de reacția organismului uman la implant. Biocompatibilitatea materialului este un concept complex care ia în considerare toate procesele care au loc la interacțiunea material - organism. Reușita vindecării după inserarea unui implant este strâns legată de răspunsul tisular, care depinde, printre altele, de răspunsul țesutului înconjurător la implant și de capacitatea de regenerare a țesuturilor afectate la implantare.



Printr-o interacțiune corespunzătoare între biomaterial și țesut, ansamblul implant - țesut devine un sistem integrat, stabil și durabil.

Noutatea în ceea ce privește compoziția propusă pentru aliajul cu baza titan, care face obiectul brevetului, se referă la prezența celor două elemente, titan și zirconiu, ambele considerate cu înaltă biocompatibilitate și prin eliminarea elementelor nocive, precum vanadiu și aluminiu, elemente prezente în aliajele frecvent folosite astăzi în fabricația implanturilor, dar și a elementelor care deși lipsite de toxicitate (Ta, Nb) modifică greutatea specifică și alte proprietăți utile, impuse în fabricația implantului dentar.

Se cunoaște faptul că succesul pe termen lung al biomaterialelor cu baza titan utilizate în implantologie este determinat de compoziția acestora, de natura și de gradul de toxicitate al metalelor care se aliază cu titanul, de proprietățile fizico-mecanice și de capacitatea lor de a favoriza procesul de osteointegrare.

Deși titanul este considerat un material cu biocompatibilitate ridicată, alierea titanului cu diferite elemente în scopul îmbunătățirii proprietăților mecanice nu este întotdeauna benefică. Efectele toxice ale metalelor (Ni, Cr, Co, Ti, Al, V) eliberate de implanturile dentare protetice sunt astăzi intens analizate. În funcție de răspunsul tisular la implantare, biomaterialele metalice utilizate actual la confecționarea de implanturi pot fi încadrate în următoarele categorii: materiale cu răspuns toxic tisular, care produc infecții la implantare (ex. fierul, nichelul, cupru, cobaltul, cromul, vanadiu, cadmiu), materiale care generează țesut fibros cu efect de încapsulare a implantului (ex. zincul, argintul, aluminiul, oțelul inoxidabil, aliaje crom – cobalt), materiale care induc reacție vitală (ex. titanul, ceramica de aluminiu, ceramica de zirconiu).

Durabilitatea materialelor implantabile este dată și de rezistența la oboseală, caracteristică esențială, considerată după compatibilitatea biochimică cea mai importantă. În literatura de specialitate se indică pentru rezistența la oboseală valori de 700 -800 MPa la 10^8 cicluri. De asemenea modulul de elasticitate (E), care reflectă capacitatea de deformare elastică a materialului sub efort, caracterizează în mod diferit diversitatea metalelor și aliajelor utilizate ca și biomateriale. Valorile acestei caracteristici fizice pentru cele mai folosite biomateriale metalice sunt: 190GPa- pentru oțel inoxidabil, 210-253 GPa – pentru aliaje Co-Cr, 110GPa- pentru Ti, 116GPa- pentru aliajul Ti6Al4V.

Aliajul are o compoziție originală (90%Ti și 10%Zr) stabilită în baza considerațiilor privind prezervarea caracteristicilor de excelență pe care le întrunește titanul pur (bună rezistență la coroziune, greutate specifică scăzută, modul de elasticitate scăzut) și îmbunătățirea, prin aportul zirconiumului (10%) a rezistenței la oboseală în puternic medii corozive așa cum sunt fluidele biologice. La sinteza aliajului am avut în vedere toată gama elementelor considerate netoxice sau cu citotoxicitate scăzută, cum sunt Ti, Ta, Zr, Pd, Pt, limitat Nb, elemente care au dovedit o bună biocompatibilitate și în plus care favorizează dezvoltarea vascularizației vitale în țesut, și am optat pentru zirconiu ca element de aliere din următoarele motive:

1. greutatea specifică scăzută a zirconiumului, apropiată de cea a titanului;
2. menținerea modulului de elasticitate al aliajului la o valoare relativ scăzută și apropiată de cea a osului și mai mică decât a altor aliaje cu aceeași aplicație;
3. îmbunătățirea rezistenței la oboseală în medii corozive (fluidele biologice);
4. la conținutul de cca 10% Zr, bioaliajul prezintă o bună capacitate de prelucrare metalurgică atât prin procedee convenționale (turnare, sudare, laminare, matrițare) cât și prin procedee neconvenționale, moderne (deformare plastică severă, tratamente termice și/sau



termochimice,etc), care îi conferă capacitatea îmbunătățirii în sensul dorit al proprietăților de utilizare;

5. proprietățile biosuprafeței obținute prin modificarea microtopografiei acesteia prin coroziune acidă și oxidare anodică demonstrează capacitatea aliajului pentru procesări ale suprafeței care să permită îmbunătățirea capacității de osteointegrare.

f. Prezentarea avantajelor invenției în raport cu stadiul tehnicii

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- obținerea unui aliaj înalt biocompatibil (bioaliaj) prin controlul compoziției chimice bazată pe elementele considerate cu cea mai înaltă biocompatibilitate în prezent, titanul și zirconiumul; eliminarea din compoziție a elementelor toxice, în principal a vanadiului și a aluminiului, frecvent întâlnite în aliajele utilizate astăzi în implantologia orală, dar și a celor netoxice care modifică însă proprietățile de excelență (greutate specific redusă, modul de elasticitate scăzut) ale titanului pur, cum ar fi tantalul și niobiul;
- obținerea unui aliaj cu proprietăți fizice (densitate scăzută comparabilă cu a titanului pur și a aliajelor cu baza titan convenționale, modul de elasticitate apropiat de modulul de elasticitate al osului, rezistență la oboseală ridicată asigurată de alierea cu zirconium);
- obținerea unui aliaj/bioaliaj cu proprietăți chimice ridicate atestate de evaluarea rezistenței la coroziune în medii care simulează mediul oral, cu valori peste cele ale biomaterialelor utilizate actual în implantologia orală;
- obținerea unui aliaj care poate fi prelucrat prin deformare plastică în vederea procesării la cald sau la rece a semifabricatelor ale căror cu caracteristici de utilizare pot fi îmbunătățite; aliajul prezintă o bună comportare la deformare, o plasticitate bună și o tendință de ecruisare redusă; prin deformare structura se finisează și se obține o creștere cu circa 50% a proprietăților de duritate și rezistență;
- procesarea suprafeței aliajului prin coroziune acidă și oxidare anodică atestă îmbunătățirea bioactivității și a parametrilor biosuprafeței cu rol semnificativ în creșterea capacității de osteointegrare.



REVENDICARI**ALIAJ CU ÎNALTĂ BIOCOMPATIBILITATE PENTRU REALIZAREA
IMPLANTURILOR DENTARE**

1. Aliaj cu baza titan cu o compoziție chimică originală: 90% Ti, 10% Zr (în procente de greutate), cu înaltă biocompatibilitate conferită de lipsa elementelor nocive, destinat realizării implanturilor dentare și diverselor altor aplicații din stomatologie
2. Aliaj cu înaltă rezistență la oboseală în medii corozive conferită de compoziția chimică (prin aliere cu zirconium)
3. Aliaj cu abilitatea de a susține atașarea, creșterea și proliferarea osteoblastelor umane G292 demonstrată prin testarea in vitro a biocompatibilității prin comparație cu titanul pur, adaptarea celulară rapidă la suprafețele brut turnate sau prelucrate mecanic și chimic (prin corodare acidă sau anodizare) și capacitate de osteointegrare indicat în implantologia orala.



Prezentarea figurilor

Cererea de brevet de invenție conține trei (3) figuri care reprezintă aspectul semifabricatului turnat din bioaliajul obținut Ti10Zr (**fig.1**), aspectul microscopic al structurii bioaliajului în starea turnat și deformat plastic (**fig.2**), analiza de compoziție chimică prin spectrometrie de difracție EDAX (**fig.3**).

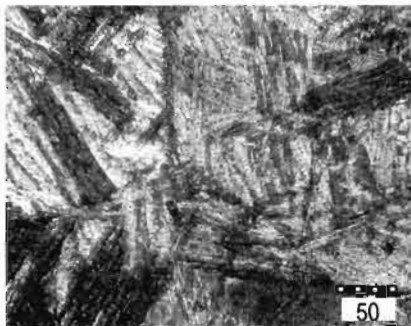
Fig.1. Semifabricate (lingouri) obținute prin turnare din bioaliaj Ti10Zr (d=70mm, l=70mm)



Fig.2. Aspecte microscopice ale structurii (X200)

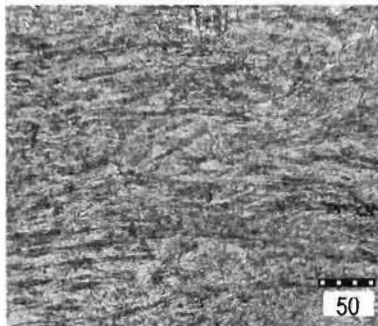
Semifabricatului turnat

d= 19mm



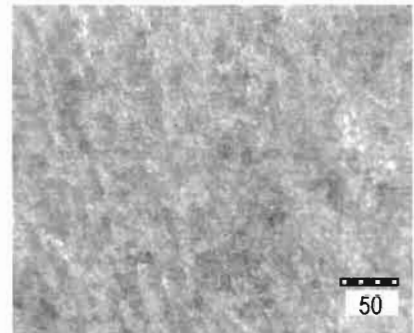
Semifabricat extrudat la diametrul

d =10mm



Semifabricat laminat la rece

d= 3mm



24

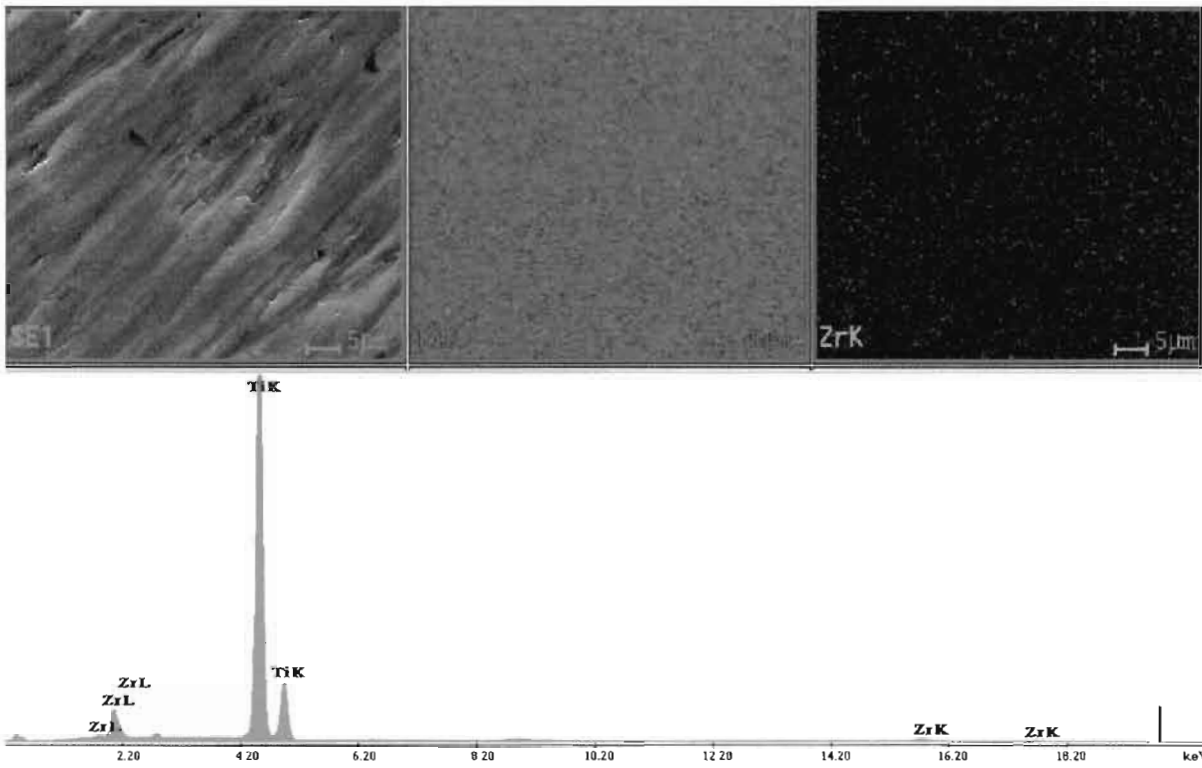


Fig.3. Imaginea de microscopie electronică de baleiaj (SEM) și spectrul EDAX al eșantioanelor din Ti10Zr prelevate din semifabricat turnat

