

Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Северна Македонија
Студиска програма: Базични и клинички испитувања во дентална медицина



УНИВЕРЗИТЕТ
ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ

**ВЛИЈАНИЕ НА КОНТАМИНАЦИЈАТА (ЧИСТОТА) НА ИМПЛАНТНАТА
ПОВРШИНА И МЕДИЦИНСКИОТ СТАТУС ВРЗ ИМПЛАНТНИОТ УСПЕХ
(IN VITRO СТУДИЈА)**

**IMPACT OF CONTAMINATION (CLEARNESS) OF THE IMPLANT SURFACE
AND MEDICAL STATUS ON IMPLANT SUCCESS (IN VITRO STUDY)**

Докторска дисертација

Кандидат

д-р Љупка Арсовски

Ментор

проф. д-р Софија Царчева Шаља

Екстерен ментор

проф. д-р Даниела Велеска – Стевковска

Штип, декември 2025

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	11
2. ЛИТЕРАТУРЕН ПРЕГЛЕД	16
3. ПРЕДМЕТ НА ИСТРАЖУВАЊЕ	20
4. ХИПОТЕЗИ	21
5. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	22
6. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО	23
Електронски микроскоп	23
Подготовка на Површината на Имплантот	25
4. Презентирање на резултатите	27
Електрохемиски техники	29
Инструментација во волтаметриските експерименти	34
Потенциостат	35
Краток преглед на циклична волтаметрија (CV).....	36
Експериментален дел.....	39
7. СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА	41
7. РЕЗУЛТАТИ	42
7.1. Генерални карактеристики	43
7.2. Контаминација на имплантна површина	47
Титаниум.....	48
Кислород (O ₂)	50
Водород (H)	55
Натриум (Na)	59
Калциум (Ca)	63
Силициум (Si).....	67
Железо (Fe).....	71
Калиум	74
Фосфор (P)	79
Цинк (Zn).....	82
Јаглерод	86
Магнезиум.....	91
Злато.....	96
Сулфур (P).....	101
Хлор (Cl)	106
Алуминиум (Al)	111
Ванадиум, бизмут и молибден.....	115
7.2. Анкетно истражување	119
Експериментални резултати од волтаметриските студии на дентални импланти во присуство на разни хемиски системи	127
8. ДИСКУСИЈА	140
ЗАКЛУЧОЦИ	144
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	148



Комисија за одбрана и оценка

Претседател: проф. д-р Киро Папакоча, редовен професор.

Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Северна Македонија.

Интерен ментор проф. д-р Софија Царчева Шаља, редовен професор.

Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Северна Македонија.

Екстерен ментор: проф. д-р Даниела Велеска – Стевковска, редовен професор

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје.

Стоматолошки факултет.

Член: Проф. д-р Едвард Јанев – редовен професор.

Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје.

Стоматолошки факултет.

Член: Проф. д-р Рубин Гулабоски – редовен професор.

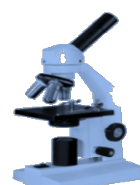
Факултет за медицински науки, Универзитет „Гоце Делчев“ Штип, Северна Македонија.

Научно поле: Базични и клинички испитувања во денталната медицина.

Научна област: Орална хирургија и дентална имплантологија.

Датум на одбрана 04.12.2025

Датум на промоција



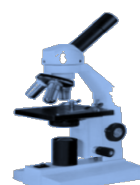
Изјава

Изјавувам дека оваа докторска дисертација ја работев самостојно. Сите користени извори на литература се уредно цитирани во трудот.

Изјавувам дека овој труд е оригинален и не е користен во рамките на други универзитети, ниту за стекнување на друго звање.

Изјавувам дека печатената верзија на трудот е идентична со електронската.

Потпис на авторот



Благодарност

Сакам да изразам огромна благодарност на мојата менторка проф. д-р Софија Царчева Шаѓа за несебичната поддршка и мотивација во текот на целиот процес на изработка на оваа докторска дисертација и за нејзината посветеност и мајчински однос кој ме водеше низ целиот пат. Секако, да се заблагодарам и на мојот екстерен ментор проф. д-р Даниела Велеска – Стевковска која со нејзината професионалност придонесе овој труд да биде реализиран.

Благодарност до сите роднини, колеги и пријатели за секој убав збор и секој момент поминат во овие години.

Најмногу сакам да ѝ се заблагодарам на мојата фамилија за секојдневната поддршка, мотивација и помош.

Оваа докторска дисертација ја посветувам на моето семејство, мојот сопруг Горан и мојот син Алек. Нивната љубов ми дава желба за живот и поттик за да чекорам по патот кон мојот успех и секој ден ме инспирира да станам подобра личност!



**„Education is the most powerful weapon
which you can use to change the world“**

-Nelson Mandela-

Посветено на Горан и Алек.



Рецензирани и објавени трудови (стручни, научни и апликативни) произлезени од истражувањето и печатени во домашни или меѓународни списанија, или реферати и презентации и од научни собири.

Публикуван и рецензиран научноистражувачки труд во меѓународно научно списание Acta Stomatologica naissi.

Arsovski, Ljupka and Carceva-Salja, Sofija and Veleska-Stefkovska, Daniela and Petrovski, Mihajlo and Papakoca, Kiro and Boev, Ivan and Lazarova, Maja (2024) [Modifications on the dental implant surfaces and their influence on the osseointegration process.](#) Acta Stomatologica Naissi, 40 (89). pp. 2749-2757. ISSN 1820-1202;

Arsovski, Ljupka and Carceva-Salja, Sofija and Veleska-Stefkovska, Daniela and Papakoca, Kiro (2025) [The influence of chemical elements on implant success.](#) Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 13 (2). pp. 90-93. ISSN 1857-9655

Arsovski, Ljupka and Carceva-Salja, Sofija and Veleska-Stefkovska, Daniela (2025) [Contamination of dental implants as a factor in the success/failure of the implantation process.](#) Knowledge - International Journal, Scientific and Applicative Papers, 71 (4). pp. 375-378. ISSN 1857-923X

Arsovski, Ljupka and Carceva-Salja, Sofija and Veleska-Stefkovska, Daniela and Nikolovski, Bruno and Toneva Stojmenova, Verica and Rogoleva Gjurovski, Sonja (2025) [Difference between classes of implants and their surface contamination.](#) International Dental Journal, 75 (1). pp. 37-38. ISSN

Arsovski, Ljupka and Rogoleva Gjurovski, Sonja and Toneva Stojmenova, Verica (2023) *Psysiodispenser and its use in dental medicine.* Second International Conference - ETIMA 2023 - Conference proceedings. pp. 149-152. ISSN ISBN: 978-608-277-040-6;

Arsovski, Ljupka and Carceva-Salja, Sofija and Veleska-Stefkovska, Daniela (2023) *Impact of contamination cleanliness of the implant surface review paper.* International Journal Knowledge - Capital of the Future. pp. 375-378. ISSN 2545-4439;



Arsovski, Ljupka (2023) *Влијанието на медицинскиот статус врз имплантниот успех*. In: 12 ти симпозиум со меѓународно учество: Современи пристапи во третманот на пациенти кои примаат антикоагулантни, антиагреганти и антихипертензивни лекови, 11 Nov 2023, Stip;

Arsovski, Ljupka and Spirov, Vancho and Rogoleva Gjurovski, Sonja and Toneva Stojmenova, Verica and Atanasova, Sandra (2023) *Bone augmentation with xenograft and non resorptive membrane - case report*. In: 26th Congress of the BaSS - current trends and advances in dentistry, 11-14 May 2023, Skopje, Republic of Macedonia.



КРАТОК ИЗВАДОК

ВЛИЈАНИЕ НА КОНТАМИНАЦИЈАТА (ЧИСТОТА) НА ИМПЛАНТНАТА ПОВРШИНА И МЕДИЦИНСКИОТ СТАТУС ВРЗ ИМПЛАНТНИОТ УСПЕХ (IN VITRO СТУДИЈА)

Вовед

Денталната имплантација претставува процес на вградување на дентални импланти во коската на пациент на места каде што недостасуваат еден или повеќе заби. Имплантот го заменува коренот на изгубениот заб. За да биде успешна имплантацијата, потребно е да се случи процесот на остеоинтеграција. Тоа значи дека денталниот имплант поставен во коската треба да се остеоинтегрира во коската. Успехот на процесот на остеоинтеграција зависи од повеќе фактори. Еден од факторите е биолошката модификација на материјалот од кој е изработен имплантот. Како неуспех кој може да се предвиди е појава на периимплантит и отфрлање на имплантот.

Материјали и методи

За ова научноистражување користиме скенирачки електронски микроскоп, кој ќе овозможи детална анализа на површината на имплантите. Анализата е изведена на нови фабрички, како и на отфрлени импланти. Скен електронски микроскоп (SEM) е вид на електронски микроскоп кој произведува слики од примерок со скенирање на површината со фокусиран зрак на електрони. Со помош на електронскиот микроскоп се открива присуството на елементите на површината на имплантот.

Резултати

Како последица на таложеење на многу минерали се јавува поголема отпорност на абеење на површината на имплантот. Откриени се и траги од загадувачи на површината на Ti на неуспешните импланти, односно отфрлените импланти.

Сите овие елементи потенцијално негативно влијаат на успехот на имплантацијата и се една од причините за неуспехот на имплантацијата.

Заклучок

Контаминацијата на денталните импланти е клучен фактор за успехот/неуспехот на имплантацијата. Траги од органски и неоргански загадувачи можат да се пронајдат во отфрлените, но и во новите импланти и покрај процесот на чистеење на имплантот, површинскиот третман на Ti со материи како што се киселина и песок.

Клучни зборови: имплант, неуспех, остеоинтеграција, периимплантит, успех.



SUMMARY

„IMPACT OF CONTAMINATION (CLEARNESS) OF THE IMPLANT SURFACE AND MEDICAL STATUS ON IMPLANT SUCCESS (IN VITRO STUDY)”

Introduction

Dental implantation is the process of inserting dental implants into a patient's bone in areas where one or more teeth are missing. The implant replaces the root of the lost tooth. For the implantation to be successful, a process called osseointegration must occur, meaning the dental implant placed in the bone should integrate with the bone. The success of the osseointegration process depends on several factors, one of which is the biological modification of the material from which the implant is made. Failure can occur due to the onset of peri-implantitis or rejection of the implant.

Materials and Methods

For this scientific research, we use a scanning electron microscope, which will provide a detailed analysis of the implant surfaces. The analysis is performed on new factory-made implants as well as on rejected ones. A scanning electron microscope (SEM) is a type of electron microscope that produces images of a sample by scanning the surface with a focused beam of electrons. With the help of the electron microscope, the presence of elements on the implant surface is detected.

Results

As a consequence of the accumulation of many minerals, greater wear resistance of the implant surface occurs. Traces of contaminants on the Ti surface were also discovered in unsuccessful implants, i.e., rejected implants. All these elements potentially negatively affect the success of the implantation and are one of the reasons for the failure of the implantation.

Conclusion

Contamination of dental implants is a key factor for the success/failure of the implantation. Traces of organic and inorganic contaminants can be found in rejected, but also in new implants, despite the implant cleaning process and surface treatment of Ti with substances such as acid and sand.

Keywords: implant, failure, osseointegration, peri-implantitis, success.



1. ВОВЕД

Денталната имплантологија е дел од денталната медицина и претставува современа наука која се занимава со поставување на дентални импланти на место каде што недостасуваат еден или повеќе заби. Истата овозможува рехабилитација на забниот низ, враќање на изгубените функции при загуба на заб/заби, подобрување на естетика, функција, мастикација и оклузија. За оваа цел се користат денталните импланти од различни производители, со различна форма, дијаметар, големина и должина. Денталните импланти во минатото биле изработувани од најразлични материјали како: метал, легури на метал или од неметални материјали. Денес, со напредокот на денталната имплантологија се докажало дека најдобар материјал за изработка на имплантите е титаниумот и затоа денешните импланти се изработуваат од титаниум, или легури на истиот. За да биде успешен процесот на имплантација, имплантот, поставен во коската на пациентот, треба да биде изработен од биокомпатибилен материјал. Тоа значи дека материјалот треба да биде биолошки инертен, односно да не се менува во коската, да биде постојан, биолошки толерантен, односно истиот да не предизвикува реакција антиген-антитело; потоа материјалот треба да е инертен електрички и магнетски, а тоа значи да се создава галванска струја или магнетно поле. Важни и пожелни особини кои треба да ги поседуваат материјалите кои ги користиме за вградување на имплантите се: биокомпатибилност, биоинертност, биофункционалност и биоадхезивност.

- Биокомпатибилноста подразбира дека материјалот не треба да биде токсичен, да не делува канцерогено, да не предизвикува алергии и да не дава реакција на страното тело. Тоа подразбира дека материјалот од кој е изработен вградениот имплант треба да биде усогласен со ткивото во кое е поставен.
- Биоинертноста се однесува на непроменливоста и отпорноста на материјалот, тоа значи дека материјалот не треба да кородира. Треба да биде постојан во средината во која е вграден.
- Биофункционалноста значи дека материјалот, односно имплантот, треба да има добар облик и дизајн, добра цврстина и еластичност и да одговара на изгубените природни заби за да се овозможи функционалност и естетика.



- Биоадхезивноста значи дека треба да има поврзување(остеоинтегрирање) на имплантот со околното ткиво, односно денталниот имплант треба да се поврзе со околната коска, да настане процес на остеоинтеграција и успешна имплантација.

Забните импланти се современа алтернатива за загубениот природен заб како резултат од нивната биокомпатибилност, механичка стабилност и долготрајност. Електрохемиското однесување на нивната површина игра клучната улога во нивната функционалност и трајност и нивната површинска анализа овозможува подетално објаснување и решавање на дилемите околу изборот на соодветниот имплант.

Во поново време, а со цел да се подобри остеоинтеграцијата и да се намали времето на заздравување, произведени се титаниумски импланти со наноструктурирана површина. Соодветните материјали и техники на подготовка се суштински за успехот на имплантот и играат голема улога во подобрувањето на неговата издржливост и долговечност.

Еден од клучните фактори за успехот на имплантацијата е чистотата на денталните импланти. Постојат различни начини на чистење на имплантите и секој производител користи слични, но различни начини на чистење на денталниот имплант пред да биде пуштен на пазарот, на пример, чистењето со плазма, уште познато и како модификација на плазма, или третман. Тоа е техника на површинско чистење на имплантите што се користи за подобрување на површинските својства на истите. Чистењето со плазма вклучува подложување на површината на имплантот со плазма со низок притисок, при што се случуваат различни хемиски и физички процеси за да се променат карактеристиките на површината. Во прилог подолу ќе бидат објаснети начините на оваа метода на чистење и реакции кои настануваат од истата.

1. Површинско активирање. Чистењето со плазма често се користи за активирање на површината на денталните импланти. Активирањето вклучува: отстранување на загадувачи, органски остатоци и површински оксиди, што резултира со чиста и хемиски реактивна површина. Оваа активирана површина е попогодна за последователни модификации на површината.

2. Огрубување на површината. Чистењето со плазма може да се користи за грубост на површината на забните импланти. Грубоста на површината игра клучна улога во процесот на остеоинтеграцијата бидејќи ја подобрува механичката врска помеѓу



имплантот и околното коскено ткиво. Третманот со плазма може да создаде грубост во микро и наноразмери на површината на имплантот оптимизирајќи го неговиот биолошки одговор.

3. Функционалност на површината. Чистењето со плазма може да овозможи функционални групи или хемиски делови на површината на имплантот. Функционалноста овозможува имобилизација на биоактивни молекули како што се: пептиди, фактори на раст или антимикробни агенси на површината на имплантот. Овие биоактивни облоги можат да ја подобрат клеточната адхезија, пролиферација, диференцијација и антибактериски својства, а со тоа да ја подобрат стапката на успех на денталните импланти.

4. Површинско чистење и стерилизација. Чистењето со плазма служи како ефикасен метод за чистење на површината и стерилизација на самите импланти. Плазматската средина може да ги елиминира микробните загадувачи, бактериите и другите патогени присутни на површината на имплантот, намалувајќи го ризикот од постоперативни инфекции и компликации.

5. Компатибилност на материјалите. Чистењето со плазма е компатибилно со различни материјали за импланти, вклучувајќи титаниум и легури на титаниум. Не предизвикува значителни промени во хемиските и физичките својства или составот на материјалот за имплантирање, туку ги подобрува неговите површински карактеристики.

6. Контрола на процесот. Параметрите за чистење на плазмата, како што се: составот на гас, притисок, моќноста и времетраењето на третманот, можат прецизно да се контролираат за да се постигнат саканите модификации на површината. Ова овозможува прилагодување на процесот на лекување врз основа на специфични дизајни на имплант, материјали и клинички барања.

7. Клинички апликации. Чистењето со плазма сè повеќе се користи во денталната имплантологија за подобрување на биокомпатибилноста, остеоинтеграцијата и долгорочниот успех на имплантите. Најчесто се користи за време на процесите на производство на импланти, третмани за модификација на површината и процедури за реконструкција на површината на имплантот.



Севкупно, чистењето со плазма на забните импланти нуди разновидно и ефективно средство за подобрување на нивните површински својства, подобрување на нивните биолошки перформанси и промовирање на успешна интеграција со околните ткива. Тековните истражувања во плазма технологијата продолжуваат да ги истражуваат иновативните апликации и напредокот на површината на денталните импланти.

Другиот начин на чистење на површината на денталните импланти е пескарење. Пескарењето е вообичаен метод за површински третман кој се користи во денталната имплантологија за да се измени топографијата на површината и да се подобри остеоинтеграцијата на имплантите. Подолу ќе бидат објаснети карактеристиките и придобивките на овој метод на чистење на имплантите.

1.Преглед на процесот. Пескарењето, исто така, е познато како абразивно минирање или гризење на површината. Вклучува проекција на абразивни честички на површината на денталниот имплант со голема брзина со помош на компримиран воздух или друг соодветен погон. Абразивните честички влијаат на површината на имплантот отстранувајќи ги површинските загадувачи, оксидите и неправилностите создавајќи притоа текстурирана површина погодна за условите во устата.

2.Огрубување на површината. Една од основните цели на пескарењето е да се создаде груба текстура на површината на забниот имплант. Грубоста на површината е клучна за процесот на остеоинтеграцијата бидејќи го подобрува механичкото преплетување помеѓу имплантот и околното коскено ткиво. Микро грубата површина создадена со пескарење обезбедува поволна подлога за прицврстување, пролиферација и диференцијација на коскените клетки.

3.Големина на честички. Изборот на абразивните честички и нивната големина значително влијае на ефективностата и исходот од пескарењето. Најчесто користените абразивни материјали вклучуваат: алуминиум оксид, титаниум оксид и честички како хидроксиапатит. Изборот на големината на честичките зависи од саканата грубост на површината и својствата на материјалот за имплантирање. Поситните честички создаваат помазни површини, додека поголемите честички создаваат поизразени, односно погруби површински текстури.



4. Отстранување на површинска контаминација. Пескарењето ефикасно ги отстранува површинските загадувачи, органските остатоци, остатоците од обработката и преостанатите средства за полирање од површината на имплантот. Овој процес на чистење осигурува површината на имплантот да биде ослободена од нечистотии кои би можеле да го попречат процесот на остеоинтеграција или да ја загрозат биокомпатибилноста.

5. Површинско активирање. Покрај грубоста, пескарењето може да ја активира површината на денталните импланти со изложување на свежи метални или керамички површини. Активирањето на површината ја подобрува влажноста и реактивноста на површината на имплантот олеснувајќи ги последователните модификации на површината или облогите насочени кон подобрување на биокомпатибилноста, биоактивноста или антимикуробните својства.

6. Компатибилност на материјали. Пескарењето е компатибилно со широк спектар на материјали за дентални импланти вклучувајќи титаниум и неговите легури. Исто како и плазирањето и процесот на пескарење не ги менува својствата или составот на материјалот на имплант со што го прави погоден за употреба во производството на импланти.

7. Клинички апликации. Пескарењето, вообичаено, се вклучува во процесот на производство на забни импланти за да се подготви површината на имплантот пред последователните третмани како што се: киселинско гравирање, анодизација или таложење на облогата. Исто така, се користи за време на процедурите за реконструкција на површината на имплантот за да се подобри биолошкиот одговор и долгорочниот успех на имплантите.

Севкупно, пескарењето на забните импланти е добро воспоставена техника за површински третман која игра клучна улога во оптимизирањето на површините на имплантот за подобрена остеоинтеграција и клинички резултати. Контролираната модификација на топографијата на површината на имплантот преку пескарење придонесува за зголемена стабилност, долговечност и функционални перформанси на забните импланти во оралната средина.



2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА

Електронските пребарувања на литература, термини и клучни зборови беа спроведени во следниве бази на податоци: CHAPPUIS, PubMed, MEDLINE (OVID), EMBASE (OVID), Web of Science и SciVerse. Беа споредувани и разгледани студии објавени во последните десет години. За библиотеката PubMed секогаш се користеа комбинации на контролирани термини (MeSH и Emtree) и клучни зборови, а беа применети и други термини кои не се индексирани како MeSH. Цел на пребарување беа: дентални импланти, остеоинтеграција и периимплантитис, како и: чистота на површина на дентални импланти, контаминација и анализа на електронски микроскоп.

Во изминатите неколку години, преваленцата на мукозитис и периимплантитис се зголеми и варира од 19 до 65% и од 1 до 47%. Акумулацијата на плак на површините на имплантот предизвикува воспалителен одговор кој води до појава на мукозитис или периимплантитис. Контаминација на денталните импланти, изработени од титаниум може да доведе до отфрлање на имплантот. Постојат два главни типа на загадувачи: неоргански и органски загадувачи. Неорганските загадувачи најмногу се состојат од елементи како што се: калциум, фосфор, хлор, сулфур, натриум, силициум, флуор и органски јаглерод. Додека органските загадувачи се состојат од: јаглеводород, карбоксилати, соли на органски киселини, азот, амониум и бактериски клетки како нуспроизводи. Загадувачите можат да ја променат површинската енергија, хемиската чистота, дебелината и составот на оксидниот слој. Меѓутоа, ни недостасуваат клинички докази дека контаминациите воопшто имаат некаков ефект. Сепак, се чини дека чистотата на површината е суштинска за остеоинтеграцијата на имплантот. Овие загадувачи можат да предизвикаат денталните импланти да немаат можност да ја извршат својата функција за враќање на загубените функции на стоматогнатниот систем по загуба на природните заби и, исто така, можат да предизвикаат дополнителен финансиски товар за пациентот. Затоа, важно е искрено да се разговара за етиологијата на неуспесите на денталните импланти. Во овој ревијален труд се спомнуваат два главни типа на загадувачи: неоргански и органски загадувачи, вклучително и бактериски загадувачи. Овој преглед, исто така, има за цел да го разгледа потенцијалниот ефект на контаминација на титаниумските дентални импланти. (*Jagjit Singh Dhaliwal*, 2019)



Ísis de Fátima Balderrama заедно со нејзините соработници направиле студија на испитување на површините на различни дентални импланти вклучувајќи анализа на влажност како и хемиски состав на денталните импланти. Дополнително ги испитале и ефектите од хемиската деконтаминација на површината врз ахезијата и пролиферацијата на клетките слични на остеобластите. На својствата на површината на имплантот влијае не само микротопографијата или нанотопографијата, туку и макротопографијата. Повеќето ин витро студии, кои ги истражуваат ефектите од методите на деконтаминација на површините на имплантот, се изведуваат на титаниумски дискови кои не ги репродуцираат макро и микротопографските карактеристики на имплантите. Поради овие причини, во оваа студија, целта била да се докаже влијанието на хемиската деконтаминација при ахезијата и пролиферацијата на клетките кај пет различни дентални импланти од различни брендови, кои претходно добиле површински третмани и се сметаат за најкомерцијално достапни во светот. Заклучокот од оваа студија е дека само NT и CM импланти покажале хемиски состав со чист титаниум. ACQ покажале хидрофилни својства, додека NT и OT хидрофобни својства. Деконтаминираниите импланти покажале многу помали клетки, кои биле залепени во текот на 24 и 72 часа во споредба со неконтаминираниите импланти, што одговара соодветно на анализата на ахезија и пролиферација. ЦМ имплантите покажале повеќе клетки ахезирани на површината по 24 часа како експериментална група. NT импланти покажале поголема клеточна пролиферација по 72 часа како контролна група. Соодветно на ова различни протоколи на деконтаминација можат да влијаат на деконтаминација и пролиферација на клетки на површината на денталните импланти.

Површинската микротопографија игра голема улога во брзината, но и во квалитетот на остеоинтеграцијата, па затоа влијае на клиничкото однесување на денталните импланти. Ова, всушност, влијае на протоколите за производство на дентални импланти.

Фокусот на тековната студија бил да се оцени наноструктурата на површина на имплантот и хистолошки да се споредат нејзините перформанси со оние на површинските импланти на SLA и MAC, поставени кај луѓе и извадени после четири до шест недели. Сите извадени импланти биле поставени постериорно во беззаба максила. Многу студии покажаа намален квалитет на коските во тој дел, што може да резултира со намалена примарна стабилност и одложена остеоинтеграција. Се покажало дека неуспехот на имплантот може значително да се зголеми кога се става во задната горна вилица, која е порспонгиозна, што може да влијае на резултатите и ја прави



рехабилитацијата на имплантот поделикатна и помалку сигурна. Споредувањето на стапката на ВИС на импланти со исти геометриски карактеристики, но со различна топографија на површината, со ист квалитет на коските, може да обезбеди пообјективна проценка на однесувањето на површините со наноразмери под таква клиничка состојба. (Christian Makary, 2023)

Jamil Awad Shibli и неговите соработници направиле анализа на отфрлени дентални импланти кај пациенти кои се пушачи. Истото го направиле под електронски микроскоп, анализирајќи ги површината на отфрлените импланти. Дванаесет импланти биле изведени од пациенти, од кои десетмина од нив биле пушачи. Анализирајќи ги површините на споменатите импланти откриле присуство на патогени во пародонтоалната регија, како *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Campylobacter rectus*, *Eikenella corrodens*, *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Tannerella forsythia* и *Treponema denticola* во различни пропорции кај сите импланти. Анализата на површината покажала различни степени на грубост на површината меѓу примероците и присуство на протеински материјал. Пронајдени се и елементи на: јаглерод, кислород, натриум, калциум, алуминиум и силициум. Сите овие патогени, како и хемиски елементи треба да се земат предвид, затоа што истите можат да бидат една од причините за отфрлање на денталните импланти.

Биоактивните модификации на површината на имплантните површини не секогаш имаат корисен ефект врз процесот на остеоинтеграција. Модификациите на површината на деталните импланти, кои се изработени од титаниум со биомолекуларни облоги, докажано е дека промовираат формирање на периимплантитис коска што резултира со зголемена остеоинтеграција во раните фази на заздравувањето. Неколку фактори ја отежнуваат споредбата меѓу денталните импланти и дополнително ја отежнуваат можноста за добиениот резултат. Односно, потребни се долготрајни, повеќегодишни клинички студии за да се потврди долгорочниот успех на биомолекуларно обложените импланти. (Hsiu-Wan Meng, 2016)

Во денешно време со напредокот на имплантологијата достапни се широк спектар на системи за дентални импланти, кои се изработени од титаниум, или легура на титаниум (Ti) и како резултат на тоа, изборот на точниот систем денес стана предизвик. Чистотата на површината на денталниот имплант влијае на остеоинтеграцијата, но истата може да биде променета во текот на производството. Целта на оваа студија била да се процени



чистотата на три имплантолошки системи. Биле испитани 15 импланти, анализирани со помош на електронски микроскоп за скенирање, за да се идентификуваат и издвојат туѓите честички, односно елементи кои нормално не би требало да бидат присутни на површината на денталните импланти. Анализата на хемискиот состав на елементите била изведена со енергетско дисперзивна рендгенска спектроскопија. Честичките биле категоризирани според големината и локацијата. Било извршено второ скенирање откако имплантите беа изложени на собен воздух 10 мин. Јаглеродот, меѓу другите елементи, беше пронајден на површината на сите импланти групи. Денталните импланти Zimmer Biomet имале поголем број на честички од другите брендови. Забните импланти на Cortex и Keystone покажале присуство на слични елементи како останатите. Надворешната површина имала поголем број на хемиски елементи. Додека денталните импланти во делот на кортекс биле најчисти. Повеќето од испитуваните импланти биле контаминирани. Присуството на хемиските елементи, местото на кое се наоѓаат истите и нивната количина е различна кај различни производители на дентални импланти. Пошироките и надворешните делови на имплантот имаат поголем ризик за контаминација. (Tarek Mtanis, Ameer Biadsee and Zeev Ormianer, 2023)

Иако преживувањето во стоматологијата со имплант повеќе не претставува предизвик, сè уште се случуваат неуспеси и компликации (Brugger et al., 2015).

Ефектот и интеракцијата на некои лекови со коскената хомеостаза е опширно документирана во претклинички студии (David, Nguyen, Barbier & Baron, 1996; Galli et al., 2013; Haney & Warden, 2008; Insua et al., 2017; Tashjian & Levine, 1975 Rzeszutek, Sarraf & Davies, 2003).

Инхибиторите на протонската пумпа имаат за цел да го инхибираат излезот на киселина во желудникот за третман на гастроезофагеален рефлукс или гастричен улкус. Основниот механизам, кој може негативно да влијае на остеоинтеграцијата, се должи на нарушеното ефикасно внесување на калциум преку цревата. (Kopic & Geibel, 2010, 2013).

Еден од клучните фактори во дизајнирањето на забните импланти е осмислувањето структура која ќе биде ослободена од микродвижења кога ќе биде подложена на високите сили на мастикација. (Alaa I. Abdelhamid)



3. ПРЕДМЕТ НА ИСТРАЖУВАЊЕ

Предмет на нашето истражување е анализа на нови, стерилни импланти, како и споредба на истите со паднати, односно изгубени импланти (отфрлени, неуспешни импланти).

1. Анализа на површина на имплантот.
2. Анализа на типови на импланти.
3. Пресметка на вдлабнувања/испакнувања.
4. Степен на чистота.
5. Присуство на контаминација.
6. Анализа на воспалителни клетки.
7. Фрагменти од титаниум.
8. Дентален плак.
9. Процена на материјалот на имплантот.
10. Други причини за избивање (отфрлање) на имплантот.



4. ХИПОТЕЗИ

Во оваа докторската дисертација ќе се потврдат или отфрлаат следните хипотези:

Нулта хипотеза / H_0 – Биолошкиот одговор на периимплантните ткива зависи од степенот на чистота на имплантната површина и модификациите на истата.

Хипотеза 1 / H_1 – Постои разлика од еден до друг имплантолошки систем, односно сите импланти имаат различни методи за модификација на имплантна површина (микродизајн на имплантите).

Хипотеза 2 / H_2 - Постои разлика во обработување, односно чистење на денталните импланти пред пуштање во продажба.



5. ЦЕЛИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Производителите, кои се занимаваат со изработка на дентални импланти, на изгледот и дизајнот на имплантот, секогаш објавуваат многу голем процент на успех на своите импланти за својот имплантолошки систем. Многу ретко говорат за неуспехот на имплантацијата. Но оваа контраверзност денес се надминува со напредокот на науката, затоа што само триесет до четириесет проценти од производителите за нивниот успех имаат докажано со научни објавени списанија и трудови. Поради оваа причина цели на нашето истражување се:

- Споредба на имплантните површини на нови (стерилни) импланти со отфрени (неуспешни) импланти -детекција на контаминација.
- Контрола на квалитет и чистота на имплант.
- Влијание на материјалот од кој се изработени имплантите врз остеоинтеграцијата.
- Влијание на чистотата на имплантната површина врз успехот на имплантација.
- Причини за неуспех на имплатацијата и губење на имплантот.



6. МЕТОДИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Вкупен број на импланти кои се испитувани е 50, од кои 30 се контролна група.

Електронски микроскоп

За ова научно истражување се користеше електронски микроскоп, кој ни овозможи детална анализа на површината на имплантите. Анализа на новите, како и на паднатите импланти во три третини, инцизална, средна и гингивална. Скен електронски микроскоп (SEM) е вид на електронски микроскоп кој произведува слики од примерок со скенирање на површината со фокусиран зрак на електрони. Електроните комуницираат со атомите во примерокот произведувајќи различни сигнали кои содржат информации за површинската топографија и за составот на примерокот. Електронскиот зрак се скенира во шема на растерско скенирање, а положбата на зракот се комбинира со интензитетот на откриениот сигнал за да се добие слика. Во најчестиот SEM режим, секундарните електрони емитирани од атомите возбудени од електронскиот зрак се детектираат со помош на секундарен детектор за електрони (детектор Еверхарт-Торнли). Бројот на секундарни електрони кои можат да се детектираат, а со тоа и интензитетот на сигналот, зависи, меѓу другото, и од топографијата на примерокот. Некои SEM можат да постигнат резолуции подобри од 1 нанометар. Примероците се набљудуваат во висок вакуум во конвенционален SEM, или во низок вакуум или влажни услови во променлив притисок или SEM во околината, и на широк опсег на криогени или покачени температури со специјализирани инструменти.

Назив на инструментот **Tescan Vega 3 LMU**.

Лабораторија за електронска микроскопија има за цел да ја проучува морфологијата и хемискиот состав на различни материјали и тоа во висок или низок вакуум. Анализирањето на примероците може да се врши со SE и/или BSE детектор при што со добра подготовка на примерокот можеме да постигнеме резолуција подобра од 5 nm. Додека, пак, хемиската анализа се врши со EDS детектор кој може да детектира елементи од Be до Pu, максимална резолуција 125eV. Со користење на оваа метода се добива квалитативна и квантитативна хемиска анализа на поставениот примерок.

SEM методата може да се искористи во различни геолошки дисциплини како што се: минерологија, петрологија, кристологија, палеонтологија, во рударство, технологија, електроника, индустриски стакла, керамика и порцелан, за заштита на спомениците,



металургија, машинство, градежништво, стоматологија, фармација, медицина, биологија и сл.

Во стоматологијата примероците најнапред треба да се подготват според соодветна метода за тоа што ќе се анализира на нив, а потоа за да се подготват за микроскопирање, односно:

1. Доколку примерокот е влажен се остава на собна температура да се исуши добро.
2. Се поставува на носач на кој претходно е залепена јаглеродна двострано леплива трака, на која се прицврстува примерокот.
3. Се напарува со јаглерод или со злато доколку е потребно.
4. Се поставува во микроскопот и примерокот е спремен за анализа(слика1).

Во овој случај: примерокот е нанесен само на носач на двослојна леплива карбонска трака без напарување. Анализите се направени во висок вакуум со SE детектор за морфолошкиот дел и EDS детектор за хемиска анализа во точка. За манипулација со имплантите користени се стерилни ракавици, поради безбедност од дополнителна контаминација. Испитувањето на имплантите беше работено две години во лабораторија на Земјоделски факултет, при Универзитетот „Гоце Делчев“ во Штип.



Слика 1. Процес на анализа со електронска микроскопија

Figure 1. Process of Analysis with Electron Microscopy



1. Подготовка на површината на имплантот

- Имплантите се чистат и подготвуваат сè со цел да се избегне дополнителна контаминација пред да се стават под микроскоп.
- Површината треба да биде неконтаминирана и чиста за да се добие точна анализа на хемискиот состав и контаминацијата.

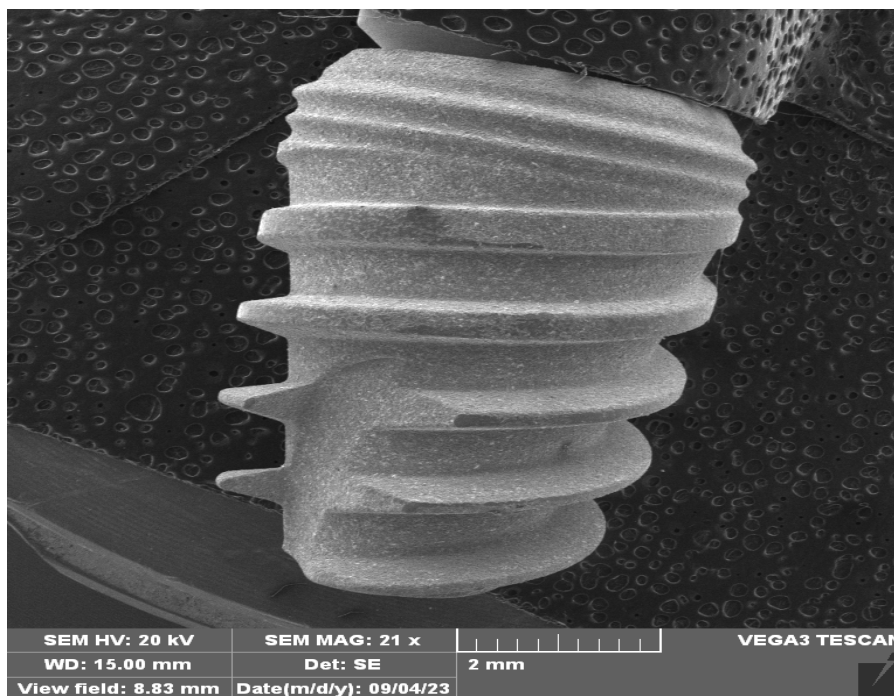
2. Скенинг електронска микроскопија (SEM)

- **Анализа на структурата.** SEM се користи анализа на високо резолутивни слики од површината на испитуваниот примерок, што овозможува анализа на микро-инаноструктурата на имплантот.
- **Откривање на контаминација.** Со SEM може да се идентификуваат различни остатоци или контаминанти на површината на имплантот како што се: нечистотии, масла или оксиди.
- **Енергетска дисперзивна спектроскопија (EDS).** Оваа техника се користи во комбинација со SEM за хемиска анализа. Со EDS можеме да ја одредиме точната природа на елементите кои предизвикуваат контаминација на површината преку идентификација на елементите и нивната концентрација.

3. Откривање на потенцијални загадувачи

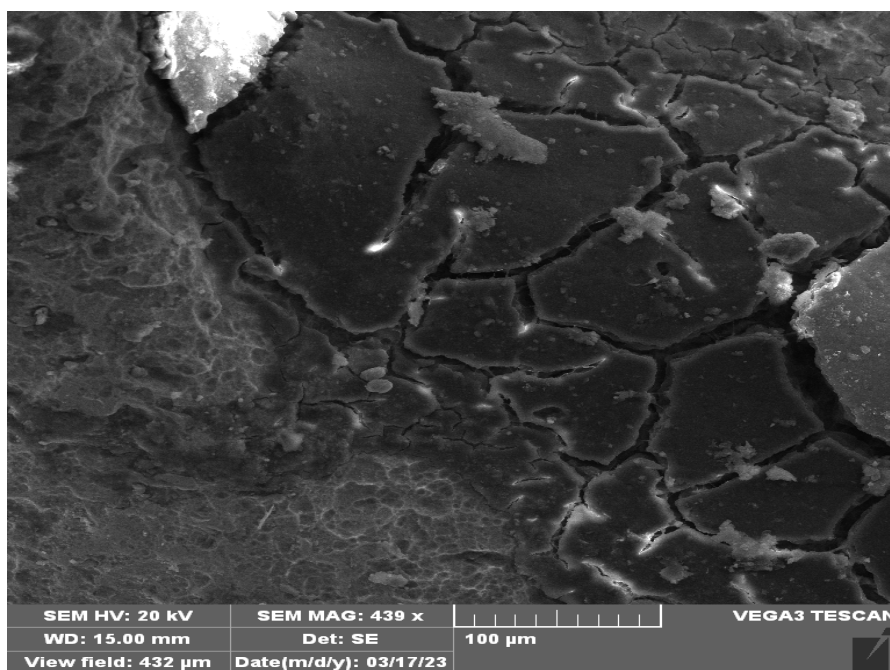
- **Метални и неметални честички.** SEM и EDS можат да откријат присуство на несакани елементи како што се: алуминиум, хлор, сулфур, железо или други честички контаминирани во текот на производството, кои можат да предизвикаат периимплантитис или трошење на површината на денталниот имплант(слика 2а и 2б).
- **Оксиди и органски материи.** Оксидни слоеви или органски контаминанти (како остатоци од масла и масти) можат негативно да влијаат на процесот на остеоинтеграција и да предизвикаат нестабилност на имплантот.





Слика 2. Анализа на дентален имплант со помош на електронски микроскоп

Figure 2a. Analysis of a Dental Implant Using an Electron Microscope



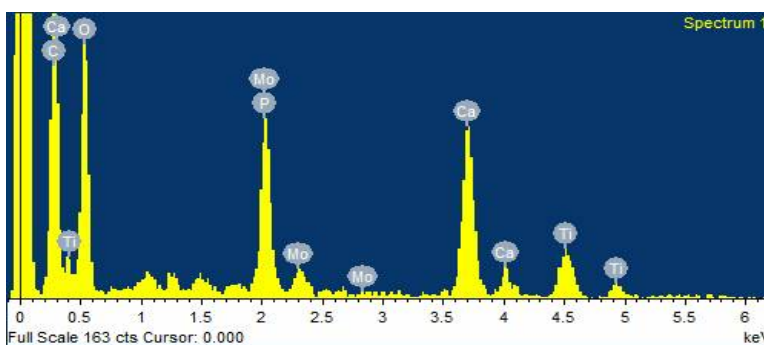
Слика 2б. Анализа на дентален имплант со помош на електронски микроскоп

Figure 2b. Analysis of a Dental Implant Using an Electron Microscope



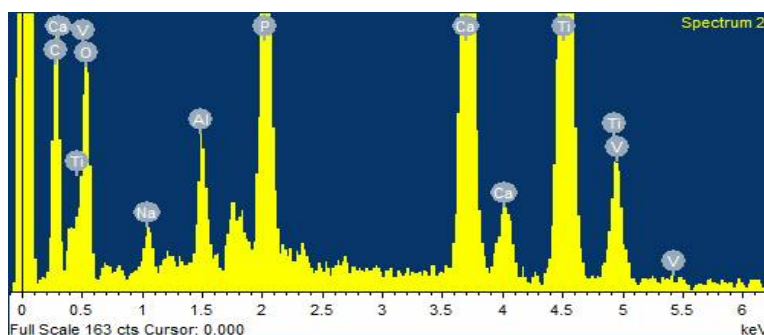
4. Презентирање на резултатите

- **Хемиска анализа.** Податоците од SEM и EDS прикажуваат точни информации за хемиските елементи кои се присутни на површината. Преку оваа анализа можеме да откриеме дали на имплантот има елементи кои не се дел од оригиналниот дизајн и материјал, а кои се воведени за време на производството или при поставувањето на имплантот.(слика 3а и 3б).
- **Визуелизација на микро и наноструктурите.** Оваа анализа овозможува увид во површинската топографија на имплантот и проверка на порозноста и мазноста на површината, што е важно за успешната остеоинтеграција. Контаминираниите и неправилни структури на површината можат да укажат на ризици за слаб успех на имплантот.



Слика 3а хемиска анализа на површина на дентален имплант со помош на електронски микроскоп

Image 3a. Chemical Analysis of the Surface of a Dental Implant Using an Electron Microscope



Слика 3б. хемиска анализа на површина на дентален имплант со помош на електронски микроскоп

Figure 3b. Chemical Analysis of the Surface of a Dental Implant Using an Electron Microscope



Електронската микроскопија, особено SEM во комбинација со EDS, овозможува длабока анализа на површината на денталните импланти и откривање на контаминација. Оваа техника помага да се обезбеди доказ дека имплантите имаат чиста и оптимизирана површина, што е клучно за нивната долгорочна стабилност и биокомпатибилност.

Лековите кои пациентот ги прима во текот на поставувањето на денталниот имплант можат да имаат значително влијание врз успехот на имплантацијата. Особено внимание треба да се посвети на лековите за хипертензија и дијабетес бидејќи овие состојби можат да ја намалат способноста на телото за правилна регенерација и интеграција на коскениот ткиво со имплантот.

Нашите ин витро анализи на дентални импланти беа правени во лабораторија Амбикон, во рамките на Факултетот за природни и технички науки при Универзитет „Гоце Делчев“ во Штип. Лабораторијата располага со модерна опрема и со модерни услови за работа на високо ниво. Оваа лабораторија поседува најсовремена опрема, како и специјализирани софтвери, кои ни помогнаа за анализа и обработка на податоците (слика 4).



Слика 4. Процес на анализа на дентален имплант

Figure 4. Process of Analyzing a Dental Implant



Електрохемиски техники

Вториот дел од испитувањето беа експерименти врз серија на дентални импланти со помош на електрохемиски техники.

Овие експерименти се добиваат информации за:

- а) активноста на денталните импланти и евентуалните причини за корозија и
- б) влијанието на активни компоненти во дадени лекаства врз активноста и електрохемиските својства на денталните импланти.

Ќе се испита и влијанието на концентрацијата на хемиски системи што се користат во денталната медицина при имплантолошките интервенции и во периодот постимплантација-период на одржување на здравјето на периимплантните ткива (водороден пероксид, раствори на јод-бетадине, хлорхексидински раствори, хипохлорити, различни формули на орални раствори за испирање на устата) врз својствата на денталните импланти. Во системите ќе се потврди влијание на испитуваните супстанции.

Врз активноста на денталните импланти ќе бидат направени соодветни теоретски модели преку кои ќе се потврди механизмот на акција на испитуваната супстанца врз денталниот имплант.

Ќе бидат определени и константите на брзина на реакција на испитуваните супстанции и денталните импланти.

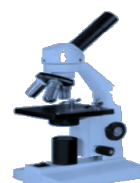
Како работни техники ќе се користат:

- *Циклична волтаметрија*
- *Квадратно-Бранова волтаметрија*
- *Електрохемиска импедансна спектроскопија.*

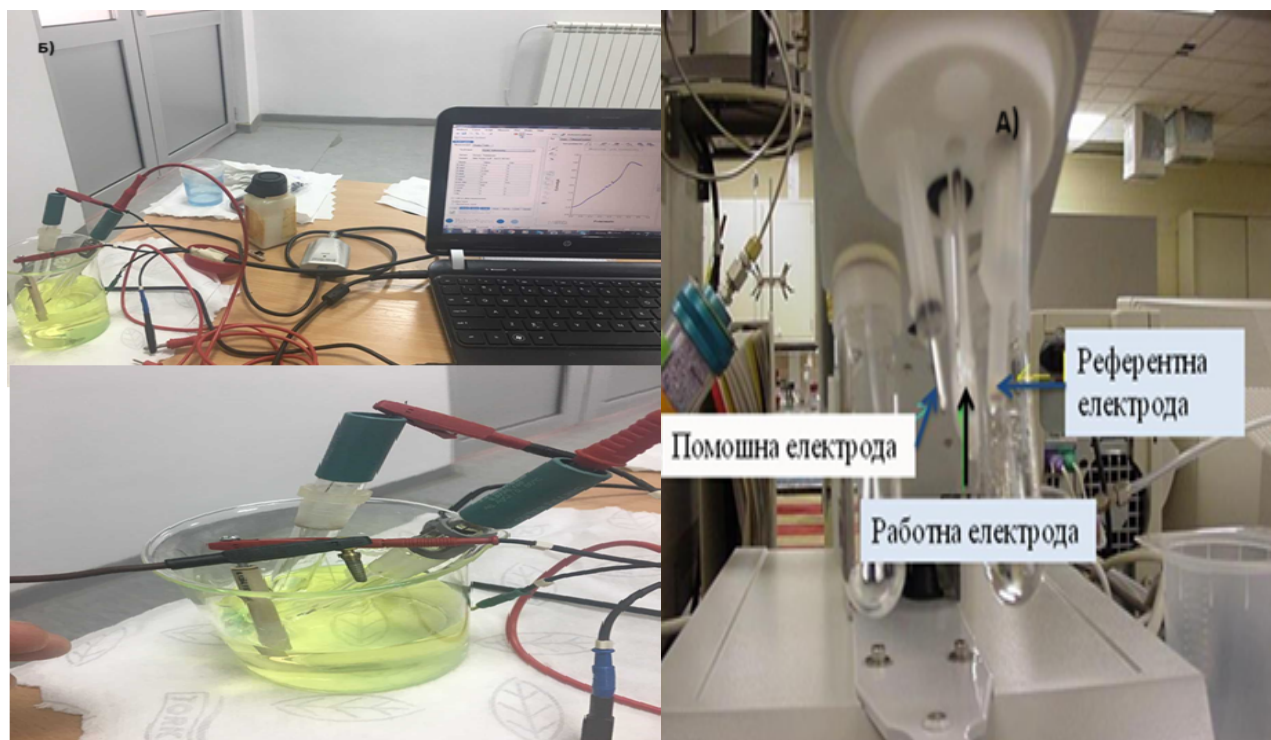
Волтаметријата е вид на електрохемиска техника во која сигналот на побуда во системот е електричниот потенцијал, додека величина што се мери и е пропорционална со концентрацијата на испитуваниот аналит е електричната струја. Оваа електрична струја се јавува како резултат на електрохемиска реакција што се одвива во дадена електрохемиска ќелија, во која дефиниран аналит што е предмет на испитување, разменува електрони со електричен спроводник или т.н. работна електрода. Во денешно време, волтаметриските техники се составен дел од инструментацијата на скоро секоја хемиска научноистражувачка лабораторија. Како главни позитивни страни на волтаметријата можат да се наведат: ниската цена на инструментацијата, брзото време



на добивање на инструментален одговор, како и можноста да се испитува механизмот на електрохемиска трансформација на огромен број органски и неоргански супстанции. Во принцип, волтаметриските техники се класифицираат како еден вид на потенциодинамички електрохемиски техники што се користат во електрохемиски и експерименти преку кои може да се изврши квалитативна и квантитативна анализа на супстанции што можат да претрпат трансформации преку примање или оддавање на електрони со даден електричен спроводник, што е дефиниран како работна електрода. Во принцип, дефинирани аналити (супстанции) што при дефинирани услови можат да се оксидираат (да оддадат електрони) или редуцираат (да примат електрони) на површината од работната електрода во една електрохемиска ќелија се наречени редокс активни супстанции. Волтаметриските техники се инструментални методи што се соодветни за квантитативно определување на голем број неоргански и органски супстанции што се присутни во различни аналитички примероци од: храна, биолошки материјали, медицински материјали, отпадни води, медикаменти, разни биоматеријали и слично. Главните карактеристики што ги прават волтаметриските техники да бидат атрактивни се отсликуваат во ниската цена на анализите, релативно брзото изведување на експериментите, како и можностите за детекција на органски и неоргански аналити во многу мали концентрации. Во таканаречените стрипинг волтаметриски техники, на пример, можно е да се детектираат одредени аналити дури и во пикомоларни концентрации. Главните недостатоци кај волтаметриските техники се пресликуваат во присуството на голем број интереферентни супстанции (кога се работи електрохемиска анализа во комплексен матрикс), што најчесто доведуваат до загадување на електродите со површинско активни супстанции. Покрај тоа, подрачјето на применети потенцијали во кои можат да се испитуваат редокс активни супстанции, е најчесто лимитирано на околу 2-3 V. Сепак, како најголема негативна страна за поширока примена на волтаметриските техники во рутински анализи се комплексните теории за различни електродни механизми. Кај сите волтаметриски техники сигналот на побуда е електричниот потенцијал што се нанесува помеѓу електродите во една електрохемиска ќелија. Притоа, преку менување на електричниот потенцијал, во експериментите, всушност, се менува енергијата на електроните што се наоѓаат на површината од работната електрода. Во сите волтаметриски експерименти мерниот параметар е јачината на електричната струја што протекува низ електрохемиската ќелија како резултат на електрохемиската трансформација на испитуваната супстанца.



Волтаметриските експерименти најчесто се одвиваат во едноставни електрохемиски ќелии, слични на тие што се прикажани на слика 4.



Сл. 4. А) Приказ на електрохемиска ќелија во која има три функционални електроди (работна, референтна и помошна електрода) што се вронети во сад во кој има електролитен раствор со позната концентрација; Б) Приказ на електрохемискиот систем користен во волтаметриските експерименти во оваа дисертација, каде како работна електрода е користен дентален биоматеријал (дентален имплант)

Fig. 4.

A) Illustration of an Electrochemical Cell Containing Three Functional Electrodes (Working, Reference, and Auxiliary Electrode) Immersed in a Vessel with an Electrolyte Solution of Known Concentration.

B) Illustration of the Electrochemical System Used in the Voltammetric Experiments in This Dissertation, Where a Dental Biomaterial (Dental Implant) Was Used as the Working Electrode

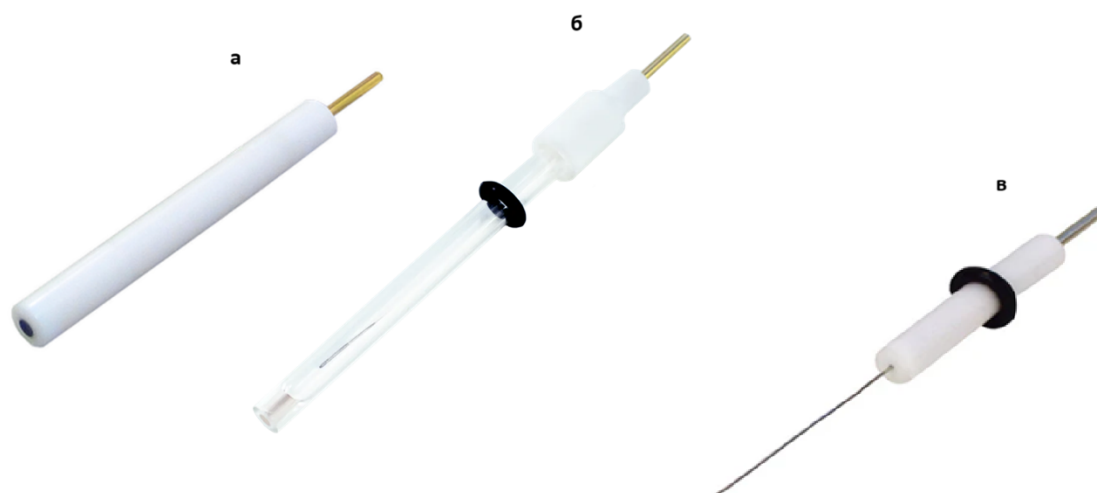


Електрохемиската ќелија се состои најчесто од три електроди и тоа: *работна електрода, референтна и помошна електрода* (слика 5).

Работната електрода е спроводник на електрони, најчесто направена од: платина, злато, графит, дијамант, челик и сл. Во ситуации кога се испитуваат својствата на дентални материјали, во својство на работна електрода се користи денталниот материјал (дентален имплант во нашиот систем). Преку промена на електричниот потенцијал помеѓу работната и референтната електрода, на површината од работната електрода се одвива процес на размена на електрони помеѓу работната електрода и молекулите на анализот што е предмет на интерес во една електрохемиска анализа. Во сите волтаметриски експерименти потребно е на една од електродите да се одржува константен потенцијал. Оваа електрода, дизајнирана на начин да има *константен (реверзибилен) потенцијал* се нарекува *референтна електрода*

Помошната електрода е електродата на чија површина се одвива спротивна електрохемиска реакција во однос на таа што се одвива на работната електрода, со цел да има балансирање на вкупниот полнеж во системот. Така, на пример, ако на работната електрода се одвива процес на оксидација, тогаш на помошната електрода ќе се одвива процес на редукција, при дефинирани потенцијали.





Сл. 5. Работна (а), референтна (б) и помошна електрода (в) што најчесто се употребуваат во волтамметриските експерименти

Fig. 5. Working (a), reference (b), and auxiliary electrode (c) most commonly used in voltammetric experiments



Во присуство на електроактивни честички во електрохемиската ќелија, нанесениот потенцијал помеѓу електродите ќе предизвика промени на концентрацијата на електроактивните честички од анализот на површината на електродата, односно на електродата ќе се случи реакција на редукција или оксидација на испитуваниот анализ.

Промената на концентрацијата на електроактивниот учесник на површината на работната електрода ќе предизвика транспорт на соодветната супстанца од внатрешноста на растворот кон работната електродата. Притоа, низ системот ќе протече електрична струја што ќе биде директно пропорционално со концентрацијата на анализот во електрохемиската ќелија. Оваа едноставна зависност помеѓу измерената струја и концентрацијата на анализот прави волтаметриските техники да бидат користени во рутински анализи при квантитативно определување на различни органски и неоргански компоненти.

Инструментација во волтаметриските експерименти

Модерниот електроаналитички систем за волтаметриско мерење најчесто е составен од 3 модула: потенциостат, електрохемиска ќелија и компјутер (слика 6). Во некои случаи потенциостатот и компјутерот се наоѓаат во еден дел. Кај поголем дел од електрохемиските системи компјутерот, конверторите и микроконтролорите се одделени, при што потенциостатот може да оперира самостојно.



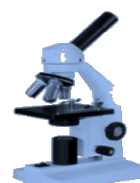
Сл. 6. Приказ на еден интегриран електрохемиски систем, каде потенциостатот е поврзан со електрохемиска ќелија и со персонален компјутер



Fig. 6. Illustration of an integrated electrochemical system, where the potentiostat is connected to an electrochemical cell and a personal computer

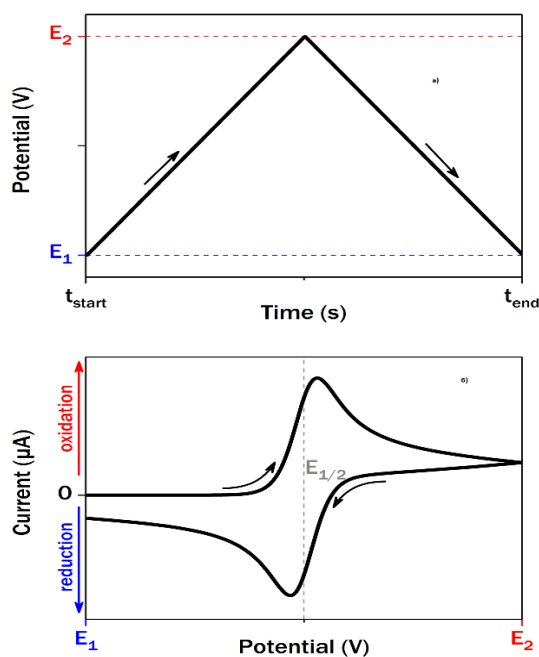
Потенциостат

Потенциостатот е круцијалниот сегмент од секоја електрохемиска инструментација (слика 6). Функцијата на потенциостатот е да го контролира потенцијалот, односно потенцијалната разлика помеѓу работната и референтната електрода, како и да ги регистрира промените на струјата што се случуваат како резултат на процесот на размена на електрони помеѓу работната електрода и анализот кој е предмет на интерес. Во сите модерни електроаналитички системи, потенциостат вклучува електрични кола, различни конвертори и амплификатори, како и микропроцесори со внатрешна меморија. Кај постарите типови инструменти најчесто била аплицирана континуирана линеарна промена на потенцијалот од една вредност до друга. Денес, скоро сите модерни потенциостати оперираат во мод во кој се користи скалесто модулиран потенцијал. Притоа, потенцијалот се менува со дефинирани потенцијални чекори од дадена почетна кон дадена крајна вредност. Главните бенефити од скалесто модулираниот потенцијал се огледуваат во значителното минимизирање на капацитетните струи, кои се еден вид на паразитски непожелни струи, во однос на Фарадеевите струи (што се од главен интерес при волтаметриските анализи). Електрохемиска техника што најчесто се применува како експериментална волтаметричка техника при анализата на дентални материјали е цикличната волтаметрија.



Краток преглед на циклична волтаметрија (CV)

Цикличната волтаметрија (CV) е една од најприменуваните техники во електрохемиските студии. Нејзината примарна предност во однос на другите техники доаѓа од фактот дека таа дава сознание за двете полуреакции што се одвиваат на работната електрода, а во исто време дава информација и за хемиските и физичките феномени поврзани со електрохемиската реакција што се проучува. Во цикличната волтаметрија, почнувајќи од даден иницијален потенцијал, што одговара на позицијата на точката E_1 на слика 7-а), потенцијалниот сигнал (што може да има линеарна или скалеста форма) се нанесува на работната електрода. После достигнувањето на крајниот потенцијал, што одговара на точката E_2 на слика 7-а), потенцијалниот ексцитационен сигнал се движи во спротивна форма и се враќа до почетната вредност E_1 .



Сл.7. а) Форма на потенцијалот (ексцитациониот сигнал во линеарна циклична волтаметрија)

б) Форма на експериментален цикличен волтамограм.

Fig. 7

a) Shape of the potential (excitation signal in linear cyclic voltammetry)

b) Shape of the experimental cyclic voltammogram



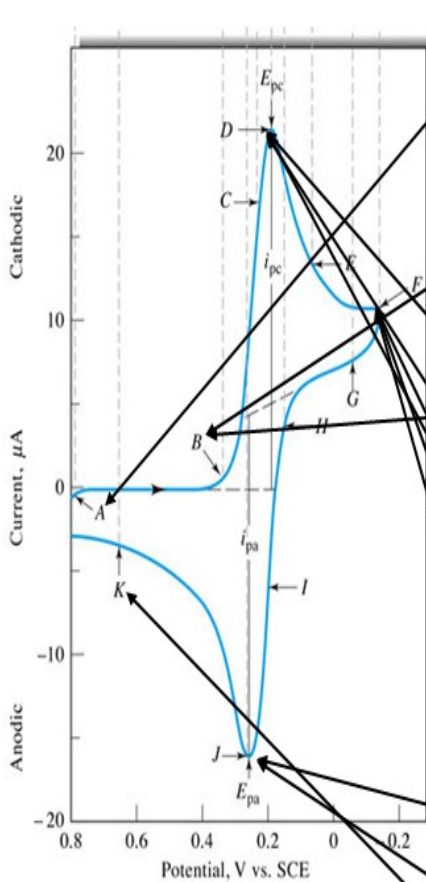
На тој начин, преку снимениот инструментален одговор се добива истовремено увид и во процесите на оксидација и во процесите на редукција што се случуваат како резултат на електрохемиската реакција на испитуваниот аналит на работната електрода.

Главен инструментален параметар во цикличната волтаметрија е брзината на промена на потенцијалот (се нарекува уште и брзина на скенирање), што се дефинира како промена на потенцијалот во единица време. Инструменталниот одговор што се добива е крива на измерената струја во однос на^e нанесениот потенцијал што се нарекува цикличен волтамограм (слика 7-б)). Цикличниот волтамограм е крива што содржи карактеристина форма преку која најчесто се отсликуваат процесите на размена на електрони помеѓу работната електрода и аналитот. Притоа, доколку се дефинирани пикови во формата на цикличниот волтамограм, тогаш пиковите што се добиваат при катодна поларизација на работната електрода (т.е. при нанесување на негативни потенцијали) се нарекуваат катодни (или редукциски) пикови, додека пиковите што се добиваат при анодна поларизација на работната електрода се нарекуваат анодни (или оксидациски) пикови. Иако во литературата не постои усогласена конвенција за знакот на струите што се мерат при катодна и анодна поларизација на работната електрода, сепак, кај најголем дел од потенциостатите, струјата што се мери при катодна поларизација (во редукциска насока), обично, се дефинира како струја со негативен предзнак, додека струјата што се мери при анодна поларизација (во оксидациска насока) се дефинира со позитивен предзнак. Многу често, во цикличните волтамограми кај дентални материјали можно е да не се дефинираат пикови (како тие на слика 7-б), туку промените во струјата можат да се детектираат и преку карактеристични промени на т.м. основна измерена струја во системот. Доколку во цикличниот волтамограм се дефинираат пикови, тогаш како корисни информации за процесите што се рефлектираат преку цикличниот волтамограм можат да послужат објаснувањата дадени на слика 8, каде е прикажан цикличен волтамограм на соединението калиум хексацијаноферат (III).



6 mmol/L $K_3Fe(CN)_6$ во 1 mol/L KNO_3

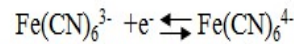
Работна електрода е Pt, додека референтна електрода е заситена каломелова електрода



На почеток тече негативна струја поради оксидацијата на H_2O до O_2

Не тече струја помеѓу A & B (+0.7 до +0.4V) бидејќи во растворот нема честички што можат да бидат оксидирани или редуцирани во овој регион на потенцијали

B. При 0.4V, струјата почнува да расте како резултат на одвивање на следната реакција на катодата (т.е. На работната електрода):



B.-D. Нагло зголемување на струјата како резултат на намалување на површинската концентрација на $Fe(CN)_6^{3-}$

D. Катоден пик потенцијал (E_{pc}) и катодна пик струја (i_{pc})

D.-F. Струјата почнува нагло да се намалува како што дифузиониот слој се проширува кон внатрешноста на растворот

F. Се свртува потенцијалот (-0.15V), потенцијалот е се уште негативе за да овозможи редукција на електроактивните $Fe(CN)_6^{3-}$

F.-J. При овој момент нема повеќе да се случува редукција на $Fe(CN)_6^{3-}$ и ќе почне да тече анодна струја како резултат на реоксидацијата на $Fe(CN)_6^{4-}$

J. Аноден пик потенцијал (E_{pa}) и анодна пик струја (i_{pa})

K. Анодната струја се намалува како што акумулираниот $Fe(CN)_6^{4-}$ е употребен во реакцијата на оксидација

Слика 8. Дефиниции на дел од процесите во цикличната волтамметрија што се отсликани на експериментален цикличен волтамограм добиен со електрохемиска реакција на 1 mmol/L $K_3[Fe(CN)_6]$ на електрода од платина што е вронета во воден раствор на KNO_3 со $c(KNO_3) = 1$ mol/L

Fig. 8. Definitions of some processes in cyclic voltammetry, as reflected in an experimental cyclic voltammogram obtained from the electrochemical reaction of 1 mmol/L $K_3[Fe(CN)_6]$ on a platinum electrode immersed in an aqueous KNO_3 solution with $c(KNO_3) = 1$ mol/L

Формата на цикличниот волтамограм дава информација за типот на електроодната реакција, бројот на електрони што се вклучени во елементарниот чекор на електрохемиска трансформација, како и за дополнителните хемиски или физички феномени што се поврзани со реакцијата што е од интерес. Такви феномени се, на пример, хемиски реакции на испитуван дентален материјал во раствори во кои се растворени хемиски системи што можат да стапат во електрохемиска или хемиска реакција со површината на денталниот биоматеријал (денталниот имплант во рамките на оваа дисертација). Покрај тоа, можно е од карактеристиките на цикличните волтамограми да се карактеризираат и одредени физички феномени што се случуваат на површината од денталниот имплант, како што се феномени на адсорпција и/или кристализација на аналитот или на други супстанции присутни во растворот во електрохемиската ќелија, во која е вронет денталниот имплант чии својства се испитуваат.

Експериментален дел

Волтаметриските експерименти во оваа дисертација беа изведени со примена на потенциостат/галваностат од тип PalmSens2 (PalmSens BV, Холандија), што беше екстерно контролиран со употреба на софтверот PS Trace 5,9 (PalmSens BV). Сите експерименти беа изведени на собна температура, во конвенционална триелектродна волтаметричка ќелија што се состои од работна електрода (дентален имплант од интерес во рамките на оваа дисертација), референтна електрода (Ag/AgCl електрода (заситен раствор на KCl) и платинска електрода со голема површина што беше употребена како помошна електрода. Во ситуации кога се испитуваа својствата на одредени супстанции врз денталниот имплант во физиолошки услови, како основен електролит беше користен комерцијален фосфатен пуферски раствор (pH = 7,34). Во експерименталното сценарио во 50 mL од овој фосфатен пуфер беа растворени соодветни хемиски супстанции, чиј ефект врз денталниот имплант беше испитуван. Концентрацијата на испитуваните аналити се менуваше во регион од 0.1 mmol/L до 0.1 mol/L. Важно е да се нагласи дека при испитувањето на влијанието на HCl врз денталните импланти, во некои од експериментите беа користени концентрации на хлороводородна киселина и повисоки од 1 mol/L.





Слика 9. Дел од експерименти направени на дентални импланти

Fig. 9. Part of the experiments conducted on dental implants



7. СТАТИСТИЧКА ОБРАБОТКА

Податоците добиени во текот на истражувањето беа статистички обработени со користење на SPSS software package, version 20.0 for Windows (SPSS, Chicago, IL, USA).

Анализата на антрибутивните (квалитативни) серии беше правена преку одредување на коефициент на односи, пропорции и стапки, а истите беа прикажани како апсолутни и релативни броеви.

Нумеричките (квантитативни) серии беа анализирани со употреба на мерките на централна тенденција (просек, медијана, минимални вредности, максимални вредности), како и со мерки на дисперзија (стандардна девијација, стандардна грешка).

Pearson Chi square test, Fisher exact test и Fisher Freeman Halton exact test беа користени за утврдување на асоцијацијата меѓу одредени атрибутивни дихотомни белези.

Факторите на ризик беа квантифицирани преку користење на однос на веројатности (Odds ratio – OR) и интервалите на доверба - confidence intervals (CI). За споредба на пропорциите беше користен Difference test.

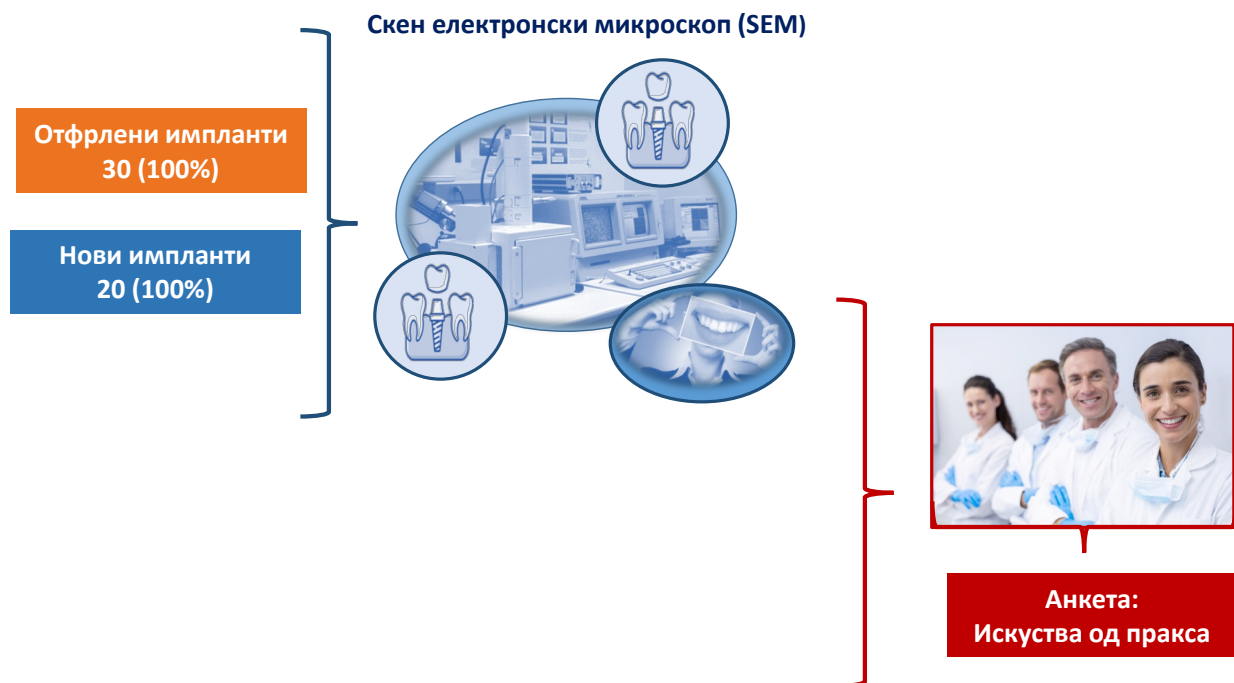
За согледување на внатрешната конзистентност на прашањата беше анализирана веродостојноста (Reliability analysis) на добиените одговори преку пресметување на коефициентот Cronbach's alpha.

За утврдување на статистичка значајност беше користена двострана анализа со ниво на сигнификантност од $p < 0,05$.



7. РЕЗУЛТАТИ

Истражувањето претставуваше моноцентрично клиничка студија (in vitro) имплементирана во периодот 2023-2024 година во лабораторијата Амбикон во рамките на Факултетот за природни и технички науки при Универзитетот „Гоце Делчев“ во Штип. Спроведувањето на студијата беше поддржано од Факултетот за медицински науки при Универзитетот „Гоце Делчев“ во Штип во соработка со Клиниката за орална хирургија и Катедрата по имплантологија при УСКЦ „Св.Пантелејмон“ во Скопје.



Слика 1. Алгоритам на истражувачки активности
Figure 1. Algorithm of Research Activities

Студијата беше имплементирана во два дела. Првиот дел истражувањето се однесуваше на согледување на контаминацијата/ чистотата на имплантната површина врз основа на успехот на имплантацијата. Согласно поставените инклузии и ексклузии критериуми, денталните импланти во примерокот на истражувањето беа селектирани по метод на прост случаен избор (Random Sampling). Во рамките на истражувањето беа обработени вкупно 50 импланти/ имплантни површини од кои 30 беа отфрлени импланти (испитуваната група), а 20 беа нови импланти (контролната група).



Вториот дел претставуваше анкетно истражување на 30 професионалци во областа за нивните искуства во врска со имплантите. За овој дел беше употребен, посебно за оваа цел, конструиран прашалник од 16 прашања.

За исполнување на целите на истражувањето беше користен скен електронски микроскоп (SEM). Тој беше употребуван за детална анализа на површината на денталните импланти, односно на степенот на нивната чистота како и на детали околу нивната микро/ наноструктура. Анализата на отфрлените, како и на новите импланти, беше правена во три третини и тоа: инцизална, средна и гингивална. Со скен електронски микроскоп (SEM) беше овозможено и добивање на слики од примерок со скенирање на површината со фокусиран зрак на електрони.

Добиените резултати од оваа студијата претставуваат компилација на експлицитни истражувачки наоди и самостојни согледувања на истражувачот како и професионални искуствени согледувања на професионалци од пракса, чии ставови беа преку, посебно за оваа цел, крерано анкетно истражување.

7.1. Генерални карактеристики

Примерокот го сочинуваа вкупно 50 (100%) импланти од кои 30 (60%) беа отфрлени импланти, а 20 (40%) беа нови импланти (табела 1 и график 1).

Табела 1. Дистрибуција на импланти според вид и класа

Table 1. Distribution of Implants by Type and Class

Параметри		Вкупно	p
Видови импланти			
нови	N (%)	20 (40%)	p=0,0466*
отфрлени		30 (60%)	
вкупно		50 (100%)	

Класа на импланти



висока класа	N (%)	17 (34%)	p=0,0015*
ниска класа		33 (66%)	
вкупно		50 (100%)	

Видови импланти - висока класа

висока класа – нови	N (%)	8 (47,06%)	p=0,7355
висока класа – отфрлени		9 (52,94%)	
вкупно		17 (100%)	

Видови импланти - ниска класа

ниска класа – нови	N (%)	12 (36,36%)	p=0,0279*
ниска класа – отфрлени		21 (63,64%)	
вкупно		33 (100%)	

Difference test; *сигнификантно за p<0,05

Во рамките на истражувањето, процентуалната разлика на застапеност на имплантите според вид (нови/ отфрлени) беше сигнификантна за Difference test: 20% [(0,46-37,52) 95% CI]; p=0,0466) во прилог на сигнификантно поголема застапеност на отфрлените импланти (табела 1 и график 1).

Видови импланти

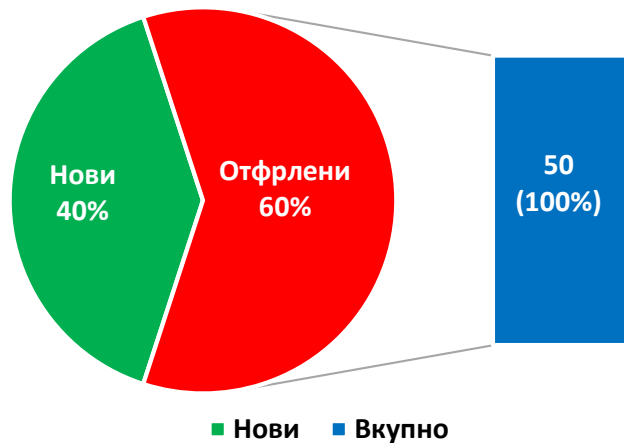


График 1. Дистрибуција на импланти според вид (нови/ отфрлени)

Graph 1. Distribution of Implants by Type (New/Rejected)



Дополнително, анализата според класа на имплантите (висока/ ниска) укажа на присуство на 17 (34%) импланти од висока класа и на 33 (66%) импланти од ниска класа. Процентуалната разлика во застапеност на имплантите според класа (висока/ ниска) беше сигнификантна за Difference test: 32% [(12,42-48,35) 95% CI]; $p=0,0015$) во прилог на сигнификантно поголема застапеност на импланти од ниска класа (табела 1 и график 2).

Класа на импланти

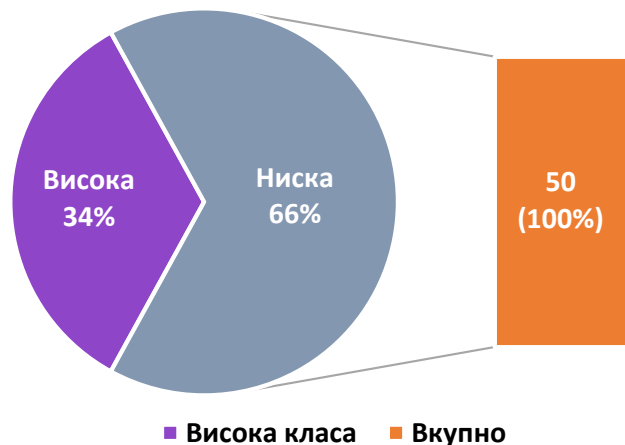


График 2. Дистрибуција на импланти според класа (висока/ ниска)

Graph 2. Distribution of Implants by Class (High/Low)

Направена беше анализа според комбинација на видот и класата на имплантите вклучени во истражувањето. Согледано беше дека: а) од вкупно 17 импланти од висока класа 8 (47,06%) беа нови, а 9 (52,94%) беа отфрлени импланти. Немаше сигнификантна разлика во процентуалната застапеност на имплантите од висока класа во однос на видот (нови/ отфрлени) за Difference test: 5,88% [(-25,20-35,43) 95% CI]; $p=0,7355$) и б) од 33 импланти од ниска класа 12 (36,36%) беа нови, а 21 (63,64%) беа отфрлени со сигнификантно поголема процентуалната застапеност на ниска класа отфрлени импланти за Difference test: 27,28% [(3,21-47,33) 95% CI]; $p=0,0278$) (табела 1 и график 3).



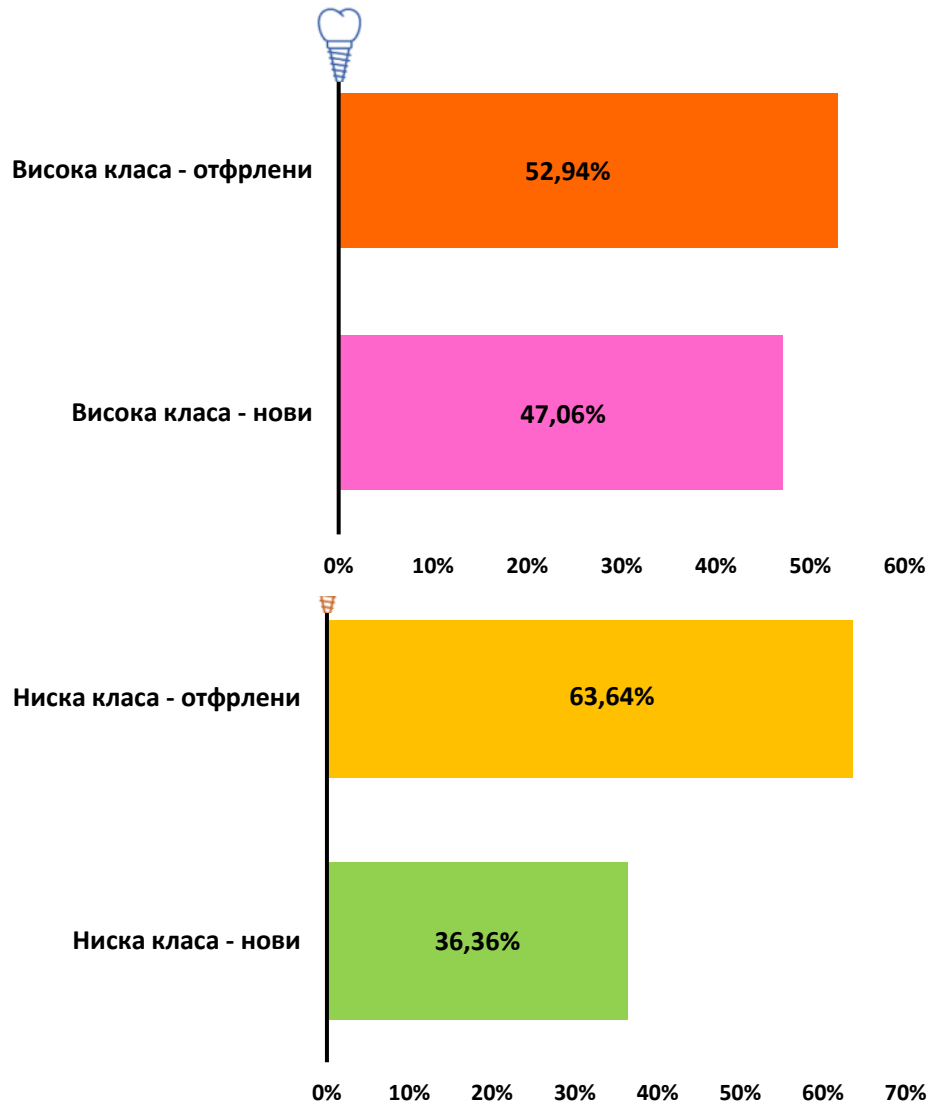


График 3. Дистрибуција на импланти според комбинации на вид и класа
Graph 3. Distribution of Implants by Combinations of Type and Class



7.2. Контаминација на имплантна површина

Анализата на контаминацијата на имплантната површина беше направена од аспект на присуство/ отсуство на 19 елементи потенцијални контаминатори како и според степенот на контаминација класифициран во три категории (нема/ мала/ голема).

Обработено беше присуството на следните елементи:

- титаниум, кислород, водород, натриум, калциум, сицилиум, железо, калиум, фосфор, цинк, јаглерод, магнезиум, злато, сулфор, хлор, алуминиум, ванадиум, молибден и бизмут.

Споредбата на присуството (нема/ има), класа на имплантот (висока/ ниска) и степенот на контаминација (нема/ мала/ голема) беше направена во однос на 6 комбинации на видот и класата на импланти и тоа:

- видови на импланти (нови/ отфрлени)
- класа на импланти (висока класа/ ниска класа)
- висока класа на импланти (нови/ отфрлени)
- ниска класа на импланти (нови/ отфрлени)
- нови импланти (висока/ ниска класа)
- отфрлени импланти (висока/ ниска класа)



Титаниум

Анализата на контаминацијата со титаниум (Ti) беше направена од аспект на негово присуство/ отсуство како и според степенот на контаминација во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 1 и график 1).

Табела 2. Импланти според присуство и степен на контаминација со титаниум (Ti)

Table 2. Implants by Presence and Degree of Contamination with Titanium (Ti)

Параметри	Титаниум N (%)		Титаниум контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)
отфрлени	0 (0%)	30 (100%)	0 (0%)	30 (100%)	0 (0%)
P	-		-		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)
ниска класа	0 (0%)	33 (100%)	0 (0%)	33 (100%)	0 (0%)
P	-		-		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)
ниска класа – отфрлени	0 (0%)	21 (100%)	0 (0%)	21 (100%)	0 (0%)
P	-		-		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)
нови - ниска класа	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)
P	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					



отфрлени - висока класа	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	0 (0%)	21 (100%)	0 (0%)	21 (100%)	0 (0%)
P					
НАПОМЕНА: Мала контаминација на титаниум не претставува контаминација од интерес; *сигнификантно за $p < 0,05$					

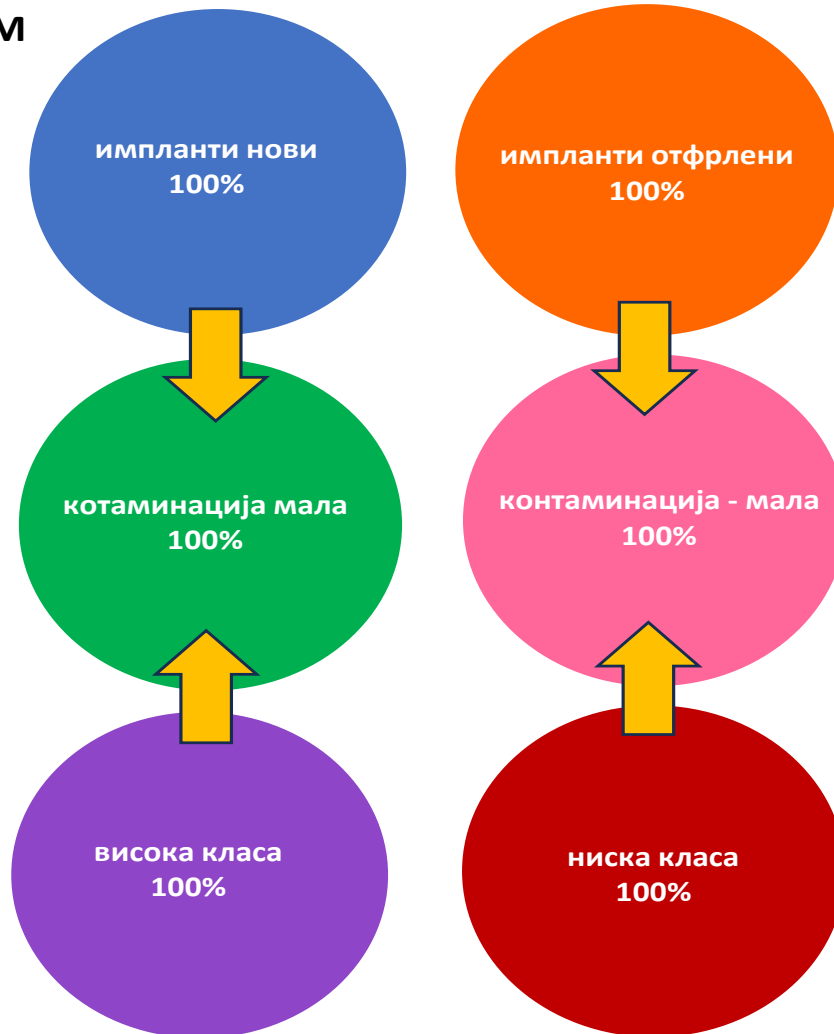
Беше согледано присуство на титаниум во сите 50 импланти на примерокот од истражувањето независно од нивниот вид (нови/ отфрлени), односно нивната класа (висока/ ниска). Во однос на степенот на контаминација, од трите категории (нема/ мала/ голема) беше утврдено присуство на „мала“ контаминација што во конкретните околности не претставува контаминација од интерес (табела 2 и график 4).



График 4. Импланти според присуство и степен на контаминација со титаниум (Ti)

Graph 4. Implants by Presence and Degree of Contamination with Titanium (Ti)

ТИТАНИУМ



Кислород (O₂)

Анализата на контаминацијата со кислород (O₂) беше направена од аспект на негово присуство/ отсуство, класа на имплантот (висока/ ниска) како и степенот на контаминација во три категории (нема/ мала// голема) (табела 3 и график 5-9).



Табела 3. Анализа на импланти според присуство и контаминација со кислород (O)

Table 3. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Oxygen (O)

Параметри	Кислород N (%)		Кислород N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)
отфрлени	9 (30%)	21 (70%)	9 (30%)	18 (60%)	3 (10%)
P	-		-		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	1 (5,88%)	16 (94,12%)	1 (5,88%)	16 (94,12%)	0 (0%)
ниска класа	8 (24,24%)	25 (75,76%)	8 (24,24%)	22 (66,67%)	3 (9,09%)
P	² p=0,1410		нема/ мала: ² p=0,0835		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	1 (11,11%)	8 (88,89%)	1 (11,11%)	8 (88,89%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)
ниска класа – отфрлени	8 (38,10%)	13 (61,90%)	8 (38,10%)	10 (47,62%)	3 (14,29%)
P	-		-		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)
нови - ниска класа	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)
P	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					
отфрлени - висока класа	1 (11,11%)	8 (88,89%)	1 (11,11%)	8 (88,89%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	8 (38,10%)	13 (61,90%)	8 (38,10%)	10 (47,62%)	3 (14,29%)
P	² p=0,2096		нема/ мала: ² p=0,1925		



¹Fisher Freeman Halton exact Test;²Fisher exact test
p<0,05

*сигнификантно за

Нови/ отфрлени импланти – споредба: Присуство на кислород беше утврдено на површината кај 20 (100%) нови импланти и кај 21 (70%) отфрлени импланти. Кај сите нови импланти 20 (100%) контаминацијата со кислород беше мала. Од отфрлените импланти кај 9 (30%) немаше контаминација со кислород, кај 18 (60%) таа беше мала, а кај 3 (10%) беше утврдена голема контаминација (табела 3 и график 5).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба: Во високата, односно ниската класа на импланти кислородот беше присутен кај консеквентно 16 (94,12%) vs 25 (75,76%). Дистрибуцијата на контаминацијата со кислород кај имплантите од висока класа покажа дека кај 1 (5,88%) имплант тој не беше присутен, мала контаминацијата имаше кај 16 (94,12%) импланти, а голема контаминација не беше утврдена кај ниеден од овие импланти. Кај имплантите од ниска класа кај 8 (24,24%) кислород не беше детектиран, контаминацијата беше мала кај 22 (66,67%) и голема кај 3 (9,09%). Немаше сигнификантна асоцираност на класата на имплантот (висока/ ниска) со присуството на кислород ($p=0,1410$), но беше утврдена несигнификантна асоцијација на ниската класа на имплантот со поголемиот степен на контаминацијата со кислород за $p=0,0835$ (табела 3 и график 5).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти кислородот беше присутен кај сите 8 (100%), од кои кај сите беше утврдена мала контаминација. Кај високата класа на отфрлени импланти кислородот не беше присутен кај 1 (11,11%), а кај 8 (88,89%) беше присутен во мала контаминација. Кај имплантите од висока класа независно од видот (нови/ отфрлени) не беше регистриран ниеден случај на голема контаминација со кислород (табела 3 и график 5).



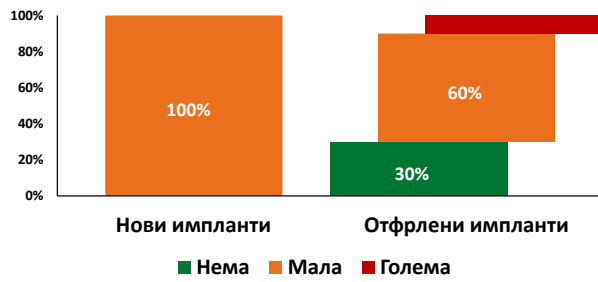
Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниска класа на нови импланти кислородот беше присутен кај сите 12 (100%) и тоа во мала контаминација. Кај ниската класа на отфрлени импланти кислородот не беше присутен кај 8 (38,10%), кај 10 (47,62%) беше присутен во мала контаминација и кај 3 (14,49%) беше присутен во голема контаминација. Кај имплантите од ниска класа голема контаминација со кислород беше регистрирана само кај отфрлените импланти (табела 3 и график 5).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Во новите импланти од висока класа, односно ниската класа кислородот беше присутен кај сите и тоа во мала количина за консеквентно 8 (100%) vs 12 (100%). Кај ниеден од новите импланти од висока, односно ниска класа не беше утврдено отсуство на кислород ниту, пак, голема контаминација со кислород (табела 3 и график 5).

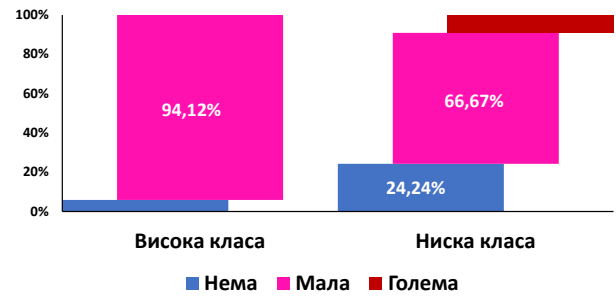
Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба: Кај отфрлените импланти од висока класа присуство на кислород не беше утврдено кај 1 (11,11%) случај, а во мала контаминација го имаше кај 8 (88,89%) од случаите. Кај ниеден од овие импланти не беше утврдена голема контаминација со кислород. Кај отфрлените импланти од ниска класа кислородот не беше детектиран кај 8 (38,10%) случаи, во мала контаминација го имаше кај 10 (47,62%), а кај 3 (14,29%) случаи беше утврдена голема контаминацијата со овој елемент. Немаше сигнификантна асоцијација на отфрлените импланти од висока/ ниска класа и присуството, односно контаминацијата со кислород за консеквентно $p=0,2096$ vs $p=0,1925$ (табела 3 и график 5).



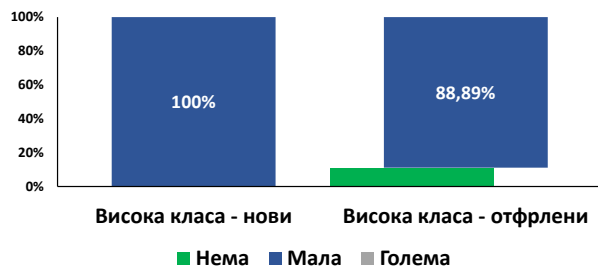
КИСЛОРОД - контаминација



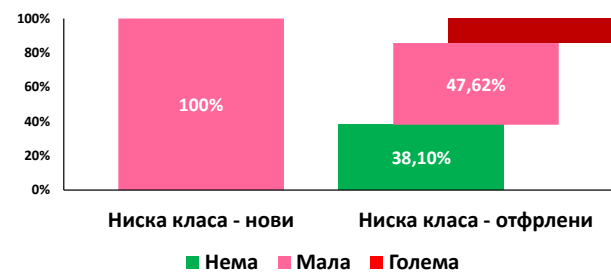
КИСЛОРОД - контаминација



КИСЛОРОД - контаминација



КИСЛОРОД - контаминација



КИСЛОРОД - контаминација

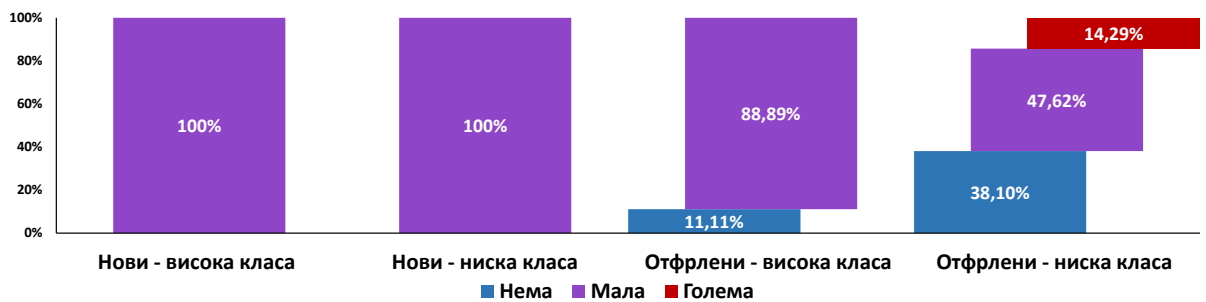


График 5. Степен на контаминација со кислород (O₂) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 5. Degree of Contamination with Oxygen (O₂) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Водород (H)

Контаминацијата со водород (H) беше анализирана од аспект на негово присуство/ отсуство како и според степенот на контаминација во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 4 и график 6).

Табела 4. Анализа на импланти според присуство и контаминација со водород (H)

Table 4. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Hydrogen (H)

Параметри	Водород N (%)		Водород контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	14 (70%)	6 (30%)	14 (70%)	4 (20%)	2 (10%)
отфрлени	6 (20%)	24 (80%)	6 (20%)	14 (46,67%)	10 (33,33%)
P	X ² =12,501; df=1; p=0,0004*		1p=0,0018*		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	12 (70,59%)	5 (29,41%)	12 (70,59%)	5 (29,41%)	0 (0%)
ниска класа	8 (24,24%)	25 (75,76%)	8 (24,24%)	13 (39,39%)	12 (36,36%)
P	X ² =10,042; df=1; p=0,0015*		нема/ мала: X ² =3,979; df=1; p=0,0461*		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	4 (44,44%)	5 (55,56%)	4 (44,44%)	5 (55,56%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	4 (33,33%)	2 (16,67%)
ниска класа – отфрлени	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	9 (42,86%)	10 (47,62%)
P	2p=0,0091*		1p=0,0089*		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	4 (33,33%)	2 (16,67%)
P	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					



отфрлени - висока класа	4 (44,44%)	5 (55,59%)	4 (44,44%)	5 (55,59%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	9 (42,86%)	10 (47,62%)
P	² p=0,0492*		нема/ мала: ² p=0,3359		
X ² = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за p<0,05		

Нови/ отфрлени импланти – споредба: Присуство на водород беше утврдено на површината кај 6 (30%) од новите импланти и кај 24 (80%) од отфрлените импланти. Од сите нови импланти кај 4 (20%) контаминацијата со водород беше мала, а кај 2 (10%) таа беше голема. Од отфрлените импланти кај 6 (20%) немаше контаминација со водород, кај 14 (46,67%) таа беше мала, а кај 10 (33,33%) истата беше голема. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на присуството на водород со отфрлени импланти за Pearson Chi-square test (X²=12,501; df=1; p=0,0004), односно асоцијација на поголем степен на контаминацијата на водород со отфрлени импланти за Fisher Feeman Halton test: p=0,0018 (табела 4 и график 6).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Генерално во високата, односно ниската класа на импланти водородот беше присутен кај консеквентно 5 (29,41%) vs 25 (75,76%) со сигнификантна асоцијација на присуството на водород со ниската класа на импланти (Pearson Chi-square test: X²=10,042; df=1; p=0,0015). Дистрибуцијата на контаминацијата со водород кај имплантите од висока класа покажа дека кај 12 (70,59%) импланти тој не беше присутен, контаминацијата со него беше мала кај 5 (29,41%), а немаше импланти со голема контаминација. Кај имплантите од ниска класа водородот не беше присутен кај 8 (24,24%), со мала контаминација беа 13 (39,39%), а голема контаминација имаше кај 12 (36,36%). Утврдена беше сигнификантна асоцијација на поголем степен на контаминацијата на водород со ниската класа на импланти за Fisher exact test:p=0,0461 (табела 4 и график 6).



Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти водородот беше присутен кај сите 8 (100%) и тоа во мала контаминација. Кај високата класа на отфрлени импланти водородот не беше присутен кај 4 (44,44%), а кај 5 (55,56%) беше присутен во мала контаминација. Кај имплантите од висока класа независно од видот (нови/ отфрлени) не беше регистрирана голема контаминација со водород (табела 4 и график 6).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти водород немаше кај 6 (50%), мала контаминација имаше кај 4 (33,33%) и голема имаше кај 2 (16,67%). Кај ниската класа на отфрлени импланти водород немаше кај 2 (9,52%), кај 9 (42,86%) беше присутен во мала контаминација и кај 10 (47,62%) го имаше во голема контаминација. Имаше сигнификантна асоцијација на присуството на водород (Fisher exact test: $p=0,0091$) како и на поголем степен на контаминацијата (Fisher Feeman Halton test: $p=0,0089$) со ниската класа на импланти (табела 4 и брафик 6).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Во новите импланти од висока класа водородот не беше присутен, а во новите импланти од ниска класа тој беше присутен кај 4 (33,33%) во мала контаминација и кај 2 (16,67%) во голема контаминација (табела 4 и график 6).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа водородот не беше детектиран кај 4 (44,44%), а во мала контаминација беше регистриран кај 5 (55,59%) од случаите. Кај ниеден од отфрлените импланти од висока класа не беше утврдена голема контаминација со водород. Кај отфрлените импланти од ниска класа водородот не беше детектиран кај 2 (9,52%) случаи, а во мала, односно голема контаминација го имаше во консеквенто 9 (42,86%) vs 10 (47,62%) случаи. Утврдена беше сигнификантна асоцираност на присуството на водород со отфрлените импланти од ниска класа (Fisher exact test: $p=0,0492$). Беше согледана сигнификантна асоцираност на контаминацијата на водород со ниска класа на отфрлени импланти ($p=0,0492$) и несигнификантна асоцираност на висока/ ниска класа на отфрлени импланти со постоење на нема/ мала контаминација ($p=0,3359$) (табела 4 и график 6).



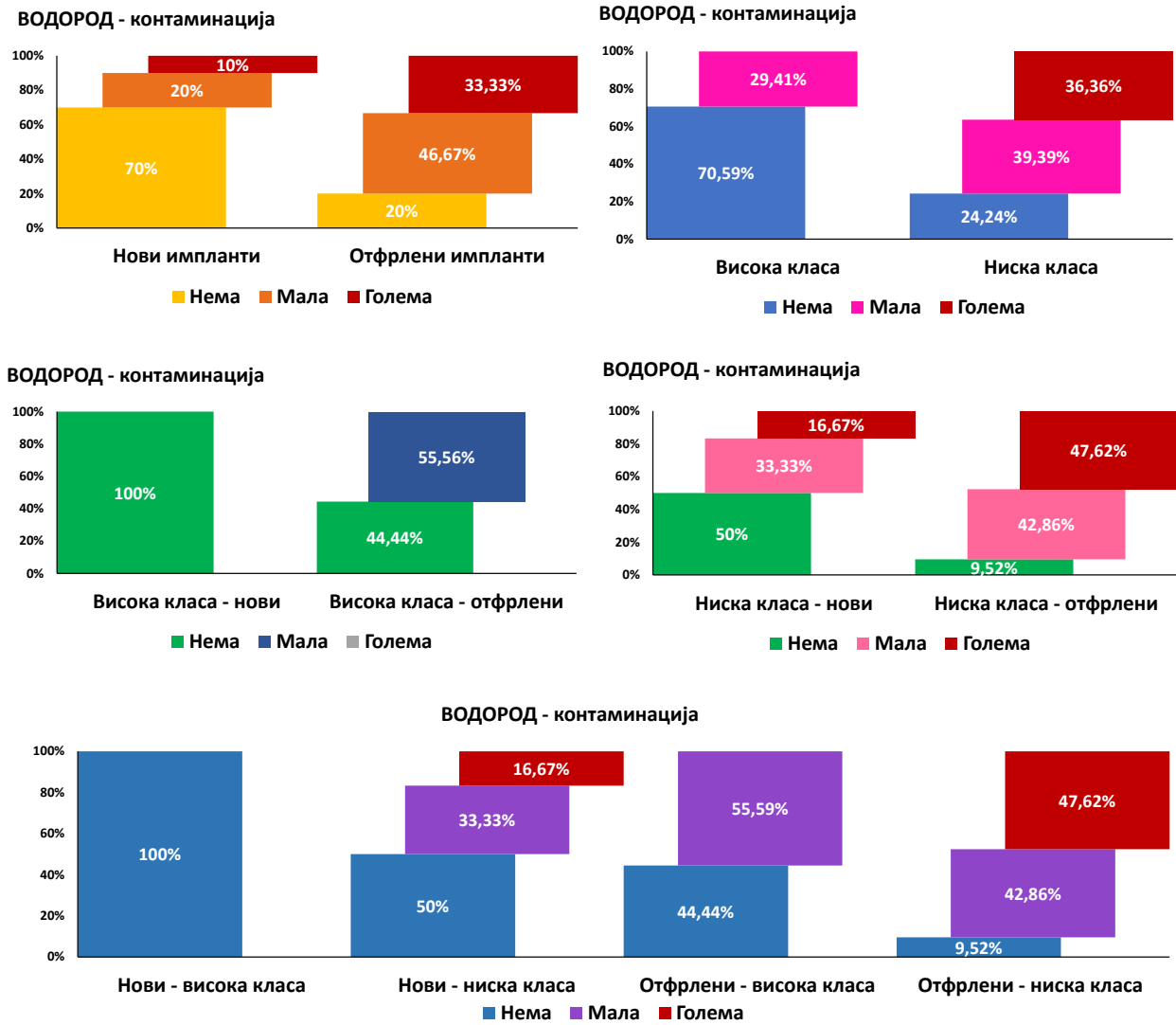


График 6. Според степен на контаминација со водород (H), според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
 Graph 6. Degree of Contamination with Hydrogen (H) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Натриум (Na)

Анализата на присуството и контаминацијата со натриум (Na) беше анализирана од аспект на негово присуство/ отсуство како и според степенот на контаминација во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 5 и график 7).

Табела 5. Анализа на импланти според присуство и контаминација со натриум (Na)

Table 5. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Sodium (Na)

Параметри	Натриум N (%)		Натриум контаминација I (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	голема

Видови импланти (N=50)

нови	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени	10 (33,33%)	20 (66,67%)	10 (33,33%)	14 (46,67%)	6 (20%)
P	-		-		

Класа на импланти (N=50)

висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	13 (39,39%)	20 (60,61%)	13 (39,39%)	14 (42,42%)	6 (18,18%)
P	-		-		

Висока класа нови/ отфрлени (N=17)

висока класа – нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		

Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)

ниска класа – нови	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Ниска класа – отфрлени	1 (4,76%)	20 (95,24%)	1 (4,76%)	14 (66,67%)	6 (28,57%)
P	-		-		

Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)



нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		

Отфрлени импланти висока/ ниска класа

(N=30)

отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	1 (4,76%)	20 (95,24%)	1 (4,76%)	14 (66,67%)	6 (28,57%)
P	-		-		

*сигнификантно за $p < 0,05$

Нови/ отфрлени импланти – споредба: Присуство на натриум не беше утврдено на површината кај ниеден од новите импланти. Кај отфрлените импланти натриумот не беше присутен кај 20 (66,67%), кај 14 (46,67%) контаминацијата беше мала, а кај 6 (20%) истата беше голема (табела 5 и график 7).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Во високата класа на импланти присуството на натриумот не беше детектирано кај ниеден од забните импланти (се широко посакуван вид на забот замени на отстранетите заби како резултат од нивната био-компатибилност, механичка стабилност и долготрајност). Електрохемиското однесување на нивните површини ја игра клучната улога во нивната функционалност и трајност и нивната површинска анализа овозможува побарано домислување на тие работи што тие се прават околу оралното опкружување.

Во случаите, односно 20 (100%). Кај ниската класа на импланти присуство на натриум не беше утврдено кај 13 (39,39%) случаи, постоење на мала контаминација имаше кај 14 (42,42%), а голема контаминација имаше кај 6 (18,18%) од случаите (табела 7 и график 7).



Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти, односно високата класа на отфрлени импланти присуство на натриум не беше утврдено во ниеден од случаите, односно отсуство на натриум имаа консеквентно 8 (100%) vs 9 (100%) случаи (табела 5 и график 7).

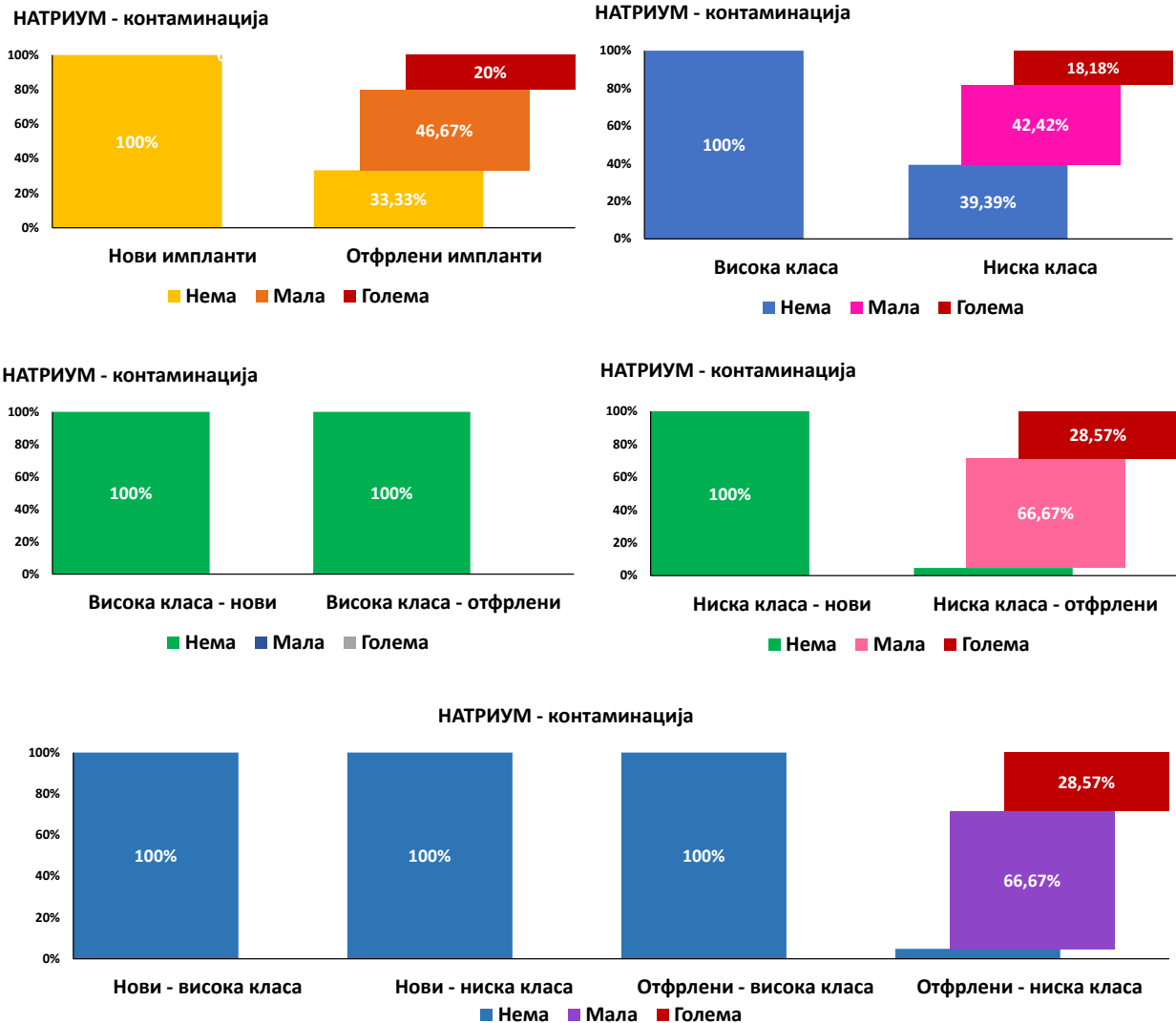


График 7. Степен на контаминација со натриум (Na) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 7. Degree of Contamination with Sodium (Na) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти натриум беше отсутен кај сите 12 (100%) случаи. Кај ниската класа на отфрлени импланти натриумот не беше присутен кај 1 (4,76%) случај, во мала контаминација го имаше кај 14 (66,67%) случаи, а во голема контаминација кај 6 (28,57%) случаи (табела 5 и график 7).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај 8 (100%) од новите импланти од висока класа и кај 12 (100%) од новите импланти од ниска класа не беше утврдено присуство на натриумот (табела 5 и график 7).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба: Кај отфрлените импланти од висока класа натриумот не беше детектиран во ниеден од сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа натриумот не беше утврден кај 1 (4,76%) случај, а во мала, односно голема контаминација го имаше во консеквенто 14 (66,67%) vs 6 (28,57%) случаи (табела 5 и график 7).



Калциум (Ca)

Присуството и контаминацијата со калциум (Ca) беше анализирано од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 6 и график 8).

Табела 6. Анализа на импланти според присуство и контаминација со калциум (Ca)

Table 6. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Calcium (Ca)

Параметри	Калциум N (%)		Калциум контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	6 (30%)	14 (70%)	6 (30%)	14 (70%)	0 (0%)
отфрлени	3 (10%)	27 (90%)	3 (10%)	22 (73,33%)	5 (16,67%)
P	² p=0,1303		нема/ мала: ² p=0,1573		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	4 (23,53%)	13 (76,47%)	4 (23,53%)	13 (76,47%)	0 (0%)
ниска класа	5 (15,15%)	28 (84,85%)	5 (15,15%)	23 (69,70%)	5 (15,15%)
P	² p=0,4675		нема/ мала: ² p=0,7109		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	2 (22,22%)	7 (77,78%)	2 (22,22%)	7 (77,78%)	0 (0%)
P	² p=1,000		нема/ мала: ² p=1,000		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	8 (66,67%)	0 (0%)
ниска класа – отфрлени	1 (4,76%)	20 (95,24%)	1 (4,76%)	15 (71,43%)	5 (23,81%)
P	² p=0,4713		нема/ мала: ² p=0,1331		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	0 (0%)
нови - ниска класа	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	8 (66,67%)	0 (0%)
P	² p=1,000		нема/ мала: ² p=1,000		



**Отфрлени импланти висока/ ниска класа
(N=30)**

отфрлени - висока класа	2 (22,22%)	7 (77,78%)	2 (22,22%)	7 (77,78%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	1 (4,76%)	20 (95,24%)	1 (4,76%)	15 (71,43%)	5 (23,81%)
P	² p=0,2069		нема/ мала: ² p=0,5304		
$\chi^2 =$ Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за p<0,05		

Нови/ отфрлени импланти – споредба: Од сите нови импланти кај 6 (30%) немаше контаминација со калциум, кај 14 (70%) контаминацијата со калциум беше мала, а кај ниеден немаше голема контаминација. Од отфрлените импланти кај 3 (10%) немаше контаминација со калциум, кај 22 (73,33%) таа беше мала, а кај 5 (16,67%) истата беше голема. Присуството, односно поголемиот степен на контаминацијата со калциум несигнификантно асоцираше со отфрлените импланти за консеквентно (p=0,1573) vs (p=0,1573) (табела 6 и график 8).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба: Кај имплантите од висока класа калциумот не беше присутен кај 4 (23,53%), во мала контаминација го имаше кај 13 (76,47%), а кај ниеден го немаше во голема контаминација. Кај имплантите од ниска класа калциумот не беше присутен кај 5 (15,15%), со мала контаминација беа 23 (69,70%), а голема контаминација имаше кај 5 (15,15%). Ниската класа на импланти несигнификантно асоцираше со присуството, односно поголем степен на контаминација со калциум за консеквентно (p=0,4675) vs (p=0,7109) (табела 6 и график 8).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти калциумот не беше присутен кај 2 (25%), а кај 6 (75%) беше присутен во мала контаминација. Кај високата класа на отфрлени импланти калциумот не беше присутен кај 2 (22,22%), а кај 7 (77,78%) беше присутен во мала контаминација. Кај имплантите од висока класа, независно од видот (нови/ отфрлени), не беше регистрирана голема контаминација со калциум. Немаше



сигнификантна асоцијација на високата класа нови/ отфрлени импланти со присуство и степен на контаминација со калциум ($p=1,000$) (табела 6).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти калциум немаше кај 4 (33,33%), мала контаминација имаше кај 8 (66,67%), а голема контаминација немаше кај ниеден имплант. Кај ниската класа на отфрлени импланти калциум немаше кај 1 (4,76%), кај 15 (71,43%) го имаше во мала контаминација, а кај 5 (23,81%) контаминацијата беше голема. Ниската класа отфрлени импланти несигнификантно асоцираше со присуството, односно поголемиот степен на контаминација со калциум за консеквентно $p=0,4713$ vs $p=0,1331$ (табела 6 и график 8).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај 2 (25%) од новите импланти од висока класа калциумот не беше присутен, а кај 6 (75%) го имаше во мала контаминација. Кај новите импланти од ниска класа калциумот не беше присутен кај 4 (33,33%), а во мала контаминација го имаше кај 8 (66,67%). Кај ниеден од новите импланти висока/ ниска класа не беше утврдена голема контаминација со калциум. Немаше сигнификантна асоцијација на новите импланти висока /ниска класа со присуството, односно степенот на контаминацијата со калциум за $p=1,000$ vs $p=1,000$ (табела 6).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа калциумот не беше детектиран кај 2 (22,22%), а во мала контаминација беше регистриран кај 7 (77,78%). Кај ниеден од отфрлените импланти од висока класа не беше утврдена голема контаминација со калциум. Кај отфрлените импланти од ниска класа калциумот не беше детектиран кај 1 (4,76%), а во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 15 (71,43%) vs 5 (23,81%) случаи. Присуството, односно поголемиот степен на контаминација со калциум несигнификантно асоцираше со отфрлените импланти од ниска класа за консеквентно $p=0,2069$ vs $p=0,5304$ (табела 6 и график 8).





График 8. Степен на контаминација со калциум (Ca) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 8. Degree of Contamination with Calcium (Ca) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Силициум (Si)

Контаминацијата со силициум (Si) беше анализирана од аспект на негово присуство/ отсуство на површината на имплантите како и според степенот на контаминација во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 7 и график 9)

Табела 7. Анализа на импланти според присуство и контаминација со силициум (Si)

Table 7. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Silicon (Si)

Параметри	Силициум N (%)		Силициум контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени	6 (20%)	24 (80%)	6 (20%)	14 (46,67%)	10 (33,33%)
P	-		-		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	12 (70,59%)	5 (29,41%)	12 (70,59%)	5 (29,41%)	0 (0%)
ниска класа	14 (42,42%)	19 (57,58%)	14 (42,42%)	9 (27,27%)	10 (30,30%)
P	$\chi^2=3,565$; $df=1$; $p=0,0589$		нема/ мала: $\chi^2=0,406$; $df=1$; $p=0,5241$		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа – нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	4 (44,44%)	5 (55,56%)	4 (44,44%)	5 (55,56%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа – нови	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа – отфрлени	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	9 (42,86%)	10 (47,62%)
P	-		-		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					
отфрлени - висока класа	4 (44,44%)	5 (55,56%)	4 (44,44%)	5 (55,56%)	0 (0%)



отфрлени - ниска класа	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	9 (42,86%)	10 (33,33%)
P	² p=0,0492*		нема/ мала: ² p=0,4326		
X ² = Pearson Chi-square test;		¹ Fisher Freeman Halton exact Test;			
² Fisher exact test		*сигнификантно за p<0,05			

Нови/ отфрлени импланти – споредба. Присуство на силициум беше утврдено на површината кај 0 (0%) од новите импланти и кај 24 (80%) од отфрлените импланти. Од отфрлените импланти кај 6 (20%) немаше контаминација со силициум, кај 14 (46,67%) таа беше мала, а кај 10 (33,33%) истата беше голема (табела 5 и график 7).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Во високата класа на импланти силициумот не беше детектиран кај 12 (70,59%) од случаите, во мала контаминација го имаше кај 5 (29,41%), а со голема контаминација не беше детектиран случај. Кај ниската класа на импланти сицилиумот не беше присутен кај 14 (42,42%) случаи, во мала концентрација го имаше кај 9 (27,27%), а во голема концентрација беше утврден кај 10 (30,30%). Имаше несигнификантна асоцијација на класата на импланти (висока/ ниска) и присуството, односно степенот на контаминација со сицилиум за консеквентно p=0,0589 vs p=0,5241 (табела 7 и график 9).



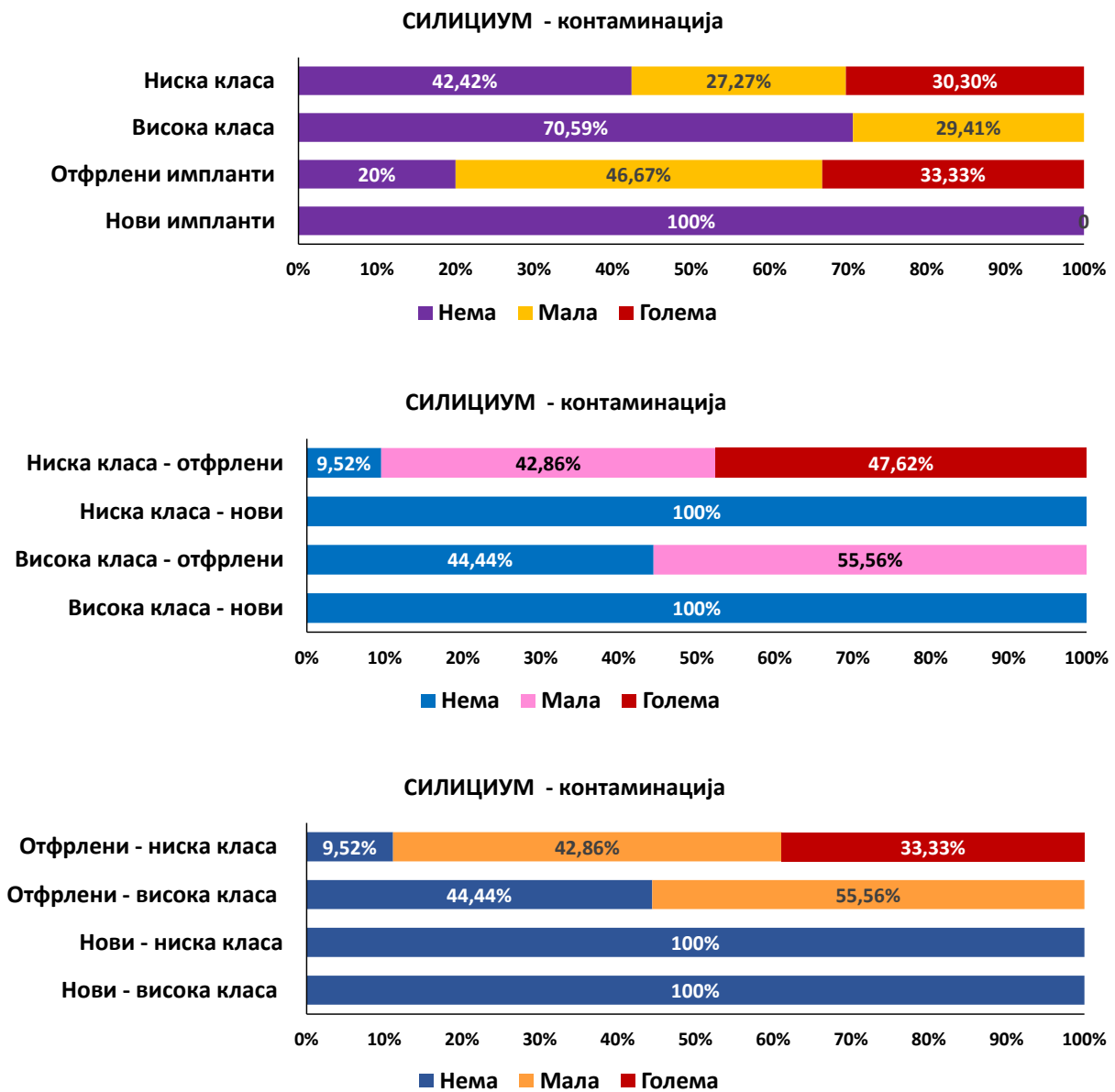


График 9. Степен на контаминација со силициум (Si) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 9. Degree of Contamination with Silicon (Si) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Висока класа нови/ отфрлени – споредба: Во високата класа на нови импланти присуство на силициум не беше утврдено во ниеден од 8 (100%) случаи. Во високата класа на отфрлени импланти присуство на силициум немаше кај 4 (4,44%) случаи, мала контаминација имаше кај 5 (55,56%) случаи, а голема контаминација не беше утврдена кај ниеден од овој вид на импланти (Табела 7 и График 9).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба: Во ниската класа на нови импланти силициум беше отсутен кај сите 12 (100%) случаи. Кај ниската класа на отфрлени импланти силициумот не беше присутен кај 2 (9,52%) случаи, во мала контаминација беше присутен кај 9 (42,86%) случаи и во голема контаминација го имаше кај 10 (47,62%) случаи (Табела 7 и График 9).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба: Кај сите нови импланти од висока класа - 8 (100%) односно сите нови импланти од ниска класа – 12 (100%) не беше утврдено присуство на силициум (Табела 7 и График 9).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба: Кај отфрлените импланти од висока класа силициумот не беше детектиран кај 4 (44,44%) случаи, кај 5 (55,56%) случаи имаше мала контаминација, а кај ниеден случај не беше утврдена голема контаминација. Кај отфрлените импланти од ниска класа силициумот не беше детектиран кај 2 (9,52%) случаи, а во мала односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 9 (42,86%) vs 10 (33,33%) случаи. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на присуството на силициум со отфрлените импланти од ниска класа за $p=0,0492$. Истовремено, утврдена беше и несигнификантна асоцираност на отфрлените импланти од ниска класа со поголемата контаминација со силициум за $p=0,4326$ (Табела 7 и График 9).



Железо (Fe)

Во рамките на истражувањето беше направена анализа на присуството и контаминацијата со железо (Fe) од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 8 и график 10).

Табела 8. Анализа на импланти според присуство и контаминација со железо (Fe)

Table 8. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Iron (Fe)

Параметри	Железо N (%)		Железо контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	12 (60%)	8 (40%)	12 (60%)	4 (20%)	4 (20%)
отфрлени	16 (53,33%)	14 (46,67%)	16 (53,33%)	5 (16,67%)	9 (30%)
Р	X ² =0,2165; df=1; p=0,6417		нема/ мала: ¹ p=0,7295		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	11 (33,33%)	22 (66,67%)	11 (33,33%)	9 (27,27%)	13 (39,39%)
Р	-		-		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Р	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	4 (33,33%)	4 (33,33%)
ниска класа – отфрлени	7 (33,33%)	14 (66,67%)	7 (33,33%)	5 (23,81%)	9 (42,86%)
Р	² p=1,000		¹ p=0,8066		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	4 (33,33%)	4 (33,33%)
Р	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					



отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	7 (33,33%)	14 (66,67%)	7 (33,33%)	5 (23,81%)	9 (42,86%)
P	-		-		
χ^2 = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за $p < 0,05$		

Нови/ отфрлени импланти – споредба. Од сите нови импланти кај 12 (60%) немаше контаминација со железо, кај 4 (20%) контаминацијата со железо беше мала, а кај 4 (20%) имаше голема контаминација. Од отфрлените импланти кај 16 (53,33%) немаше контаминација со железо, кај 5 (16,67%) таа беше мала, а кај 9 (30%) истата беше голема. Имаше несигнификантна асоцијација на отфрлените импланти со присуството на железо, односно со поголемиот степен на контаминацијата со железо за ($p=0,6417$) vs ($p=0,7295$) (табела 8 и график 10).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа железото не беше присутно кај 17 (100%) случаи. Кај имплантите од ниска класа железото не беше присутно кај 16 (53,33%) случаи, со мала контаминација беа 9 (27,27%), а голема контаминација имаше кај 13 (39,39%) (табела 8 и график 10).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови, односно на отфрлени импланти железото не беше присутно кај консеквентно сите 8 (100%) vs 9 (100%) случаи (табела 8 и график 10).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти железо не беше детектирано кај 4 (33,33%), а мала, односно голема контаминација имаше кај по 4 (33,33%) случаи на импланти. Кај ниската класа на отфрлени импланти железо немаше кај 4 (33,33%), кај 5 (23,81%) железото го имаше во мала контаминација, а кај 9 (42,86%) контаминацијата со овој елемент беше голема. Немаше сигнификантна асоцијација на ниска класа нови/ отфрлени импланти и присуството, односно степенот на контаминација со железо за консеквентно $p=1,000$ vs $p=0,8066$ (табела 8 и график 10).



Нови импланти висока/ ниска класа – споредба: Кај сите 8 (100%) нови импланти од висока класа железо не беше детектирано. Кај новите импланти од ниска класа железо не беше детектирано кај 4 (33,33%), а во мала, односно голема контаминација го имаше кај подеднаков број на импланти, односно кај по 4 (33,33%) (табела 8 и график 10).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа железо не беше детектирано кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од висока класа присуство на железо не беше утврдено кај 7 (33,33%) импланти, а мала, односно голема контаминација со железо имаше кај консеквенто 5 (23,81%) vs 9 (42,86%) случаи (табела 8 и график 10).

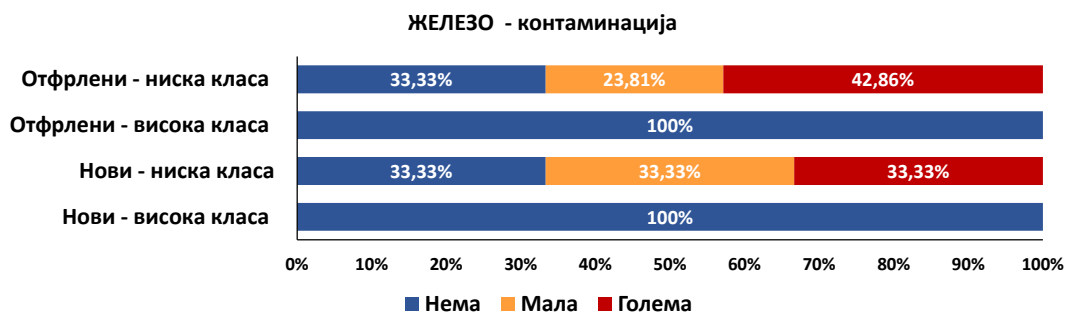
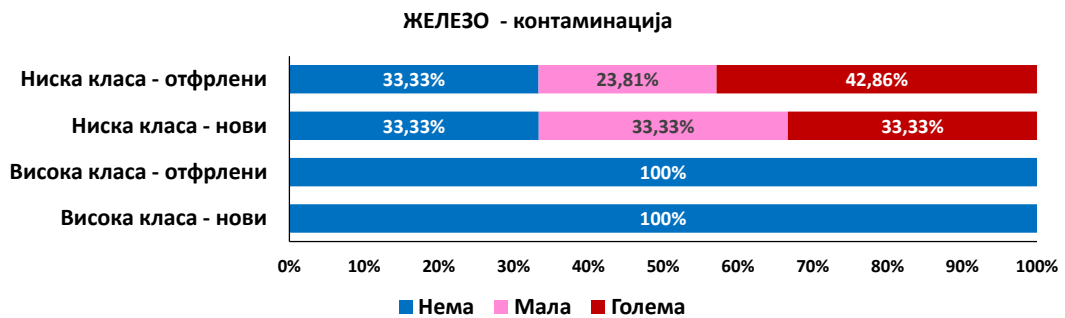
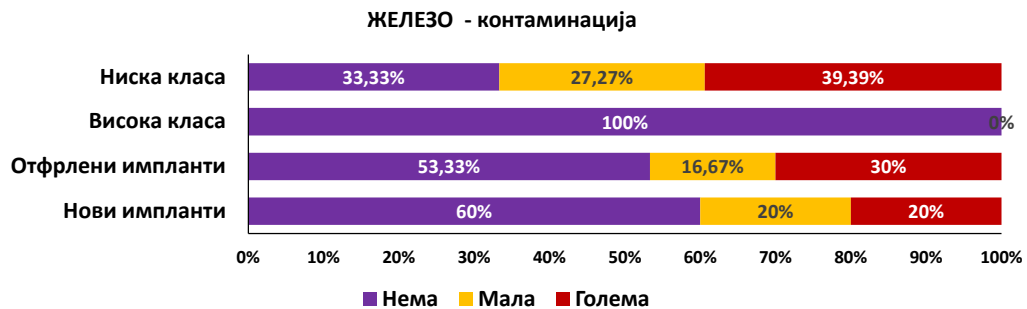


График 10. Степен на контаминација со железо (Fe) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
 Graph 10. Degree of Contamination with Iron (Fe) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants

Калиум

Калиумот беше анализиран од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 9 и график 11).

Табела 9. Анализа на импланти според присуство и контаминација со калиум (К)

Table 9. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Potassium (K)

Параметри	Калиум N (%)		Калиум контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	10 (50%)	10 (50%)	10 (50%)	2 (10%)	8 (40%)
отфрлени	8 (26,67%)	22 (73,33%)	8 (26,67%)	14 (46,67%)	8 (26,67%)
р	X ² =2,835; df=1; p=0,0922		нема/ мала: ² p=0,0232*		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	12 (70,59%)	5 (29,41%)	12 (70,59%)	5 (29,41%)	0 (0%)
ниска класа	6 (18,18%)	27 (81,82%)	6 (18,18%)	11 (33,33%)	16 (48,48%)
р	X ² =13,375; df=1; p=0,0002*		нема/ мала: X ² =4,250; df=1; p=0,0392*		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	6 (66,67%)	3 (33,33%)	6 (66,67%)	3 (33,33%)	0 (0%)
р	² p=1,000		нема/ мала: ² p=1,000		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	0 (0%)	8 (66,67%)



ниска класа – отфрлени	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	11 (52,38%)	8 (38,10%)
p	² p=0,1587		нема/ голема: ² p=0,6462		

Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)

нови - висока класа	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
нови - ниска класа	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	0 (0%)	8 (66,67%)
p	² p=0,1698		-		

Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)

отфрлени - висока класа	6 (66,67%)	3 (33,33%)	6 (66,67%)	3 (33,33%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	11 (52,38%)	8 (38,10%)
p	² p=0,0003*		нема/ мала: ² p=0,0260*		

X² = Pearson Chi-square test;
²Fisher exact test

¹Fisher Freeman Halton exact Test;
*сигнификантно за p<0,05



Нови/ отфрлени импланти – споредба. Од сите нови импланти кај 10 (50%) немаше контаминација со калиум, кај 2 (10%) контаминацијата со калиум беше мала, а кај 8 (40%) беше утврдена голема контаминација. Од отфрлените импланти кај 8 (26,67%) немаше контаминација со калиум, кај 14 (46,67%) таа беше мала, а кај 8 (26,67%) истата беше голема. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на новите импланти со присуство на поголема контаминација на калиум за ($p=0,0232$) (табела 9 и график 11).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа калиумот не беше присутен кај 12 (70,59%) случаи, во мала контаминација го имаше кај 5 (29,41%), а кај ниеден имплант го немаше во голема контаминација. Кај имплантите од ниска класа калиумот не беше присутен кај 6 (18,18%), со мала контаминација беа 11 (33,33%), а голема контаминација имаше кај 16 (48,48%). Беше утврдена сигнификантна асоцијација на ниска класата на импланти со присуството, односно поголемиот степен на контаминацијата со калиум за консеквентно ($p=0,0002$) vs ($p=0,0392$) (табела 9).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти калиумот не беше присутен кај 6 (75%), а кај 2 (25%) беше присутен во мала контаминација. Кај високата класа на отфрлени импланти калиумот не беше присутен кај 6 (66,67%), а кај 3 (33,33%) беше присутен во мала контаминација. Кај имплантите од висока класа, независно од видот (нови/ отфрлени), не беше регистрирана голема контаминација со калиум. Немаше сигнификантна асоцијација на високата класа нови/ отфрлени импланти со присуството и степенот на контаминацијата со калиум ($p=1,000$) (табела 9).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти калиум немаше кај 4 (33,33%), мала контаминација имаше кај 8 (66,67%), а голема контаминација немаше кај ниеден имплант. Кај ниската класа на отфрлени импланти калиум немаше кај 2 (9,52%), кај 11 (52,38%) го имаше во мала контаминација, а кај 8 (38,10%) контаминацијата беше голема. Не беше утврдена сигнификантна асоцијација на ниска класа нови/ отфрлени импланти



со присуството, односно степенот на контаминацијата со калиум за консеквентно $p=0,1587$ vs $p=0,6462$ (табела 9 и график 11).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај 6 (75%) од новите импланти од висока класа калиумот не беше присутен, кај 2 (25%) го имаше во мала контаминација, а кај ниеден инплант не беше утврдена голема контаминација. Кај новите импланти од ниска класа калиумот не беше присутен кај 4 (33,33%), а во голема контаминација го имаше кај 8 (66,67%). Немаше сигнификантна асоцијација на новите импланти висока/ ниска класа со присуството на калиум за $p=0,1698$ (табела 9 и график 11).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа калиумот не беше детектиран кај 6 (66,67%) случаи, кај 3 (33,33%) случаи имаше мала контаминација, а кај ниеден случај не беше утврдена голема контаминација. Кај отфрлените импланти од ниска класа калиумот не беше детектиран кај 2 (9,52%) случаи, а во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 11 (52,38%) vs 8 (38,10%) случаи. Имаше сигнификантна асоцијација на отфрлените импланти од ниска класа со присуство и поголема контаминација со калиум за консеквентно $p=0,0003$ vs $p=0,0260$ (табела 9 и график 11).



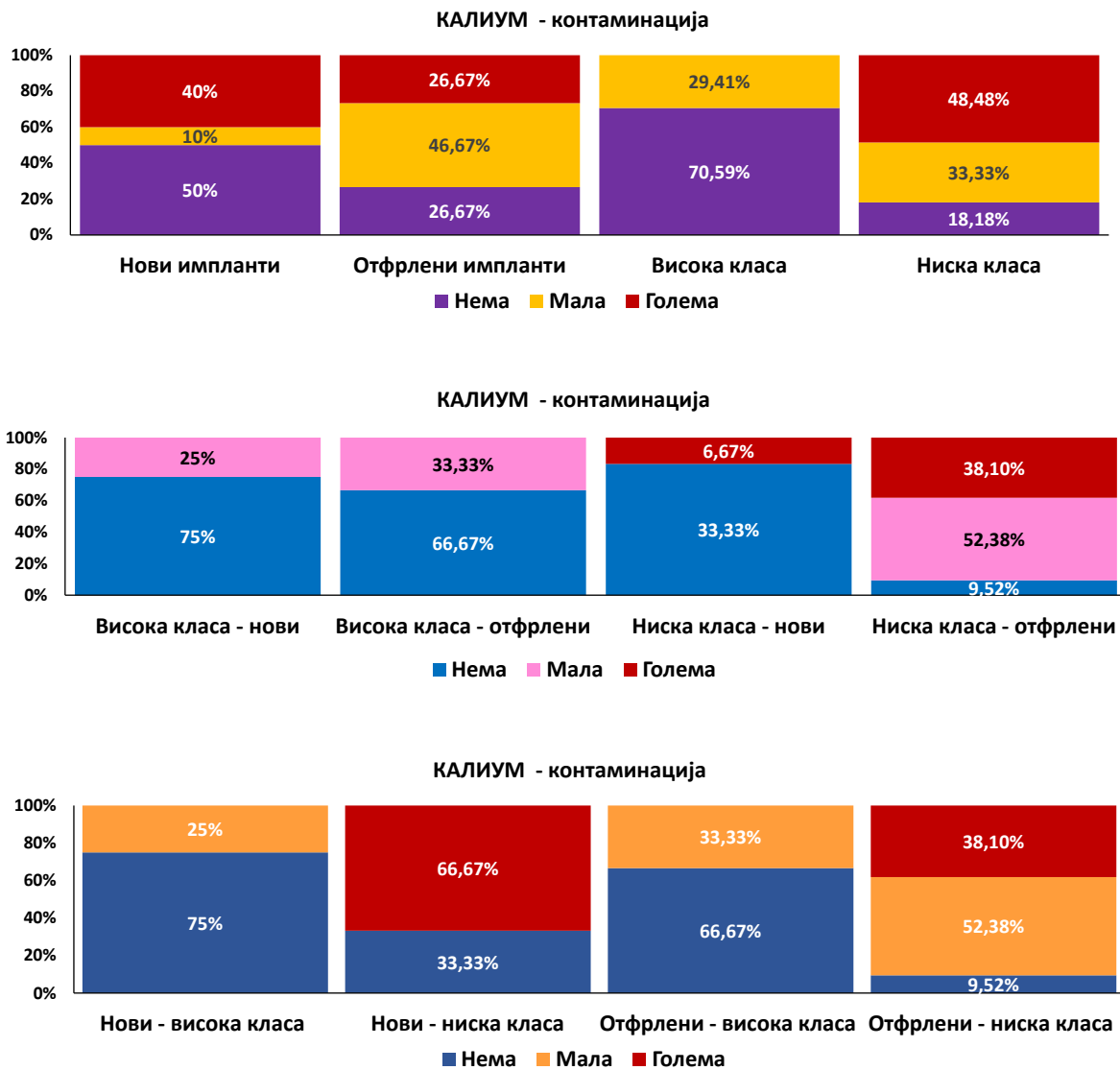


График 11. Степен на контаминација со калиум според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 11. Degree of Contamination with Potassium (K) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Фосфор (P)

Во рамките на истражувањето направена беше анализа на фосфорот (P) од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 10 и график 12).

Табела 10. Анализа на импланти според присуство и контаминација со фосфор (P)

Table 10. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Phosphorus (P)

Параметри	Фосфор N (%)		Фосфор контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени	9 (30%)	21 (70%)	9 (30%)	8 (26,67%)	13 (43,33%)
P	-		-		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	12 (36,36%)	21 (63,64%)	12 (36,36%)	8 (24,24%)	13 (39,39%)
P	-		-		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа – отфрлени	0 (0%)	21 (100%)	0 (0%)	8 (38,10%)	13 (61,90%)
P	-		-		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					



отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	0 (0%)	21 (100%)	0 (0%)	8 (38,10%)	13 (61,90%)
P	-		-		
χ^2 = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за $p < 0,05$		

Нови/ отфрлени импланти – споредба. Од сите нови импланти кај сите 20 (100%) немаше контаминација со фосфор. Од отфрлените импланти кај 19 (30%) немаше контаминација со фосфор, кај 8 (26,67%) таа беше мала, а кај 13 (43,33%) истата беше голема (табела 10 и график 12).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа фосфорот не беше присутен кај сите 17 (100%) случаи. Кај имплантите од ниска класа фосфорот не беше присутен кај 12 (36,36%) случаи, со мала контаминација беа 8 (24,24%), а голема контаминација имаше кај 13 (39,39%) (табела 10 и график 12).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на импланти фосфорот не беше присутен кај сите 8 (100%) нови импланти и кај сите 9 (100%) отфрлени импланти (табела 10 и график 12).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба Во ниската класа на нови импланти фосфор не беше детектиран кај сите 12 (100%). Спротивно на тоа сите отфрлени импланти од ниска класа имаа конатминација со фосфор, од кои кај 8 (38,10%) беше утврдена мала контаминација, а кај 13 (61,90%) импланти имаше голема контаминација (табела 10 и график 12).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај сите 8 (100%) нови импланти од висока класа и сите 12 (100%) нови импланти од ниска класа присуството на фосфор не беше детектирано (табела 10 и график 2).



Отфрлени импланти висока/ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа фосфор не беше детектиран кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа присуство на фосфор беше утврдено кај сите импланти и тоа 21 (100%), од кои во мала контаминација кај 8 (38,10%), а во голема контаминација кај 13 (61,90%) (табела 10 и график 12).

Во график 12 подолу во текстот е дадена анализа на импланти според контаминација со фосфор.

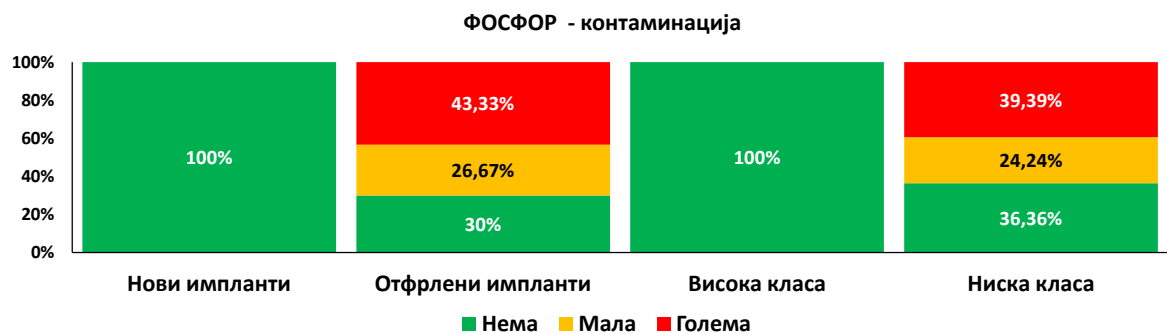


График 12. Степен на контаминација со фосфор (P) според видови (нови/отфрлени) и класа (висока/ниска) на импланти
Graph 12. Degree of Contamination with Phosphorus (P) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Цинк (Zn)

Во рамките на истражувањето беше направена анализа на контаминацијата со цинк (Zn) од аспект на негово присуство/ отсуство на површината на имплантите како и според степенот на контаминација во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 11 и график 13).

Табела 11. Анализа на импланти според присуство и контаминација со цинк (Zn)

Table 11. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Zinc (Zn)

Параметри	Цинк N (%)		Цинк контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени	11 (36,67%)	19 (63,33%)	11 (36,67%)	13 (43,33%)	6 (20%)
P	-		-		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	14 (42,42%)	19 (57,58%)	14 (42,42%)	13 (39,39%)	6 (18,18%)
P	-		-		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа – нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа – нови	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа – отфрлени	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	13 (61,90%)	6 (28,57%)
P	-		-		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					
отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)



отфрлени - ниска класа	2 (9,52%)	19 (90,48%)	2 (9,52%)	13 (61,90%)	6 (28,57%)
P	-		-		
X ² = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test		¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за p<0,05			

Нови/ отфрлени импланти – споредба. Присуство на цинк беше утврдено на површината кај 0 (0%) од новите импланти и кај 19 (63,33%) од отфрлените импланти. Од отфрлените импланти кај 13 (43,33%) контаминацијата со цинк беше мала, а кај 6 (20%) утврдена беше голема контаминација (табела 11 и график 13).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Во високата класа на импланти цинкот не беше детектиран кај 17 (100%) од случаите. Кај ниската класа на импланти сицилиумот не беше присутен кај 14 (42,42%) случаи, во мала концентрација го имаше кај 13 (39,39%), а во голема концентрација беше утврден кај 6 (18,18%) (табела 11 и график 13).



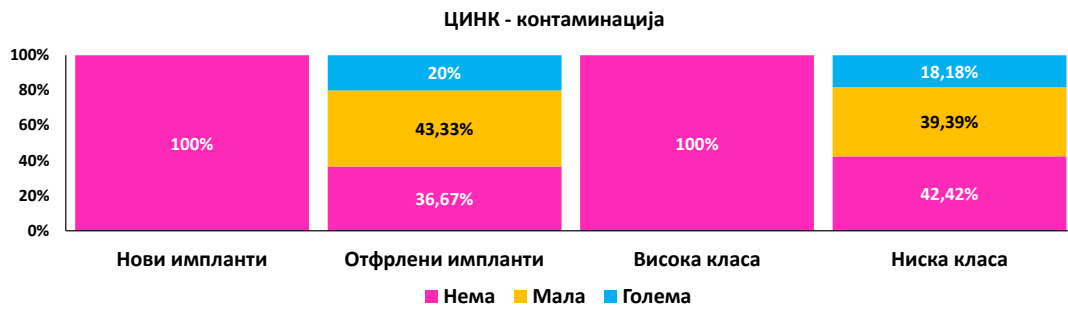


График 13. Степен на контаминација со цинк (Zn) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 13. Degree of Contamination with Zinc (Zn) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Висока класа нови/ отфрлени – споредба. И во високата класа на нови импланти и во високата класа на отфрлени импланти присуството на цинк не беше утврдено во ниеден од случаите за консеквентно 8 (100%) vs 9 (100%) (табела 11 и график 13).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти цинкот беше отсутен кај сите 12 (100%) случаи. Кај ниската класа на отфрлени импланти цинкот не беше присутен кај 2 (9,52%) случаи, во мала контаминација беше присутен кај 13 (61,90%) случаи и во голема контаминација го имаше кај 6 (28,57%) случаи (табела 11 и график 13).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Утврдено беше дека кај сите нови импланти од висока класа - 8 (100%), односно кај сите нови импланти од ниска класа – 12 (100%) не беше утврдено присуство на цинк (табела 11 и график 13).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа цинкот не беше детектиран кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа цинкот не беше детектиран кај 2 (9,52%) случаи, а во мала, односно голема контаминација беше најден кај консеквентно 13 (61,90%) vs 6 (28,57%) случаи (табела 11 и график 13).



Јаглерод(C)

Јаглеродот беше анализирана од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 12 и график 14 - 16).

Табела 12. Анализа на импланти според присуство и контаминација со јаглерод

Table 12. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Carbon (C)

Параметри	Јаглерод N (%)		Јаглерод контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	12 (60%)	8 (40%)	12 (60%)	8 (40%)	0 (0%)
Отфрлени	1 (3,33%)	29 (96,67%)	1 (3,33%)	14 (46,67%)	15 (50%)
p	$^2p=0,0002^*$		нема/ мала: $^2p=0,0015^*$		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	6 (35,29%)	11 (64,71%)	6 (35,29%)	11 (64,71%)	0 (0%)
ниска класа	7 (21,21%)	26 (78,79%)	7 (21,21%)	11 (33,33%)	15 (45,45%)
p	$X^2=1,156; df=1; p=0,2822$		нема/ мала: $X^2=0,048; df=1; p=0,8259$		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
висока класа - отфрлени	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)
p	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)
ниска класа - отфрлени	1 (4,76%)	20 (95,24%)	1 (4,76%)	5 (28,81%)	15 (71,43%)
p	$^2p=0,0047^*$		нема/ голема: $^2p=0,3156$		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
нови - ниска класа	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)
p	$^2p=0,1698$		нема/ мала: $^2p=0,1698$		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					
отфрлени - висока класа	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)



отфрлени - ниска класа	1 (4,76%)	20 (95,24%)	1 (4,76%)	5 (28,81%)	15 (71,43%)
р	-		-		
X ² = Pearson Chi-square test; ²Fisher exact test			¹Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за p<0,05		

Нови/ отфрлени импланти – споредба. Од сите нови импланти кај 12 (60%) немаше контаминација со јаглород, кај 8 (40%) контаминацијата со јаглород беше мала, а кај ниеден не беше утврдена голема контаминација. Од отфрлените импланти кај 1 (3,33%) немаше контаминација со јаглород, кај 14 (46,67%) таа беше мала, а кај 15 (50%) истата беше голема. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на отфрлените импланти со присуството и поголемиот степен на контаминација со јаглород за консеквентно $p=0,0002$ vs $p=0,0015$ (табела 12 и график 14).

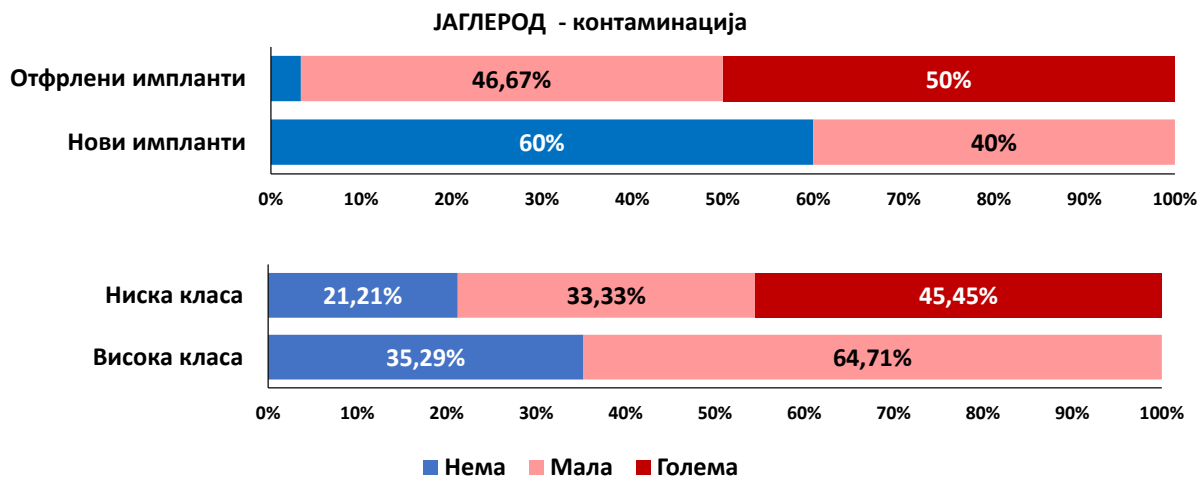


График 14. Степен на контаминација со јаглород според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 14. Degree of Contamination with Carbon (C) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа јаглеродот не беше присутен кај 6 (35,29%) случаи, во мала контаминација го имаше кај 11 (64,71%), а кај ниеден имплант го немаше во голема контаминација. Кај имплантите од ниска класа јаглеродот не беше присутен кај 7 (21,21%), со мала контаминација беа 11 (33,33%), а голема контаминација имаше кај 15 (45,45%). Утврдена беше несигнификантна асоцијација на присуството, односно поголемиот степен на контаминацијата со јаглерод со ниска класата на импланти за консеквентно $p=0,2822$ vs $p=0,8259$ (табела 12 и график 14).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти јаглеродот не беше присутен кај 6 (75%), кај 2 (25%) беше присутен во мала контаминација, а немаше случај со голема контаминација. Кај високата класа на отфрлени импланти јаглеродот беше присутен во мала контаминација кај сите 9 (100%) (табела 12 и график 15).

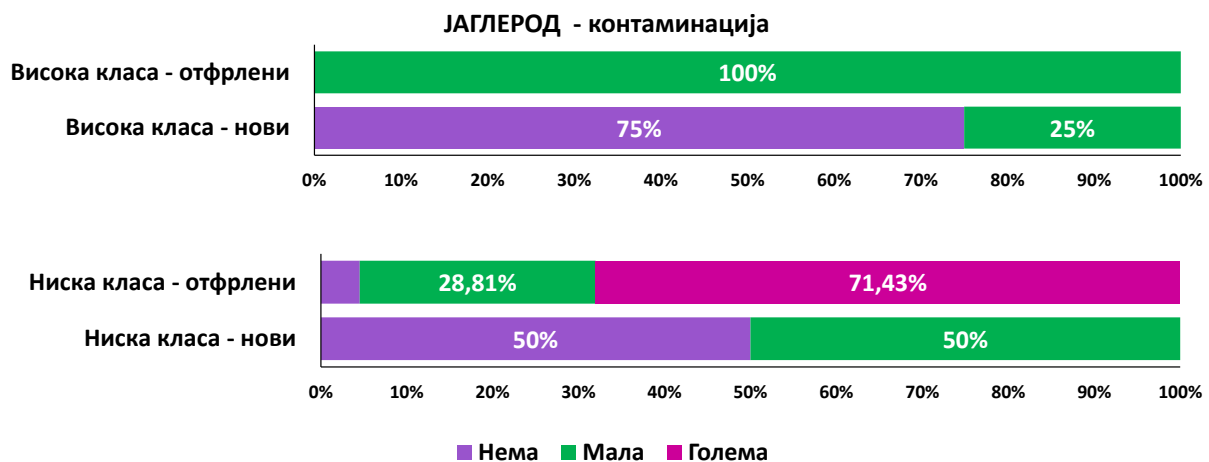


График 15. Степен на контаминација со јаглерод според комбинација на висока класа (нови/ отфрлени) и ниска класа (нови/ отфрлени) на импланти

Graph 15. Degree of Contamination with Carbon (C) by Combination of High-Class (New/Rejected) and Low-Class (New/Rejected) Implants



Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти јаглерод немаше кај 6 (50%), мала контаминација имаше кај 6 (50%), а голема контаминација немаше кај ниеден имплант. Кај ниската класа на отфрлени импланти јаглеродот го немаше кај 1 (4,76%), кај 5 (28,81%) го имаше во мала контаминација, а кај 15 (71,43%) контаминацијата беше голема. Беше утврдена сигнификантна асоцијација на ниска класа отфрлени импланти со присуството на јаглерод за $p=0,0047$. Дополнително беше согледана и несигнификантна асоцираност на ниската класа на отфрлени импланти со поголемиот степен на контаминација со јаглерод за $p=0,3156$ (табела 12 и график 15).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај 6 (75%) од новите импланти од висока класа јаглеродот не беше присутен, кај 2 (25%) го имаше во мала контаминација, а кај ниеден инплант не беше утврдена голема контаминација. Кај новите импланти од ниска класа јаглеродот не беше присутен кај 6 (50%), а во мала контаминација го имаше кај 6 (50%). Имаше несигнификантна асоцијација на новите импланти од ниска класа со присуството, односно поголемиот степен на контаминација со јаглерод за $p=0,1698$ (табела 12 и график 16).



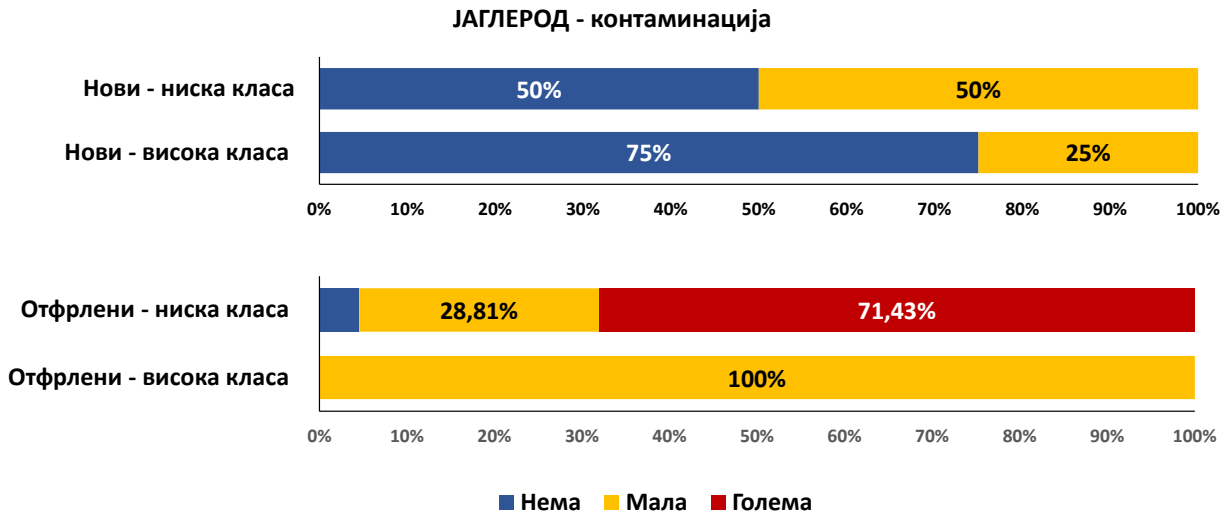


График 15. Степен на контаминација со јаглерод според комбинација на нови (висока/ ниска класа) и отфрлени (висока/ ниска класа) на импланти
Graph 15. Degree of Contamination with Carbon (C) by Combination of New (High/Low Class) and Rejected (High/Low Class) Implants

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа јаглерод имаше во мала контаминација кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа присуство на јаглерод не беше утврдено кај 1 (4,76%) случај, а во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквенто 5 (28,81%) vs 15 (71,43%) од случаите (табела 12 и график 16).



Магнезиум (Mg)

Во делот на анализата беше опфатен и магнезиумот од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 13 и график 17-19).

Табела 13. Анализа на импланти според присуство и контаминација со магнезиум

Table 13. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Magnesium (Mg)

Параметри	Магнезиум N (%)		Магнезиум контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени	9 (30%)	21 (70%)	9 (30%)	19 (63,33%)	2 (6,67%)
P	-		-		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	12 (70,59%)	5 (29,41%)	12 (70,59%)	5 (29,41%)	0 (0%)
ниска класа	17 (51,52%)	16 (48,48%)	17 (51,52%)	14 (42,42%)	2 (6,06%)
P	$X^2=1,676; df=1;$ $p=0,1955$		нема/ мала: $X^2=1,139; df=1;$ $p=0,2859$		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	4 (44,44%)	5 (55,56%)	4 (44,44%)	5 (55,56%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа – отфрлени	5 (23,81%)	16 (76,19%)	5 (23,81%)	14 (66,67%)	2 (9,52%)
P	-		-		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	12 (100%)	0 (0%)	12 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		



**Отфрлени импланти висока/ ниска класа
(N=30)**

отфрлени - висока класа	4 (44,44%)	5 (55,56%)	4 (44,44%)	5 (55,56%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	5 (23,81%)	16 (76,19%)	5 (23,81%)	14 (66,67%)	2 (9,52%)
P	² p=0,3888		нема/ мала: ² p=0,5988		
X ² = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за p<0,05		

Нови/ отфрлени импланти – споредба: Од сите нови импланти кај сите 20 (100%) немаше контаминација со магнезиум. Од отфрлените импланти кај 9 (30%) немаше контаминација со магнезиум, кај 19 (63,33%) таа беше мала, а кај 2 (6,67%) истата беше голема (табела 13 и график 17).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа магнезиумот не беше присутен кај 12 (70,59%) случаи, во мала контаминација го имаше кај 5 (29,41%), а кај ниеден имплант го немаше во голема контаминација. Кај имплантите од ниска класа магнезиумот не беше присутен кај 17 (51,52%), со мала контаминација беа 14 (42,42%), а голема контаминација имаше кај 2 (6,06%). Утврдена беше несигнификантна асоцијација на присуството, односно поголемиот степен на контаминацијата со магнезиум со ниска класа на импланти за консеквентно p=0,1955 vs p=0,2859 (табела 13 и график 17).



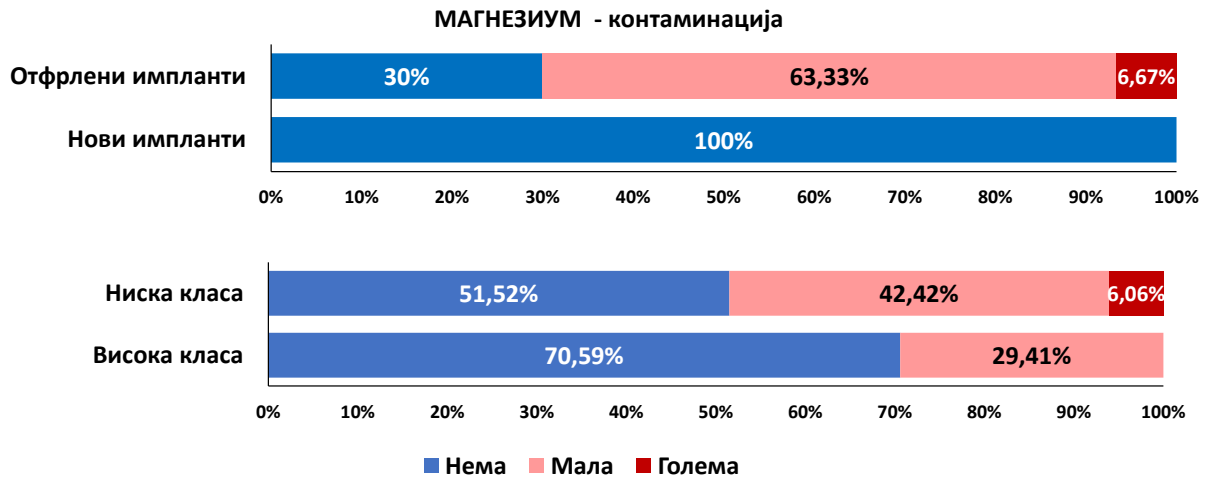


График 17. Степен на контаминација со магнезиум според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 17. Degree of Contamination with Magnesium (Mg) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти магнезиумот не беше присутен кај сите 8 (100%) случаи. Кај високата класа на отфрлени импланти магнезиумот не беше присутен кај 4 (44,44%), го имаше во мала контаминација кај 5 (55,56%), а кај високата класа немаше имплант со голема контаминација на магнезиум (табела 13 и график 18).



Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти магнезиумот не беше детектиран кај сите 12 (100%) импланти. Кај ниската класа на отфрлени импланти магнезиум немаше кај 5 (23,81%), кај 14 (66,67%) овој елемент беше присутен во мала контаминација, а кај 2 (9,52%) контаминацијата беше голема (табела 13 и график 18).

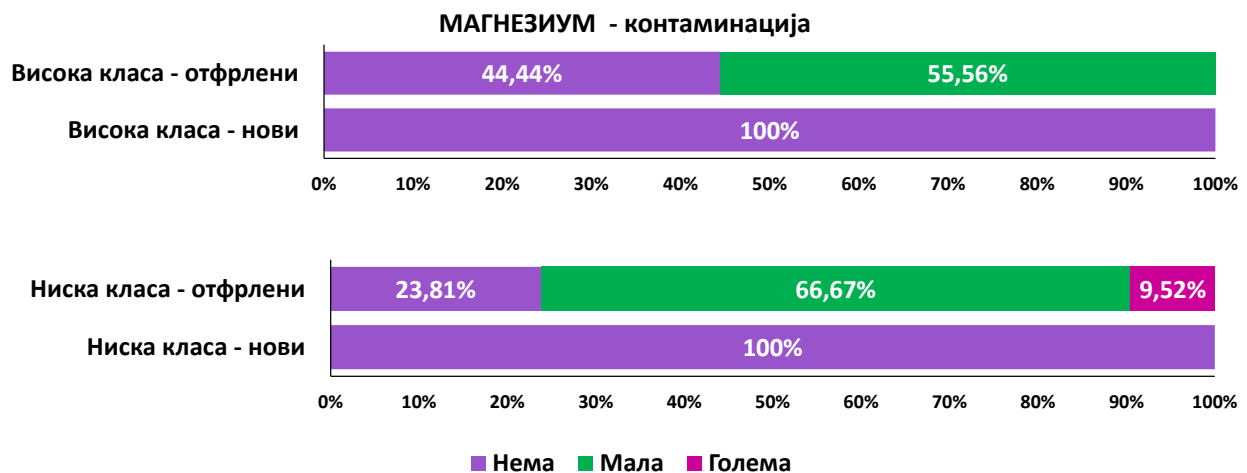


График 18. Степен на контаминација со магнезиум според комбинација на висока класа (нови/ отфрлени) и ниска класа (нови/ отфрлени) на импланти

Graph 18. Degree of Contamination with Magnesium (Mg) by Combination of High-Class (New/Rejected) and Low-Class (New/Rejected) Implants

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба: Кај сите 8 (100%) нови импланти од висока класа како и сите 12 (100%) нови импланти од ниска класа не беше утврдено присуство на магнезиум (табела 13 и график 19).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа магнезиум не беше присутен кај 4 (44,44%), а го имаше во мала контаминација кај 5 (55,56%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа присуство на магнезиум не беше утврдено кај 5 (23,81%) случаи, а во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 14 (66,67%) vs 2 (9,52%) од случаите. Утврдена беше несигнификантна



асоцијација на присуството, односно поголемиот степен на контаминацијата со магнезиум со ниска класа на отфрлени импланти за консеквентно $p=0,3888$ vs $p=0,5988$) (табела 13 и график 19).

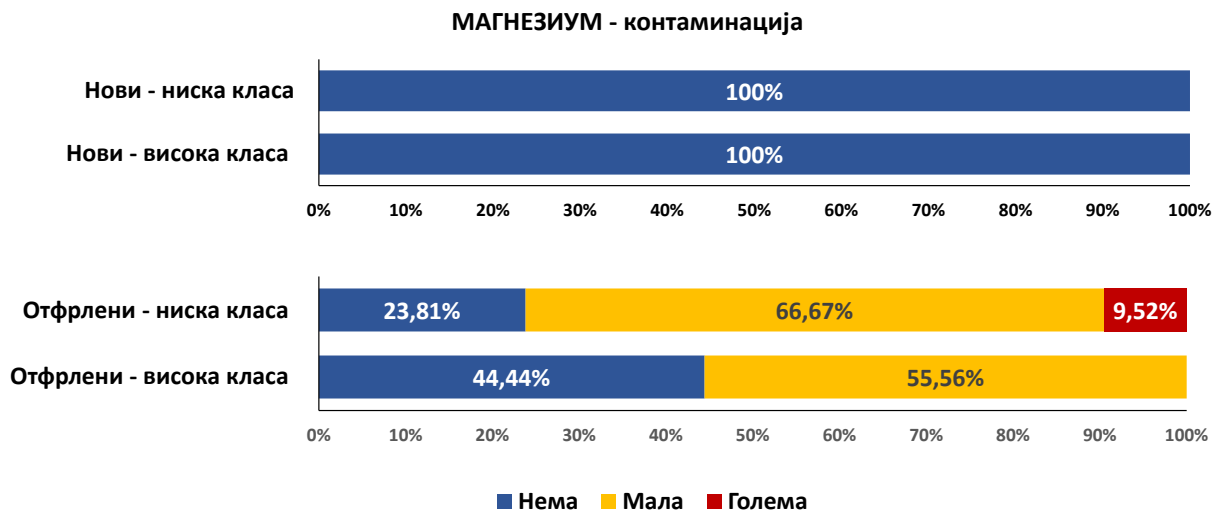


График 19. Степен на контаминација со магнезиум според комбинација на нови (висока/ ниска класа) и отфрлени (висока/ ниска класа) на импланти
Graph 19. Degree of Contamination with Magnesium (Mg) by Combination of New (High/Low Class) and Rejected (High/Low Class) Implants



Злато(Au)

Во рамките на истражувањето златото беше анализирано од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 14 и график 20-22).

Табела 14. Анализа на импланти според присуство и контаминација со злато (Au)

Table 14. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Gold (Au)

Параметри	Злато N (%)		Злато контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	16 (80%)	4 (20%)	16 (80%)	2 (10%)	2 (10%)
отфрлени	17 (56,67%)	13 (43,33%)	17 (56,67%)	4 (13,33%)	9 (30%)
P	² p=0,1294		¹ p=0,1937		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	16 (48,48%)	17 (51,52%)	16 (48,48%)	6 (18,18%)	11 (33,33%)
P	-		-		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
P	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	8 (66,67%)	4 (33,33%)	8 (66,67%)	2 (16,67%)	2 (16,67%)
ниска класа – отфрлени	8 (38,10%)	13 (61,90%)	8 (38,10%)	4 (19,05%)	9 (42,86%)
P	² p=0,1570		¹ p=0,2368		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
нови - ниска класа	8 (66,67%)	4 (33,33%)	8 (66,67%)	2 (16,67%)	2 (16,67%)
P	-		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					



отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	8 (38,10%)	13 (61,90%)	8 (38,10%)	4 (19,05%)	9 (42,86%)
P	-		-		
χ^2 = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за $p < 0,05$		



Нови/ отфрлени импланти – споредба: Од сите нови импланти кај 16 (80%) немаше контаминација со злато, кај 2 (10%) контаминацијата со злато беше мала, а кај 2 (10%) утврдена беше голема контаминација со овој елемент. Од отфрлените импланти кај 17 (56,67%) немаше контаминација со злато, кај 4 (13,33%) таа беше мала, а кај 9 (30%) истата беше голема. Утврдена беше несигнификантна асоцијација на отфрлените импланти со присуството, односно поголемиот степен на контаминација со злато за консеквентно $p=0,1294$ vs $p=0,1937$ (табела 14 и график 20).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа златото не беше присутно кај сите 17 (100%) случаи. Кај имплантите од ниска класа златото не беше присутно кај 16 (48,48%), со мала контаминација беа 6 (18,18%), а голема контаминација имаше кај 11 (33,33%) (табела 14 и график 20).

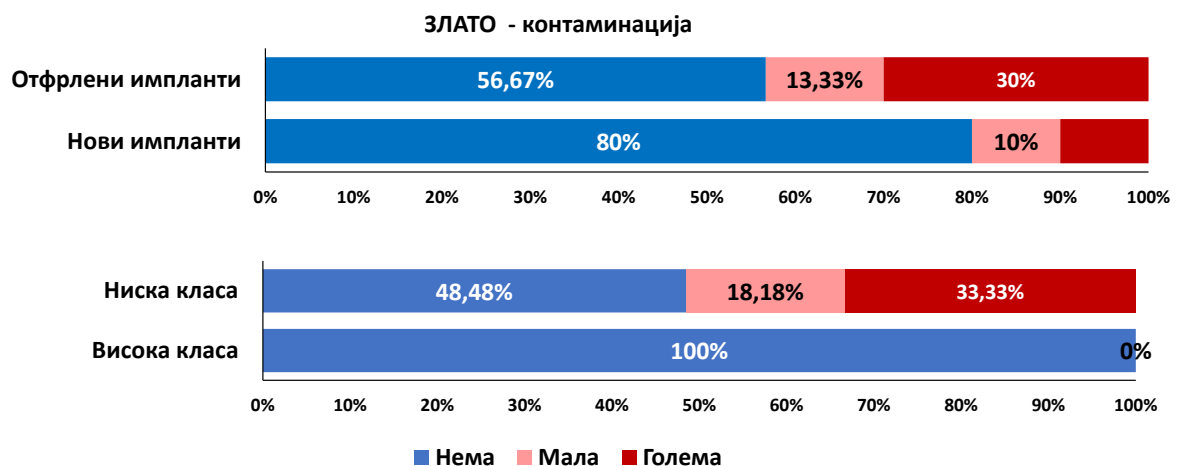


График 20. Степен на контаминација со злато според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 20. Degree of Contamination with Gold (Au) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Направената анализа во високата класа и на нови и на отфрлени импланти укажа дека златото не беше присутно и кај двете комбинации, односно кај консеквентно сите 8 (100%) vs 9 (100%) случаи (табела 14 и график 21).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба: Во ниската класа на нови импланти злато немаше кај 8 (66,67%), мала контаминација имаше кај 4 (19,05%), а голема контаминација имаше кај 9 (42,86%) импланти. Кај ниската класа на отфрлени импланти злато немаше кај 8 (38,10%), кај 4 (19,05%) го имаше во мала контаминација, а кај 9 (42,86%) импланти контаминацијата беше голема. Беше согледана несигнификантна асоцијација на присуството и поголемиот степен на контаминација со злато со ниската класа отфрлени импланти за консеквентно $p=0,1570$ vs $p=0,2368$ (табела 14 и график 21).

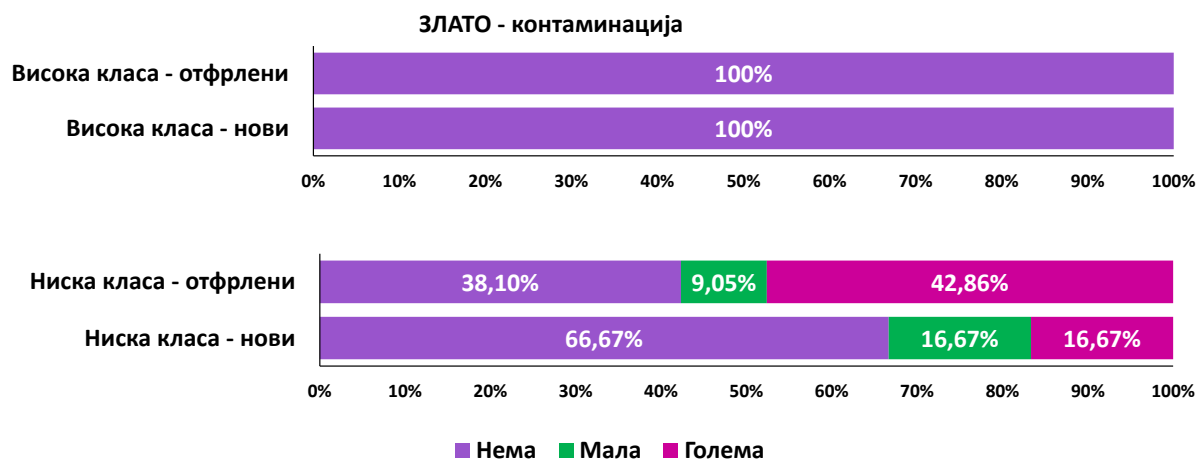


График 21. Степен на контаминација со злато според комбинација на висока класа (нови/ отфрлени) и ниска класа (нови/ отфрлени) на импланти

Graph 21. Degree of Contamination with Gold (Au) by Combination of High-Class (New/Rejected) and Low-Class (New/Rejected) Implants



Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај сите 8 (100%) нови импланти од висока класа златото не беше присутно. Кај новите импланти од ниска класа златото не беше присутно кај 8 (66,67%), а во мала контаминација го имаше кај 2 (16,67%), а во голема контаминација кај 2 (16,67%) случаи (табела 14 и график 22).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа злато немаше кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа присуство на злато не беше утврдено кај 8 (38,10%) случаи, а во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквенто 4 (19,05%) vs 9 (42,86%) од случаите (табела 14 и график 22).

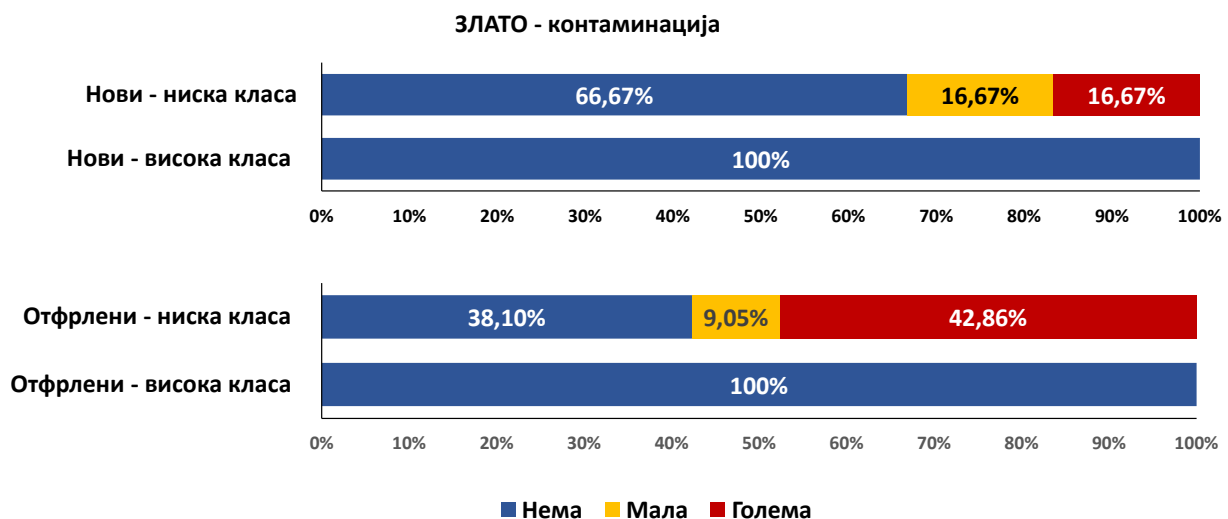


График 22. Степен на контаминација со злато според комбинација на нови (висока/ ниска класа) и отфрлени (висока/ ниска класа) на импланти
Graph 22. Degree of Contamination with Gold (Au) by Combination of New (High/Low Class) and Rejected (High/Low Class) Implants



Сулфур (S)

Во рамките на истражувањето беше направена анализа на сулфурот (S) од аспект на присуство/ отсуство на овој елемент на имплантите како и според степенот на контаминација со него во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 15 и график 23).

Табела 15. Анализа на импланти според присуство и контаминација со сулфур (S)

Table 15. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Sulfur (S)

Параметри	Сулфур N (%)		Сулфур контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	12 (60%)	8 (40%)	12 (60%)	2 (10%)	6 (30%)
отфрлени	12 (40%)	18 (60%)	12 (40%)	4 (13,33%)	14 (46,67%)
р	$\chi^2=1,923; df=1;$ $p=0,1655$		$^1p=0,3782$		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	15 (88,24%)	2 (11,76%)	15 (88,24%)	2 (11,76%)	0 (0%)
ниска класа	9 (27,27%)	24 (72,73%)	9 (27,27%)	4 (12,12%)	20 (60,61%)
р	$^2p=0,00005^*$		нема/ мала: $^2p=0,3598$		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
висока класа – отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
р	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)	6 (50%)
ниска класа – отфрлени	3 (14,29%)	18 (85,71%)	3 (14,29%)	4 (19,05%)	14 (66,67%)
р	$^2p=0,0441^*$		-		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
нови - ниска класа	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	0 (0%)	6 (50%)
р	$^2p=0,3728$		-		
Отфрлени импланти висока/ ниска класа (N=30)					



отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	3 (14,29%)	18 (85,71%)	3 (14,29%)	4 (19,05%)	14 (66,67%)
ρ	-		-		
X ² = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за p<0,05		



Нови/ отфрлени импланти – споредба: Од сите нови импланти кај 12 (60%) немаше присуство на сулфур, кај 2 (10%) тој беше присутен во мала контаминација, а кај 6 (30%) случаи беше утврдена голема контаминација со сулфур. Од отфрлените импланти кај 12 (40%) немаше контаминација со сулфур, кај 4 (13,33%) таа беше мала, а кај 14 (46,67%) истата беше голема. Согледана беше несигнификантна асоцијација на отфрлените импланти со присуството, односно со поголемиот степен на контаминација со сулфур за консеквентно $p=0,1655$ vs $p=0,3782$ (табела 15 и график 23).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа сулфурот не беше присутен кај 15 (88,24%) случаи, а во мала контаминација овој елемент беше присутен кај 2 (11,76%) случаи. Кај ниеден од имплантите од висока класа не беше најдена голема контаминација со сулфур. Кај имплантите од ниска класа сулфурот не беше присутен кај 9 (27,27%) случаи, во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 4 (12,12%) vs 20 (60,61%) случаи. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на ниската класа на импланти со присуството на сулфур за $p=0,00005$ (табела 15 и график 23).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти сулфурот не беше присутен кај 6 (75%), а со мала контаминација беше присутен кај 2 (25%) случаи. Кај отфрлените импланти од висока класа сулфурот не беше присутен кај сите 9 (100%) случаи (табела 15 и график 23).



Ниска класа нови/ отфрлени – споредба: Во ниската класа на нови импланти сулфур не беше детектирано кај сите 6 (50%). Спротивно на тоа, кај отфрлени импланти од ниска класа немаше наод на сулфур само кај 3 (14,29%) случаи, кај 4 (19,05%) од овие импланти беше утврдена мала контаминација, а кај 14 (66,67%) имаше голема контаминација со овој елемент. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на отфрлените импланти од ниска класа и присуството на сулфур за $p=0,0441$ (табела 15 и график 23).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај 6 (75%) нови импланти од висока класа немаше присуство на сулфур, а кај 2 (25%) беше детектирана мала контаминација со овој елемент. Кај новите импланти од ниска класа присуството на сулфур не беше детектирано кај 6 (50%) од имплантите, а кај исто толку 6 (50%) контаминацијата со овој елемент беше голема. Имаше несигнификантна асоцијација на присуството на сулфур со новите импланти од ниска класа ($p=0,3728$) (табела 15 и график 23).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба: Кај отфрлените импланти од висока класа сулфур не беше детектиран кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа присуство на сулфур беше утврдено кај 3 (14,29%) од случаите, а мала односно голема контаминација имаше консеквентно кај 4 (19,05%) vs 14 (66,67%) случаи (табела 15 и график 23).



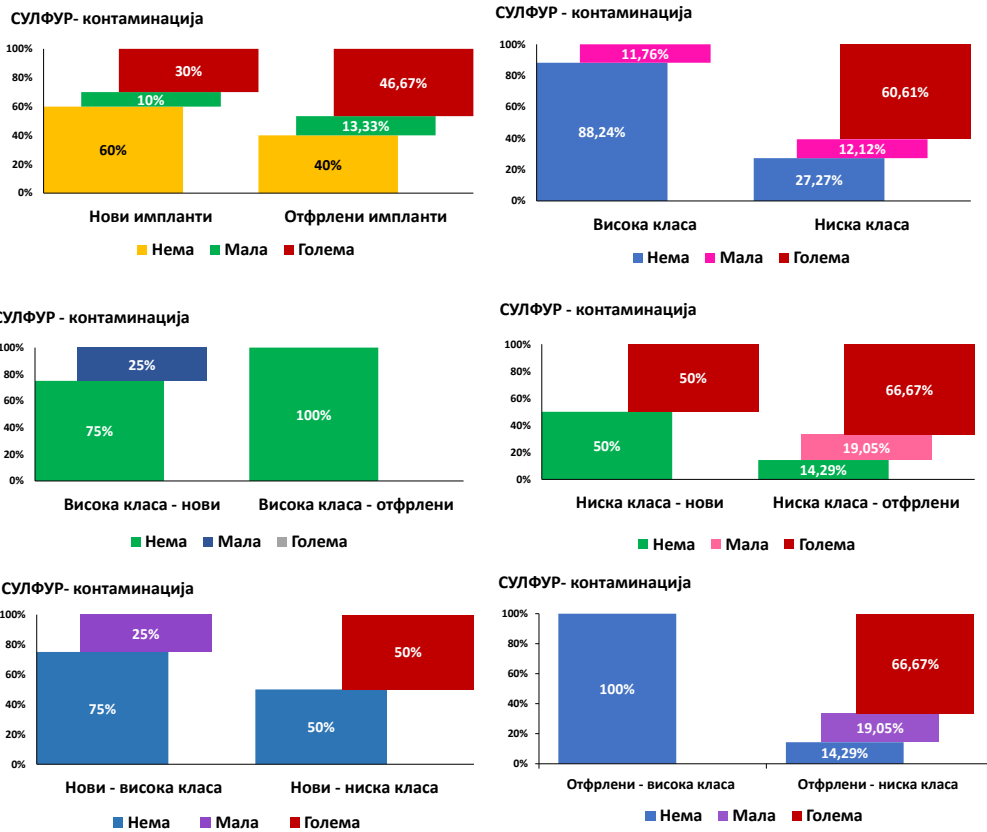


График 23. Степен на контаминација со сулфур (P) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 23. Degree of Contamination with Sulfur (S) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Хлор (Cl)

Беше направена анализа од аспект на присуство/ отсуство на хлорот (Cl) како и според степенот на контаминација на имплантите со овој елемент во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 16 и график 23).

Табела 16. Анализа на импланти според присуство и контаминација со хлор (Cl)

Table 16. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Chlorine (Cl)

Параметри	Хлор N (%)		Хлор контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	10 (50%)	10 (50%)	10 (50%)	10 (50%)	0 (0%)
отфрлени	14 (46,67%)	16 (53,33%)	14 (46,67%)	8 (26,68%)	8 (26,68%)
р	X ² =0,053; df=1; p=0,8172		нема/ мала: ² p=0,5335		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	15 (88,24%)	2 (11,76%)	15 (88,24%)	2 (11,76%)	0 (0%)
ниска класа	9 (27,27%)	24 (72,73%)	9 (27,27%)	16 (48,48%)	8 (24,24%)
р	² p=0,00001*		нема/ мала: ² p=0,0012*		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
висока класа - отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
р	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
Ниска класа - нови	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	8 (66,67%)	0 (0%)
ниска класа - отфрлени	5 (23,81%)	16 (76,19%)	5 (23,81%)	8 (38,10%)	8 (38,10%)
р	² p=0,6904		нема/ мала: ² p=1,0000		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	6 (75%)	2 (25%)	6 (75%)	2 (25%)	0 (0%)
нови - ниска класа	4 (33,33%)	8 (66,67%)	4 (33,33%)	8 (66,67%)	0 (0%)
р	² p=0,3728		нема/ мала: ² p=0,3728		



Отфрлени импланти висока/ ниска класа
(N=30)

отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	5 (23,81%)	16 (76,19%)	5 (23,81%)	8 (38,10%)	8 (38,10%)
ρ	-		-		
X ² = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за p<0,05		



Нови/ отфрлени импланти – споредба. Од сите нови импланти кај 10 (50%) немаше присуство на хлор, кај 10 (50%) тој беше присутен во мала контаминација, а кај ниеден случаи не беше утврдена голема контаминација со хлор. Од отфрлените импланти кај 14 (46,67%) немаше контаминација со хлор, кај 8 (26,68%) таа беше мала, а кај 8 (26,68%) истата беше голема. Согледана беше несигнификантна асоцијација на отфрлените импланти со присуството, односно со поголем степен на контаминација со хлор за консеквентно $p=0,8172$ vs $p=0,5335$ (табела 16 и график 24).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа хлорот не беше присутен кај 15 (88,24%) случаи, а во мала контаминација овој елемент беше присутен кај 2 (11,76%) случаи. Кај ниеден од имплантите од висока класа не беше најдена голема контаминација со хлор. Кај имплантите од ниска класа хлорот не беше присутно кај 9 (27,27%) случаи, во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 16 (48,48%) vs 8 (24,24%) случаи. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на ниската класа на импланти со присуството и поголемиот степен на контаминација со хлор за $p=0,00001$ vs $p=0,0012$ (табела 16 и график 24).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа на нови импланти хлорот не беше присутен кај 6 (75%), а со мала контаминација беше присутен кај 2 (25%) случаи. Кај отфрлените импланти од висока класа хлорот не беше присутен кај сите 9 (100%) случаи (табела 16 и график 24).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти хлорот не беше детектиран кај 4 (33,33%), а во мала контаминација го имаше кај 8 (66,67%) случаи. Кај новите импланти од ниска класа не беше детектирано големо присуство на хлор. Спротивно на тоа, кај отфрлените импланти од ниска класа немаше наод на хлор кај 5 (23,81%) случаи, кај 8 (38,10%) од овие импланти беше утврдена мала контаминација со хлор и кај исто толку 8 (38,10%) имаше голема контаминација со овој елемент. Утврдена беше



несигнификантна асоцијација на отфрлените импланти од ниска класа со присуството на хлор за $p=0,6904$ (табела 16 и график 24).

Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај 6 (75%) нови импланти од висока класа немаше присуство на сулфор, а кај 2 (25%) беше детектирана мала контаминација со овој елемент. Кај новите импланти од ниска класа присуството на хлор не беше детектирано кај 4 (33,33%), а кај 8 (66,67%) контаминацијата со овој елемент беше голема (табела 16).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа хлор не беше детектиран кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа присуство на хлор не беше утврдено кај 5 (23,81%) од случаите, а мала, односно голема контаминација имаше кај по 8 (38,10%) случаи (табела 16 и график 24).



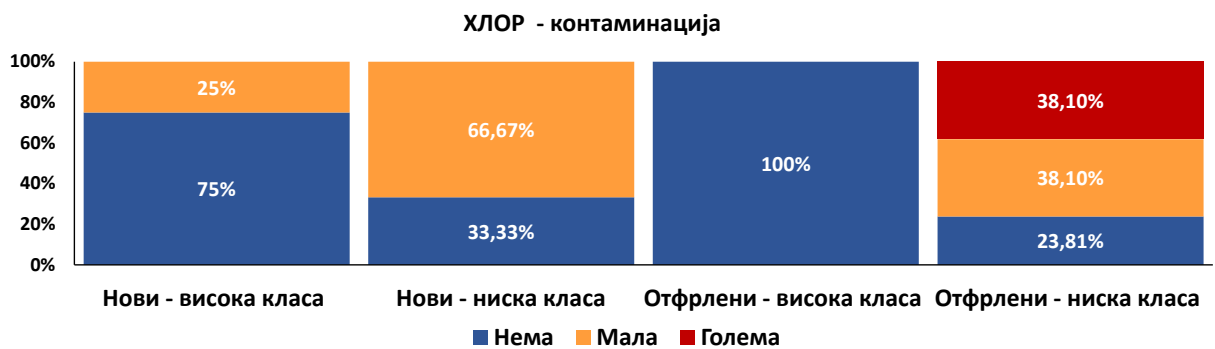
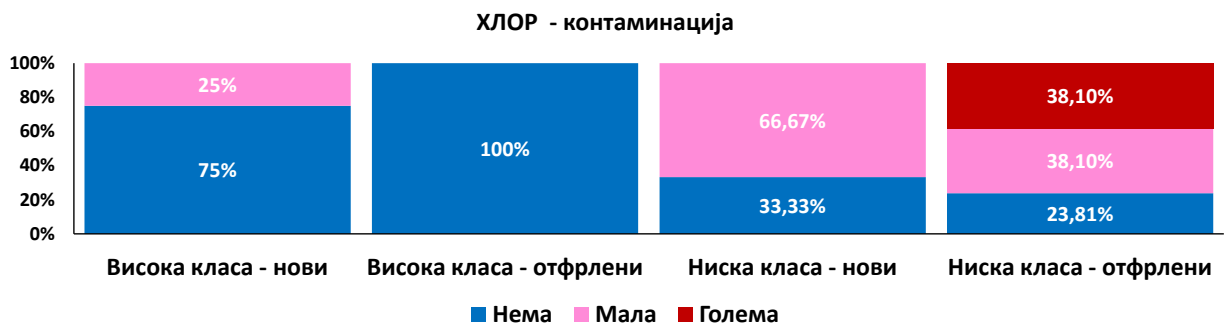
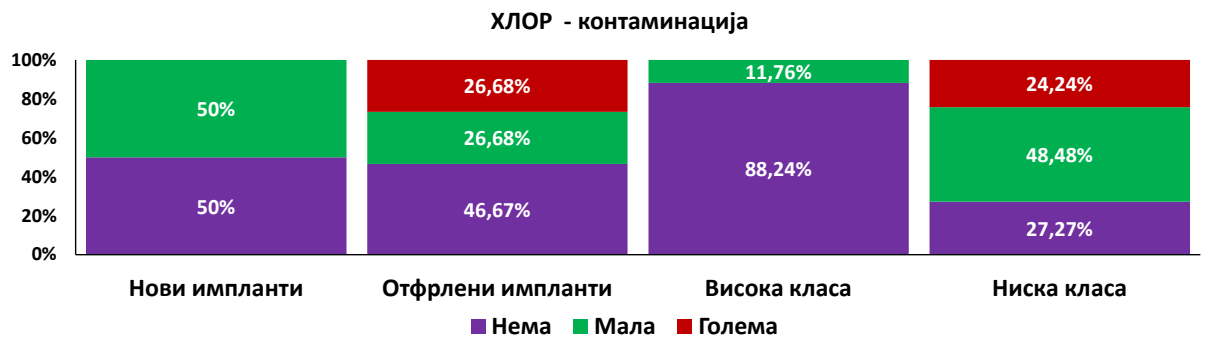


График 24. Степен на контаминација со хлор (Cl) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 24. Degree of Contamination with Chlorine (Cl) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Алуминиум (Al)

Во рамките на анализата на ова истражување беше направена анализа од аспект на присуство/ отсуство на алуминиумот (Al) како и на степенот на контаминација на имплантите со овој елемент во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 17 и график 25).

Табела 17. Анализа на импланти според присуство и контаминација со алуминиум (Al)

Table 17. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Aluminum (Al)

Параметри	Алуминиум N (%)		Алуминиум контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Видови импланти (N=50)					
нови	14 (70%)	6 (30%)	14 (70%)	2 (10%)	4 (20%)
отфрлени	10 (33,33%)	20 (66,67%)	10 (33,33%)	12 (40%)	8 (26,67%)
р	X ² =6,464; df=1; p=0,0110*		нема/ мала: ² p=0,0242*		
Класа на импланти (N=50)					
висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	7 (21,21%)	26 (78,79%)	7 (21,21%)	14 (42,42%)	12 (36,36%)
р	-		-		
Висока класа нови/ отфрлени (N=17)					
висока класа - нови	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
висока класа - отфрлени	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
р	-		-		
Ниска класа нови/ отфрлени (N=33)					
ниска класа - нови	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	2 (16,67%)	4 (33,33%)
ниска класа - отфрлени	1 (4,76%)	20 (95,34%)	1 (4,76%)	12 (57,14%)	8 (38,10%)
р	² p=0,0047*		нема/ мала: ¹ p=0,0056*		
Нови импланти висока/ ниска класа (N=20)					
нови - висока класа	8 (100%)	0 (0%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)



нови - ниска класа	6 (50%)	6 (50%)	6 (50%)	2 (16,67%)	4 (33,33%)
p	-		-		

**Отфрлени импланти висока/ ниска класа
(N=30)**

отфрлени - висока класа	9 (100%)	0 (0%)	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени - ниска класа	1 (4,76%)	20 (95,34%)	1 (4,76%)	12 (57,14%)	8 (38,10%)
p	-		-		

χ^2 = Pearson Chi-square test;
²Fisher exact test

¹Fisher Freeman Halton exact Test;
*сигнификантно за $p < 0,05$



Нови/ отфрлени импланти – споредба. Од сите нови импланти кај 14 (70%) немаше присуство на алуминиум, кај 2 (10%) тој беше присутен во мала контаминација, а кај 4 (20%) беше утврдена голема контаминација со овој елемент. Од отфрлените импланти кај 10 (33,33%) немаше контаминација со алуминиум, кај 12 (40%) таа беше мала, а кај 8 (26,68%) истата беше голема. С огледана беше сигнификантна асоцијација на отфрлените импланти со присуството, односно со поголем степен на контаминација со алуминиум за консеквентно $p=0,0110$ vs $p=0,0242$ (табела 17 и график 25).

Висока/ ниска класа на импланти – споредба. Кај имплантите од висока класа алуминиумот не беше присутен кај сите 17 (100%) случаи. Кај имплантите од ниска класа алуминиумот не беше присутен кај 7 (21,21%) случаи, во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 14 (42,42%) vs 12 (36,36%) случаи (табела 17 и график 25).

Висока класа нови/ отфрлени – споредба. Во високата класа како на нови, така и на отфрлени импланти алуминиумот не беше присутен кај консеквентно сите 8 (100%) vs 9 (100%) (табела 17 и график 25).

Ниска класа нови/ отфрлени – споредба. Во ниската класа на нови импланти алуминиумот не беше детектиран кај 6 (50%), во мала контаминација го имаше кај 2 (16,67%) случаи, а во голема контаминација кај 4 (33,33%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа немаше наод на алуминиум кај 1 (4,76%) случај, кај 12 (57,14%) од овие импланти беше утврдена мала контаминација со алуминиум и кај 8 (38,10%) имаше голема контаминација со овој елемент. Утврдена беше сигнификантна асоцијација на отфрлените импланти од ниска класа и присуството, односно поголема контаминација со алуминиум за консеквентно $p=0,0047$ vs $p=0,0056$ (табела 17 и график 25).



Нови импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај сите 8 (100%) нови импланти од висока класа немаше присуство на алуминиум. Кај новите импланти од ниска класа присуството на алуминиум не беше детектирано кај 6 (50%), кај 2 (16,67%) контаминацијата со овој елемент беше мала, а кај 4 (33,33%) импланти анализата покажа голема контаминација (табела 17 и график 25).

Отфрлени импланти висока/ ниска класа – споредба. Кај отфрлените импланти од висока класа алуминиум не беше детектиран кај сите 9 (100%) случаи. Кај отфрлените импланти од ниска класа присуство на алуминиум не беше утврдено кај 1 (4,76%) од случаите, а мала, односно голема контаминација имаше кај консеквентно 12 (57,14%) vs 8 (38,10%) случаи.(табела 17 и график 25).

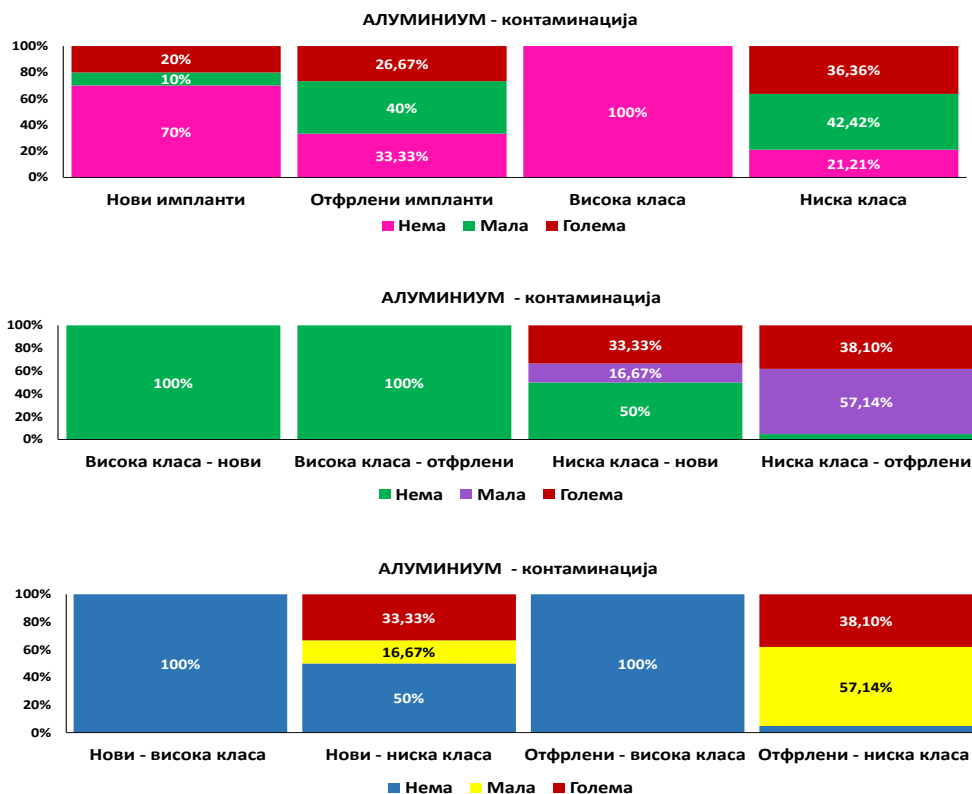


График 25. Степен на контаминација со алуминиум (Al) според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
Graph 25. Degree of Contamination with Aluminum (Al) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



Ванадиум, бизмут и молибден

Во текот на истражувањето дополнително беше направен дескриптивен преглед на 3 елемента и тоа: ванадиум (V), бизмут (Bi) и молибден (Mo), од аспект на присуство/ отсуство како и според степенот на контаминација на имплантите во три категории (нема/ мала/ голема) (табела 18 и график 26).

Табела 18. Анализа на импланти според присуство и контаминација со ванадиум(V), бизмут(Bi) и молибден(Mo)

Table 18. Analysis of Implants by Presence and Contamination with Vanadium (V), Bismuth (Bi), and Molybdenum (Mo)

Параметри	Присуство N (%)		Контаминација N (%)		
	Не	Да	Нема	Мала	Голема
Ванадиум - Видови импланти (N=50)					
нови	14 (70%)	6 (30%)	14 (70%)	2 (10%)	4 (20%)
отфрлени	14 (46,67%)	16 (53,33%)	14 (46,67%)	5 (16,66%)	11 (36,37%)
P	$X^2=2,651; df=1;$ $p=0,1034$		$^1p=0,2646$		
Ванадиум - Класа на импланти (N=50)					
висока класа	15 (88,24%)	2 (11,76%)	15 (88,24%)	2 (11,76%)	0 (0%)
ниска класа	13 (39,39%)	20 (60,61%)	13 (39,39%)	5 (15,15%)	15 (45,45%)
P	$^2p=0,0011^*$		нема/ мала: $^2p=0,4017$		
Бизмут - Видови импланти (N=50)					
нови	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени	21 (70%)	9 (30%)	21 (70%)	7 (23,33%)	2 (6,67%)
P	-		-		
Бизмут - Класа на импланти (N=50)					
висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	24 (72,73%)	9 (27,27%)	24 (72,73%)	7 (21,21%)	2 (6,06%)
P	-		-		
Молибден - Видови импланти (N=50)					
нови	20 (100%)	0 (0%)	20 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
отфрлени	22 (73,33%)	8 (26,67%)	22 (73,33%)	5 (16,67%)	3 (10%)
P	-		-		
Молибден - Класа на импланти (N=50)					



висока класа	17 (100%)	0 (0%)	17 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
ниска класа	25 (75,76%)	8 (24,24%)	25 (75,75%)	5 (15,15%)	3 (9,09%)
P	-		-		
χ^2 = Pearson Chi-square test; ² Fisher exact test			¹ Fisher Freeman Halton exact Test; *сигнификантно за $p < 0,05$		

Ванадиум (нови/ отфрлени импланти) – споредба. Од сите нови импланти кај 6 (30%) немаше присуство на ванадиум, кај 2 (10%) тој беше присутен во мала контаминација, а кај 4 (20%) беше утврдена голема контаминација со овој елемент. Од отфрлените импланти кај 14 (46,67%) немаше контаминација со алуминиум, кај 5 (16,67%) таа беше мала, а кај 11 (36,37%) истата беше голема. Согледана беше несигнификантна асоцијација на отфрлените импланти со присуство, односно со поголем степен на контаминација со ванадиум за консеквентно $p=0,1034$ vs $p=0,2646$ (табела 18 и график 26).

Ванадиум (висока/ ниска класа на импланти) – споредба: Кај имплантите од висока класа ванадиумот не беше присутен кај 15 (88,24%) случаи, а кај 2 (11,76%) го имаше во мала контаминација. Кај имплантите од ниска класа ванадиумот не беше присутен кај 13 (39,39%) случаи, во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 5 (15,15%) vs 15 (45,45%) случаи. Имаше сигнификантна асоцијација на ниската класа на импланти со присуството на ванадиум (табела 18 и график 26).

Бизмут (нови/ отфрлени импланти) – споредба. Од сите нови импланти кај сите 20 (100%) немаше присуство на бизмут. Од отфрлените импланти кај 21 (70%) немаше контаминација со алуминиум, кај 7 (23,33%) таа беше мала, а кај 2 (6,67%) истата беше голема (табела 18 и график 26).



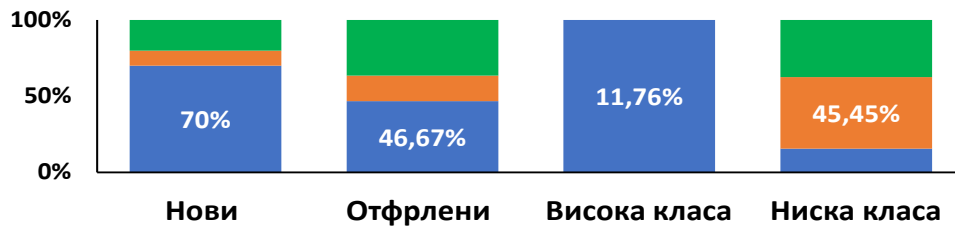
Бизмут (висока/ ниска класа на импланти) – споредба. Кај имплантите од висока класа бизмутот не беше присутен кај сите 17 (100%) случаи. Кај имплантите од ниска класа бизмутот не беше присутен кај 22 (73,33%) случаи, во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 5 (16,67%) vs 3 (10%) случаи (табела 18 и график 26).

Молибден (нови/ отфрлени импланти) – споредба: Од сите нови импланти кај сите 20 (100%) немаше присуство на молибден. Од отфрлените импланти кај 22 (73,33%) немаше контаминација со алуминиум, кај 5 (16,67%) таа беше мала, а кај 3 (10%) истата беше голема (табела 18 и график 26).

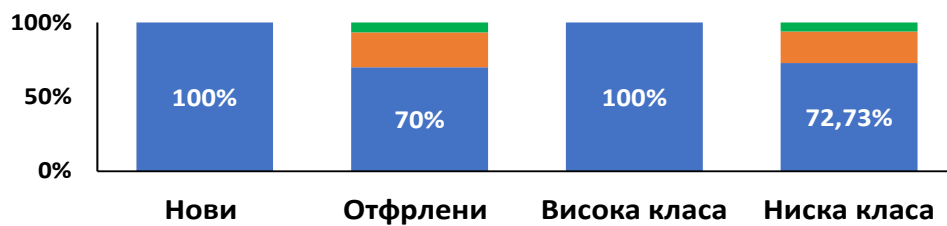
Молибден (висока/ ниска класа на импланти) – споредба: Кај имплантите од висока класа молибденот не беше присутен кај сите 17 (100%) случаи. Кај имплантите од ниска класа молибденот не беше присутен кај 22 (73,33%) случаи, во мала, односно голема контаминација го имаше кај консеквентно 5 (15,15%) vs 3 (9,09%) случаи (табела 18 и график 26).



Ванадиум



Бизмут



Молибден

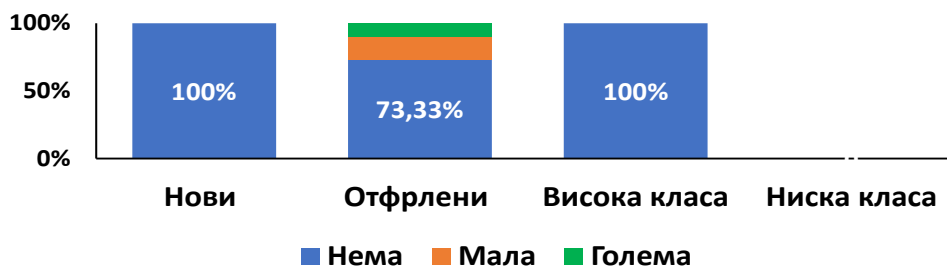


График 26. Степен на контаминација со ванадиум, бизмут и молибден според видови (нови/ отфрлени) и класа (висока/ ниска) на импланти
 Graph 26. Degree of Contamination with Vanadium (V), Bismuth (Bi), and Molybdenum (Mo) by Type (New/Rejected) and Class (High/Low) of Implants



7.2. Анкетно истражување

Вториот дел на студијата претставуваше анкетно истражување на 30 професионалци во областа на имплантологијата во однос на нивните искуства во врска со работата со импланти. За овој дел беше употребен, посебно за оваа цел, конструиран прашалник од 15 прашања со комбинација на прашања од отворен и затворен тип.

Табела 19. Внатрешна конзистентност за одговори од анкетно истражување
Table 19. Internal Consistency of Responses from the Survey Research

Блок	Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	Вкупно прашања во блок
Анкетни прашања	0,903	0,901	15

За согледување на внатрешната конзистентност на блокот од 15 прашања за професионалното искуство од областа на имплантологијата, направена беше анализа на веродостојноста (Reliability analysis) на добиените одговори преку пресметување на коефициентот Cronbach's alpha. За целиот блок од 15 прашања, анализата покажа дека коефициентот Cronbach's Alpha за 30 доктори на стоматологија изнесува 0,903 што покажува висока конзистентност т.е. веродостојност на добиените одговори (табела 19).

Просечната возраст на анкетираниите доктори на стоматологија со искуство во имплантологијата изнесуваше $40,47 \pm 7,47$ години со минимална возраст од 27 и максимална возраст од 62 години. Мнозинството на анкетираниите професионалци од областа на имплантологијата беа мажи 26 (86,67%), а само 4 (13,33%) беа жени. Просечното професионално искуство со импланти во години изнесуваше $8,20 \pm 3,63$ со минимимум искуство од 3 и максимум од 16 години (табела 20а).



Најголемиот дел од анкетираниите професионалци и тоа 19 (63,33%) ги користат двете класи на импланти следено со 8 (26,67%), кои користат само висока класа и само 3 (10,00%) кои одговориле дека користат ниска класа на импланти (табела 20а).

Кај професионалците во истражувањето просечниот број на поставени импланти годишно изнесувал $165,33 \pm 149,04$ со минимум 20 и максимум 600 поставени импланти. Околу 50% од анкетираниите поставуваат ≥ 125 импланти годишно, односно 25% од нив изјавиле дека поставуваат ≥ 200 импланти годишно (табела 20а).

Табела 20а. Дескриптивен приказ на одговори на анкетно истражување за импланти

Table 20a. Descriptive Overview of Survey Responses on Implants

Прашања	Одговор N (%)
Возраст (години)	
Mean \pm SD (min/ max)	40,47 \pm 7,47 (27 / 62)
Пол	
мажи	26 (86,67%)
жени	4 (13,33%)
Години на професионално искуство со импланти?	
Mean \pm SD (min/ max)	8,20 \pm 3,63 (3 / 16)
Која класа импланти ја користите?	
висока	8 (26,67%)
ниска	3 (10,00%)
двете	19 (63,33%)
Број на импланти поставени годишно?	
Mean \pm SD (min/ max)	165,33 \pm 149,04 (20 / 600)
Дали цената на имплантот влијае врз изборот на пациентот?	
да	24 (80%)
не	6 (20%)
Која класа импланти ја преферираат пациентите?	
висока	4 (13,33%)



ниска	12 (40%)
двете	14 (46,67%)

Клучен фактор за успешна имплантација?

орална хигиена	3 (10%)
професионално искуство	18 (60%)
имплантна површина	9 (30%)

Фактор за отфрлање на имплантот?

орална хигиена	16 (53,33%)
професионално искуство	5 (16,67%)
имплантна површина	8 (26,67%)
хронично заболување	1 (3,33%)



Табела 20б. Дескриптивен приказ на одговори на анкетно истражување за импланти

Table 20b. Descriptive Overview of Survey Responses on Implants

Прашања	Одговор N (%)
Честота на отфрлање на имплантот	
никогаш	1 (3,33%)
понекогаш	17 (56,67%)
ретко	12 (40%)
Каде е почесто отфрлањето на имплантот согласно полот?	
мажи	5 (16,67%)
жени	2 (6,67%)
нема разлика	23 (70,67%)
Каде е почесто отфрлањето на имплантот согласно возраста?	
млади	1 (3,33%)
средовечни	4 (13,33%)
возрасни	13 (43,33%)
нема разлика	12 (40%)
Дали отфрлањето на имплантот зависи од оралната хигиена	
да	28 (93,33%)
не	2 (6,67%)
Дали отфрлањето на имплантот зависи од класата?	
да	10 (33,33%)
не	19 (63,33%)
не знам	1 (3,33%)
Дали отфрлањето на имплантот зависи од имплантната површина?	
да	17 (56,67%)
не	12 (40%)
не знам	1 (3,33%)



Најголемиот дел или 24 (80%) од анкетираниите професионалци сметаат дека цената на имплантот влијае на пациентот во донесување на решение за избор. Во однос на класата на импланти, според 12 (40%) од професионалците, пациентите се решаваат за ниска класа на импланти, иако 14 (46,67%) од професионалците, сепак, се изјасниле дека и двете класи се во фокусот на избор, а само 4 (13,33%) имаат искуство со пациенти кои се решаваат за висока класа на импланти (табела 20а и график 27а-б).

Мнозинството професионалци или 18 (60%) одговориле дека успешноста на имплантацијата зависи од професионалното искуство следено со 9 (30%) според кои тоа зависи од имплантната површина. За најголемиот дел од анкетираниите имплантолози или 16 (53,33%) оралната хигиена на пациентот е носечки фактор за отфрлање на имплантот следено со двојно помалку или 8 (26,67%) од нив, кои сметаат дека тоа е имплантната површина (табела 20а и график 27а-б).

Само 1 (3,33%) од анкетираниите професионалци одговориле дека досега немале случај на отфрлен имплант, додека мнозинството анкетирани одговориле дека тоа им се случува понекогаш, односно ретко за консеквентно 17 (56,67%) vs 12 (40%) (табела 20б и график 27а-б).

За 23 (70,67%) од анкетираниите професионалци со искуство во имплантологијата нема разлика помеѓу двата пола во однос на отфрлањето на имплантот, но дека, сепак, согласно 13 (43,33%) од нив тоа повеќе се случува кај повозрасните пациенти (табела 20б и график 27а-б).

Генерален е ставот кај 28 (93,33%) анкетирани имплантолози дека отфрлањето на имплантот зависи од оралната хигиена на пациентот, за 19 (63,33%) отфрлањето не зависи од класата на имплантот и за 17 (56,67%) отфрлањето на имплантот е поврзано со имплантната површина (табела 20б и график 27а-б).



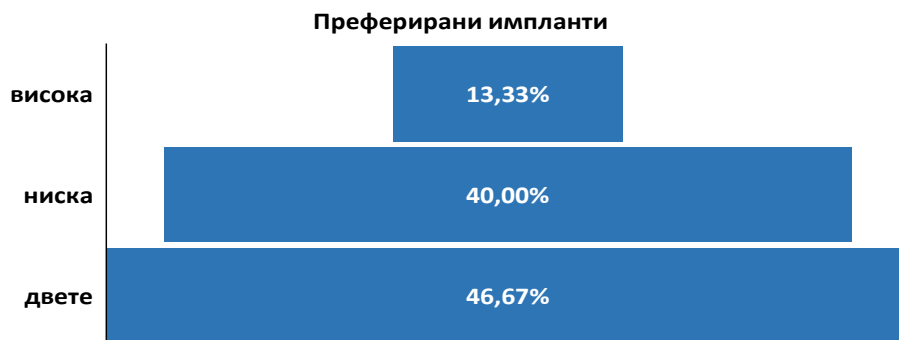
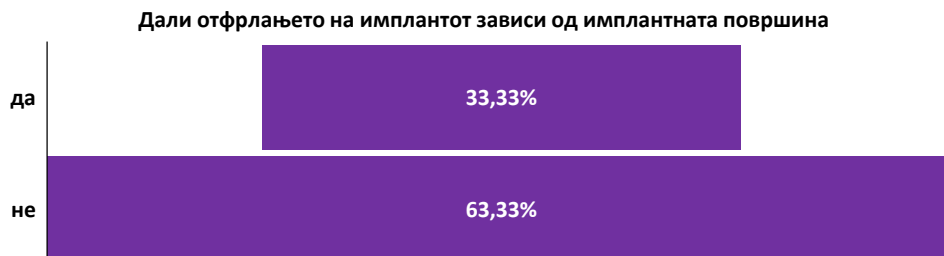




График 27а. Приказ на селектирани одговори од анкетно истражување за импланти

Graph 27a. Visualization of Selected Survey Responses on Implants



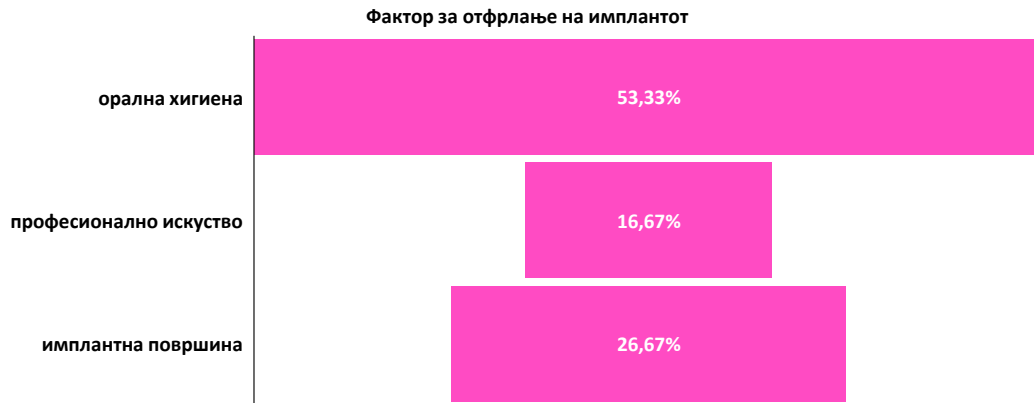


График 27б. Приказ на селектирани одговори од анкетно истражување за импланти

Graph 27b. Visualization of Selected Survey Responses on Implants

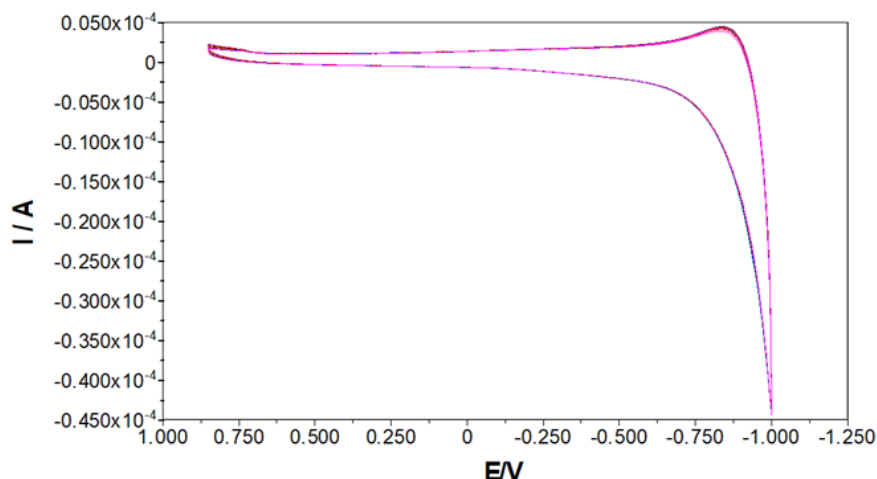


Експериментални резултати од волтаметриските студии на дентални импланти во присуство на разни хемиски системи

Волтаметријата претставува моќна електрохемиска техника која многу често се користи за карактеризација на корозивните својства и биокompatибилноста на денталните метални биоматеријали. Со примена на волтаметриски методи, пред сè, на цикличната волтаметрија и диференцијалната пулсна волтаметрија, можно е да се испитува најчесто оксидациското однесување на различни метални легури во физиолошки услови. Ваквите електрохемиски студии се од суштинско значење за проценка на стабилноста на денталните биоматеријали како и за потенцијалното влијание на денталните биоматеријали врз оралното здравје. Во анализата на денталните биоматеријали, волтаметријата овозможува детално проучување на пасивирачките слоеви на нерѓосувачките легури, кои се широко користени во стоматолошките импланти. Преку анализа на пиковите и структурата на цикличните волтамограми, можно е да се добијат голем број на корисни информации за потенцијалните корозивни процеси и интеракцијата на елементите од денталниот имплант со хемиски системи присутни во плунката и телесните течности. Покрај тоа, во соодветно дизајнирани експерименти, преку волтаметриските студии можно е **ин vitro** да се студира и влијанието на хемиски системи што се применуваат во денталната медицина врз активноста на денталните биоматеријали. Во овој дел од дисертацијата, се претставени сет од волтаметриски резултати во кои е следена активноста на дентални импланти во присуство на некои хемиски системи што се применуваат во денталната орална пракса. Покрај тоа, врз активноста на денталниот имплант е студирано и присуството на некои лекарства кои често се применуваат кај пациенти со хронични заболувања. Резултатите од овој сегмент од дисертацијата можат да бидат искористени како квалитативен сет од информации што можат да дадат насоки за системите кои придонесуваат кон поголема активност и евентуална дисфункционалност на денталните титаниумски импланти.



На слика 2, се претставени серија од циклични волтамограми на дентален имплант употребен како работна електрода, кои се снимени при последователни циклизации во присуство на фосфатен пуфер со рН од 7.00. Како што може да се забележи од структурата на цикличните волтамограми, во подрачје на потенцијали од -1.0 V до + 0.85 V, последователните циклизации, снимени во период од 2 часа, не доведуваат до промени во волтаметриските криви. Овие карактеристики на цикличните волтамограми имплицираат дека денталниот имплант не покажува активност при вакви услови. Скоро идентични карактеристики на цикличните волтамограми (како тие прикажани на слика 2) беа забележани и во присуство на гликоза, ибупрофен, аспирин и кетонал присутни во концентрации од 0.1 mmol/L до 10 mmol/L во електрохемиската ќелија, додека релативно мала активност на денталниот имплант беше забележана во присуство на лимонска киселина во концентрации од 1 mmol/L (слика 3).

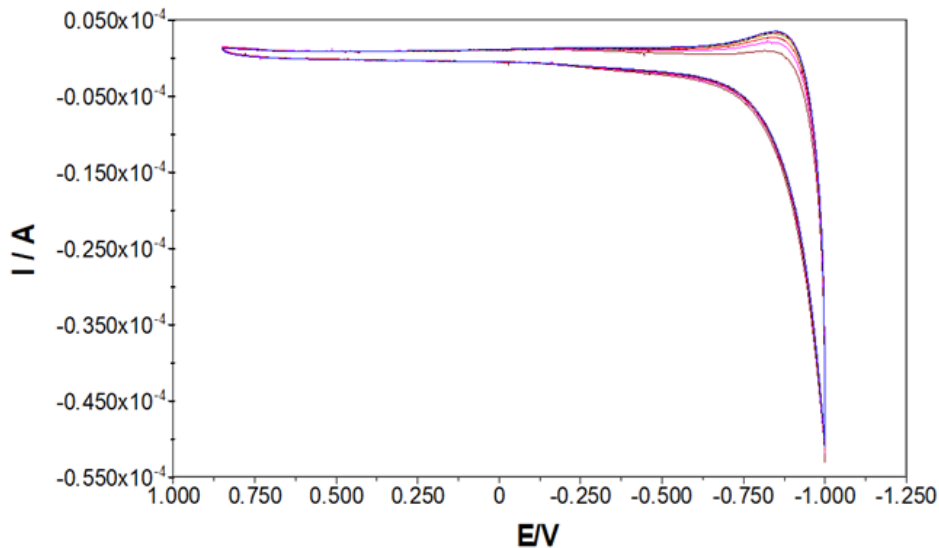


Слика 2. Серија од циклични волтамограми на дентален имплант, користен како работна електрода, снимени во фосфатен пуфер со рН = 7.0, при брзини на скенирање од 50 mV/s за период од 2 часа. Идентични карактеристики на цикличните волтамограми беа забележани и во присуство на гликоза, ибупрофен, аспирин и кетонал присутни во концентрации од 0.1 mmol/L до 10 mmol/L во електрохемиската ќелија.

Figure 2. Series of Cyclic Voltammograms of a Dental Implant Used as a Working Electrode, Recorded in a Phosphate Buffer with pH = 7.0, at a Scan Rate of 50 mV/s Over a Period of 2 Hours. Identical Characteristics of the



Cyclic Voltammograms Were Observed in the Presence of Glucose, Ibuprofen, Aspirin, and Ketonale, Present in Concentrations Ranging from 0.1 mmol/L to 10 mmol/L in the Electrochemical Cell.

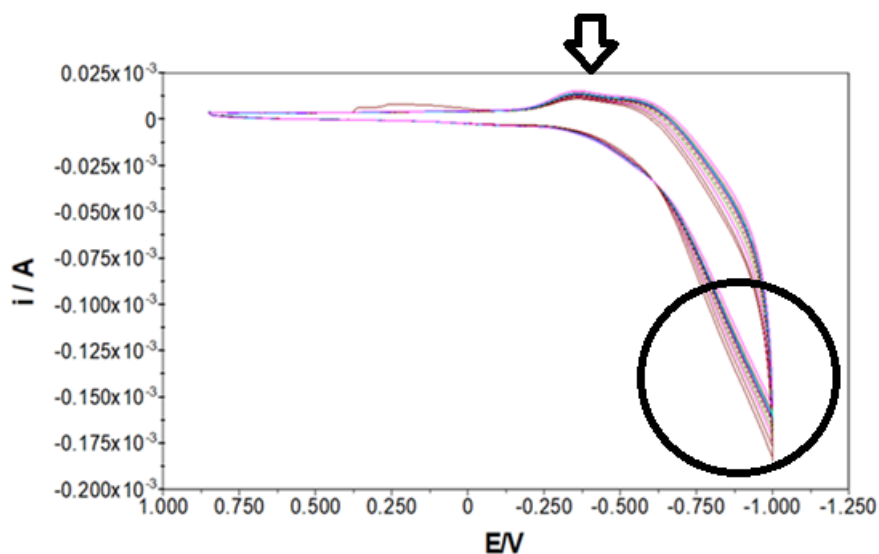


Слика 3. Серија од циклични волтамограми на дентален имплант користен како работна електрода, снимени во раствор на лимонска киселина со концентрација од 1 mmol/L за период од 2 часа. Волтамограмите се снимени при брзини на промена на потенцијал од 50 mV/s.

Figure 3. Series of Cyclic Voltammograms of a Dental Implant Used as a Working Electrode, Recorded in a Citric Acid Solution with a Concentration of 1 mmol/L Over a Period of 2 Hours. The Voltammograms Were Recorded at Potential Scan Rates of 50 mV/s.



Значително поголема активност во споредба со претходните ситуации беше забележана кога денталниот имплант беше студирен во силно кисела средина, во присуство на 0.1 mol/L хлороводородна киселина. Во силно-кисела средина, покрај промената во формата на цикличните волтамограми, се забележуваат две карактеристики што се означени со стрелка и со заокружен дел на слика 4. Присуството на закривување на цикличните волтамограми во форма на мал пик (позицијата означена со стрелка на слика 4) имплицира дека во тој дел доаѓа до процес на растворање на денталниот имплант, а активноста се зголемува со зголемување на времето на контакт на денталниот имплант со хлороводородната киселина, како и со зголемување на концентрацијата на HCl. Познато е дека хлороводородната киселина (HCl) може да има значително влијание врз металните дентални импланти, особено во однос на корозијата, биокompatibilноста и структурната стабилност. Кога се работи за импланти на база на титаниум, кој е еден од најчесто користените материјали во изработката на дентални импланти, тогаш во присуство на HCl титаниумот е способен да формира тенок оксиден слој (TiO_2), кој до некоја мерка обезбедува заштита од корозија на денталниот титаниумски имплант. Меѓутоа, во присуство на концентрирана HCl или при долготрајно изложување на титаниумскиот имплант во кисела средина, доаѓа до оштетување на овој заштитен слој од титаниум оксид, што, пак, доведува до зголемена корозија и потенцијално ослободување на титаниумови јони во организмот (Boffano, P. et al 2024). Такво едно сценарио е прикажано на цикличните волтамограми на слика 4.



Слика 4. Серија од циклични волтамограми на дентален имплант користен како работна електрода, снимени во раствор на хлороводородна киселина со концентрација од 0.1 mol/L за период од 2 часа.

Волтамограмите се снимени при брзини на промена на потенцијал од 50 mV/s.

Figure 4. Series of Cyclic Voltammograms of a Dental Implant Used as a Working Electrode, Recorded in a Hydrochloric Acid Solution with a Concentration of 0.1 mol/L Over a Period of 2 Hours. The Voltammograms Were Recorded at Potential Scan Rates of 50 mV/s.

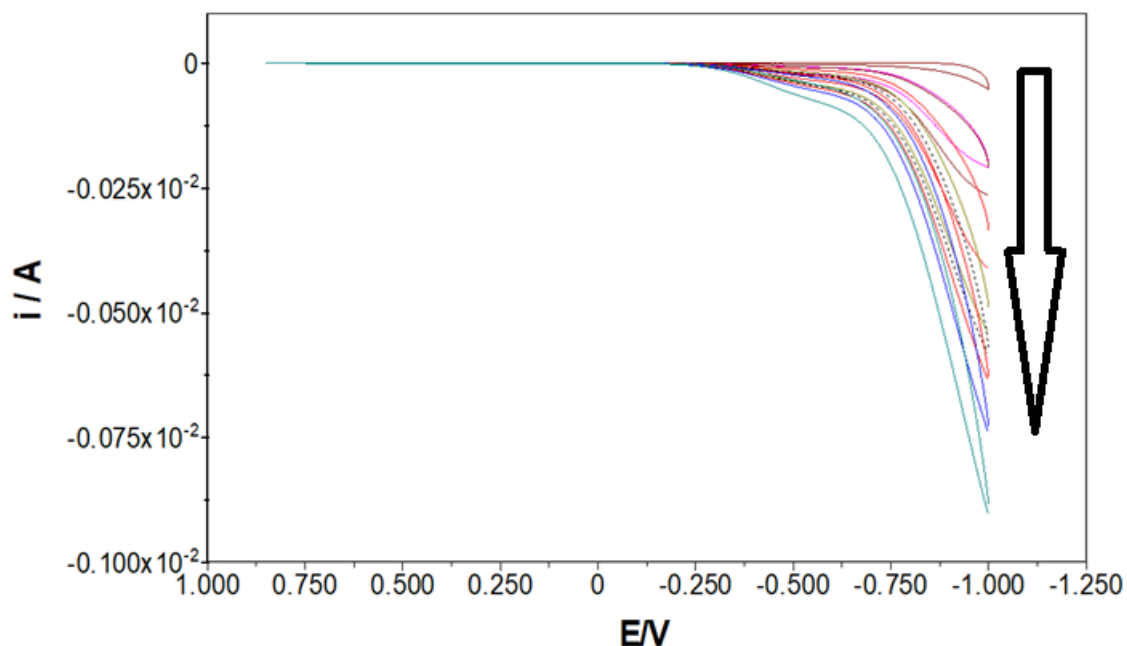
Сепак, споредено со сите други тестирани хемиски системи, најголема активност на денталниот имплант во услови на циклична волтаметрија беше забележана во присуство на водороден пероксид (слика 5). Познато е дека водородниот пероксид (H_2O_2) може значително да влијае на активноста на титаниумските дентални импланти преку **промени во површинската структура**, преку **потенцијалот за оксидација на водороден пероксид (посебно во силно кисела средина, што често е предизвикана од бактериски инфекции)**, како и преку одредени **биолошки ефекти што се креираат во усната празнина при разни метаболитички процеси**.

Овие ефекти зависат, главно, од концентрацијата на H_2O_2 , од времето на изложеност на водородниот пероксид врз имплантот, но и од биолошките услови во устата. (Berbel LO, Banczek EDP, Karoussis IK, Kotsakis GA, Costa I. 2019) При вакви услови во усната празнина може да настане локална деградација на титаниумот, што најчесто доведува и до промени во структурата на целата легура од која е формиран денталниот имплант. Продуктите од корозијата на денталните импланти (предизвикани од водороден пероксид) најчесто придонесуваат кон ослободување на метални јони од денталниот имплант во околните ткива, што потенцијално може да предизвика воспалителни реакции. На слика 5 се прикажани серија од циклични волтамограми од дентален имплант, снимени во фосфатен пуфер со $pH = 7.0$, во присуство на водороден



пероксид во концентрации од 0.1 mmol/L до 10 mmol/L (во насока на стрелката на волтамограмите од слика 5). Како што може да се забележи од волтамограмите на слика 5, дури и во неутрална средина водородниот пероксид придонесува за голема активност на денталниот имплант, значително поголема и од неговата активност во 0.1 mol/L HCl (слика 5). Резултатите, прикажани на слика 5, покажуваат дека овие типови на импланти можат да претрпат значителни структурни промени кога се во контакт подолго време во присуство на водороден пероксид, дури и во неутрална средина. Важно е да се нагласи дека во неутрална средина, водородниот пероксид е умерено силно оксидациско средство што не би требало да покажува голем потенцијал врз активноста на голем дел од денталните импланти. Сепак, резултатите на слика 4 можат да послужат како почетна точка за детално студирање на влијанието на водородниот пероксид врз овие типови на импланти.





Слика 5. Циклични волтамограми на дентален имплант користен како работна електрода, снимени во раствор на водороден пероксид во фосфатен пуфер со $\text{pH} = 7.0$. Концентрација на водороден пероксид се зголемува во насока на стрелката од 0.1 mmol/L (волтамограмска крива со црвена боја) до 10 mmol/L (волтамограмска крива со зелена боја). Волтамограмите се снимени при брзини на промена на потенцијал од 50 mV/s .

Figure 5. Cyclic Voltammograms of a Dental Implant Used as a Working Electrode, Recorded in a Hydrogen Peroxide Solution in a Phosphate Buffer with $\text{pH} = 7.0$. The Hydrogen Peroxide Concentration Increases in the Direction of the Arrow from 0.1 mmol/L (Voltammogram Curve in Red) to 10 mmol/L (Voltammogram Curve in Green). The Voltammograms Were Recorded at Potential Scan Rates of 50 mV/s .



Влијание на хемиските елементи

Хемиските елементи можат да имаат различни влијанија врз процесот на имплантација, во зависност од нивната концентрација, физичка форма (на пр., честички, јони), и специфичната биолошка или техничка околина.

Потенцијалното негативно влијание на секој елемент

1. **Алуминиум (Al)**. Може да предизвика воспаление и токсичност на клетките. Високи концентрации се поврзани со невротоксичност и оксидативен стрес. (*Bahraminasab M et al. 2019*)
2. **Железо (Fe)**. Во прекумерни количини може да предизвика оксидативен стрес, кој може да го оштети ткивото и да го попречи процесот на имплантација. (*Lukaszewska-Kuska M et al. 2018*)

Железото е основен дел од нерѓосувачкиот челик и е релативно биокомпатибилно. Меѓутоа, при корозија, железото може да ослободува железни јони, кои предизвикуваат оксидативен стрес во клетките. Ова може да доведе до оштетување на околното ткиво и воспалителни реакции, особено ако имплантот е изложен на долготрајна влага или физиолошки раствори. (*Roy M et al. 2016*)

Прекумерното ослободување на железо од имплантот може да предизвика локализиран оксидативен стрес во ткивото. (*Semez G et al. 2018*)

3. **Злато (Au)**. Се смета за релативно биокомпатибилно, но во форма на наночестички може да предизвика токсичност и воспаление.
4. **Молибден (Mo)**. Високите концентрации можат да предизвикаат токсичност и да го нарушат метаболизмот на другите елементи како, на пр. бакарот.
5. **Ванадиум (V)**. Во високи концентрации може да биде токсичен за клетките, да го инхибира растот и да предизвика оксидативен стрес.



6. **Силициум (Si)**. Како компонент на биостакло има добар биокомпатибилен профил, но прекумерната концентрација може да доведе до воспалителни реакции.
7. **Цинк (Zn)**. Есенцијален елемент, но прекумерните концентрации можат да бидат токсични за клетките и да го нарушат клеточниот метаболизам.

Антимикробни својства. Цинкот е познат по своите антимикробни ефекти, што може да помогне во намалувањето на бактериите и превенција на инфекции во периимплантниот регион. Ова е особено важно за успешната имплантација, бидејќи присуството на инфекции може да предизвика компликации и да го намали успехот на имплантот. (Lázaro P, Herrero M, Gil FJ 2010)

Подобрување на остеогенезата. Цинкот, исто така, поттикнува раст на коскениот ткиво, со што помага во стабилноста на имплантот и ја зголемува долгорочната издржливост. (Kitagawa M, et al 2019)

Заштита од корозија. Некои истражувања покажуваат дека додавањето на цинк на површината на титаниумските импланти ја подобрува отпорноста на корозија, што го продолжува животниот век на имплантот и ја зголемува неговата издржливост во устата. (Deng C, Shen X, Yang W, Luo Z, Ma P, Shen T, Cai K, 2018)

Цинкот и бакарот, обично, се користат во биокомпатибилни легури, но нивното прекумерно ослободување може да предизвика воспалителни реакции. Иако се есенцијални микроелементи за организмот, нивните високи концентрации можат да го вознемират балансот на ткивото околу имплантот, што може да го наруши здравувањето. Ако се ослободат во високи концентрации, можат да доведат до воспалителни реакции. (Deng C, Shen X, Yang W, Luo Z, Ma P, Shen T, Cai K, 2018)

8. **Натриум (Na) и Калиум (K)**. Неопходни за клеточните функции, но дисбалансот може да влијае на клеточната хомеостаза и да предизвика осмотски стрес. (Carrado A et al. 2016)



9. **Калциум (Ca)**. Неопходен за клеточната сигнализација, но прекумерните концентрации можат да предизвикаат калцификација на ткивата и оштетување на клетките.
10. **Калциум-фосфатни обложувања**. Калциумот и фосфорот се основни компоненти на хидроксиапатитот ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), кој е природен составен дел на човечката коска. Нанесувањето на хидроксиапатитен слој на површината на имплантот може да го зголеми неговиот афинитет кон коскено ткиво и да ја зголеми стапката на остеоинтеграција.

Подобрување на адхезијата. Калциум-фосфатните обложувања ја подобруваат првичната механичка стабилност и овозможуваат побрз процес на зацврстување. Тие, исто така, ја намалуваат можноста за воспалителни реакции кои би можеле да предизвикаат отфрлање на имплантот.

11. **Водород (H)**. Како дел од pH системот, промените во концентрацијата можат да доведат до ацидоза или алкалоза, што може да ги оштети клетките.
12. **Кислород (O)**. Потребен за клеточниот метаболизам, но во форма на реактивни кислородни видови (ROS) може да предизвика оксидативен стрес. (Jiang J, Han G, Zheng X, Chen G, Zhu P 2019)
13. **Фосфор (P)**. Есенцијален за клеточната енергија (ATP) и структури, но дисбалансот може да влијае на минерализацијата и клеточниот метаболизам. (Katona B, Dobos G, Kiss G 2015); (França FL et al. 2019)
14. **Сулфур (S)**: Во форма на сулфиди може да биде токсичен. Неговите соединенија можат да влијаат на клеточниот метаболизам.
15. **Хлор (Cl)**. Клучен за осмотска хомеостаза, но дисбалансот може да предизвика осмотски стрес.
16. **Бизмут (Bi)**. Во високи концентрации може да биде токсичен и да предизвика невролошки или гастроинтестинални ефекти.



17. Магнезиум(Mg)

Природен елемент во коскено то ткиво. Магнезиумот, како дел од коскено то ткиво, е важен за минерализацијата на коската и има улога во остеобластичната активност.

Побрзо закрепнување. Истражувањата сугерираат дека додавањето на магнезиум на површината на имплантот може да го зголеми степенот на остеоинтеграција и да го забрза процесот на закрепнување. Импантите со магнезиум на површината се покажуваат како погодни за побрзо зацврстување и адаптација на коскено то ткиво.

Биодеградација и ризик. Иако магнезиумот има позитивно влијание на коскена та интеграција, важно е да се обезбеди контролирано ослободување од импантот бидејќи неговата прекумерна биодеградација може да предизвика нестабилност на импантот.

18. Сребро(Ag)

Антимикробни својства. Среброто се користи поради своите високи антимикробни својства и се додава на површината на импантите за да се спречи ширењето на инфекции. Импантите со сребро, обично, покажуваат значително намалување на бројот на бактерии во близина на површината, што ја зголемува шансата за успешна импантација.

19. Никел(Ni)

Никелот често се користи во медицински легури заради неговата цврстина и отпорност на корозија. Меѓутоа, тој е познат алерген и многу луѓе развиваат алергиска реакција на никел, што може да доведе до воспаление, црвенило и иритација на ткивото околу импантот. Никелната алергија е особено честа кај луѓе со чувствителна кожа и може да го забави процесот на заздравување. Може да предизвика алергиски реакции кај некои луѓе и да доведе до воспаление на ткивото околу импантот. (Sedlaczek J et al 2017)



20. Хром(Cr)

Хромот е чест елемент во нерѓосувачки челик и легури кои се користат во импланти. Иако хромот, обично, е стабилен, кога се кородира, може да ослободува токсични јони. Ова може да предизвика воспаление и оштетување на околното ткиво, особено кај пациенти кои се чувствителни на метали. Некои форми на хром, како што е хексавалентниот хром, се особено токсични. Иако ретко се користи, присуството на олово може да биде токсично и да го оштети околното ткиво.

21. Кобалт(Co)

Кобалт се користи заедно со хром во медицински легури. Сепак, може да се ослободи од имплантите поради триење и корозија предизвикувајќи воспаление и имуносистемски реакции кај чувствителни пациенти. Некои студии, исто така, поврзуваат зголемени нивоа на кобалт во телото со ризик од токсичност, што може да доведе до оштетување на ткивото и органите. Токсичен елемент кој, ако се најде во траги на имплантите, може да предизвика токсични реакции во телото.

22. Олово(Pb)

Иако оловото ретко се користи директно во медицински импланти, траги од него можат да се појават во некои легури или преку загадувања. Оловото е токсично за ткивото и може да предизвика токсични реакции дури и во мали количини, а долготрајната изложеност може да доведе до сериозни здравствени проблеми, вклучувајќи оштетување на нервниот систем.

Секој од овие елементи може да предизвика негативно влијание ако е присутен во несоодветна концентрација или форма. Потребно е внимателно да се



контролира нивната количина во биолошки или технички апликации, како што е имплантацијата.

Титаниум (Ti)

Реакција со ткивото. Титаниумот е најчесто користен материјал за дентални импланти поради неговата висока биокompatибилност и ниска токсичност. Кога титаниумот е изложен на воздух, на неговата површина се создава тенок слој титаниум оксид (TiO_2), кој го штити имплантот од корозија и овозможува стабилна интеракција со коскено ткиво. (Trisi P et al. 2017)

Промовирање на остеоинтеграцијата. Овој слој на титаниум оксид е клучен за остеоинтеграцијата бидејќи го стимулира растот на остеобластите (клетките што создаваат коска) околу имплантот, што овозможува побрза и посилна врска со коската. (Wheelis SE et al. 2018)

Методи за модификација. Површината на титаниумот може да се обработи со песарење и киселинско третирање, за да се создаде порозна структура која дополнително ја зголемува површината на контакт и го подобрува зацврстувањето во коската.



8. ДИСКУСИЈА

Денталната имплантологија претставува предизвик во современата дентална пракса. Успехот на имплантацијата е успех и за докторот и за пациентот. Материјалот, од кој е изработен денталниот имплант, игра клучна улога во успехот на имплантацијата. Неговата површина треба да биде постојана, неиритирачка и да не создава алергии и контаминации. Како што веќе знаеме, денешните дентални импланти се изработуваат од титаниум, кој се покажал како биокompatибилен материјал, кој поставен во коска создава процес на остеоинтеграција и се поврзува со истата и придонесува за успех на имплантацијата. Денталните импланти пред да бидат пуштени во продажба се чистат и стерилизираат во специјални простории под специјални услови прилагодени за таа работа и со соодветен кадар. Со нашите анализи, кои беа направени врз серија на дентални импланти, откриено е присуство на контаминација од елементи и кај новите импланти. Процентот на присутните елементи на површината на денталниот имплант, секако, варираше од еден имплант на друг, односно зависно од класата на имплантот. Со нашите анализи, направени на електронскиот микроскоп, главната задача беше утврдување на присуството на контаминација, односно процентуално кај секој имплант колку елементи се присутни и како истите влијаат на процесот на остеоинтеграцијата.

Некои од хемиските елементи, кои беа откриени во текот на анализите, како што се C, Cl, K, Na, можеме да кажеме дека остануваат на површината на денталниот имплант во текот на чистење на титаниумската површина. Како што кажале *Jamil Awad Shibli, et al* Na може да се појави на површината на денталниот имплант од плунката на пациентот. Додека контаминацијата со Si и C може да биде од гумените ракавици кои ги користи докторот при работа или од стаклените ампули во кои се наоѓа анестезијата која докторот му ја аплицира на пациентот пред поставувањето на денталниот имплант.

Во текот на нашите анализи вклучивме дентални импланти кои имаат биомолекурани обвивки, како биоактивни модификации за поуспешна имплантација. Со помош на електрохемиските анализи, споредбено со студијата на *Hsiu-Wan Meng, Esther Yun Chien and Hua-Hong Chien*, откривме дека биоактивните модификации на површината на имплантните површини не



секогаш нудат корисен ефект врз остеоинтеграцијата. Како и да е, површинските модификации на титаниумските дентални импланти со биомолекуларни облоги се чини дека промовираат формирање на пери-имплантитис, што резултира со зголемена остеоинтеграција во раните фази на заздравувањето. Неколку фактори ја отежнуваат споредбата меѓу студиите и дополнително ја комплицираат интерпретацијата на резултатите во формирањето на пери-имплантитис.

Според *Tahmaseb et al.*, вкупните отстапувања, забележани во клиничките *in vivo* студии, се значително повисоки отколку во *in vitro* експериментите. *In vivo*, анатомските ограничувања, како што се: јазикот, образите и ограниченото отворањето на устата, се фактори кои треба да се земат предвид при евалуација на практичноста. Други фактори како што се: крварење, големи количини на плунка и различен квалитет на коските, исто така, не се вклучени во моделските студии. За споредба на две методи *in vitro*, може да се претпостави дека неточностите што произлегуваат од овие фактори се слични за двете методи. Дополнителни конфликти за прецизна анализа на имплантација може да произлезат од долготрајните одложувања помеѓу планирањето и самата интерванција. Во нашата студија заклучивме дека овие анализи е подобро да се изведуваат *in vitro*. Така даваат порелевантни резултати.

Tarek Mtanis, Ameer Biadsee and Zeev Ormianer, исто така, направиле *in vitro* испитувања на дентални импланти со помош на електронски микроскоп и заклучиле дека испитуваните импланти се контаминирани до одреден степен. Јаглеродот, кислородот, азот и алуминиумот се најчестите елементи. Најзагадени се забните импланти од ниска класа, споредбено со импланти од висока класа. Шемите на дистрибуција на честички се разликуваат од производителот, односно од класата на денталните импланти. За разлика од нив во нашите испитувања беше докажано дека најприсутни елементи се: водород, силициум и алуминиум.



Инхибиторите на протонската пумпа имаат за цел да го инхибираат излезот на киселина во желудникот за третман на гастроезофагеален рефлукс или гастричен улкус. Основниот механизам кој може негативно да влијае на остеоинтеграцијата се должи на нарушеното ефикасно внесување на калциум преку цревата. (Kopic & Geibel, 2010, 2013)

Лековите како што се SSRI кои се користат за депресивни или анксиозни состојби, дополнително се идентификувани дека играат клучна улога на рамнотежата на остеобластите/остеокластите. Па така, серотонин може да ја регулира активацијата и диференцијацијата на остеокластите бидејќи остеокластите потекнуваат од прекурсори на хематопоеетски клетки (Battaglini et al., 2004). Следствено, SSRIs покажаа дека имаат штетен ефект врз коскената минерална густина и трабекуларната микроархитектура преку нивните антианаболни скелетни ефекти. (Kahl et al., 2006) Поради оваа причина, може да се претпостави дека има негативно влијае на процесот на остеоинтеграција. Како што може да се забележи од нашите резултати, структурата на цикличните волтамограми, во подрачје на потенцијали од -1.0 V до $+0.85\text{ V}$, последователните циклизации снимени во период од 2 часа не доведуваат до промени во волтаметриските криви. Овие карактеристики на цикличните волтамограми имплицираат дека денталниот имплант не покажува активност при вакви услови. Скоро идентични карактеристики на цикличните волтамограми беа забележани и во присуство на: гликоза, ибупрофен, аспирин и кетонал, присутни во концентрации од 0.1 mmol/L до 10 mmol/L во електрохемиската ќелија, додека релативно мала активност на денталниот имплант беше забележана во присуство на лимонска киселина во концентрации од 1 mmol/L .

Компатибилноста на материјалите е најважното прашање што треба да се земе предвид за успешна забна имплантација. Титаниумот и неговите легури се добро познати како материјали кои се добро толерирани од живите ткива и способни да промовираат остеоинтеграција. Идеално, модификацијата на површината на имплантот беше предложена за да се подобри остеоинтеграцијата помеѓу материјалите и коскеното ткиво. Површините на материјалите по третманот треба да бидат способни да комуницираат со околното ткиво за да предизвикаат



директен контакт на коската со имплантот. *A. Jemat, M. J. Ghazali, M. Razali, and Y. Otsuka.*

Во студијата на *Jamil Awad Shibli et al.* е направена евалуација на составот на површината и присуството на загадувачи на површините на отфрлените дентални импланти. Иако денталните импланти, анализирани во оваа студија, беа од различни производители, составот на површината изгледаше дека е ист. Меѓутоа, од гледна точка на науката за површините на имплантите, веројатно, значително се разликуваат бидејќи компаниите применуваат различни процедури за подготовка и/или стерилизација. Меѓу можните разлики се: потеклото и чистотата на титаниумот, формирањето на оксидниот филм и кристалографската структура на оксидниот филм, грубоста на површината и дебелината на оксидниот филм. Аналогно на тоа и нашата анализа го покажа истиот резултат во однос на разликата на имплантите од еден до друг производител.

Аспиринот може неповратно да го инхибира производството на тромбоксан во тромбоцитите. Недостатокот на тромбоксан резултира со намалување на тромбоцитната агрегација (првиот чекор во формирањето на тромби) што произведува антикоагулантно дејство со продолжено време на крварење. Simon AM, Connor JP. Dose and time dependent effects of cyclooxygenase-2 inhibitor on fracture- healing. *J Bone Joint Surg Am.* Нашите анализи покажаа дека при вакви услови во усната празнина, може да настане локална деградација на титаниумот, што најчесто доведува и до промени во структурата на целата легура од која е формиран денталниот имплант.



9. ЗАКЛУЧОЦИ

Титаниумот (Ti) се смета за метал кој има сребрена боја и е многу цврст материјал, но има мала густина. Гледајќи од гледна точка на најважното својство на овој материјал- неговата бикомпатибилност, (треба да се каже дека тоа го дава неговата висока хемиска стабилност), што го прави поотпорен во однос на корозија. Уште од неговата употреба во стоматологијата за дентални импланти, титаниумските забни импланти се сметаат за најдобра опција во однос на обновување на оралните функции преку процесот на замена на природните заби кои се изгубени. Во моментот, повеќето стоматолози се свртуваат кон забни импланти направени од титаниум или легури на титаниум имајќи предвид дека тие имаат висока бикомпатибилност, претставуваат цврста коскена врска и имаат висока отпорност на абеење и фрактура. Иако титаниум и легури на титаниум се материјали кои се користат во денталната имплантологија поради нивните извонредни својства, специјалистите во оваа област идентификуваа дека постои можност за одредени негативни ефекти.

Сепак, кај некои од пациентите кои имаат дентални импланти, може да се појави воспаление наречено периимплантитс, кое може да предизвика отфрлање на имплантот и неуспех на имплантацијата. Тоа најчесто се случува кога пациентите имаат алергија на имплантот, односно на материјалот од кој е изработен истиот, хиперсензитивност или може да се јави корозија, односно абеење на површината на денталниот имплант.

Хемиските елементи на површината на денталниот имплант играат клучна улога во успехот на имплантацијата. Титаниумот е основен избор за импланти поради неговата бикомпатибилност и долготрајност, додека додавањето на елементи како: калциум, фосфор, цинк, магнезиум и сребро може значително да го подобри процесот на остеоинтеграција, да ја зголеми стабилноста и да го намали ризикот од инфекции. Но, заклучокот од оваа докторска дисертација е дека секој од овие елементи може да предизвика негативно влијание ако е присутен во несоодветна концентрација или форма. Потребно е внимателно да се контролира нивната количина во биолошки или технички апликации, при процесот на имплантацијата.



Оваа докторска дисертација беше фокусирана на факторот контаминација на површина на денталните импланти. Анализирани беа 50 дентални импланти од различни производители, односно различна класа на импланти и нови и отфрлени импланти и истите беа споредувани. Површината на денталниот имплант може да биде контаминирана и во текот на чистење на самиот имплант. Тоа значи дека и новите импланти понекогаш можат да бидат контаминирани и токму тоа да биде една од главните причини за отфрлање на имплантот. Секако, дека покрај површината на денталниот имплант, како клучен фактор за успешна имплантација и процес на остеоинтеграција, влијание имаат и хигиената на пациентот, неговата здравствена состојба, односно лековите кои ги пие во моментот на поставување на имплантот.

Контаминацијата на денталните импланти, односно хемиските елементи на површината на имплантите може да влијае понекогаш позитивно, но, за жал, најчесто негативно на процесот на имплантација.

Денес имаме на располагање голем број на дентални импланти од различни производители. Сите тие имаат различни начини на чистење и изработка на имплантите и, секако, се со различна цена, односно би рекле дека имплантите се разликуваат по класи, ниска и висока класа. Дизајнот на имплантите е различен, со различни вдлабнувања, испакнувања, завртки и врвови.

Исто така, на процесот на имплантација може да има влијание стручноста на докторот, неговото знаење и искуство со работа со дентални импланти, протетиката, односно супраструктурата која се поставува над имплантот и времето на оптоварување на имплантот. За да се утврди точната причина за отфрлање на имплантот и појава на периимплантитис, потребно е да се има познавање и да се земат предвид сите горенаведени причини, секако, и познавање на нивните последици од процесот на дентална имплантација. Сеопфатна проценка и разбирање на медицинската историја на пациентот и лековите е важна за имплантниот успех. Со оваа докторска дисертација оставаме можност за испитување на другите потенцијални фактори кои можат да влијаат негативно на процесот на остеоинтеграција.



Оваа докторска дисертација беше направена со цел да се разјаснат некои дилеми околу изборот на дентални импланти, докторите да бидат внимателни при изборот на импланти и да знаат дека контаминацијата на површината на имплантите може да биде една од причините за неуспех.

Во рамките на ограничувањата на оваа докторска дисертација можеме да заклучиме дека испитуваните импланти се контаминирани до одреден степен. Алуминиум, азот и јаглеродот, се најчестите елементи, кои беа пронајдени на површината на испитуваните импланти. Најзагадени се имплантите од пониска класа, нови и отфрлени. Присуството на контаминација на честички зависи од производителот. Со ова докажуваме дека за успехот на имплантацијата е важно од кој производител ќе се користи дентален имплант, колкаква е цената и каков начинот на чистење на денталниот имплант, пред пуштање на истиот во продажба. Треба докторите да внимаваат при изборот на имплантот, затоа што тоа е еден од клучните фактори за успех на имплантацијата и, секако, на крај за да биде задоволен пациентот.

Од горенаведеното можеме да заклучиме дека хемиските елементи, кои се присутни на површината на денталниот имплант, можат да бидат корисни или да предизвикаат негативни ефекти врз процесот на дентална имплантација. Хемиските елементи можат да предизвикаат промена на површината, хемиската чистота, дебелината и составот на оксидниот слој, односно можат да доведат до трошење/абење на површината на имплантот, а со тоа и процес на периимплантитс. Трагите од органски и неоргански загадувачи можат да останат на површината на имплантот во процесот на чистење на имплантот, како што е чистење со пескарење или чистење со киселина.

Податоците, добиени од истражувањето, можат да придонесат за развој и подобрување на денталната имплантологија. Со добиените резултати можат да се насочат терапевтите кон избор на најсоодветен тип на имплантолошки систем



со најадекватна имплантна површина за конкретниот профил на пациент (персонализирана стоматологија).

На овој начин, добиените автентични резултати би придонеле за збогатување на научните дострели и во светски рамки.

Преку резултатите на ова истражување се разјаснува неуспехот на денталното имплантирање.

Очекувано, заклучуваме дека групите со примероци на импланти кои се поскапи на пазарот со дентални импланти, имаат поголем степен на чистота во однос на поевтините импланти, односно имплантите од повисока класа се почисти споредбено со имплантите од пониска класа.

Електронскиот микроскоп ни даде релевантни информации за степенот на чистота, како и детали околу микро или наноструктурата на денталниот имплант.

Со помош на електрохемиските техники, кои беа спроведени во истражувањето, се потврди механизмот на акција на испитуваната супстанца врз денталниот имплант.

Корозијата на денталниот имплант, како и периимплантитисот е последица од лековите кои ги прима пациентот, пред и за време на имплантирање. Истите можат да влијаат негативно и/или позитивно на имплантниот успех.



КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Dhaliwal, J. S., David, S. R. N., Zulhilmi, N. R., Sodhi Dhaliwal, S. K., Knights, J., & de Albuquerque Junior, R. F. (2020). Contamination of titanium dental implants: a narrative review. *SN Applied Sciences*, 2, 1-10. Ísis de Fátima Balderrama.
2. Makary, C., Menhall, A., Lahoud, P., An, H. W., Park, K. B., & Traini, T. (2023). Nanostructured Calcium-Incorporated Surface Compared to Machined and SLA Dental Implants—A Split-Mouth Randomized Case/Double-Control Histological Human Study. *Nanomaterials*, 13(2), 357.
3. Meng, H. W., Chien, E. Y., & Chien, H. H. (2016). Dental implant bioactive surface modifications and their effects on osseointegration: a review. *Biomarker research*, 4, 1-14.
4. Mtanis, T., Biadsee, A., & Ormianer, Z. (2023). Assessing the Cleanliness of Dental Implants Using Scanning Electron Microscopy and Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy Analysis-A SEM and EDS In Vitro Study. *Journal of functional biomaterials*, 14(3), 172. <https://doi.org/10.3390/jfb14030172>
5. Torta, F., Hoffmann, N., Burla, B., Alecu, I., Arita, M., Bamba, T., Bennett, S. A. L., Bertrand-Michel, J., Brügger, B., Cala, M. P., Camacho-Muñoz, D., Checa, A., Chen, M., Chocholoušková, M., Cinel, M., Chu-Van, E., Colsch, B., Coman, C., Connell, L., Sousa, B. C., ... Wenk, M. R. (2024). Concordant inter-laboratory derived concentrations of ceramides in human plasma reference materials via authentic standards. *Nature communications*, 15(1), 8562. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52087-x>



6. David, P., Nguyen, H., Barbier, A., & Baron, R. (1996). The bisphosphonate tiludronate is a potent inhibitor of the osteoclast vacuolar H(+)-ATPase. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*, 11(10), 1498–1507. <https://doi.org/10.1002/jbmr.5650111017>
7. Chappuis, V., Avila-Ortiz, G., Araújo, M. G., & Monje, A. (2018). Medication-related dental implant failure: systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 29, 55-68.
8. Insua, A., Monje, A., Wang, H. L., & Inglehart, M. (2017). Patient-centered perspectives and understanding of peri-implantitis. *Journal of periodontology*, 88(11), 1153-1162.
9. Chappuis, V., Avila-Ortiz, G., Araújo, M. G., & Monje, A. (2018). Medication-related dental implant failure: systematic review and meta-analysis. *Clinical oral implants research*, 29, 55-68.
10. Surabhi, S. (2019). Medication Impact on Dental Prosthesis. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 10(11).
11. Rzeszutek, K., Sarraf, F., & Davies, J. E. (2003). Proton pump inhibitors control osteoclastic resorption of calcium phosphate implants and stimulate increased local reparative bone growth. *The Journal of craniofacial surgery*, 14(3), 301–307. <https://doi.org/10.1097/00001665-200305000-00007>
12. Abdelhamid, A. (2016). Effect of exposure to Portland cement dust on the periodontal status and on the outcome of non-surgical periodontal therapy. *International Journal of Health Sciences*, 10(3), 339.



13. Boffano, P., Brucoli, M. & Rocchetti, V. Corrosion Features of Titanium Alloys in Dental Implants: A Systematic Review. *J. Maxillofac. Oral Surg.* (2024). <https://doi.org/10.1007/s12663-024-02169-6>.
14. [Berbel LO, Banczek EDP, Karoussis IK, Kotsakis GA, Costa I. Determinants of corrosion resistance of Ti-6Al-4V alloy dental implants in an In Vitro model of peri-implant inflammation. *PLoS One.* 2019 Jan 31;14(1):e0210530].
15. Meng, H. W., Chien, E. Y., & Chien, H. H. (2016). Dental implant bioactive surface modifications and their effects on osseointegration: a review. *Biomarker research*, 4, 24. <https://doi.org/10.1186/s40364-016-0078-z>
16. Hämmerle, C. H., Cordaro, L., van Assche, N., Benic, G. I., Bornstein, M., Gamper, F., Gotfredsen, K., Harris, D., Hürzeler, M., Jacobs, R., Kapos, T., Kohal, R. J., Patzelt, S. B., Sailer, I., Tahmaseb, A., Vercruyssen, M., & Wismeijer, D. (2015). Digital technologies to support planning, treatment, and fabrication processes and outcome assessments in implant dentistry. Summary and consensus statements. The 4th EAO consensus conference 2015. *Clinical oral implants research*, 26 Suppl 11, 97–101. <https://doi.org/10.1111/clr.12648>
17. Kopic, S., & Geibel, J. P. (2013). Gastric acid, calcium absorption, and their impact on bone health. *Physiological reviews*, 93(1), 189-268.
18. Battaglini, R., Fu, J., Späte, U., Ersoy, U., Joe, M., Sedaghat, L., & Stashenko, P. (2004). Serotonin regulates osteoclast differentiation through its transporter. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19(9), 1420-1431.



19. Kahl, K. G., Bens, S., Ziegler, K., Rudolf, S., Dibbelt, L., Kordon, A., & Schweiger, U. (2006). Cortisol, the cortisol-dehydroepiandrosterone ratio, and pro-inflammatory cytokines in patients with current major depressive disorder comorbid with borderline personality disorder. *Biological psychiatry*, 59(7), 667-671.
20. Jemat, A., Ghazali, M. J., Razali, M., & Otsuka, Y. (2015). Surface Modifications and Their Effects on Titanium Dental Implants. *BioMed research international*, 2015, 791725. <https://doi.org/10.1155/2015/791725>
21. Simon AM, O Connor JP. Dose and time dependent effects of cyclooxygenase-2 inhibitor on fracture healing. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89,500-511.
22. Wheelis SE, Valderrama TGW, Rodrigues DC (2017) Surface characterization of titanium implant healing abutments before and after placement. *Clin Implant Dent Relat Res*. <https://doi.org/10.1111/cid.12566>
23. Lázaro P, Herrero M, Gil FJ (2010) Evaluation of titanium dental implants after early failure of osseointegration by means of X-ray photoelectron spectroscopy, electron microscopy and histological studies. *J Biomed Sci Eng* 03(11):1073–1077. <https://doi.org/10.4236/jbise.2010.311139>
24. Kitagawa M, Murakami S, Akashi Y, Oka H, Shintani T, Ogawa I, Kurihara H (2019) Current status of dental metal allergy in Japan. *J Prosthodont Res* 2018;1–4. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.01.003>
25. Deng C, Shen X, Yang W, Luo Z, Ma P, Shen T, Cai K (2018) Construction of zinc-incorporated nano-network structures on a biomedical



- titanium surface to enhance bioactivity. *Appl Surf Sci* 453:263–270. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.05.097>
26. Bahraminasab M, Bozorg M, Ghaffari S, Kavakebian F (2019) Electrochemical corrosion of Ti-Al₂O₃ biocomposites in Ringer's solution. *J Alloys Compd* 777:34–43. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.09.313>
27. Lukaszewska-Kuska M, Wirstlein P, Majchrowski R, Dorocka-Bobkowska B (2018) Osteoblastic cell behaviour on modified titanium surfaces. *Micron* 105:55–63. <https://doi.org/10.1016/j.micron.2017.11.010>
28. Roy M, Pompella A, Kubacki J, Szade J, Roy RA, Hedzelek W (2016) Photofunctionalization of titanium: an alternative explanation of its chemical-physical mechanism. *PLoS ONE* 11(6):1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157481>
29. Semez G, Todea C, Mocuta D, Sas IT, Luca R (2018) Chemical and morphologic analysis of titanium dental implants: X-ray photoemission techniques (XPS) and scanning electron microscopy (SEM) with EDX analysis. *Rev Chim* 69(2):474–477
30. Carrado A, Perrin-Schmitt F, Le QV, Giraudel M, Fischer C, Koenig G, Pourroy G (2016) Nanoporous hydroxyapatite/sodium titanate bilayer on titanium implants for improved osteointegration. *Dent Mater* 33(3):331–332. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.12.013>
31. Jiang J, Han G, Zheng X, Chen G, Zhu P (2019) Characterization and biocompatibility study of hydroxyapatite coating on the surface of



- titanium alloy. Surf Coat Technol 375:645–651. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.07.067>
32. Takeuchi M, Abe Y, Yoshida Y, Nakayama Y, Okazaki M, Akagawa Y (2003) Acid pretreatment of titanium implants. Biomaterials 24(10):1821–1827. [https://doi.org/10.1016/S0142-9612\(02\)00576-8](https://doi.org/10.1016/S0142-9612(02)00576-8)
33. Sedlacek J, Lohmann CH, Lotz EM, Hyzy SL, Boyan BD, Schwartz Z (2017) Effects of low-frequency ultrasound treatment of titanium surface roughness on osteoblast phenotype and maturation. Clin Oral Implant Res 28(10):e151–e158. <https://doi.org/10.1111/clr.12976>
34. Katona B, Dobos G, Kiss G (2015) Examination of the surface phosphorus content of anodized medical grade titanium samples. Mater Sci Forum 812:339–344. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.812.339>
35. França FL, Honorio-França AC, Honoria MS, da Silva FH, Fujimori M, França EL, da Araújo FG, S. (2019) Dental implant surfaces treated with phosphoric acid can modulate cytokine production by blood MN cells. Braz Oral Res 33(e040):1–10. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0040>
36. Trisi P, Berardini M, Falco A, Sandrini E, Vulpiani MP (2017) A new highly hydrophilic electrochemical implant titanium surface: a histological and biomechanical in vivo study. Implant Dent 26(3):429–437. <https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000605>
37. Wheelis SE, Wilson TG, Valderrama P, Rodrigues DC (2018) Surface characterization of titanium implant healing abutments before and after



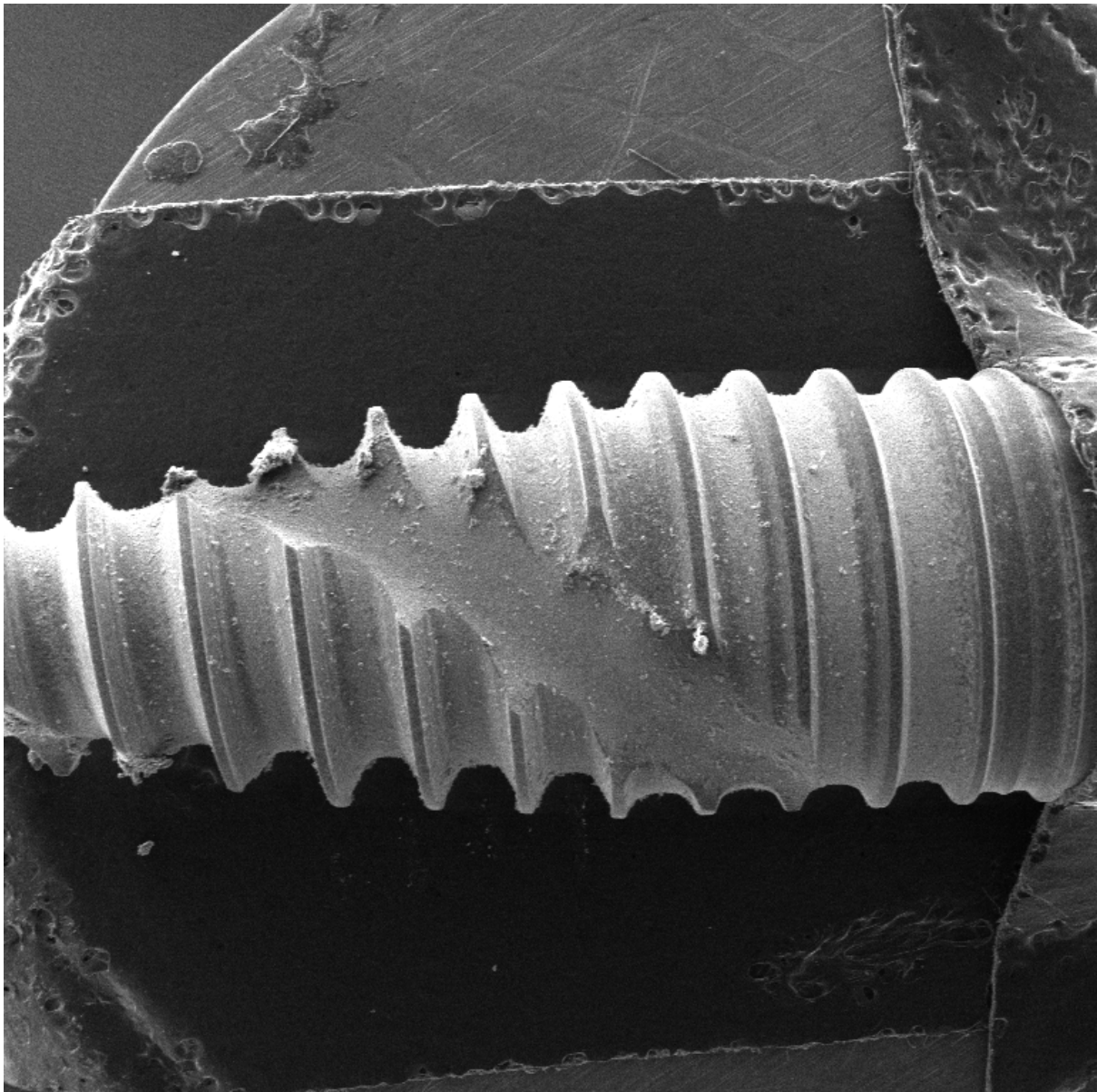
placement. *Clin Implant Dent Relat Res* 20(2):180–190.
<https://doi.org/10.1111/cid.12566>

38. Simon, A. M., & O'Connor, J. P. (2007). Dose and time-dependent effects of cyclooxygenase-2 inhibition on fracture-healing. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 89(3), 500–511.
<https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00127>

39. Lee, K. B., Park, H. W., Chung, J. Y., Moon, E. S., Jung, S. T., & Seon, J. K. (2011). Distraction Osteogenesis for First and Fourth Brachymetatarsia: Based on an original article: *J Bone Joint Surg Am*.2010;92:2709-18. *JBJS essential surgical techniques*, 1(1), e1.
<https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.K.00004>

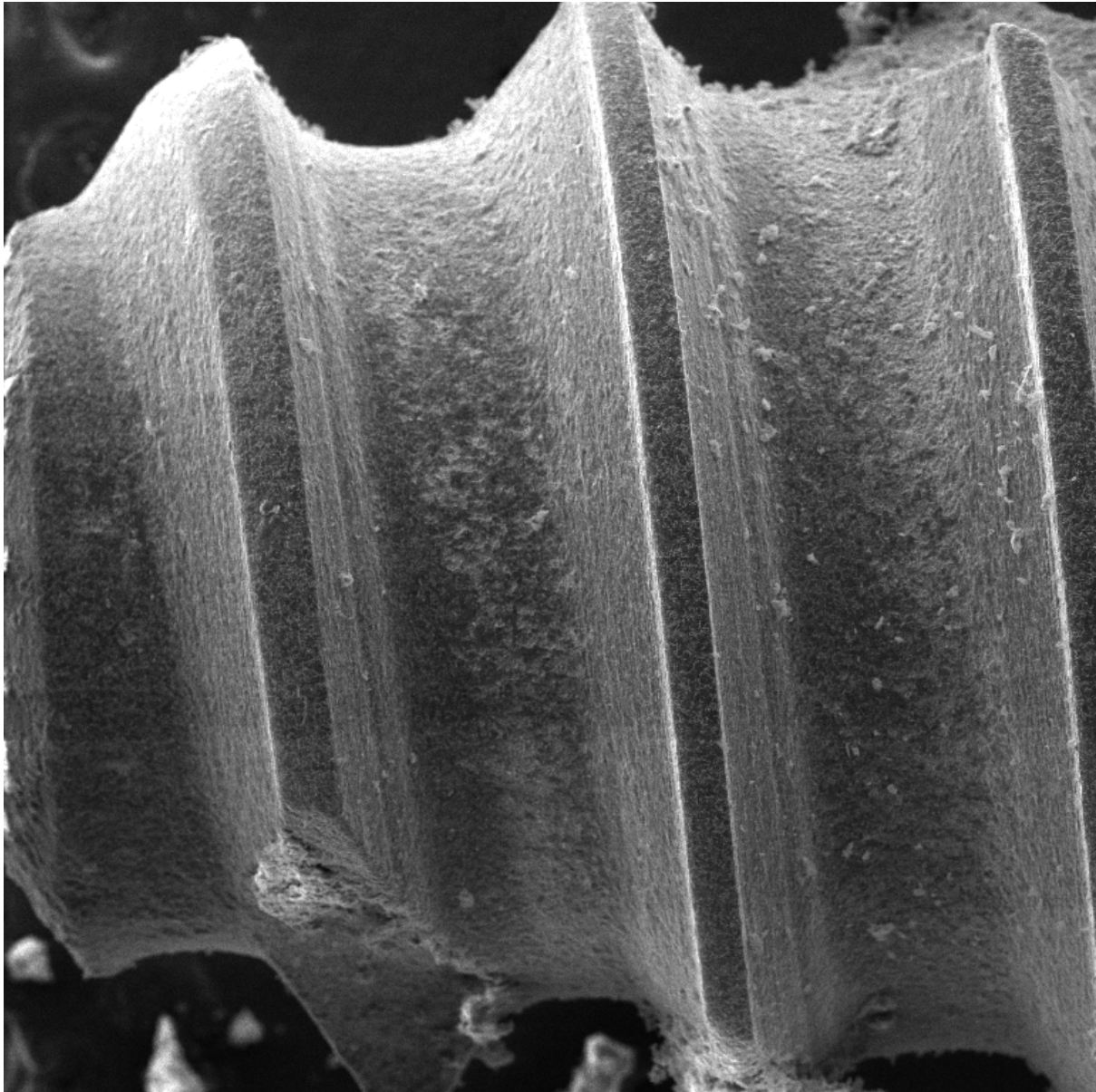


ПРИЛОГ



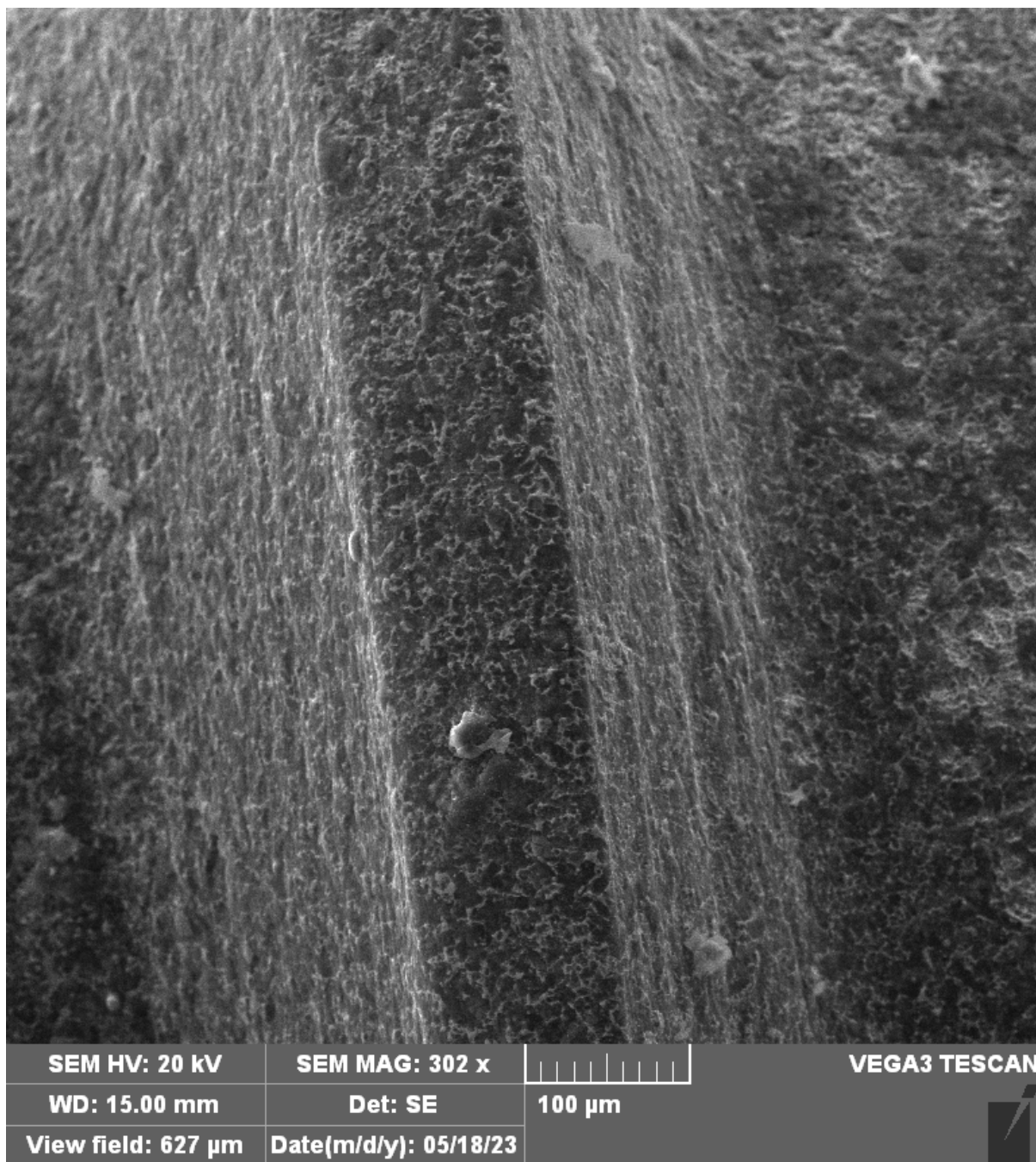
SEM HV: 20 kV	SEM MAG: 24 x	VEGA3 TESCAN
WD: 15.00 mm	Det: SE	2 mm
View field: 7.84 mm	Date(m/d/y): 05/18/23	

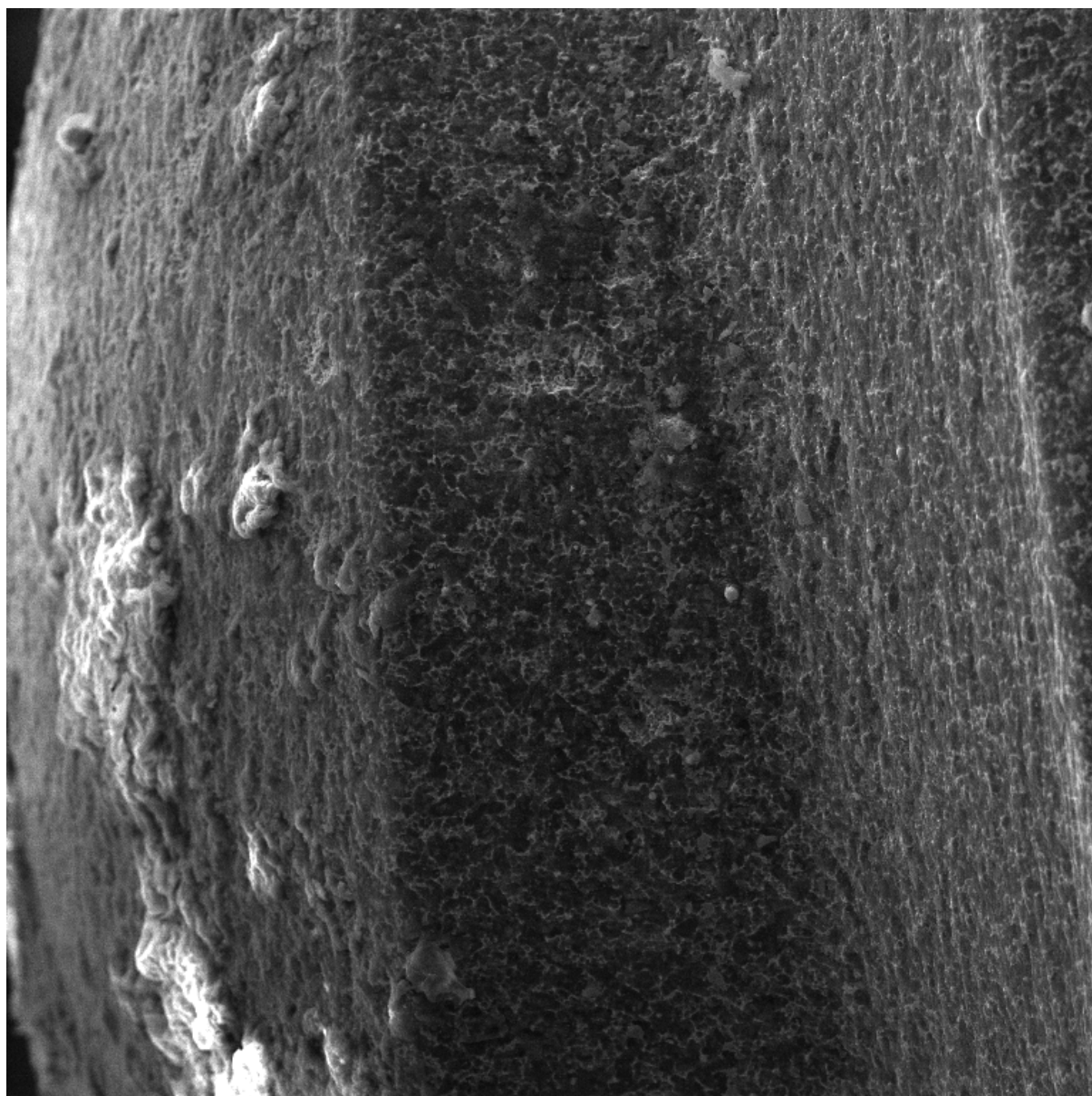




SEM HV: 20 kV	SEM MAG: 96 x	VEGA3 TESCAN
WD: 15.00 mm	Det: SE	500 μ m
View field: 1.97 mm	Date(m/d/y): 05/18/23	

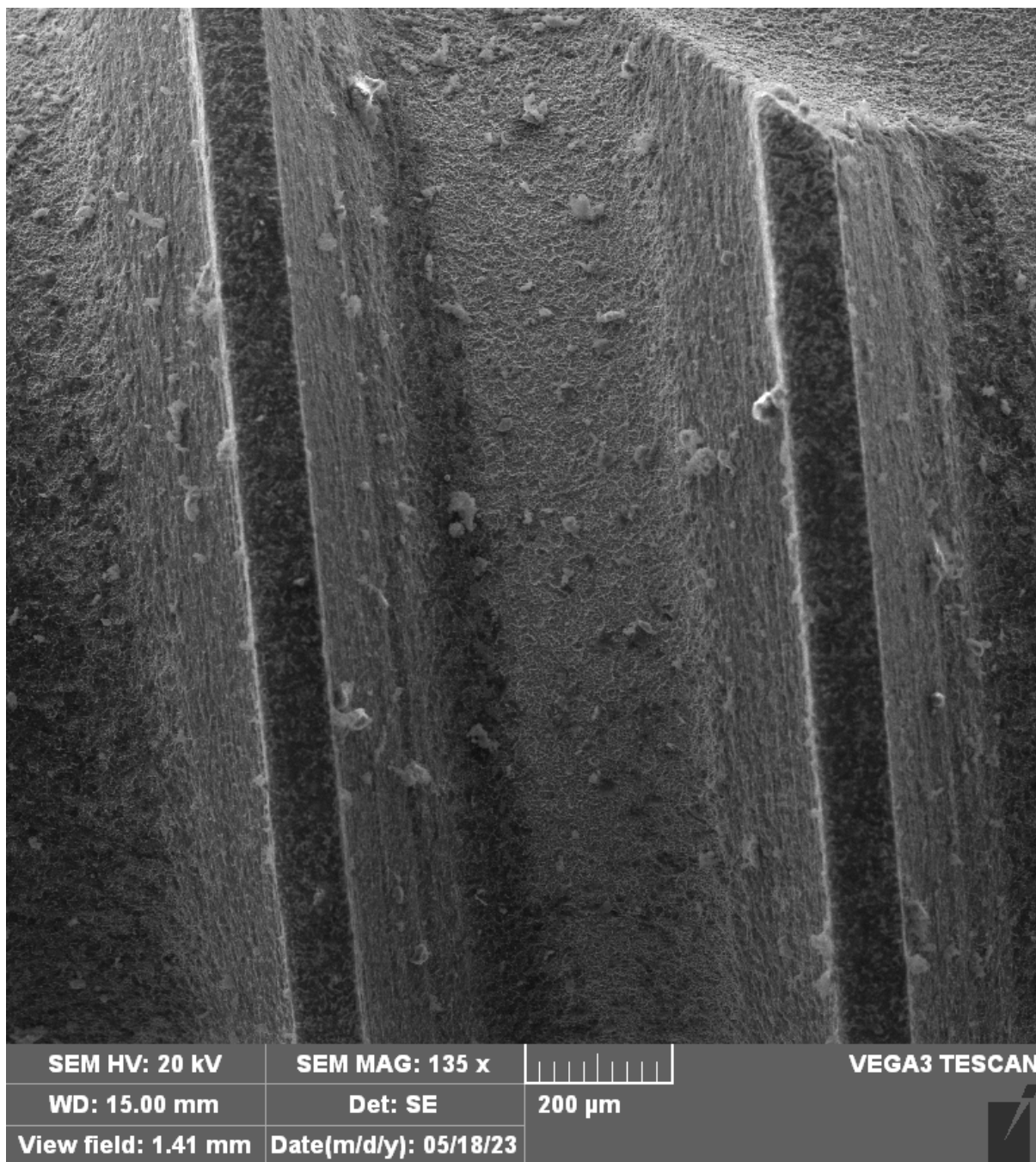


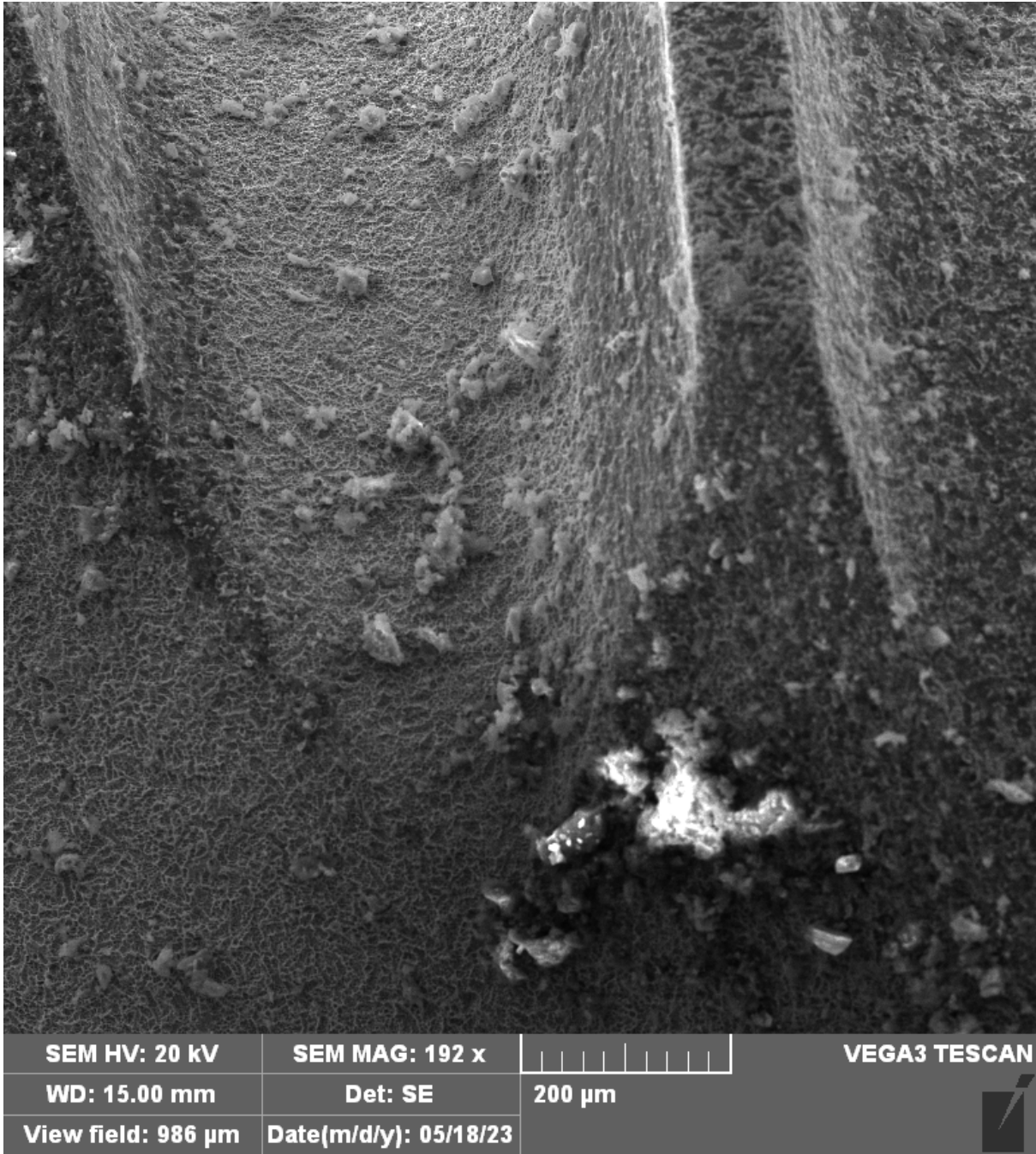


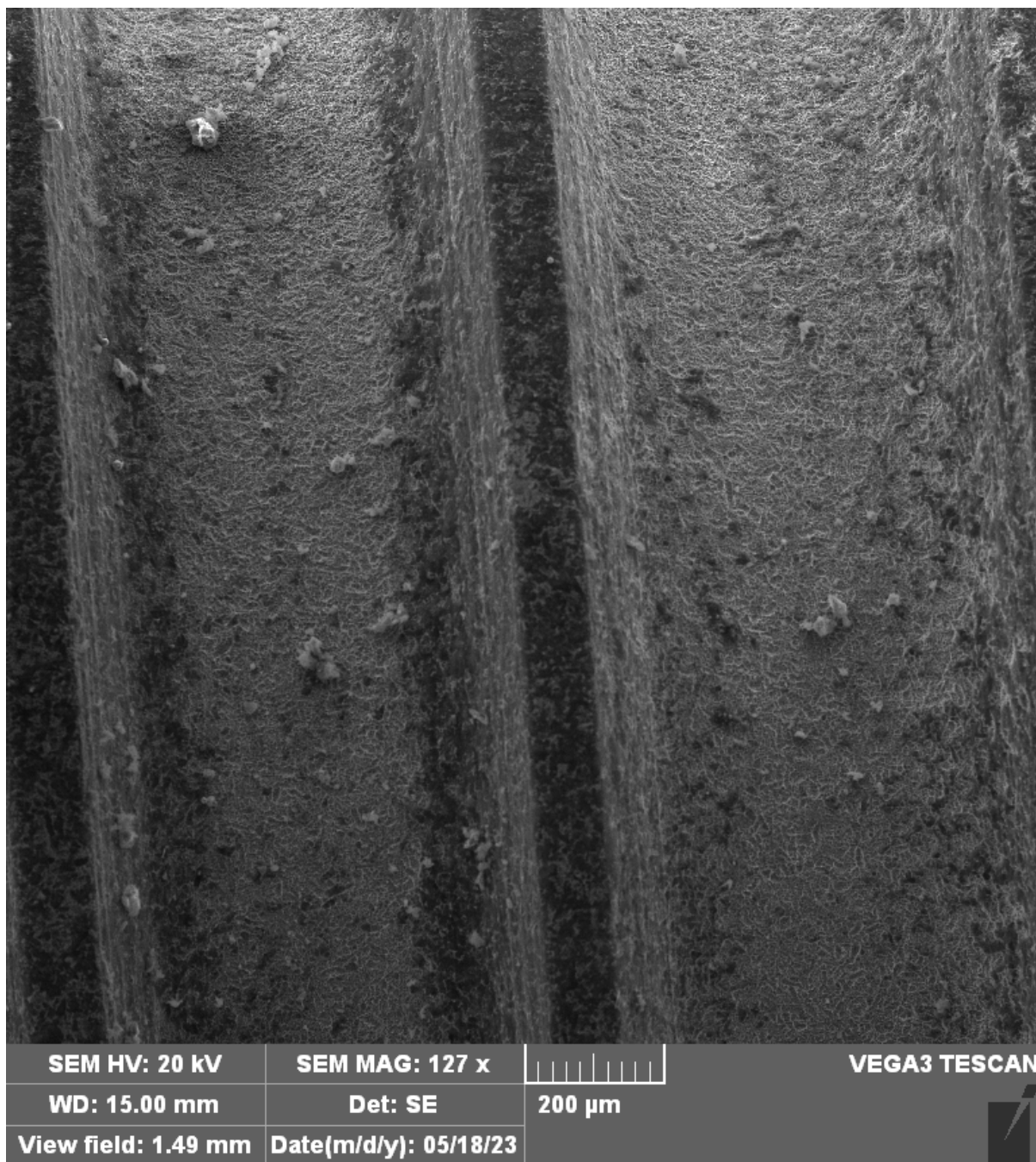


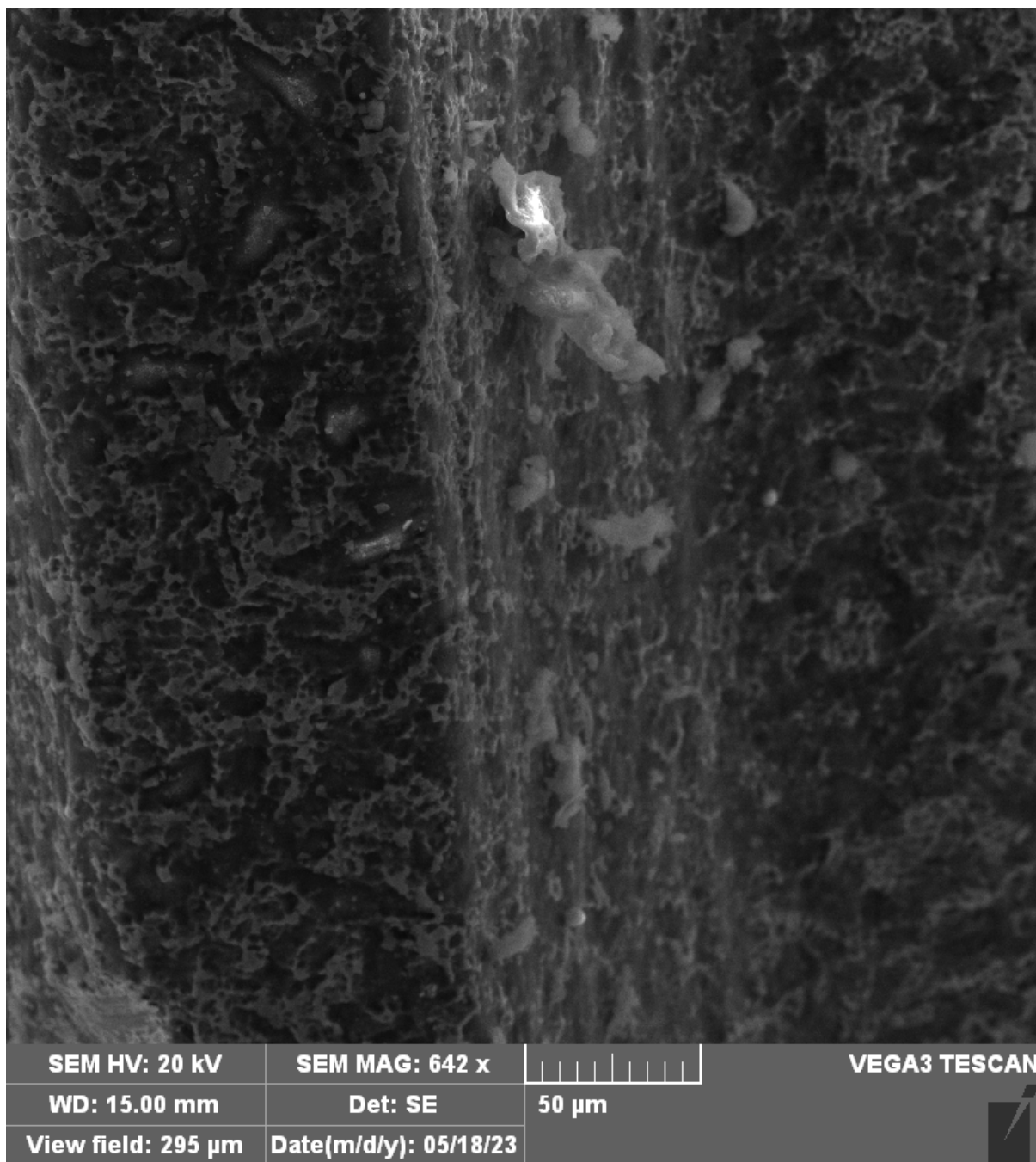
SEM HV: 20 kV	SEM MAG: 289 x	VEGA3 TESCAN
WD: 15.00 mm	Det: SE	200 μ m
View field: 657 μ m	Date(m/d/y): 05/18/23	

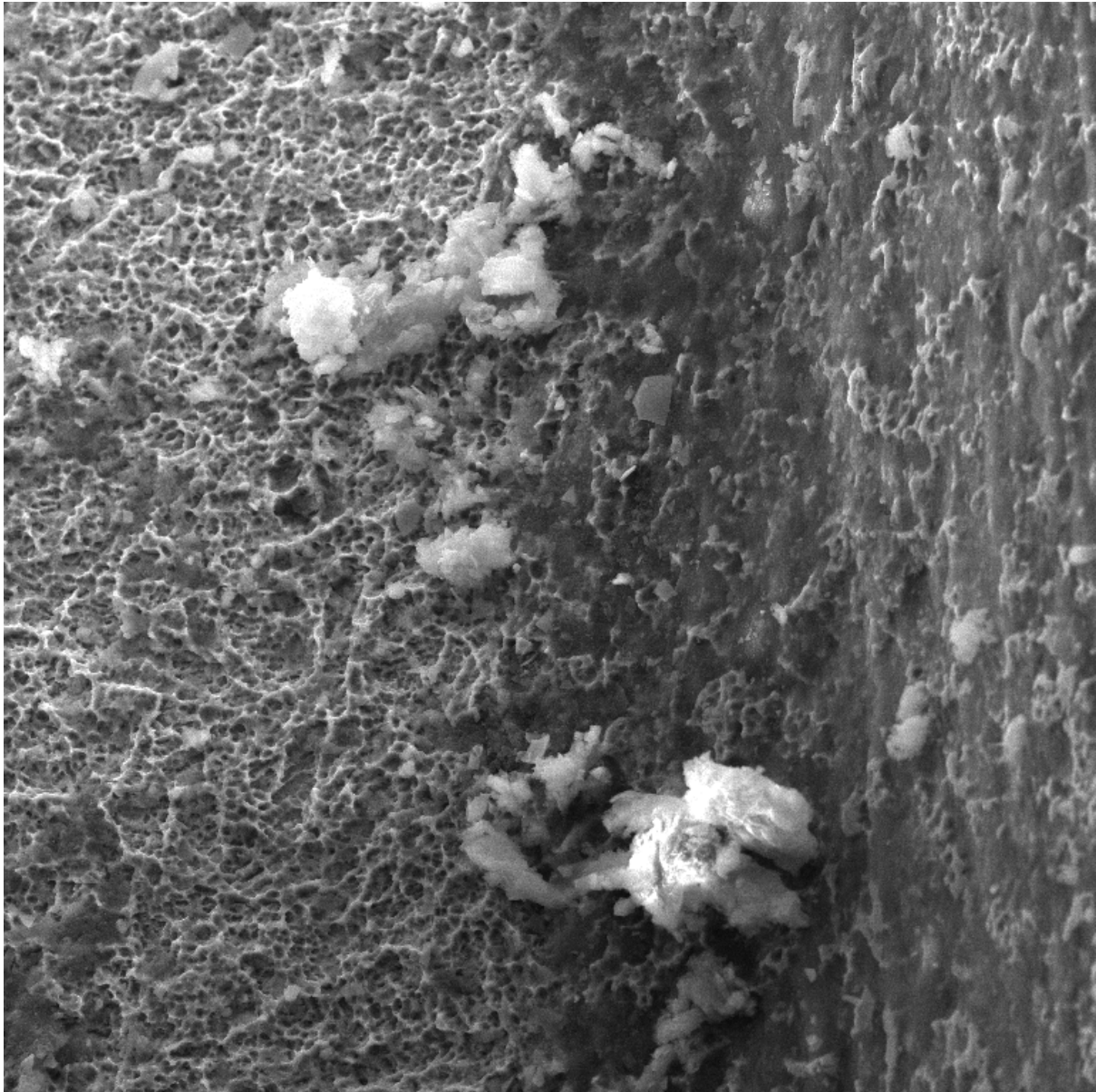






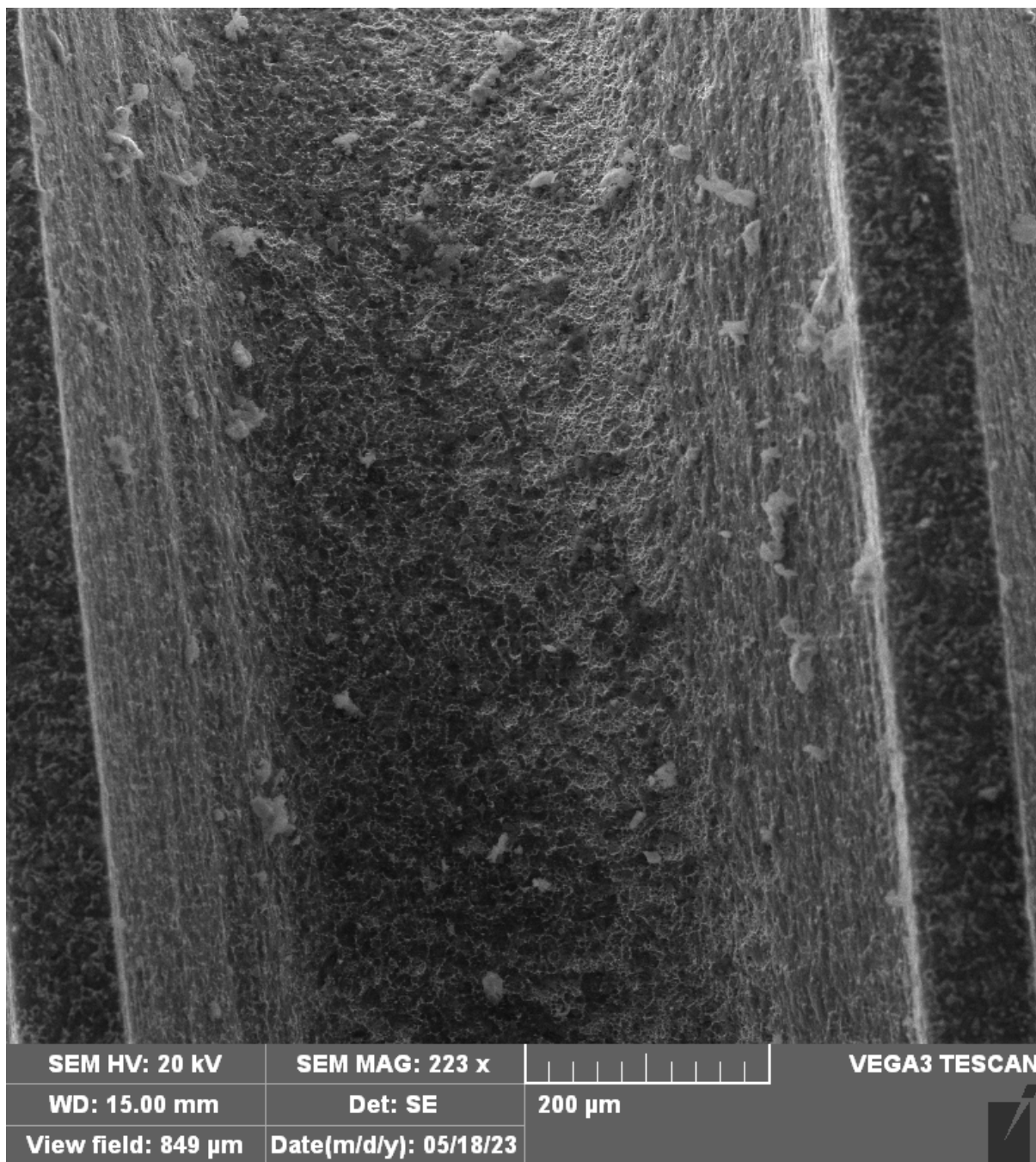






SEM HV: 20 kV	SEM MAG: 722 x	 50 μ m	VEGA3 TESCAN
WD: 15.00 mm	Det: SE		
View field: 263 μ m	Date(m/d/y): 05/18/23		





Анализа на површини на дел од денталните импланти со помош на електронски микроскоп.

