

MEMORIU ȘTIINȚIFIC

Student Doctorand: TUCE Robert-Angelo

Conducător de doctorat: Prof. Univ. Dr. NEAGU Adrian

Titlul tezei de doctorat: STUDIUL CREȘTERII TEMPERATURII INTRAOSOASE ÎN TIMPUL UTILIZĂRII DIFERITELOR TIPURI DE GHIDURI CHIRURGICALE ÎN IMPLANTOLOGIA ORALĂ

I. Motivația cercetării

Implantologia orală reprezintă una dintre cele mai dinamice ramuri ale medicinei dentare contemporane, având ca obiectiv principal restaurarea funcțională și estetică a pacienților edentați prin intermediul implanturilor dentare osteointegrate. Succesul pe termen lung al tratamentului implantar este condiționat de numeroși factori biologici și tehnici, dintre care menținerea viabilității țesutului osos în timpul preparării neoalveolei implantare ocupă un rol esențial.

Numeroase studii experimentale au demonstrat că depășirea pragului critic de temperatură intraosoasă în timpul osteotomiei poate determina apariția necrozei osoase termice și compromiterea procesului de osteointegrare. În contextul dezvoltării chirurgiei ghidate digital, utilizarea ghidurilor chirurgicale a crescut semnificativ datorită avantajelor privind precizia poziționării implanturilor. Cu toate acestea, ghidurile chirurgicale convenționale limitează accesul lichidului de irigare către zona activă de frezare, favorizând acumularea de căldură la nivelul osului.

Pornind de la această problemă clinică, cercetarea doctorală a urmărit dezvoltarea și validarea unor ghiduri chirurgicale inovatoare prevăzute cu canale auxiliare de răcire, capabile să optimizeze irigarea în timpul osteotomiei și să reducă riscul supraîncălzirii osoase. Obiectivul general al tezei a fost evaluarea eficienței acestor sisteme de răcire integrate prin metode experimentale, utilizând măsurători termice directe și termografie în infraroșu, precum și validarea aplicabilității clinice în tratamente complexe de tip All-on-4.

Importanța temei este susținută atât de necesitatea creșterii predictibilității tratamentelor implantare ghidate, cât și de interesul actual pentru integrarea tehnologiilor digitale și a fabricației aditive în medicina dentară modernă. Rezultatele obținute contribuie la dezvoltarea unor soluții

inovatoare pentru controlul temperaturii intraosoase și la îmbunătățirea siguranței procedurilor de implantare.

II. Lista de lucrări care fac parte integrantă din teza de doctorat

1. Tuce R-A, Neagu M, Pupăzan V, Neagu A, Arjoca S. The 3D Printing and Evaluation of Surgical Guides with an Incorporated Irrigation Channel for Dental Implant Placement. *Bioengineering* 2023; 10(10):1168, <https://doi.org/10.3390/bioengineering10101168>, (FI = 3.8, Q2 in Engineering, Biomedical).
2. Tuce R-A, Neagu M, Pupăzan V, Neagu A, Arjoca S. Heat Generation during Dental Implant Bed Preparation Using Surgical Guides with and without Internal Irrigation Channels Evaluated on Standardized Models of the Alveolar Bone. *Applied Sciences* 2024;14(17):8051, <https://doi.org/10.3390/app14178051>, (FI = 2.5, Q2 in Engineering, Multidisciplinary).
3. Tuce R-A, Pupăzan V, Neagu M, Arjoca S, Neagu A. The Use of Thermal Imaging to Assess Heat Generation during Dental Implant Bed Preparation in the Presence of a Surgical Guide with an Incorporated Coolant Channel. *Journal of Prosthodontics* 2026; <https://doi.org/10.1111/jopr.70078>, (FI = 3.6, Q1 in Dentistry, Oral Surgery & Medicine).
4. Tuce R-A, Neagu M, Pupăzan V, Neagu A, Arjoca S. Full-Arch Oral Rehabilitation in All-on-4 “M” Configuration Using Surgical Guides with Internal Cooling: A Clinical Case Report. *Journal of Clinical Medicine* 2026; 15(3):1070. <https://doi.org/10.3390/jcm15031070>, (FI = 2.9, Q1 in Medicine, General & Internal).

III. Date despre evoluția cercetării, congrese și conferințe la care s-au prezentat date științifice din teza coordonată

Activitatea de cercetare doctorală s-a desfășurat etapizat, urmărind trecerea progresivă de la dezvoltarea conceptului teoretic la validarea experimentală și ulterior la aplicarea clinică.

În prima etapă a fost realizată analiza critică a literaturii de specialitate privind efectele temperaturii asupra țesutului osos și limitările sistemelor de ghidare utilizate în implantologia orală. Pe baza concluziilor rezultate, a fost conceput un model original de ghid chirurgical prevăzut cu canal intern de irigare, proiectat digital și fabricat prin tehnologia imprimării 3D.

Etapă experimentală a inclus evaluarea eficienței sistemelor de răcire integrate pe modele osoase ex-vivo și pe modele standardizate ale osului alveolar. Au fost analizate diferențele de temperatură generate în timpul osteotomiei între ghidurile convenționale și cele prevăzute cu răcire internă, fiind demonstrate reduceri semnificative ale temperaturii intraosoase.

În etapa următoare a fost implementată termografia în infraroșu ca metodă complementară de monitorizare termică, ceea ce a permis analiza distribuției temperaturii la nivelul zonei de osteotomie și validarea suplimentară a eficienței sistemului de răcire propus.

Ultima etapă a cercetării a constat în aplicarea clinică a conceptului dezvoltat, prin utilizarea ghidurilor chirurgicale cu răcire auxiliară în cadrul unei reabilitări orale complexe de tip All-on-4 „M”, demonstrând fezabilitatea și aplicabilitatea clinică a soluției propuse.

Rezultatele cercetării au fost diseminate prin participare la conferințe naționale cu participare internațională precum și prin publicarea unor articole științifice în reviste internaționale de largă vizibilitate din domeniul implantologiei orale, medicinei dentare și bioingineriei. Acestea din urmă constituie baza tezei de doctorat.

IV. Aprecierea conducătorului de doctorat în ceea ce privește datele științifice din teză

Studiile doctorale aflate la baza acestei teze au evoluat organic în contextul fluxului principal de informații din literatura științifică referitoare la aplicarea ghidurilor chirurgicale în implantologia orală. În toate etapele sale, articolele originale publicate de doctorand în calitate de prim-autor au adus contribuții importante la cunoașterea din domeniu.

Prima lucrare a demonstrat superioritatea ghidului de osteotomie cu canal de răcire încorporat în comparație cu ghidul convențional respectiv cu cel care prezintă un orificiu de ghidaj deschis, cu secțiunea transversală în forma literei C. La momentul apariției sale, datele din literatură au fost neconcludente, unele fiind în favoarea ghidului cu răcire internă, altele sugerând că acesta n-ar aduce niciun beneficiu. Astfel, studiul doctorandului, efectuat pe specimene de femur porcine, a îmbogățit baza de date experimentale și a pledat pentru includerea unui canal de răcire în structura unui ghid de osteotomie destinat preparării patului implantar. Totuși diferențele medii ale creșterii temperaturii înregistrate în acest studiu au fost marginal nesemnificative din punct de vedere statistic, ceea ce a motivat alegerea unui model experimental mai reproductibil, bazat pe modele artificiale ale osului alveolar.

A doua lucrare s-a concentrat pe comparația dintre ghidul cu răcire internă și cel clasic în condițiile unor osteotomii efectuate pe specimene de os artificial. Ipoteza sa de lucru a fost aceea că, în lipsa variabilității biologice, valorile medii ale creșterilor de temperatură induse de osteotomia ghidată efectuată cu cele două modele de ghid chirurgical vor prezenta diferențe

statistic semnificative. Rezultatele au confirmat această ipoteză. Ghidul cu răcire internă a asigurat răcire semnificativ mai bună în toate etapele unor osteotomii efectuate gradual, cu trei freze de diametre din ce în ce mai mari, în patru locații diferite, mimându-se astfel procedura clinică All-on-4, prin care se prepară, în paralel, locurile de inserare a patru implanturi. Mai mult, această lucrare a demonstrat lipsa unor blocaje ale fluxului de irigant, sugerând că eficacitatea răcirii nu depinde de includerea unui canal suplimentar de evacuare a lichidului de răcire (după cum s-a propus în literatură) cu condiția ca baza ghidului să fie retrasă față de suprafața-țintă.

A treia lucrare se remarcă prin multiple elemente originale în ceea ce privește măsurarea temperaturilor de vârf atinse de freză și de osul învecinat. Ea a vizat eliminarea erorilor inerente măsurării temperaturii intraosoase cu ajutorul unor termocuple plasate în orificii învecinate cu marginea osteotomiei. În locul termocuplelor, s-a utilizat o cameră de termoviziune pentru determinarea maximelor de temperatură atinse în regiunea de foraj. Din nou, ghidul cu răcire internă s-a dovedit semnificativ mai eficient în privința controlului termic, în toate etapele osteotomiei ghidate. Pentru prima oară, s-a demonstrat că prima osteotomie generează cel mai mare salt de temperatură, impactul termic al frezelor succesive fiind din ce în ce mai mic. Acest rezultat este încurajator, întrucât eventuala zonă afectată termic de către prima freză este îndepărtată de următoarea (cu condiția ca acea zonă să fie îngustă), important fiind ca ultima freză să nu provoace supraîncălzirea osului învecinat.

A patra lucrare este un studiu de caz prin care se arată că elementele de design testate în primele trei lucrări pot fi implementate într-un context clinic. Deși nu e prima aplicație clinică a ghidurilor de osteotomie cu canal de răcire intern, ea se distinge prin complexitatea intervenției și prin raportarea întregii proceduri clinice (evaluarea pacientului, designul ghidurilor chirurgicale, fabricarea lor prin tipărire tridimensională, realizarea osteotomiilor, inserarea implanturilor, evaluarea stabilității acestora, realizarea protezării totale și urmărirea pacientului timp de o lună).

În concluzie, această teză de doctorat a contribuit esențial la dezvoltarea ghidurilor chirurgicale destinate implantologiei dentare și a deschis calea spre aplicații clinice de înaltă acuratețe și siguranță termică.

Student Doctorand

TUCE Robert-Angelo



Conducător de doctorat

Prof. Univ. Dr. NEAGU Adrian

