



UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN BUCUREȘTI  
FACULTATEA ȘTIINȚA ȘI INGINERIA MATERIALELOR  
Catedra de Știința Materialelor și Metalurgie Fizică

# TEZĂ DE DOCTORAT

*Contribuții în domeniul biomaterialelor metalice  
utilizate la execuția componentelor femurale ale  
endoprotezelor totale de șold*

DOCTORAND

Ing. IULIAN VASILE ANTONIAC

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:

Prof.univ.dr. DANIEL BUNEA

Prof.univ.dr. GEORGETA COȘMELEAȚĂ

## *Abstract*

Prezenta teză de doctorat își propune să aducă unele contribuții în domeniul biomaterialelor metalice utilizate la execuția componentelor femurale ale endoprotezelor totale de șold. Studiile și cercerțările experimentale au fost concentrate pe elaborarea unor materiale metalice experimentale utilizabile ca biomateriale și pe execuția efectivă a două componente femurale ale endoprotezelor de șold din aceste biomateriale metalice.

Tehnologia de proiectare a componentelor femurale a fost abordată sub mai multe aspecte: analiza literaturii de specialitate, analiza datelor statistice existente, analiza metodelor de proiectare utilizabile. Un element important a fost utilizarea datelor bibliografice referitoare la analiza explantelor protetice ca metodă de predicție în evaluarea viabilității unui anumit design de endoproteză de șold, care a fost corelate cu experimentările proprii ale autorului. Au fost proiectate două componente femurale, pentru fiecare dintre acestea fiind menționat biomaterialul metalic utilizat, tehnologia de obținere a acestuia și fluxul tehnologic de execuție efectivă a componentelor femurale: o componentă femurală (Aerohip) cimentată, proiectată plecând de la un model cu un design de tip Taperloc-Biomet, executabilă din aliaj Co-Cr tip F75, obținută prin turnare de precizie a aliajului în forme de turnare ceramice și prelucrarea ulterioară a semifabricatelor turnate; o componentă femurală (Rohip) necimentată, în mai multe variante tipodimensionale, proiectată computerizat plecând de la o idee originală, executabilă din oțel inoxidabil austenitic tip 316L, obținută în urma prelucrării mecanice, prin tehnici CAD-CAM, a unui semifabricat sub formă de bară, obținut prin turnare și deformare plastică.

Au fost prezentate aspectele tehnologice privind execuția componentelor femurale experimentale, structurate modular, pentru ambele componente fiind stabilit un flux tehnologic de execuție original ce include atât tehnologia de obținere a biomaterialului metalic cât și tehnologia de prelucrare mecanică ulterioară a semifabricatelor pentru obținerea componentelor femurale experimentale.

În continuare au fost descrise cercerțările experimentale proprii legate de testarea materialelor metalice obținute experimental în vederea utilizării lor ca materiale de implant. Programul experimental de testare a avut o componentă ce a urmărit încadrarea materialelor metalice experimentale în cerințele standard privind compoziția chimică, caracteristicile microstructurale (fiind efectuate determinări de microscopie optică, microscopie electronică de baleiaj SEM cuplată cu analize EDS; difracție cu radiații X) și proprietățile de exploatare (rezistența la coroziune, comportarea la solicitările mecanice de tracțiune și compresiune, comportarea la uzare), și o altă componentă ce a urmărit verificarea cerințelor standard de biocompatibilitate în vederea utilizării acestora ca materiale de implant, fiind efectuate teste de citotoxicitate și teste de implantare. A fost efectuată și testarea biofuncționalității componentei femurale ROHIP, urmărindu-se evaluarea mișcării unghiulare relative, testarea rezistenței la oboseală și testarea clinică.

Corespunzător rezultatelor experimentale, se poate concluziona că materialele metalice elaborate experimental (un oțel inoxidabil austenitic tip 316L și un aliaj Co-Cr tip F75) pot fi utilizate ca biomateriale metalice pentru execuția componentelor protetice și că este posibilă utilizarea clinică a componentei femurale ROHIP pentru endoproteza totală de șold, realizată după o concepție originală.



UNIVERSITY POLITEHNICA OF BUCHAREST  
MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING FACULTY  
Materials Science and Physical Metallurgy Department

# Doctoral Thesis

*Contribution in the field of metallic  
biomaterials used for obtain the femoral  
components of total hip prosthesis*

Author:

Eng. IULIAN VASILE ANTONIAC

COORDINATOR:

Prof. DANIEL BUNEA

Prof. GEORGETA COȘMELEAȚĂ

## *Abstract*

This thesis is focused on the metallic biomaterials for hip prosthesis and the main objective was to obtain two femoral component of hip prosthesis made by different metallic biomaterials.

In order to project a new design for femoral component was made a complex analysis of the scientific literature, statistical dates, biomechanical aspects and informatics' technology used in design. One important aspect was the study of retrieval analysis dates, used as prediction method for the viability of some design for femoral components, correlated with the experimental researches of the author.

Two femoral components for hip prosthesis was designed, for any of this was mention the metallic biomaterials, with metallurgical data about processing, and the mechanical technology for processing the half-finished in order to obtain the femoral components. First femoral component is cemented type, with design like a Taperloc-Biomet model, and was obtain by precision casting in ceramic forms of a Co-Cr alloy type F75 and mechanical processing by classical technology. The second femoral component is uncemented type, with an original design, and was obtaining by CAD-CAM processing technology of a forged half-finished from stainless steel type 316L. It was described the technological aspects, using a modular structure. For any femoral components was establish a technological plan, when the metallurgical and mechanical technology used in order to obtain the experimental femoral components was mention.

The detailed aspects about the researches for experimental metallic materials testing in order to used this as implant materials was presented. The experimental program was structured in two parts. One of this was focused on the materials aspects: chemical composition and microstructure analysis (using optical microscopy, scanning electron microscopy and X-ray diffraction), corrosion resistance, mechanical testing and wear resistance. The second part was focused on the biocompatibility aspects and was made the citotoxicity and implantation tests. Also, the biofunctionality of the original femoral components was tested by the evaluation of the relative angle movement, the endurance resistance and the clinical test. The results confirm the successful of this new design for femoral components.

According the experimental results we can say that both experimental metallic materials (stainless steel type 316L and Co-Cr alloy type F75) present characteristics which are specific for biomaterials and may be used for hip prosthesis. Also, the original femoral components for hip prosthesis named ROHIP will be possible to be used in clinical practice.