



Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

Стоматолошки факултет – Скопје

**Катедра по орална хирургија и
имплантологија**



Д-р Венци Карапеев

**ВРЕМЕНСКА КОРЕЛАЦИЈА ПРИ ПРОТЕТСКО
ОПТОВАРУВАЊЕ НА ПОЕДИНЕЧНИ ИМПЛАНТИ
КАЈ ИМЕДИЈАТНИ И ОДЛОЖЕНИ ИМПЛАНТАЦИИ**

Докторски труд

Ментор:

Проф. д-р Оливер Димитровски



Скопје, 2025

Докторанд:
Д-р Венци Карапеев

Тема:
ВРЕМЕНСКА КОРЕЛАЦИЈА ПРИ ПРОТЕТСКО ОПТОВАРУВАЊЕ НА
ПОЕДИНЕЧНИ ИМПЛАНТИ КАЈ ИМЕДИЈАТНИ И ОДЛОЖЕНИ
ИМПЛАНТАЦИИ

Ментор:
Проф. д-р Оливер Димитровски
Стоматолошки факултет-Скопје

Комисија за одбрана:
Проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ (претседател)
Установа од која доаѓа

Проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,
Установа од која доаѓа

Проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,
Установа од која доаѓа

Проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,
Установа од која доаѓа

Проф. д-р ИМЕ И ПРЕЗИМЕ,
Установа од која доаѓа

Научна област:
ОРАЛНА ХИРУРГИЈА И ИМПЛАНТОЛОГИЈА

Датум на одбрана:
(Ако датумот не е утврден, се додава дополнително рачно)

ВРЕМЕНСКА КОРЕЛАЦИЈА ПРИ ПРОТЕТСКО ОПТОВАРУВАЊЕ НА ПОЕДИНЕЧНИ ИМПЛАНТИ КАЈ ИМЕДИЈАТНИ И ОДЛОЖЕНИ ИМПЛАНТАЦИИ

АПСТРАКТ

Вовед

Имплантолошката рехабилитација е стабилен терапевтски модалитет во современата стоматологија, при што временското одредување на протетичкото оптоварување останува критичен фактор за успехот на терапијата. Прецизното следење на процесот на осеоинтеграција и на стабилноста на имплантите преку објективни параметри, како што е Implant Stability Quotient (ISQ), обезбедува релевантна основа за процена на биолошката зрелост на интерфејсот имплант–коска. Потребата за докази базирани на податоци во однос на динамиката на стабилноста кај имедијатно и одложено поставени импланти претставува двигател за ова истражување.

Цел

Основна цел на истражувањето е да се процени временската корелација на стабилноста на поединечни дентални импланти поставени преку имедијатна и одложена техника на имплантација, со користење на резонантна фреквенциска анализа (RFA) и ISQ вредности како објективен биомаркер. Дополнително, цел е да се идентификува оптималниот момент за безбедно протетичко оптоварување на имплантите во двете групи, како и евидентирање на можни компликации.

Материјал и метод

Истражувањето е спроведено како проспективна, моноцентрична, рандомизирана клиничка студија на Стоматолошкиот клинички центар во Скопје, во периодот од 2022 до 2024 година. Вкупно беа вклучени 60 пациенти, поделени во две еднакви групи: група со имедијатна имплантација (N=30) и група со одложена имплантација (N=30). Кај сите пациенти беше користен идентичен тип на имплант со стандарден дизајн и димензија, поставен во региони со коска од типот D2 или D3 според Misch класификацијата. Стабилноста на имплантите беше

мерена со RFA во пет временски точки: веднаш по поставувањето, по еден, два, три и четири месеци. За секој временски интервал беа евидентирани ISQ вредностите, како и процентот на импланти со $ISQ \geq 65$, што претставува праг за сигурно оптоварување. Анализите беа спроведени со дескриптивна и инференцијална статистика, вклучувајќи t-тест, ANOVA и χ^2 тест.

Резултати

Во групата со имедијатни имплантации, најниската ISQ вредност беше забележана по еден месец ($55,19 \pm 6,01$), по што следеше стабилен раст до четвртиот месец ($65,30 \pm 3,82$). ISQ вредности ≥ 65 беа достигнати кај 63% од пациентите на крајот од четвртиот месец. Во групата со одложени имплантации, стабилноста прогресивно растеше од $58,50 \pm 8,81$ по еден месец до $68,13 \pm 4,50$ по четири месеци, со $ISQ \geq 65$ постигнат кај 90% од пациентите во истиот период. Меѓугрупната анализа покажа статистички значајна разлика во ISQ вредностите во корист на одложената група на третиот ($p=0,0082$) и четвртиот месец ($p=0,0023$). Компликации беа ретки и не беа статистички значајни меѓу групите. Промените во ISQ вредностите следеа слична биолошка динамика во двете групи, но со повисока конзистентност и стабилност кај одложените импланти.

Заклучок

Добиените резултати укажуваат на континуиран пораст на стабилноста на имплантите во обете групи со текот на времето, но поинаква динамика и момент на постигнување на клинички прифатлива стабилност. Одложената имплантација овозможи побрзо и посигурно достигнување на ISQ прагот за оптоварување. Иако имедијатната имплантација покажува добри резултати, таа бара внимателна селекција на случаите и подолг период на чекање за оптоварување. Ова истражување обезбедува вреден придонес кон индивидуализацијата на протетичкото планирање базирано на биолошки маркери.

Клучни зборови

Дентални импланти, имедијатна имплантација, одложена имплантација, ISQ, стабилност на имплант, осеоинтеграција, RFA

TEMPORAL CORRELATION IN THE PROSTHETIC LOADING OF SINGLE IMPLANTS IN IMMEDIATE AND DELAYED IMPLANTATION PROTOCOLS

ABSTRACT

Introduction

Implant-based oral rehabilitation has become a predictable therapeutic modality in modern dentistry, with the timing of prosthetic loading remaining a critical factor for treatment success. Accurate monitoring of osseointegration and implant stability through objective parameters, such as the Implant Stability Quotient (ISQ), provides a reliable basis for assessing the biological maturity of the implant–bone interface. The need for evidence-based data regarding the dynamic changes in implant stability for immediate versus delayed placements is the core motivation behind this study.

Aim

The main objective of this study was to evaluate the temporal correlation of the stability of single dental implants placed either immediately or with a delay, using Resonance Frequency Analysis (RFA) and ISQ values as a quantitative biomarker. A further aim was to determine the optimal time for safe prosthetic loading of implants in both groups and to record any complications.

Material and method

This was a prospective, monocentric, randomized clinical study conducted at the University Dental Clinical Center in Skopje between 2022 and 2024. A total of 60 patients were enrolled and divided into two equal groups: immediate implantation (N=30) and delayed implantation (N=30). The same type and dimension of implant was used in all cases, placed in bone of type D2 or D3 according to the Misch classification. Implant stability was measured using RFA at five time points: immediately after placement, and at 1, 2, 3, and 4 months postoperatively. ISQ values were analyzed to determine when the critical threshold of ≥ 65 was achieved, indicating readiness for prosthetic loading. Descriptive and inferential statistical methods (t-tests, ANOVA, χ^2 tests) were employed.

Results

In the immediate implantation group, the lowest average ISQ value was observed at one month (55.19 ± 6.01), followed by a gradual increase to 65.30 ± 3.82 at four months. ISQ values ≥ 65 were reached in 63% of patients by the fourth month. In the delayed implantation group, a progressive increase in stability was recorded, from 58.50 ± 8.81 at one month to 68.13 ± 4.50 at four months, with 90% of implants achieving ISQ ≥ 65 in this period. Between-group comparisons showed statistically significant differences favoring delayed implantation at three months ($p=0.0082$) and four months ($p=0.0023$). The incidence of complications was low and not significantly different between groups. The trend of ISQ value progression followed a similar biological pattern in both groups but demonstrated greater consistency and higher final values in the delayed group.

Conclusion

The results demonstrate a continuous increase in implant stability over time in both groups, but with different dynamics and timing in achieving clinically acceptable levels. Delayed implantation was associated with faster and more reliable attainment of the ISQ threshold for prosthetic loading. Although immediate implantation also showed favorable results, it requires careful case selection and a longer healing interval prior to loading. This study contributes valuable data for personalized prosthetic planning based on objective biological indicators.

Key words

Dental implants, immediate implantation, delayed implantation, ISQ, implant stability, osseointegration, RFA

Изјавувам дека докторскиот труд е оригинален труд што го имам изработено самостојно.

Венци Карапеев, с.р.

Изјавувам дека електронската верзија на докторскиот труд е идентична со отпечатениот докторски труд.

Венци Карапеев, с.р.

СОДРЖИНА

1. ВОВЕД	10
2. ПРЕГЛЕД НА ПОСТИГНУВАЊАТА ВО ДАДЕНАТА НАУЧНА ОБЛАСТ ПОВРЗАНИ СО ПРЕДМЕТОТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО.....	34
3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ.....	42
4. ПРИМЕНЕТИ НАУЧНИ МЕТОДИ И НАЧИН НА РАБОТА.....	43
5. ДОБИЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НИВНО ЗНАЧЕЊЕ.....	49
6. ПРИМЕНА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО И МОЖНИ НАСОКИ ЗА НАТАМОШНО ИСТРАЖУВАЊЕ	85
7. ЗАКЛУЧОК.....	101
8. СПИСОК НА КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА И ДРУГИ ИЗВОРИ	103

СПИСОК НА КРАТЕНКИ

CBCT – CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY (КОНУСНО ЗРАЧНА КОМПЈУТЕРСКА ТОМОГРАФИЈА)

HU – HOUNSFIELD UNITS (ХАУНСФЕЛДОВИ ЕДИНИЦИ)

GPT-10 – THE GLOSSARY OF PROSTHODONTIC TERMS 10 (ГЛОСАР НА ПРОТЕТИЧКИ ТЕРМИНИ-10)

ALP – ALKALINE PHOSPHATASE (АЛКАЛНА ФОСФАТАЗА)

TGF- β – TRANSFORMING GROWTH FACTOR BETA (ТРАНСФОРМИРАЧКИ ФАКТОР НА РАСТ БЕТА)

BMP – BONE MORPHOGENETIC PROTEINS (КОСКЕН МОРФОГЕНЕТИСКИ ПРОТЕИН)

RFA – RESONANCE FREQUENCY ANALYSIS (АНАЛИЗА НА РЕЗОНАНТНА ФРЕКВЕНЦИЈА)

ISQ – IMPLANT STABILITY QUOTIENT (КОЕФИЦИЕНТ НА СТАБИЛНОСТА НА ИМПЛАНТ)

RPM – ROTATIONS PER MINUTE (РОТАЦИИ ВО МИНУТА)

N/CM – NEWTON / CENTIMETER (ЊУТН/САНТИМЕТАР)

IL - IMMEDIATE LOADING (ИМЕДИЈАТНО ОПТОВАРУВАЊЕ)

DL - DELAYED LOADING (ОДЛОЖЕНО ОПТОВАРУВАЊЕ)

1. ВОВЕД

Историја и зачетоци на модерната дентална имплантологија

Имплантацијата, односно поставувањето на дентални импланти, може да се дефинира како орално-хируршка интервенција, при која денталниот имплант се поставува во алвеоларниот гребен на горната и долната вилица на местото на претходно изгубен или екстрахиран заб. Овие „коренски“ надоместоци подоцна служат како основа за идните протетички изработки (коронки, мостови или протези).

Имплантологијата како гранка на стоматологијата има долга и богата историја што датира уште од античките времиња (Pal 2015; Abraham 2014). Археолошките истражувања покажале дека древните цивилизации, како што се Маите, Египќаните и Кинезите, користеле различни материјали, вклучително школки, коски и метални жици, за да ги заменат изгубените заби (Block, 2018; White & Sabeti, 2014). Овие рани обиди, иако неуспешни во однос на долготрајноста и функционалноста, сведочат за постојаната човечка желба за реставрација на оралната функција.

Современата имплантологија започнува со откритието на шведскиот истражувач Пер-Ингвар Бранемарк во 1950-тите години. Тој случајно открива дека титаниумските цилиндри можат трајно да се интегрираат со коскениот ткиво, што довело до развој на концептот за осеоинтеграција (Brånemark et al., 1977; Rajput et al., 2016). Ова откритие беше револуционерно и постави темели за развој на модерните имплантни системи.

Во текот на 1960-тите и 1970-тите години, Бранемарк и неговите соработници развиваат хируршки протоколи кои овозможуваат успешна интеграција на титаниумските импланти. Нивниот пристап се засноваше на двостепено поставување на имплантот, каде што првата фаза вклучуваше хируршко вградување на имплантот и период на зараснување без оптоварување, додека втората фаза подразбираше поставување на протетичка конструкција по неколкумесечен период на зараснување (Buser et al., 2000). Во овој период,

титаниумот станува доминантен материјал за импланти поради неговата биокомпатибилност и способноста за формирање на стабилна врска со коскениот ткиво. Ова беше значаен напредок, бидејќи претходните материјали, како што се злато и не’рѓосувачки челик, не беа во можност да обезбедат исто ниво на стабилност и долготрајност (Buser et al., 2016). Дополнително, имплементацијата на концептот за осеоинтеграција доведе до клинички студии кои ја потврдија неговата успешност (Arun et al., 2021). Студиите спроведени во 1970-тите и 1980-тите години, покажаа високи стапки на преживување на имплантите, што доведе до зголемена доверба меѓу стоматолозите и пациентите (Sullivan, 2001; Јосса и Lopez, 2016).

Покрај работата на Бранемарк, во исто време работат и други истражувачи, кои значително придонесоа за развојот на имплантологијата (Block, 2018). Во Германија, Шулте и Хајмке во 1976 година го претставуваат првиот керамички имплант, наречен „Tübinger Implantat“ (Schulte & Heimke, 1976). Во Шведска, Р. I. Branemark и неговите следбеници продолжија со експерименти кои ги подобрија имплантните техники и дизајнот (Albrektsson et al., 1986). Следствено, во 1980-тите години започнува масовно производство и комерцијализација на титаниумските импланти, што доведе до зголемување на достапноста и прифатливоста на терапијата за пошироката популација. Истражувањата од тој период се насочија кон подобрување на површинските третмани на имплантите, што резултира со подобрена биокомпатибилност и побрза осеоинтеграција (Esposito et al., 2012). Со развојот на имплантолошката индустрија, во 1990-тите години се појавуваат нови имплантни системи, кои овозможува поголема варијабилност во димензиите, површинските третмани и протетичките опции (Alghamdi & Jansen, 2020). Овие подобрувања значително го проширија спектарот на пациенти кои можеа да бидат подложени на имплантна терапија.

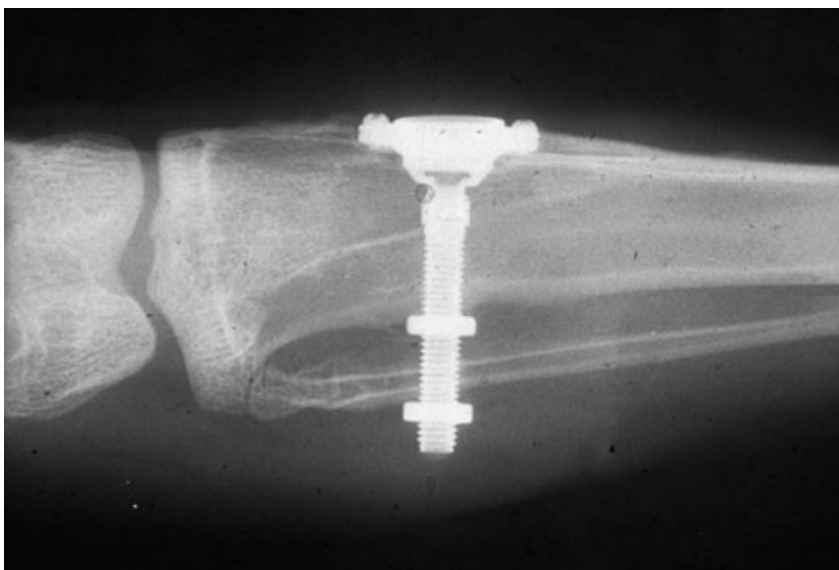
Во почетокот на 2000-тите години, дигиталната технологија започна да игра клучна улога во планирањето и изведувањето на имплантните процедури. Појавата на компјутерски навигираната хирургија, 3D-печатењето и виртуелното планирање, овозможи повисока прецизност и подобрување на клиничките резултати (Tettamanti et al., 2017). Овие иновации не само што ги подобрија

прогнозите, туку и го намалија времето на третман и непријатноста за пациентите. Денес, модерната имплантологија продолжува да се развива со воведување на нови биоматеријали, нанотехнологии и напредни хируршки техники (Khaohoen et al., 2023). Истражувањата се насочени кон подобрување на долгорочните резултати и индивидуализација на терапијата според потребите на секој пациент. Со овие напредоци, иднината на имплантологијата ветува уште поголеми можности за рехабилитација на забниот систем (Hossain et al., 2023).

Осеоинтеграција во имплантологијата

Осеоинтеграцијата е биолошки процес на директна структурна и функционална врска помеѓу површината на титаниумскиот (или друг биокомпатибилен) имплант и коскено то ткиво. Овој концепт е клучен во денталната и ортопедската имплантологија и претставува основа за долгорочната стабилност и успех на имплантот (Brånemark et al., 1977; Albrektsson et al., 1981).

Осеоинтеграцијата е биолошки процес при кој се создава директна структурна и функционална врска помеѓу денталниот имплант и околното коскено ткиво, без присуство на меко ткиво помеѓу нив. Овој феномен е клучен за долгорочната стабилност и за успех на денталните импланти, бидејќи обезбедува имплантот да функционира како природен дел од виличната коска. Терминот „осеоинтеграција“ прв го вовел Пер-Ингвар Бранемарк, шведски ортопедски хирург и истражувач, во 1960-тите години. Неговото откритие било случајно, за време на експерименти за микроциркулација во коскено то ткиво. Бранемарк забележал дека титаниумските комори вметнати во коската на зајаци (слика 1) не можеле да се отстранат без да се оштети коската, што укажувало на силна врска помеѓу металот и живото ткиво (Brånemark et al., 1977).



Слика 1. Оригиналниот радиограм од поставениот имплант во коска од зајак од страна на Бранемарк

Овој пробив довел до развој на современите дентални импланти и значително ја промени стоматолошката протетика. Оттогаш, направени се неколку обиди за соодветно дефинирање на концептот на осеоинтеграција. Бранемарк првично ја дефинираше осеоинтеграцијата како „директна структурна и функционална врска помеѓу организирана жива коска и површината на носечки ендосеален имплант на ниво на светлосна микроскопија“ (Branemark, 2005). Понатаму, Американската академија за имплантна стоматологија (1986) ја дефинираше како „контакт воспоставен без интерпозиција на некоскено ткиво помеѓу нормално ремоделирана коска и имплант, со што се овозможува континуиран пренос и распределба на товарот од имплантот кон и во коскено ткиво“. Подоцна, Глосарот на протетички термини-10 (GPT-10) ја дефинираше како „очигледно директно прицврстување или поврзување на коскено ткиво со инертен, алопластичен материјал без интерпонирано сврзно ткиво“ (Layton et al., 2023).

Сепак, овие дефиниции не го земаат предвид клучниот показател на новоформираното коскено ткиво, односно квалитетот на коската. Затоа, дефиницијата за осеоинтеграција мора темелно да вклучи и неколку други параметри, како што се: протетичка стабилност под функционално оптоварување, депозиција на нова коска без интерпозиција на сврзното ткиво, недостаток на

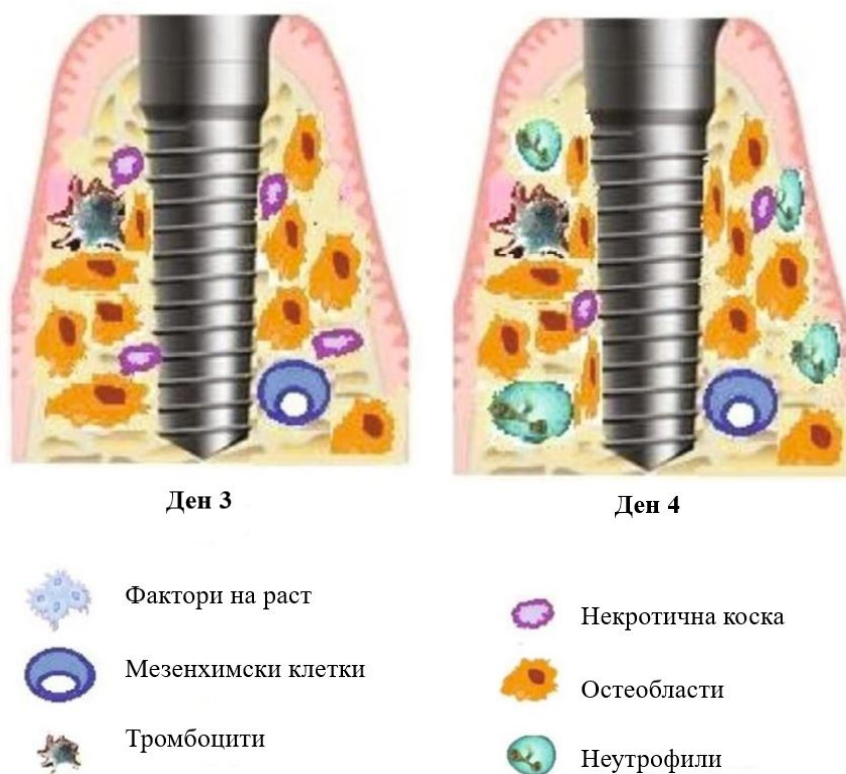
подвижност на имплантот во однос на околното ткиво при функционално оптоварување, како и присуство на нормално коскено ткиво и коскена срцевина на површината на имплантот, видливо на светлосна и електронска микроскопија (Colnot et al., 2007).

Важно е да се разликува осеоинтеграцијата од биоинтеграцијата. Осеоинтеграцијата се однесува на директна механичка врска помеѓу имплантот и коската, без интервенција на меко ткиво. Од друга страна, биоинтеграцијата, која често е поврзувана со керамичките и циркониумските импланти, подразбира повеќе биолошки интерактивен процес, каде што површината на имплантот промовира адхезија на коскени клетки и адаптација на ткивото (Albrektsson & Wennerberg, 2004). Додека двата процеса имаат цел да обезбедат долгорочна стабилност на имплантот, осеоинтеграцијата е најчесто користен концепт кај титаниумските импланти поради нејзината добро документирана успешност и издржливост (George, 2023).

Фази во процесот на осеоинтеграцијата

Процесот на осеоинтеграцијата поминува низ неколку последователни фази, кои се неопходни за стабилноста и долготрајната функционалност на имплантот (Javed & Romanos, 2010; Buser et al., 2017).

Иницијална фаза (примарна стабилност). – Веднаш по поставувањето, имплантот е механички фиксиран во коската. Ова е клучно за процесот, бидејќи без почетна стабилност, осеоинтеграцијата нема да се случи правилно (Javed & Romanos, 2010). Оваа фаза започнува веднаш по поставувањето на имплантот и е дефинирана со механичката фиксација на имплантот во коската. Примарната стабилност зависи од густината и квалитетот на коскениот ткиво, како и од дизајнот на имплантот. Важна улога игра техниката на хируршката подготовка на коската, каде што минималното оштетување може да го подобри процесот на интеграција (Albrektsson & Wennerberg, 2004; Degidi & Piattelli, 2009).



Слика 3. Локални промени во алвеолата во текот на Ден 3 и Ден 4

Фаза на формирање на нова коска (минерализација). – Коскено то ткиво постепено ги заменува почетните фиброзни структури, што овозможува посилна врска меѓу имплантот и коската (Berglundh et al., 2003). Во оваа фаза, која обично трае неколку недели, новосинтетизираната коскена матрица почнува да се минерализира и постепено созрева. Остеобластите продолжуваат со депонирање на минерални компоненти како калциум и фосфати, што овозможува стабилно и долготрајно интегрирање на имплантот во коскено то ткиво (Schroeder et al., 1981; Jokstad, 2014).

Фаза на финална зрела осеоинтеграција. – По неколку месеци (обично 3-6 месеци, во зависност од локацијата и квалитетот на коската), имплантот станува целосно интегриран во коската и е подготвен за функционално оптоварување (Albrektsson & Wennerberg, 2004). По неколку месеци, новоформираното коскено ткиво целосно созрева и имплантот станува структурно стабилен. Оваа завршна фаза обезбедува целосна функционалност и способност за поднесување на оптоварувања при мастикација на храната без компромис на стабилноста на имплантот. Соодветната протетичка надградба во оваа фаза е важна за оптимална

распределба на силите и заштита на новоформираната коскена структура (Brånemark et al., 1977; Emam & Moussa, 2024).



Слика 4. Локални промени во алвеолата во текот на Ден 28

Табела 1. Хронологија на клеточни и молекуларни процеси при осеоинтеграција

Временска рамка по поставување на имплантот	Клеточни и молекуларни процеси	Референција
Ден 1	Секреција на фактори на раст од водените молекули и апсорпција на тромбоцити на местото каде што е поставен имплантот	Joos et al., 2005
	Недиференцираните остеобласти се прилепуваат на површината на имплантот со помош на фибронектин	Schwartz et al., 1996
	Миграција на плурипотентни мезенхимални клетки по должината на површината на имплантот, при што нивната функција зависи од локалната тензија на кислородот и регулаторните фактори на раст, кои пак, дополнително зависат од позицијата на имплантот и ангиогенезата	Rajpurohit et al., 1996; Cooper 1998

Ден 2	Локална исхемија и некроза кон центарот на местото на имплантација поради разградување на капиларите	Davies, 2003
	Неутрофилите стануваат доминантни клетки, проследени со макрофаги, кои ја преземаат доминацијата, формирајќи згрутчување и некроза на ткивото.	
Ден 3	Активирање на Runx2 и Op (транскрипциони фактори поврзани со остеобластите) од страна на клетките околу имплантот	Colnot et al., 2007
Ден 4	Ресорпција на некротична коска и формирање на почетен коскено-имплантен интерфејс	Depprich et al., 2008
Ден 5	Доказ за формирање на нова коска и иницирање на минерализација и ремоделирање на матрицата, што се индицира преку активноста на алкалната фосфатаза	Colnot et al., 2007
Ден 7	Препознатлива кохезија на коскената матрица на површината на имплантот	Colnot et al., 2007
	Остварениот контакт помеѓу коската и имплантот изнесува околу 35%	Büchter et al., 2006
Ден 16	Површината на имплантот станува целосно обложена со минерализирани ткива, остеоид и густа матрица	Depprich et al., 2008
Ден 28	Целосно врзување на коската по должината на површината на имплантот, со формирање на слој од ткиво составен од колагенски влакна и остеобласти во непосредна близина на имплантот; порамнување на колагенските влакна што се распоредени паралелно со површината на имплантот	Büchter et al., 2006
	Контактна остеогенеза: од површината на имплантот кон коската (30% побрзо оформување на коската); како одговор на физичко-хемиските својства на површината на имплантот	Puleo & Nanci, 1999; Davies, 2003
	Дистантна остеогенеза: од рабовите на коската кон површината на имплантот; новоформираната коска е од плетен (woven) тип	Puleo & Nanci, 1999; Davies, 2003
Крај на 12 недела	Формирање на зрела ламеларна коска во контакт со титаниумската површина, што води до униформност на коската формирана на површината на имплантот	Depprich et al., 2008

Фактори што влијаат на успешноста на осеоинтеграцијата

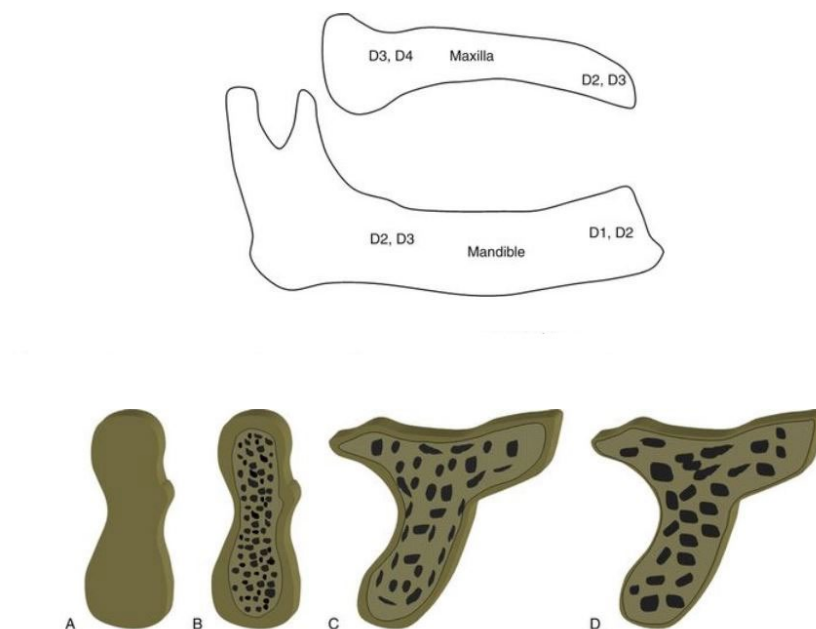
Процесот на осеоинтеграција може да биде под влијание на различни фактори, вклучувајќи фактори поврзани со самиот имплант, состојбата на коскено то ткиво, хируршката техника и специфичните околности поврзани со пациентот (Albrektsson & Wennerberg, 2004; Buser et al., 2017).

Фактори поврзани со имплантот

Материјалот на имплантот е клучен за осеоинтеграцијата. Титаниумот е најчесто користен материјал поради неговата биокомпатибилност и способност да формира цврста врска со коскено то ткиво (Zhu et al., 2021). Циркониумот, како алтернатива, се користи поради својата естетика и намалениот ризик од воспалителни реакции, но има различни механички својства (Degidi & Piattelli, 2009). Површинската обработка на имплантот игра значајна улога во забрзувањето на осеоинтеграцијата. Микро и нано-структурирањето на имплантот, како и нивното претходно третирање со плазма или калциум фосфатни облоги, ја подобруваат атхезијата на остеобластите и го стимулираат формирањето на нова коска (Guglielmotti et al., 2019; Javed & Romanos, 2010). Дизајнот и формата на имплантот влијаат врз распределбата на силите при оптоварувањето. Имплантите со цилиндричен или конусен дизајн се користат за различни анатомски региони, а оптималниот дизајн се одредува според густината на коската (Schroeder et al., 1981). Дијаметарот и должината на имплантот треба да бидат приспособени на анатомските карактеристики на пациентот. Подолги импланти обезбедуваат поголема површина за осеоинтеграција, додека импланти со поширок дијаметар можат да ја подобрат стабилноста во помека коска (Jokstad, 2014).

Фактори поврзани со коската

Квалитетот и густината на коскено то ткиво имаат значително влијание врз стабилноста на имплантот. Класификацијата на коскената густина според Misch (слика 5) е широко прифатена во денталната имплантологија и служи за оценка на квалитетот на коската на местото на имплантацијата. Оваа класификација ги дели коскените типови на четири категории, од D1 до D4, врз основа на густината и структурата на коскено то ткиво (Misch 1989; Buser et al., 2017).



Слика 5. Класификација на коските по Misch

A) D1 коска (густа кортикална коска): Овој тип се состои од хомогена, компактна кортикална коска со минимално или без присуство на трабекуларна коска. Поради високата густина, оваа коска има ограничена васкуларност, што може да резултира со послаба регенеративна способност. D1 коската најчесто се наоѓа во предниот дел на долната вилица. При подготовка на остеотомијата, потребно е користење на повисока брзина и соодветно ладење за да се избегне прегревање и некроза на коската.

B) D2 коска (густа до порозна кортикална коска со груба трабекуларна коска): Овој тип се карактеризира со густа до порозна кортикална коска на гребенот, под која се наоѓа грубата трабекуларна коска. D2 коската обезбедува добра примарна стабилност и соодветна васкуларност, што ја прави повољна за имплантација. Најчесто се среќава во предниот дел на долната вилица и во задниот дел на горната вилица.

C) D3 коска (тенка порозна кортикална коска со фина трабекуларна коска): Овој тип има тенка, порозна кортикална коска на гребенот и фина трабекуларна коска под неа. D3 коската обезбедува умерена примарна стабилност и добра

васкуларност. Се наоѓа во предниот дел на горната вилица и во задниот дел на долната вилица.

D) D4 коска (фина трабекуларна коска со минимална или без кортикална коска): Овој тип се состои од фина трабекуларна коска со речиси отсутна кортикална коска. Поради ниската густина и високата порозност, D4 коската обезбедува слаба примарна стабилност и има зголемен ризик од неуспех на имплантацијата. Најчесто се среќава во задниот дел на горната вилица, особено во моларниот регион.

Оваа класификација е корисна за планирање на третманот и избор на соодветна хируршка техника, типот на имплант и времето на заздравување, со цел да се постигне оптимална осеоинтеграција и долгорочен успех на имплантатите. Васкуларизацијата е исто така критична за процесот на регенерација на коската. Доброто снабдување со крв овозможува брзо заздравување и интеграција на имплантот (Mavrogenis et al., 2009). Локацијата на имплантот во максилата или мандибулата игра улога во успешноста на осеоинтеграцијата. Коската на максилата е помека и порозна, додека мандибулата содржи погуста кортикална коска што овозможува подобра примарна стабилност (Emam & Moussa, 2024).

По загубата на заб, ресорпцијата на коската е неповратна, оставајќи ја областа без соодветен волумен на коската за успешно поставување имплант. Коскената трансплантација, т.н. графтирање, е единственото решение за надоместување на загубената коска и претставува добро прифатена процедура. Коскениот графт се дефинира како живо ткиво што има способност да поттикне зараснување на коската и се трансплантира во коскен дефект, самостојно или во комбинација со други материјали (Cypher & Grossman, 1996; Elsalanty & Genecov, 2009). Графтоот претставува природен или синтетички материјал, често содржи само минерализирана коскена матрица без живи клетки, но со способност да ја постигне истата цел (Fernandez de Grado et al., 2018). Според актуелните глобални статистики, се проценува дека секоја година се изведуваат приближно 2,2 милиони процедури кои вклучуваат графтови, со вкупна вредност од околу 664 милиони американски долари до 2021 година, при што се очекува бројот на хируршки интервенции за поправка на коскени дефекти да расте за приближно 13% годишно

(Ratnayake et al., 2017). Главната функција на коскените графтови е да обезбедат механичка поддршка и да ја стимулираат остеорегенерацијата, со крајна цел замена на коската (Bhat & Rozental, 2012). Четирите основни биолошки својства — осеоинтеграција, остеогенеза, остеоиндукција и остеоиндуција — се од суштинско значење за ефективно извршување на оваа функција (Wang & Yeung, 2017; Moore et al., 2001).

Автографтови

Автографтовите најчесто се добиваат од интраорални и екстраорални региони на истиот пациент, како што се симфизата на мандибулата, рамусот на мандибулата, илијачниот гребен, проксималниот дел на улната или дисталниот радиус, бидејќи претставуваат добри извори на кортикална и спонгиозна коска (Elsalanty & Genecov, 2009). Кај автографтовите не постојат проблеми со хистокompatibilност или имуногеност, па затоа се сметаат за најбиолошки безбеден избор. Сепак, тие имаат и некои недостатоци, како што се потребата од дополнителна хируршка интервенција, повреда на донорското место и можноста за појава на лузни. Исто така, автографтовите се поврзуваат со повисоки хируршки трошоци и поголеми ризици од компликации, како што се прекумерно крвавење, инфекција, воспаление и болка, што ја ограничува нивната примена на релативно помали коскени дефекти. И покрај развојот на бројни коскени супститути во последните години, автографтовите и понатаму се сметаат за „златен стандард“, бидејќи се единствените материјали за трансплантација кои ги поседуваат сите четири основни биолошки својства што се потребни (Misch 2010).

Алографтови

Главната алтернатива на автографтови е користењето на алографт материјали, кои може да се добијат или од компатибилен жив донор или од коскени извори од трупови (Roberts & Rosenbaum, 2012). Алографтовите може да се подготват во три основни форми — свежи, замрзнати или лиофилизирани (исушени со замрзнување). Свежите и замрзнатите алографт материјали имаат подобри остеоиндуктивни својства, но денес ретко се користат поради повисокиот ризик од имунолошка реакција од страна на домаќинот, ограничениот рок на траење и зголемениот ризик од пренос на болести. Дополнителната обработка на

алографтовите преку лиофилизација го продолжува рокот на траење и ја намалува имуногеноста, но по цена на намалена остеоиндуктивност, намалена структурна цврстина и послаба осеоинтеграција (Roberts & Rosenbaum, 2012).

Ксенографтови

Како што беше дискутирано претходно, автографтовите и алографтовите, и покрај нивната висока успешност во клиничката практика за коскена трансплантација, имаат одредени ограничувања. Поради тоа, развиени се природни супститути за коска со цел да се подобрат остеогените, остеоиндуктивните и остеоиндуктивните својства преку создавање поволна микросредина за раст на коската (Kozusko et al., 2018). Ксенографтовите се трансплантациски материјали добиени од генетски различен вид од домаќинот (Kao & Scott, 2007). Најчестиот извор на ксенографт материјали во денталната медицина е депротеинизирана говедска коска, која комерцијално се нуди под името BioOss™.

Табела 2. Карактеристики на комерцијално достапни графтови/материјали

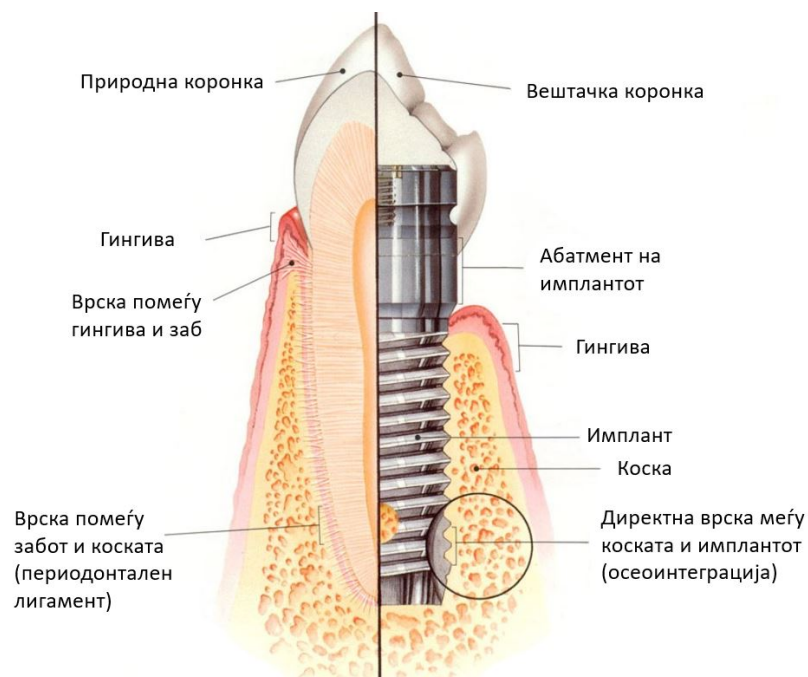
Тип	Производ	Извор	Главна клиничка примена	Предности	Референција
Кортикален алографт	MinerOss Cortical™	Човечка (кортикална коска)	Аугментација на гребен, коскени дефекти, синуси	Остеокондуктивен, нема потреба од донорско место	Nevins et al., 2014 Toscano et al., 2010
Спонгиозен алографт	MinerOss Cancellous™	Човечка (спонгиозна коска)	Поправка на расцеп	Остеокондуктивен, остеоиндуктивен, нема потреба од донорско место	
Деминерализирана коска (DBM)	Grafton™, Dynagraft™, Opteform™	Човечка DBM	Подигање на синус, дефекти, празнини	Висока остеоиндуктивност, лесно ракување, ниска имуногеност	Fuentes et al., 2012 Hanes 2007
Ксенографт (говедски)	BioOss™, OsteoGraf™, Cerabone™	Говедска коска	Аугментација на гребен и синус, пери-имплантни дефекти	Слична на човечка коска, добра остеоиндукција, ниска имуногеност	Zitzmann et al., 2001 Ibrahim et al., 2020
База – алги	Algipore™	Морски црвени алги	Пополнување на алвеоларни дефекти	Добра ресорпција, голема површина, ниска имуногеност	Ewers 2005 Christian et al., 2003
База – корали	ProOsteon™, BioCoral™, InterPore™	Морски корал	Рестаурација на гребен, подигање на синус	Остеокондукција, цврстина, поттикнува атхезија на клетки	Yukna & Yukna, 1998 Kenney et al., 1986

Хируршки фактори

Техниката на поставување на имплантот може да влијае на резултатите. „Flapless“ хирургијата има предности како помала постоперативна болка и побрзо заздравување, но традиционалниот пристап со креирање на хируршки шев може да обезбеди подобра визуелна контрола (Javed & Romanos, 2010). Прегревањето на коската при дупчење може да доведе до некроза и неуспех на имплантот. Контролираното ладење со физиолошки раствор и прецизни протоколи за дупчење се клучни за спречување на овие компликации (Degidi & Piattelli, 2009). Периодот на заздравување пред функционално оптоварување зависи од типот на имплантот и квалитетот на коската. Некои импланти се оптоваруваат веднаш, додека други бараат 3-6 месеци за целосна интеграција (Buser et al., 2017).

Фактори поврзани со пациентот

Возраста и одредени метаболички состојби, како дијабетес и остеопороза, можат да ја намалат брзината на коскената регенерација и да го зголемат ризикот од неуспех на имплантот (Mavrogenis et al., 2009). Пушењето е значаен негативен фактор за осеоинтеграцијата, бидејќи го намалува протокот на крв во периимплантатното ткиво и го зголемува ризикот од периимплантитис (Jokstad, 2014). Некои лекови, како бисфосфонати и кортикостероиди, можат да влијаат на ремоделирањето на коската и да го зголемат ризикот од остеонекроза (Emam & Moussa, 2024). Оралната хигиена и редовното одржување се критични за превенција на периимплантитис, воспалителна состојба која може да доведе до губење на имплантот (Brånemark et al., 1977).



Слика 6. Споредбен приказ на функционално поврзување на забот и на имплантот

Типови импланти

Во денешната дентална имплантологија, постојат различни типови импланти кои се разликуваат според нивната форма, материјал, површинска обработка и начин на поставување. Овие категории се развиени за да се приспособат на специфичните потреби на пациентите и клиничките индикации (Li et al., 2020).

Развојот на површинските модификации на имплантите значително го подобри процесот на осеоинтеграција. Рапавите површини, облоги со плазма и наноструктурирани модификации ја подобруваат интеракцијата помеѓу имплантот и коската преку зголемување на достапната површина за остеобластна активност (Schroeder et al., 1981). Современите истражувања исто така ја истражуваат улогата на биоактивните облоги, како што се калциум фосфат и BMP (bone morphogenetic proteins), за забрзување на заздравувањето и интеграцијата на коската (Emam & Moussa, 2024). Разбирањето на основните принципи на осеоинтеграцијата овозможи понатамошен напредок во имплантологијата, подобрување на резултатите кај пациентите и на долготрајноста на имплантите.

Поделба на имплантите

Според формата

1. Вретеновидните импланти, кои денес се најчесто користен тип, се дизајнирани да ја имитираат формата на природниот корен на забот, обично со цилиндрична или конусна геометрија што ја подобрува примарната стабилност и осеоинтеграцијата (Brånemark et al., 1977; Albrektsson et al., 1981; Albrektsson et al., 1986). Поради нивната предвидлива успешност и приспособливост на различни клинички ситуации, имплантите од овој тип и понатаму се сметаат за златен стандард за ендоосеалната стоматолошка рехабилитација (Buser, 1991; Misch, 2008).

2. Ламеларни импланти со плочеста форма, во вид на диск или во вид на сечило, воведени во 1960-тите, се рамни и тенки импланти, дизајнирани за поставување во тесни алвеоларни гребени каде што традиционалните импланти со вретеновидна форма не се соодветни (Linkow, 1968). Нивната уникатна форма овозможува поставување во области со ограничена ширина на коската без потреба од обемни трансплантации на коска, што ги прави соодветна опција во случаи на атрофија на задниот дел од долната вилица (Smithloff et al., 1975; Dal Carlo et al., 2019). Иако нивната популарност е намалена, овие импланти сè уште се сметаат за корисни во одбрани клинички ситуации (Binon, 2000).

3. Подпериостеални импланти. – Метални рамки кои се поставуваат под меките ткива и лежат врз коската, ретко се користат денес поради повисоката стапка на компликации.

Според материјалот за изработка

1. Метални (титаниумски) импланти. – Најчесто користени, благодарение на нивната висока биокомпатибилност и способноста за осеоинтеграција (Buser et al., 2016). Титаниумските дентални импланти се користат повеќе од 40 години и несомнено сè уште се најчесто употребуваните импланти. Приближно 95% од имплантите што се поставуваат денес се направени од титаниум. Сепак, мора да се напомене дека некои луѓе имаат алергија на овој метал или на метали воопшто (Goutam et al., 2014). Поради тоа, корисно е да се има друга алтернатива како материјал за импланти, што не содржи метална компонента (Sicilia et al., 2008).

2. Керамички (циркониумски) импланти. – Керамичките импланти многу често се произведуваат од циркониум, но исто така и од хидроксиапатит и монокристален алуминиум оксид. Покрај осеоинтеграција, тие постигнуваат и биоинтеграција, односно многу покомплетна интеграција во човечкото коскено ткиво (Parakash et al., 2021). Поседуваат одлични карактеристики како висока естетска вредност, хипоалергеност и биокомпатибилност, но сè уште се предмет на истражувања за подобрување на нивната механичка издржливост (Peter et al., 2024; Tettamanti et al., 2017).

Според површинската обработка

1. Со мазни површини. – Порано стандард, но денес ретко се користат бидејќи грубите површини покажуваат подобра осеоинтеграција.

2. Со пескарени и киселински обработени површини. – Овозможуваат подобра врска со коската и забрзана осеоинтеграција (Јосса и Lopez, 2016).

3. Со плазма-покриени титаниумски површини. – Користат нанотехнологија за подобрување на биолошкиот одговор на организмот кон имплантот.

Според методот на поставување

1. Еднофазни импланти. – Се поставуваат во една хируршка интервенција, без потреба од дополнителна процедура за откривање на имплантот.

2. Двофазни импланти. – Се поставуваат во две фази, прво имплантот се вградува во коската, а по неколку месеци се поставува надградбата.

Индикации за поставување на денталните импланти се бројни:

- губење заби по пат на траума;
- трауматска фрактура на коренот;
- интерни грануломи;
- девитализирани заби кои не можат да бидат третирани со конзервативни хируршки методи;
- недостаток на еден заб во забната низа;

- во постериорната регија кој би се користел како столб на мостот или протеза доколку е зачуван алвеоларниот гребен во вестибуло-орален правец;
- каде што постои поголемо растојание помеѓу два носачи на мостот;
- кај пациенти со тотална беззабост.

Класификација на индикациите за имплантација:

1 класа – ендосеалните импланти најчесто се поставуваат кога недостига еден заб во фронталната регија, премолар или молар;

2 класа – еднострано беззабо седло, двострано беззабо седло;

3 класа – кога недостигаат повеќе заби во низата;

4 класа – тотална беззабост во горната или долната вилица.

Контраиндикациите за поставување на дентални импланти можат да бидат општи и локални.

Општите контраиндикации вклучуваат:

- сите акутни и хронични општи заболувања;
- различни системски заболувања како што се заболувања на коските (M. Paget, M. Reclinghausen), изразена остеопороза, ревматски заболувања;
- коагулопатии;
- тешки невролошки заболувања;
- нарушување во метаболизмот, ендокрини заболувања;
- пациенти со радиотерапија;
- емоционално нестабилни пациенти;
- зависници и алкохоличари.

Локални контраиндикации за поставување на импланти:

- лоша орална хигиена;
- присуство на парафункции–бруксизам;

- неповолен меѓувиличен сооднос;
- неадекватен простор;
- изразена атрофија на алвеоларниот гребен;
- акутен или субакутен апикален пародонтитис;
- генерализирана пародонтопатија;
- патолошки промени на вилиците;
- рецидивирачки инфекции на меките ткива во устата;
- макроглосија.

Според студиите на Hammerle et al., 2004 и Chen and Buser, 2009 постојат неколку временски разликувани постапки:

-тип 1 (имедијатно поставување на имплантот), кога имплантот се поставува веднаш по екстракцијата на забот;

-тип 2 (рана имплантација), кога имплантот се поставува по 1 до 2 месеца од екстракцијата на забот;

-тип 3 (одложена имплантација) , кога имплантот се поставува по 3 до 4 месеци од екстракцијата на забот;

-тип 4 (доцна или конвенционална имплантација), кога имплантот се поставува по повеќе од 4 месеци од екстракција на забот.

Избор помеѓу имедијантни и одложени дентални имплантации

Одлуката за избор помеѓу имедијантна и одложена имплантација претставува значаен клинички предизвик и зависи од повеќе фактори, вклучувајќи го квалитетот на коскениот ткиво, присуството на инфекции, анатомските ограничувања и индивидуалните карактеристики на пациентот (Patel et al., 2023). Иmediјатната имплантација се изведува веднаш по екстракцијата на забот, додека одложената имплантација подразбира временска пауза за заздравување на ткивата, што најчесто трае неколку месеци (Hamilton et al., 2023).

Фактори што влијаат на изборот

Квалитет и количина на коскено то киво

Коскената густина е клучен фактор за примарната стабилност на имплантот. Доколку пациентот има доволна количина и густина на коска, имедијатната имплантација може да биде успешна. Сепак, ако постои значителна загуба на коскено ткиво, одложената имплантација со претходна коскена регенерација може да биде поповолен избор (Peitsinis et al., 2025).

Анатомски фактори

Близината на анатомски структури како синусите во горната вилица или инфериорниот алвеоларен нерв во долната вилица може да го ограничи времето на поставувањето на имплантот. При случаи каде што постои ризик од оштетување на овие структури, одложената имплантација е побезбедна опција (Hamilton et al., 2023).

Состојба на меките ткива

Здравите мекоткивни структури се неопходни за успешна интеграција на имплантот. Ако меките ткива не се во оптимална состојба, одложената имплантација може да биде потребна за да се овозможи нивна регенерација и подобро прифаќање на имплантот (Peitsinis et al., 2025).

Присуство на инфекции

Акутни инфекции или воспалителни процеси во местото на екстракцијата го зголемуваат ризикот од неуспех на осеоинтеграцијата. Во такви случаи, одложената имплантација е препорачлива бидејќи обезбедува време за елиминирање на инфекцијата и подобрување на локалните услови за успешна интеграција на имплантот (Tonetti et al., 2017).

Системски здравствени фактори

Пациенти со дијабетес, пушачи или кои користат одредени лекови (како бисфосфонати) имаат зголемен ризик од неуспех на имплантацијата. Овие фактори влијаат на процесот на заздравување и на успешноста на осеоинтеграцијата, па затоа во одредени случаи одложената имплантација е подобра опција (Bassir et al., 2019).

Дефинитивно, изборот помеѓу имедијатна и одложена имплантација зависи од повеќе фактори, вклучувајќи го здравјето на пациентот, состојбата на коската и меките ткива, како и присуството на инфекции. Иако непосредната имплантација може да понуди побрзи резултати, одложената имплантација останува побезбеден избор во случаи каде што постојат ризични фактори. Крајниот избор треба да биде заснован на индивидуална процена од страна на стоматологот, земајќи ги предвид сите релевантни клинички параметри.

Прашањата: Колку меко ткиво е достапно? Колку коска е достапна? Дали подот на синусот е низок и дали има доволно растојание од инфериорниот алвеоларен нерв? Колку вертикални и букално-лингвални димензии се достапни? Дали пациентот има соодветни мезиодистални димензии во однос на соседните природни заби или претходно поставените дентални импланти и реставрации? Постојат ли дополнителни патолошки состојби, постојни дефекти или потенцијални оклузални фактори? Дали на пациентот му е потребна аугментација на коскено или меко ткиво? Дали да се разгледуваат кратки, стандардни, широки или тесни (мини) импланти во рамките на планот за третман, за да се избегнат контакти со синусите и нервите? Дали пациентот има неопходна коскена и мекоткивна основа што може да се измери и е прифатлива за долгорочни реставрации по поставувањето на денталниот имплант? се круцијален дел од подготовката пред имплантација. Клиничарот мора внимателно да ги евалуира сите овие фактори за да обезбеди долгорочен и предвидлив исход. За оваа намена како доста успешен метод се користи СВСТ (Cone Beam Computed Tomography).

СВСТ (Cone Beam Computed Tomography) е специјализиран радиолошки метод кој се користи во стоматологијата и оралната и максилофацијалната хирургија за добивање на тридимензионални (3D) снимки на оралните и краниофацијалните структури. Овој метод користи конусно-зрачен (cone beam) рендгенски сноп за создавање на детален 3D модел на коските, забите, нервите и меките ткива во главата и вратот (Halepas et al., 2022; Madan et al., 2021).

Класичната 2D радиографија обезбедува приближна процена на можните патологии, пародонтални дефекти и позицијата на имплантот. Од друга страна, 3D сликите овозможуваат прецизно мапирање на максиларните и мандибуларните структури и можат да ги репродуцираат дури и најмалите фрактури на природните заби и алвеоларните структури.

Во светската имплантолошка литература постојат различни податоци околу идеалното време на оптоварување на имплантот по неговото поставување без разлика дали е тој имедијантно или одложено имплантиран. Англиската литература посочува дека идеалното време за оптоварување на имплантите по нивното поставување е откако ќе поминат 6 месеци. Германската литература, пак, укажува дека тоа време изнесува 3 и пол месеци. Поради различните размислувања околу временскиот период за оптоварување на имплантите ни се наметна потребата да се изведе истражувањето околу идеалното време на оптоварување на имплантите водејќи се според следниве **цели**:

1. Евалуација на состојбата на меките и тврдите ткива кај одложените имплантации

- а. висината на коска која треба да е еднаква или поголема од 10 мм;
- б. ширината на алвеоларниот гребен да е еднаква или поголема од 5mm ;
- ц. густина на коската D2 или D3 по класификацијата на Mish.

2. Евалуација на состојбата на меките и тврдите ткива кај имедијантните имплантации

- а. присуство на три коскени зида на екстрахираната рана;
- б. отсуство на големи цистични промени на екстрахираниот заб;
- ц. отсуство на серпенгиозни парадонтални џебови на екстрахираниот заб;
- д. присуство на повеќе од 5 mm здрава коска над апексот на екстрахираниот заб.

3. Мерење на ISQ вредноста веднаш по поставувањето на имплантите, потоа по првиот месец, по вториот, третиот и четвртиот месец од поставувањето на имплантот;

4. Евидентирање на настанатите компликации при секоја контрола на пациентот;

5. Евалуација на добиените ISQ вредности и понатамошно планирање на протетичко оптоварување на имплантите.

Крајната **генерализирана цел** на студијата е да се измери примарната стабилност на имплантите, да се следи градацијата на стабилноста на имплантите во текот на временски период од четири месеци и притоа да се одреди идеалното време за оптоварување на имедијатно и одложено поставените импланти. За таа цел ги следевме факторите што ја детектираат вредноста на стабилноста на имплантот: преку методот на фреквентната резонанција, типот на коската, дизајнот на имплантот и хирушкиот протокол за подготвување на имплантното лежиште.

2. ПРЕГЛЕД НА ПОСТИГНУВАЊАТА ВО ДАДЕНАТА НАУЧНА ОБЛАСТ ПОВРЗАНИ СО ПРЕДМЕТОТ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО

Стабилност на имплантите

Стабилноста на деналните импланти е клучен фактор за нивниот успех и долготрајност. Стабилноста на имплантот е мера што може да му помогне на клиничарот во изборот на протоколи за поставување и оптоварување на имплантот (Meredith, 1998; Attard & Zarb, 2005; Glauser et al., 2003; Ostman et al., 2008). Следењето на стабилноста на имплантот за време на периодот на заздравување може да обезбеди информации за предвидување на неуспех на имплантот, што значително го продолжува времето на третманот, ја зголемува цената и создава непријатности со потребата од дополнителни интервенции.

Стабилноста на имплантот се дели на примарна и секундарна стабилност. Примарната стабилност се однесува на механичката фиксација на имплантот во коската и отсуство на микродвижење (Meredith, 1998; Raghavendra et al., 2005; Sennerby & Meredith, 2008; Albrektsson, 1993), додека секундарната стабилност означува успешна осеоинтеграција на имплантот со околната коска (Meredith, 1998; Raghavendra et al., 2005).

Примарната стабилност зависи од квалитетот на периимплантната коска, начинот на подготовка на местото за имплантација и карактеристиките на самиот имплант. Главниот фактор кој ја одредува стабилноста меѓу овие фактори е густината на периимплантната коска (Albrektsson et al., 1981; Meredith, 1998; Adell et al., 1990). Подебел кортикален слој обезбедува подобра фиксација на имплантот во споредба со потенок кортикален слој (Tabassum et al., 2010; Miyamoto et al., 2005). Слично на тоа, погуста коска од Типот I овозможува поголема отпорност на движење отколку помалку густа коска од Типот IV.

Подготовката на местото за имплантација исто така влијае врз примарната стабилност. Претераното проширено место остава помалку коска во контакт со имплантот, а создадениот јаз овозможува несакано микродвижење (Sennerby &

Meredith, 2008). Од друга страна, недоволно проширеното место може да доведе до фрактура на имплантот или коската, или до осеонекроза поради исхемија (Bashutski et al., 2009). Конечно, дизајнот на имплантот има значително влијание врз примарната стабилност (Meredith, 1998). Зголемената должина, дијаметар и конусност на имплантот ја максимизираат површината на контакт помеѓу коската и имплантот. Дизајнот на навои, аголот на навоите и формата исто така влијаат врз механичката фиксација на имплантот во околното коскено ткиво и придонесуваат за стабилност (Brunski, 2014). Иако примарната стабилност ја одредува иницијалната фиксација на имплантот во алвеоларната коска при поставувањето, секундарната стабилност преку осеоинтеграцијата е неопходна за долгорочен контакт меѓу коската и имплантот. Примарната стабилност е клучна за воспоставување на секундарната стабилност (Raghavendra et al., 2005), бидејќи секоја микроподвижност на имплантот за време на ремоделирањето на коската може да го спречи таложењето на ново коскено ткиво, што може да доведе до формирање на фиброзна капсула и евентуален неуспех на имплантот (Branemark et al., 1985).

Поради важноста на стабилноста на имплантот за неговиот успех и преживување, неопходно е таа да се следи внимателно (Ivanova et al., 2021). Намалувањето на стабилноста бара од клиничарот да преземе соодветни контрамерки за спречување на неуспехот на имплантот, како што се одложено оптоварување и двостепено поставување на имплантот (Kim et al., 2019). Од друга страна, ако имплантот покажува соодветни нивоа на стабилност, може да се примени побрз третмански протокол, како што е едностепено поставување на имплантот или порано оптоварување (помалку од 3 месеци по поставувањето) (Morton et al., 2004). Овој пристап е корисен за клиничарите и за пациентите, бидејќи оптимизирањето на третманот овозможува побрзи резултати и помал број хируршки интервенции (Swami et al., 2016).

Процена на стабилноста на имплантот

Изборот на методот за процена на стабилноста на имплантот зависи од клиничката ситуација, достапната опрема и искуството на стоматологот (Kittur et al., 2021).

Комбинацијата на различни методи често обезбедува најпрецизна евалуација на стабилноста и успешноста на имплантот (Zanetti et al., 2017). Потребата од прецизно утврдување на стабилноста на имплантот е поради повеќе причини:

- Да се предвиди раниот неуспех на имплантот, со што ќе се намалат трошоците за третман;
- Да се одреди степенот и квалитетот на осеоинтеграцијата, бидејќи таа во голема мера зависи од почетната стабилност на имплантот;
- Да се утврди дали е можно веднаш да се оптовари имплантот. Иmediјатното оптоварување нуди низа предности како за пациентот, така и за хирургот;
- Да му помогне на стоматологот да го приспособи третманот врз основа на карактеристиките на коската и интерфејсот коска-имплант (Swami et al., 2016).

Постојат различни методи за процена на стабилноста на имплантите, кои можат да се класифицираат како инвазивни и неинвазивни.

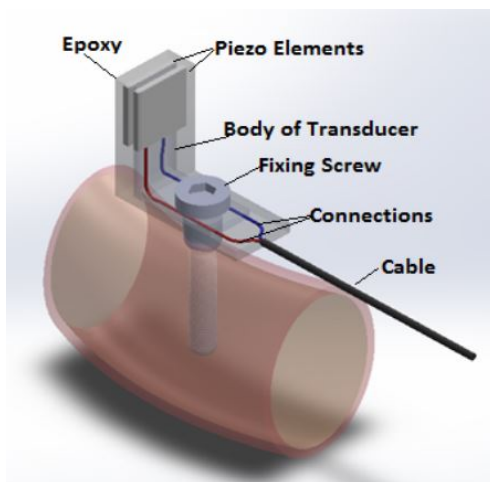
1. Неинвазивни методи

Добиваат на популарност меѓу стоматолозите во последно време поради нивната практичност и лесна примена. Овие биомеханички методи имаат неколку предности, како што се: отсуство на јонизирачко зрачење, исплатливост, лесна преносливост, нема оштетување на ткива (инвазивност).

Анализа на резонантната фреквенција (RFA)

Техниката за анализа на резонантната фреквенција (Resonance Frequency Analysis – RFA) е широко користен биомедицински метод за одредување на стабилноста на имплантот. Овој метод помага да се утврди колку длабоко имплантот е закотвен во коската и ја проценува цврстината на формираната структура коска-имплант (Monje et al., 2014). Тоа е неинвазивен аналитички метод што ја определува стабилноста на имплантот и густината на коската во различни фази од третманот, користејќи вибрации и принципи на структурна анализа. Анализата на резонантната фреквенција користи компактен трансдуктор во форма на буквата „L“, кој е фиксиран или на имплантот или на абатментот со помош на

прицврстувач. Во трансдукторот се инкорпорирани: керамички елемент, кој вибрира преку синусоидални сигнали и приемник на сигнал, кој ги регистрира вибрациите.



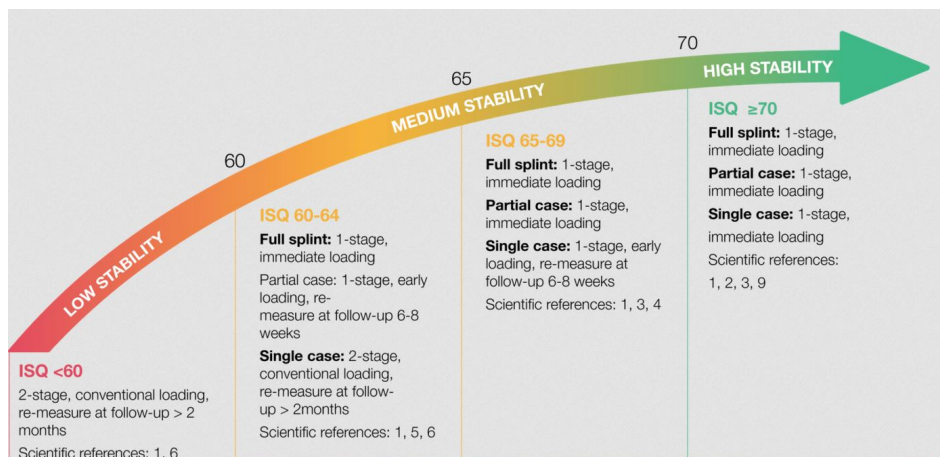
Слика 7. Структура на трансдукторот за RFA

Телото на имплантот е директно прицврстено со трансдукторот, кој го вибрира имплантот со прогресивно зголемена фреквенција сè додека не се постигне резонанција, при што амплитудата останува константна. Ако се евидентира висока резонантна фреквенција, тоа укажува на силен интерфејс помеѓу имплантот и коската, што значи дека осеоинтеграцијата е успешна и укажува на поголема стабилност на имплантот (Deng et al., 2008).



Слика 8. Osstel Mentor

Резултатите се изразуваат преку Implant Stability Quotient (ISQ) скала, која се движи од 1 до 100. Просечно ISQ вредноста варира помеѓу 40 до 80 односно колку повисока ISQ вредност толку е поголема стабилноста на имплантот.



Слика 9. Табела за ISQ вредности со насоки од производителот Osstel

Досегашните истражувања покажуваат дека RFA е корисна алатка за следење на процесот на заздравување и одредување на оптималното време за оптоварување на имплантот (Charatchaiwanna et al., 2019; Kittur et al., 2021). Поради нејзината практичност, резонантната фреквентна анализа (РФА) веќе неколку децении се користи како неинванзивен, прецизен, лесно предвидлив и објективен метод за мерење на стабилноста на имплантите. РФА е широко распространет метод кој се користи за да се утврдат ефектите од имедијантното или раното оптоварување или да се проценат промените на стабилноста што настануваат со текот на времето.

Радиографска евалуација

Радиографската анализа е недеструктивен метод за одредување на стабилноста на имплантот. Овој метод може да се примени во сите фази на заздравување. И покрај тоа што е неинвазивен, овој метод има неколку недостатоци: поради ниската резолуција на радиографиите, хирургот многу тешко детектира губење на коската (Mitsumi et al., 2007); квалитетот и густината на коската не можат да се одредат со овој метод; може да се користи во комбинација со статистички пресметковни методи, но оваа комбинација одзема многу време (Nagarajan et al., 2014).

Во практиката, радиографската анализа обично се користи за добивање на целосна слика за моменталната состојба на имплантот и коската и за одредување на натамошните постапки. Радиографиите се користат во различни фази, вклучувајќи ги тука: пред третманот, за планирање на поставувањето на имплантот; при поставувањето на имплантот, за визуализација на ориентацијата на имплантот и за неговата близина до соседните заби или други импланти; и по поставувањето на имплантот, за потврда на неговата позиција и за да се осигура целосно прицврстување на абатментот (Cavallaro, 2011).

Следствено, радиографската анализа е корисна за: идентификување на погрешна ангулација на имплантот, предвидување на неуспех на имплантот и следење на осеоинтеграцијата за време на заздравувањето на имплантот. Редовните радиографски снимки овозможуваат визуализација на коскената структура околу имплантот и идентификација на потенцијални знаци за губење на коската или за други компликации.

Перкусиски тест

Овој метод е често користен метод во минатото, бидејќи е бесплатен и лесен за изведување. Стабилноста на имплантот се проценува врз основа на висината на звукот што се создава при удирање на имплантот со метален инструмент. Сепак, тестот е многу субјективен, што го прави неверодостоен и со ниска сензитивност.

Дополнително, овој тест е квалитативен, а не квантитативен, што значи дека не е корисен за откривање на суптилни промени во стабилноста со текот на времето (Sennerby & Meredith, 2008).

Periotest

Ова е уред кој се користи за процена на стабилноста на имплантите. Тој користи електромеханички контролиран „тапинг“ механизам, кој перкусира (удира) во забот или имплантот, додека сензор во уредот ја мери способноста на објектот да го амортизира ударот (Gerasimidou et al., 2024). Колку е поголема способноста за амортизација, толку е постабилен објектот.



Слика 10. Periotest M (Medizintechnik Gulden, Modautal, Germany)

Повеќе истражувања покажале дека Periotest може да се користи за мерење на стабилноста на имплантот (Seo et al., 2022; Truhlar et al., 2000). Сепак, уредот првично бил дизајниран за мерење на стабилноста на природните заби, кои не се во директен контакт со коската, имаат поголем природен опсег на движење во споредба со имплантите. Поради тоа, при процена на стабилноста на имплантите, Periotest не работи во својот оптимален опсег. Дополнително, за да се добијат прецизни мерења, уредот мора да има правилна ангулација и прецизни контактни точки (Bilhan et al., 2015). Ова го прави тешко применлив во области со ограничен пристап, како што се постериорните (задните) заби.

2. Инвазивни методи:

Тест на вртежен момент (Insertion torque test)

Ова е исто така широко користен метод кој се користи при поставување на имплантот (Carr et al., 2022). За време на поставувањето на имплантот, се мери вртежниот момент потребен за негово вградување, и тој може лесно да се измери со рачен или електричен инструмент при поставувањето на имплантот. Високите вредности на вртежниот момент укажуваат на добра примарна стабилност (Molly, 2006).

Овој тест овозможува тактилно чувство и директно мерење на примарната стабилност на имплантот во моментот на неговото поставување. Меѓутоа, не дозволува процена на стабилноста со текот на времето и зависи од состојбата на подготовката на местото за поставување.

Претераното тесно подготвено место може да има висок вртежен момент, но ова може да доведе до фрактура на имплантот или на коската или до осеонекроза поради притисок врз коскениот ткиво, што негативно влијае на преживувањето на имплантот (Bashutski et al., 2009).

Тест за реверзибилен вртежен момент (Reverse Torque Test)

Овој тест ја проценува секундарната стабилност на имплантот преку примена на ротациска сила спротивна на насоката на поставувањето (Silva et al., 2016; Sullivan et al., 1996). Сепак, овој тест ја мери само ротациската, но не латералната стабилност, која подобро ги одразува силите на кои имплантот е изложен при функција. Дополнително, оваа постапка носи ризик за преживување на имплантот, бидејќи бројни студии покажале дека секое микродвижење на имплантот пред да се воспостави осеоинтеграцијата може да предизвика: микрофрактури, формирање на фиброзна капсула, неуспех на имплантот (Brunski, 1999). Исто така, овие реверзибилни ротациски сили можат да го нарушат контактот помеѓу имплантот и коската, што дополнително ја загрозува неговата долгорочна стабилност.

Хистолошка анализа

Најдиректен и најпрецизен метод за проценка на осеоинтеграцијата се хистологијата и хистоморфометријата, бидејќи квалитативно и квантитативно ја оценуваат количината на коскениот ткиво присутно на површината на имплантот (Zhang et al., 2024; Hong et al., 2022). Сепак, овој метод одзема доста време, прилично е скап и екстремно инвазивен, бидејќи е потребно да се направи биопсија на коската. Поради ова, тој не е практичен за употреба во денешната стоматолошка практика.

Отстранување на имплантот

Во ретки случаи, имплантот може да биде отстранет за да се процени степенот на осеоинтеграција преку директна визуализација и мерење на силата потребна за отстранување. Овој метод е деструктивен и се користи само во истражувачки цели.

3. ОБРАЗЛОЖЕНИЕ НА РАБОТНИТЕ ХИПОТЕЗИ И ТЕЗИ

Во согласност со целите на истражувањето, проектирани се следниве хипотези:

Хипотеза 0: Дефинитивно добиената оптимална вредност од 65 ISQ единици ќе ја добиеме побргу кај одложените имплантации доколку имплантираме во коска која според класификацијата на Misch спаѓа во групата на D1 и D2 густина на коската;

Хипотеза 1: Кај имедијантните имплантации добивањето на оптималната вредност од 65 ISQ единици очекуваме да ја постигнеме побргу кај имплантите што ги поставуваме во услови каде што постојат 3 или 4 коскени зида по естрахираниот заб и висина на здравата коска над коренот на забот од најмалку 5 мм;

Хипотеза 2: Кај имедијатните имплантации очекуваме да добиеме побрзи оптимални вредности во случај кога употребуваме помала количина синтетичка коска во самата алвеола пред да се постави имплантот;

Хипотеза 3: Кај атрауматска хируршка подготовка на имплантното лежиште како и при употреба на современа апаратура која не дозволува прегревање на коскениот фундамент, очекуваме да добиеме побрзи оптимални вредности за оптоварување на имплантите.

4. ПРИМЕНЕТИ НАУЧНИ МЕТОДИ И НАЧИН НА РАБОТА

Материјали

Во оваа појдовна студија беа вклучени пациенти на возраст од 30 до 50 години од двата пола. Условите за вклучување за понатамошни клинички и параклинички иследувања вклучуваа висина на коската која треба да биде еднаква или поголема од 10 mm, ширина на алвеоларниот гребен еднаква или поголема од 5 mm и густина на коската D2 или D3 според класификацијата на Misch при одложено поставување на импланти.

Условите што требаше да ги исполнат пациентите кај кои постоеше индикација за имедијатна имплантација беа следниве: присуство на три коскени зида на екстрахираната рана, отсуство на големи цистични промени на екстрахираниот заб, отсуство на серпенгиозни парадонтални џебови на екстрахираниот заб и присуство на повеќе од 5 mm здрава коска над апексот на екстрахираниот заб.

Во оваа студија беа исклучени пациенти со системски заболувања и компромитиран имун систем, како на пример дијабетес, остеопороза, хипертензија, пациенти со срцеви заболувања, пациенти со психолошки заболувања, напредната пародонтална болест, лоша орална хигиена, пушачи, пациенти со историја за примена радиотерапија, недоволна густина и висина на алвеоларниот гребен и парафункционални навики.

Сите кандидати вклучени во оваа студија претходно потпишаа согласност за да учествуваат во истражувањата.

Во сите хируршки интервенции беа селектирани импланти врз база на претходни клинички и радиолошки иследувања. За оваа студија беа употребувани импланти на ADIN (Adin Dental Implants Systems Ltd., Afula, Israel) системот со различни димензии во однос на пречникот и должината условени од регијата во

која треба да бидат поставени. За поставувањето на имплантите беа користени инструментите ImplantMed и PiezoMed (W&H Dentalwerk, Burmoos, Austria).



Слика 11. W&H Implantmed (лево); работен сет за W&H Implantmed (десно)



Слика 12. W&H Piezomed

Кај имедијатно поставените импланти беше користен графт материјал од типот ксенографт на Bio-Oss и Dermo-Gide (Geistlich Pharma, Wolhusen, Germany) и ресорптивни колагени мембрани Mucograft и Bio-Gide (Geistlich Pharma, Wolhusen, Germany).

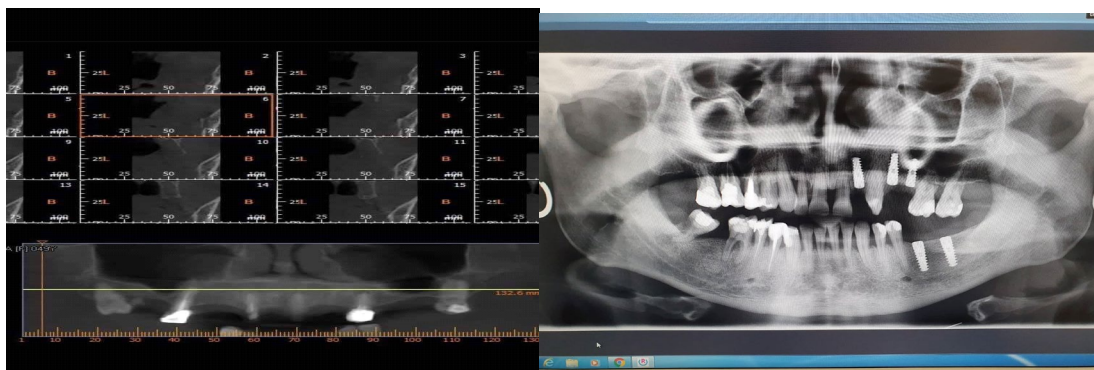


Слика 13. ADIN импланти (лево); сет за поставување на импланти (десно)



Слика 14. Geistlich Bio-Oss (лево); Geistlich Bio-Gide (десно)

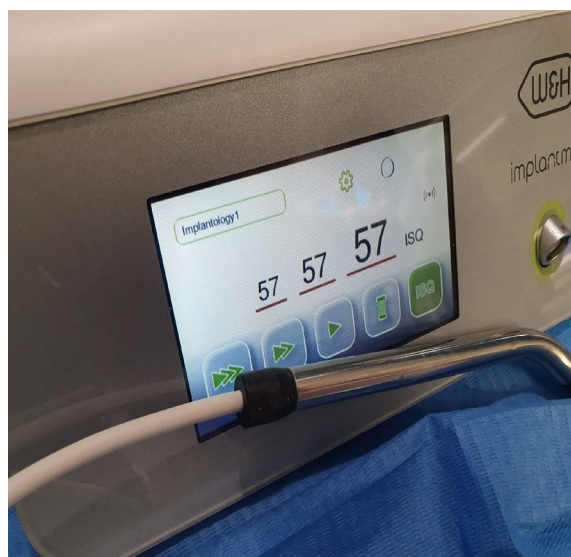
За предоперативно планирање се користеше СВСТ компјутерска томографија и панорамска рендген снимка.



Слика 15. СВСТ од предоперативна подготовка (лево); рендгенограм од поставени импланти (десно)

Методи

Имплантите беа поставувани во една фаза. Претходно беше анализирана густината на коската и остатокот од резидуалниот алвеоларен гребен. Густината на коската во текот на интервенцијата беше потврдена со пилот дрилот. Пред секоја интервенција, оралната празнина се промиваше со раствор од хлорхексидин (Perio plus forte – Curaprox 0,2%) во време на траење од 1 минута. По апликација на локална анестезија (articaine hydrochloride 4% со epinephrine 1:100 000) на местото каде што ќе се поставува имплантот, се направи инцизија по средината на алвеоларниот гребен со два вертикални релаксирачки реза со полна дебелина на мукопериосталното ламбо. Откако се експонираше коската во која треба да се постави идниот имплант се поставуваа дрilовите по својот редослед и се препарираше лежиштето со брзина од 400 до 1500 RPM (ротации во минута) со континуирани испрекинати движења без притисок и со постојана иригација со физиолошки раствор. Имплантите беа поставени со инсерционен торк од 35N/cm. Потоа имплантите не се затвораа со покривно капаче туку директно се постави сулкус формер за да можеме да имаме полесна манипулација при мерењата на стабилноста на имплантите во период од една недела, еден месец, два месеца и третиот и четвртиот месец. Примарно затворање на раната се постигна со поединечни сутури околу сулкус формерот со конец од свила 4-0 кој беше отстранет по 7 до 10 дена.



Слика 16. Мерење на стабилноста со RFA

Примарната стабилност ја меревме со Ostell mentor (Integration Diagnostics, Savadale, Sweden). Сите мерења беа направени веднаш по имедијатното или одложеното поставување на импланти, потоа по првата недела по вадењето на конците, и по првиот, вториот, третиот и четвртиот месец од имплантацијата. Добиените ISQ вредности беа внесени во табели. Добиената ISQ вредност за примарна стабилност од 47 или помалку, се сметаше за суспектна за понатамошната стабилност на имплантот. Првите две еднакви вредности кои се добиваа во текот на мерењето се сметаа за валидни и се земаа предвид. Референтната вредност за оптоварување на имплантите беше стандардна, т.е. 65 ISQ единици.

Во периодот од 4 месеци на пациентите не им беше дозволено да носат привремени протетички реставрации или какво било оптоварување врз имплантите.

Пациентите беа вклучени во студијата преку секвенционален метод за земање примероци. За организирање на податоците беше користен Microsoft Word Excel 2010 и за одредување на статистичка сигнификантност ($P < 0,05$) t - test.

Истражувањето беше спроведено кај 30 пациенти кај кои постоеше индикација за одложена поединечна имплантација и 30 пациенти кај кои постоеше индикација за имедијантна имплантација. Индикациите за одложена и имедијантна имплантација покрај објективниот наод и деталното земена анамнеза ги потврдивме со дводимензионална панорамска слика и СВСТ компјутерска томографија, лабораториска анализа на крвта и клинички преглед.

Статистичка обработка на добиените податоци

Податоците добиени со истражувањето беа обработени во SPSS software package, version 22.0 for Windows, и истите беа прикажани табеларно и графички.

Анализата на сериите со квалитативни белези беше направена преку одредување на коефициент на односи, пропорции и стапки, а беа прикажани како апсолутни и релативни броеви. Сериите со квантитативни белези беа анализирани со мерките на централната тенденција (просекот, медијана, минималните и

максималните вредности), а од мерките на дисперзијата беше применета стандардна девијација. Shapiro-Wilk W тест беше користен за утврдување на правилноста на дистрибуцијата на фреквенцијата на добиените вредности за коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ.

Pearson Chi square test и Fisher exact test беа користени за утврдување на асоцијацијата меѓу $ISQ \geq 65$ единици и групата на која ѝ припаѓаа испитаниците (имедијатни/ одложени импланти). Пресметувањето на ризиците се одредуваше со помош на стапки на предимство (Odd ratio – OR). За споредба на пропорциите беше користен Difference test.

За споредбата на двете групи со неправилна дистрибуција на фреквенциите беше користен Mann Whitney U тестот.

Во секоја од двете групи поединечно, интрагрупната споредбата на добиените вредности за ISQ за 5-те времиња на мерење беше направена со примена на Friedman test.

За споредбата на вредностите на ISQ во две времиња во иста група беше применет Wilcoxon signed rank тестот.

Spearman Rank Order Corellation беше користен за утврдување на правецот и јачината на поврзаноста помеѓу вредностите добиени за ISQ и времето на мерењето.

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

5. ДОБИЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НИВНО ЗНАЧЕЊЕ

Истражувањето преставуваше проспективна моноцентрична рандомизирана клиничка студија која беше спроведена во периодот 2022/2024 година под менторство на Клиниката за орална хирургија при Стоматолошкиот клинички центар „Св. Пантелејмон“ во Скопје.

Истражувањето опфати две групи со вкупно 60 пациенти со индикација за имплантација. Кај првата група пациенти (N=30) беше направена имедијатна имплантација, а кај пациентите од втората група (N=30) беше направена одложена имплантација. Пациентите опфатени со истражувањето беа од двата пола и на возраст од 30 до 50 години. Целта на студијата беше да се утврди примарната стабилност на имплантите, да се следи градацијата на нивната стабилност, и да се процени идеалното време за оптоварување.

Примарната и секундарната стабилност на имплантите беше мерена со методот на RFA анализа изразена во ISQ единици измерени со Osstel апарат. Прифатената минимална вредност која овозможува протетичко оптоварување кај двата типа поставени импланти беше 65 ISQ единици.



Слика 1. Алгоритам на дистрибуцијата на примерокот според групи

5.1. Генерални карактеристики

Анализата според генералните карактеристики на примерокот се однесуваше на проекцијата на имплантите во секоја од двете групи поединечно (имедијатни / одложени импланти). Во овој дел беше обработена и дистрибуцијата на пациентите во секоја од групите според полот (табелата 3 и графикот 1).

Табела 3. Дистрибуција на проекција на импланти според групите (имедијатни/одложени)

Параметри		Број на заб	N (%)
Проекција на импланти	Имедијатни импланти	11	2 (6,67%)
		13	1 (3,33%)
		14	2 (6,67%)
		15	2 (6,67%)
		16	3 (10,0%)
		23	4 (13,33%)
		24	4 (13,33%)
		25	3 (10,0%)
		26	2 (6,67%)
		27	1 (3,33%)
		34	1 (3,33%)
		36	1 (3,33%)
		44	1 (3,33%)
		45	1 (3,33%)
		46	1 (3,33%)
		47	1 (3,33%)
	Одложени импланти	12	1 (3,33%)
		14	1 (3,33%)
		15	1 (3,33%)
		16	1 (3,33%)
		22	1 (3,33%)
		23	2 (6,67%)
		24	4 (13,33%)
		25	3 (10,0%)
		26	1 (3,33%)
		32	1 (3,33%)

	34	1 (3,33%)
	35	1 (3,33%)
	36	5 (16,67%)
	44	2 (6,67%)
	45	1 (3,33%)
	46	4 (13,33%)

ИМЕДИЈАТНИ импланти (N=30) – во оваа група импланти беа поставувани на 16 позиции на заби. Дистрибуцијата на проекцијата на поставените импланти укажа дека најголем број 4 (13,33%) биле поставени на позицијата на забот 23 и на забот 24 следено со по 3 (10%) на позицијата на забот 13 и на забот 25. Со по 2 (6,67%) поставените импланти биле позициите на забот 14, забот 15, и забот 26. На останатите позиции на забите (13, 27, 34, 36, 44, 45, 46 и 47) имаше по 1 (3,33%) имплант (табелата 3 и графикот 1).

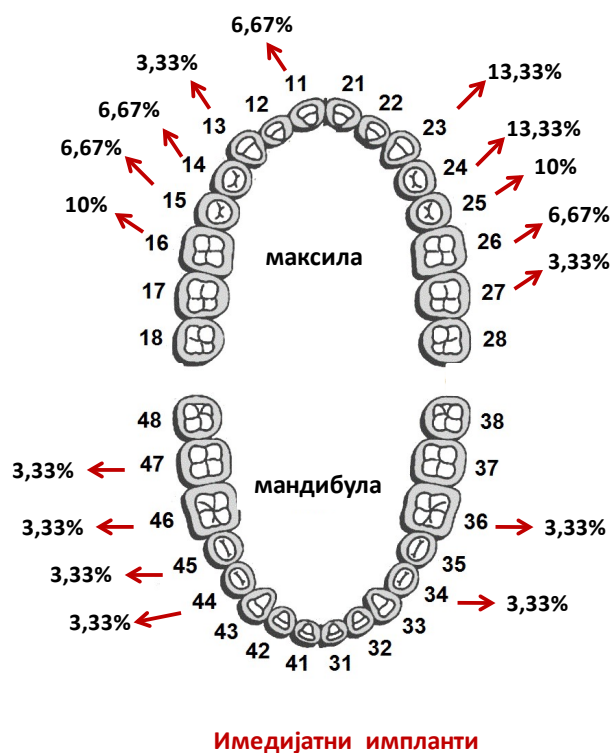
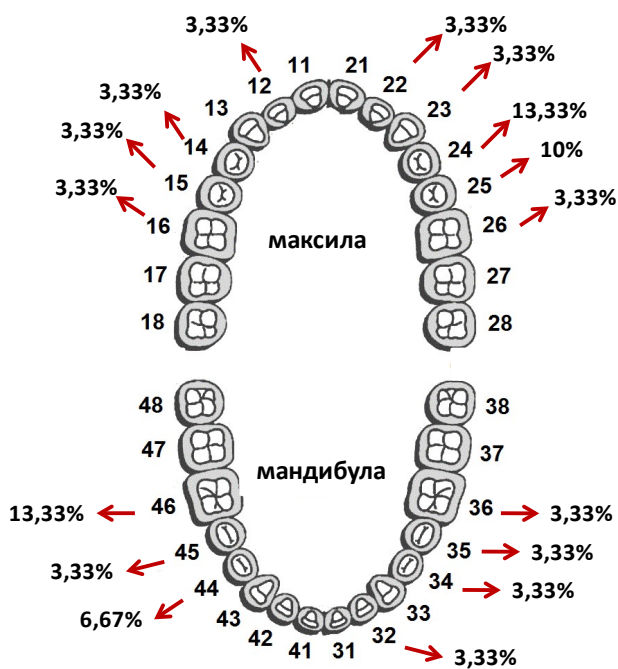


График 1. Дистрибуција на проекција на имедијатни импланти

Во групата на ИМЕДИЈАТНИ импланти, 16 (53,33%) беа имплантирани кај пациентите од машки пол и 14 (46,67%) кај пациентите од женски пол со однос помеѓу половите (мажи:жени) од 1,14:1 (табелата 2 и графикот 3). Процентуалната разлика помеѓу застапеноста на имплантите кај двата пола во групата на имедијатни импланти, беше несигнификантна за Difference 6,66% [(-17,65-29,90) 95% CI]; $p=0,609$.

ОДЛОЖЕНИ импланти (N=30) - во оваа група импланти беа поставувани на 16 позиции на заби. Дистрибуцијата на проекцијата на поставените импланти укажа дека најголемиот број – 5 (16,67%) – биле поставени на позицијата на забот 36, следено со по 4 (13,33%) импланти поставени на позицијата на забот 24 и на забот 46. Со 3 (10%) поставени импланти беше позицијата на забот 25, а со по 2 (6,67%) позицијата на забот 23 и забот 44. На останатите позиции на забите (12, 14, 15, 16, 22, 26, 32, 34, 35 и 45) имаше по 1 (3,33%) имплант (табелата 3 и графикот 2).



Одложени импланти

График 2. Дистрибуција на проекција на одложени импланти

Во групата на ОДЛОЖЕНИ импланти, 11 (36,67%) импланти беа поставени кај пациентите од машки пол и 19 (63,33%) кај пациентите од женски пол (табелата 4 и графикот 3). Односот помеѓу половите (жени:мажи) каде што беа поставувани имплантите во оваа група изнесуваше 1,71:1, со сигнификантно поголема процентуална застапеност на женскиот пол (Difference 26,66% [(1,46-47,58) 95% CI]; $p=0,041$).

Табела 4. Анализа на групи импланти (имедијатни/ одложени) според полот

Параметри		Пол		
		Мажи	Жени	Вкупно
Имедијатни импланти	N	16	14	30
	%	53,33%	46,67	50%
Одложени импланти	N	11	19	30
	%	36,67%	63,33	50%
Pearson Chi-square test: $X^2=1,683$; $df=2$; $p=0,1944$		*сигнификантно за $p<0,05$		

Анализата не укажа на сигнификантна асоцијација помеѓу полот на пациентите и групата (имедијатни/одложени импланти) на која ѝ припаѓаат (Pearson Chi-square test: $X^2=1,683$; $df=2$; $p=0,1944$) (табелата 4 и графикот 3).

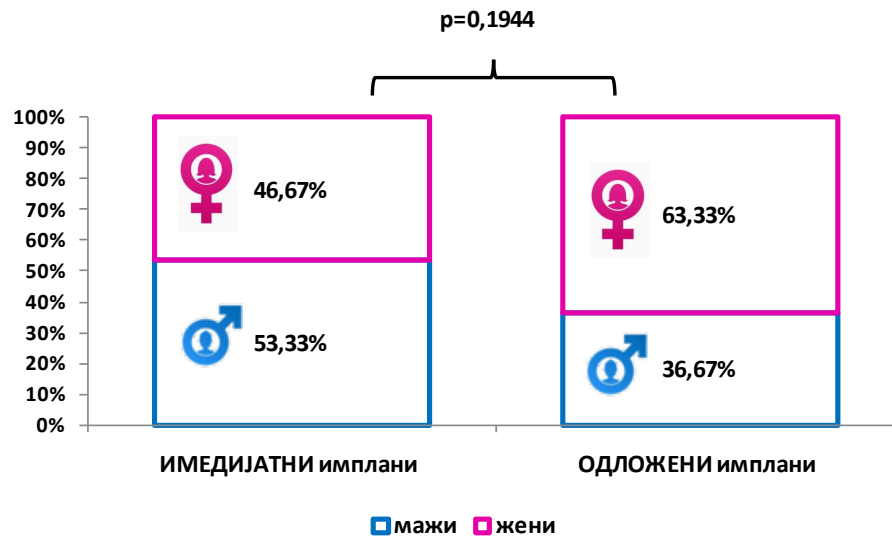


График 3. Дистрибуција на групи имедијатни/одложени импланتي според полот

Стабилност на имплантите

За одредување на примарната и секундарната стабилност на имплантите беше применета RFA анализа (анализа на фреквентниот резонанс) изразена во ISQ единици. Вредностите на ISQ беше одредувана во двете групи на импланти во 5 времиња по поставувањето на имплантот, и тоа по 1 недела, 1 месец, 2 месеца, 3 месеци и 4 месеци. Коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс (implant stability quotient – ISQ) беше споредуван интрагрупно меѓу 5-те времиња, и тоа поединечно во групата со имедијатни, односно одложени импланти. Дополнително, беше направена и меѓугрупна споредба (имедијатни/одложени импланти) во однос на ISQ во секое од петте времиња на следење поединечно.

Минималната вредност за која во истражувањето беше прифатено дека овозможува протетичко оптоварување и на имедијатно и на одложено поставените импланти беше 63 ISQ единици.

5.2. Дистрибуција на ISQ - имедијатни импланти

Во групата на ИМЕДИЈАТНИ импланти вредностите за ISQ беа одредувани во секое од петте времиња на следење поединечно. Анализата на дистрибуцијата на вредностите добиени за ISQ, укажа на правилна дистрибуција на фреквенциите во две времиња и на неправилна дистрибуција на фреквенциите во три времиња, и тоа за (графикот 4):

- 1 недела - Shapiro-Wilk $W=0,969$; $p=0,5387$;
- 1 месец - Shapiro-Wilk $W=0,959$; $p=0,2959$;
- 2 месеца - Shapiro-Wilk $W=0,926$; $p=0,0487$;
- 3 месеци - Shapiro-Wilk $W=0,889$; $p=0,0075$;
- 4 месеци - Shapiro-Wilk $W=0,812$; $p=0,0002$.

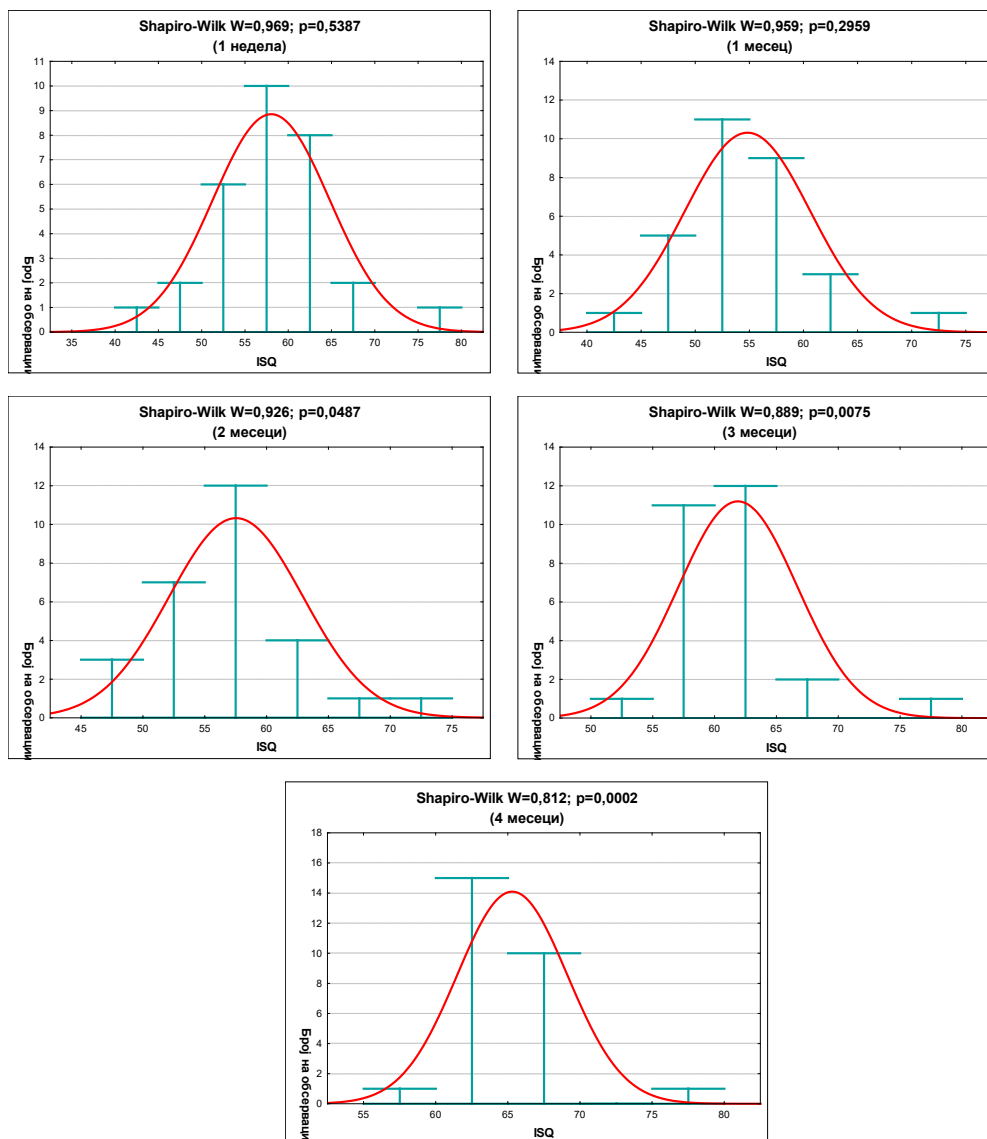


График 4. Дистрибуција на фреквенции на ISQ во пет времиња – имедијатни импланти

Согласно добиената дистрибуција на фреквенциите за добиените вредности за коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ за секое од петте времиња на мерење од интерес за истражувањето кај ИМЕДИЈАТНИТЕ импланти, во понатамошната анализа беа применети соодветни статистички тестови.

5.3. Интрагрупна споредба на ISQ - имедијатни импланти

Направена беше интрагрупна споредба на добиените вредности за ISQ кај ИМЕДИЈАТНИТЕ импланти меѓу 5-те времиња на мерење по поставувањето на имплантот (1 недела, 1 месец, 2 месеца, 3 месеци и 4 месеци).

За да се утврди на што се должи евентуалната сигнификантност во разликите меѓу добиените вредности за ISQ во 5-те времиња на мерење, аплицирана беше Post Hoc Test анализа. Анализирани беа разликите во десет временски комбинации, и тоа за: секој од четирите месеци поединечно споредено со 1 недела; и потоа 2/1 месец; 3/1 месец; 4/1 месец; 3/2 месеци; 4/2 месеци; и 4/3 месеци. Со цел да се избегне Тип 1 грешка, согласно корекцијата со Bonferroni, за толкувањето на добиените резултати, прифатено беше ниво на сигнификантност од $p < 0,01$ (табелите 5 и 6).

Табела 5. Меѓугрупна споредба на ISQ во пет времиња – имедијатни импланти

Време	ISQ – имедијатни импланти						1p
	N	Mean±SD	Min/ Max	Percentiles			
				25th	50th (Median)	75th	
1 недела	27	58,41±6,97	43/ 77	53	58	63	X ² ₍₄₎ =92,67; p=0,00001*
1 месец	27	55,19±6,01	43/ 71	51	55	59	
2 месеца	27	57,52±5,51	50/ 73	53	58	60	
3 месеци	27	61,89±4,81	55/ 78	58	62	65	
4 месеци	27	65,30±3,82	59/ 80	63	65	66	
N – број; Mean±SD - Просек±Стандардна девијација; Min/Max - Мин/Мак; Percentiles-Перпентили;							

Анализата во 5-те времиња на мерење по имплантацијата во групата ИМЕДИЈАТНИ импланти укажа на намалување на просечната вредност за ISQ по 1 месец, кога изнесуваше 55,19±6,01 единици споредено со по 1 недела, кога вредноста на ISQ изнесуваше 58,41±6,97 единици. И во двете времиња минималната вредност на ISQ беше 43 единици, додека максималната вредност по 1 месец беше 71 единица споредено со по 1 недела, кога таа беше повисока и изнесуваше 77 единици (табелата 5).

На мерењето по 1 месец од имплантацијата регистрирано беше континуирано зголемување на просечната вредност на ISQ во секое следно мерење, и тоа на 2 месеци ($57,52 \pm 5,51$ единици), 3 месеци ($61,89 \pm 4,81$ единици) и 4 месеци ($65,30 \pm 3,82$ единици) (табелата 5).

По 3, односно по 4 месеци од имплантацијата, кај 50% од пациентите со имедијатни импланти вредноста на коефициентот на стабилност на имплантниот комплекс – ISQ беше консеквентно >62 односно >65 единици, додека кај 25% од нив тој беше консеквентно >65 односно >66 единици (табелата 5).

Табела 6. Споредба на ISQ во десет временски комбинации - имедијатни импланти

Имедијатни импланти	ISQ				
	1 мес/ 1 нед	2 мес/ 1 нед	3 мес/ 1 нед	4 мес/ 1 нед	2 мес/ 1 мес
Z	(4,471) ^b	(1,379) ^b	(3,832) ^c	(4,469) ^c	(4,082) ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,0001*	0,168	0,0001*	0,0001*	0,0001*
Утврдена промена	1М<1Н - 26	2М<1Н - 17	3М<1Н - 3	4М<1Н - 0	2М<1М - 1
	1М>1Н - 0	2М>1Н - 9	3М>1Н - 23	4М>1Н - 26	2М>1М - 23
	1М=1Н - 4	2М=1Н - 2	3М=1Н - 1	4М=1Н - 1	2М=1М - 4
	3 мес/ 1 мес	4 мес/ 1 мес	3 мес/ 2 мес	4 мес/ 2 мес	4 мес/ 3 мес
Z	(4,530) ^c	(4,545) ^c	(4,478) ^c	(4,548) ^c	(4,470) ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0001*
Утврдена промена	3М<1М - 1	4М<1М - 0	3М<2М - 0	4М<2М - 0	4М<3М - 0
	3М>1М - 26	4М>1М - 27	3М>2М - 26	4М>2М - 27	4М>3М - 26
	3М=1М - 0	4М=1М - 0	3М=2М - 1	4М=2М - 0	4М=3М - 1
ISQ - коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс					
b=базирано на позитивни рангови; c=базирано на негативни рангови					
* Wilcoxon Signed Ranks Test: согласно корекција со Bonferroni сигнификантно за $p < 0,01$					

Во групата ИМЕДИЈАТНИ импланти, утврдена беше сигнификантна разлика меѓу 5-те времиња на мерење во однос на вредностите за коефициентот на

стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ (Friedman Test: $X^2_{(4)}=92,67$; $p=0,00001$). Вредноста на ISQ беше највисока по 4 месеци, а најниска 1 месец по имплантацијата на имедијатните импланти (табелата 5 и графикот 5).

Сигнификантната разлика меѓу 5-те времиња на мерење во однос на ISQ се објаснува со согледувањето дека во групата со ИМЕДИЈАТНИ импланти, за $p < 0,01$, со Wilcoxon Signed Ranks Test утврдено беше (табелата 6 и графикот 5):

- сигнификантно помала ISQ на 1 месец споредено со 1 недела ($Z=4,471$; $p=0,0001$) – со ISQ на 1 мес < 1 нед кај 26 (86,67%), 1 мес > 1 нед кај 0 (0%), и 1 мес = 1 нед кај 4 (13,33%) пациенти;
- несигнификантно помала ISQ на 2 месеца споредено со 1 недела ($Z=1,379$; $p=0,168$) – со ISQ на 2мес < 1 нед кај 17 (60,71%), 2 мес > 1 нед кај 9 (32,14%), и 2 мес = 1 нед кај 2 (7,14%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 3 месеци споредено со 1 недела ($Z=3,832$; $p=0,0001$) – со ISQ на 3 мес < 1 нед кај 3 (11,11%), 3 мес > 1 нед кај 23 (85,18%), и 3 мес=1 нед кај 1 (3,70%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 1 недела ($Z=4,469$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4мес < 1 нед кај 0 (0%), 4 мес > 1 нед кај 26 (96,30%), и 4 мес = 1 нед кај 1 (3,70%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 2 месеца споредено со 1 месец ($Z=4,082$; $p=0,0001$) – со ISQ на 2 мес < 1 мес кај 1 (3,58%), 2 мес > 1 мес кај 23 (82,14%), и 2 мес = 1 мес кај 4 (14,28%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 3 месеци споредено со 1 месец ($Z=4,530$; $p=0,0001$) – со ISQ на 3 мес < 1 мес кај 1 (3,70%), 3 мес > 1 мес кај 26 (96,30%), и 3 мес = 1 мес кај 0 (0%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 1 месец ($Z=4,545$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4 мес > 1 мес кај 27 (100%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 3 месеци споредено со 2 месеца ($Z=4,478$; $p=0,0001$) – со ISQ на 3мес <2 мес кај 0 (0%), 3мес >2 мес кај 26 (96,30%), и 3 мес = 2 мес кај 1 (3,70%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 2 месеца ($Z=4,548$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4 мес > 2 мес кај 27 (100%) пациенти;

- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 3 месеци ($Z=4,470$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4 мес < 3 мес кај 0 (0%), 4 мес > 3 мес кај 26 (96,30%), и 4 мес = 3 мес кај 1 (3,70%) пациенти;

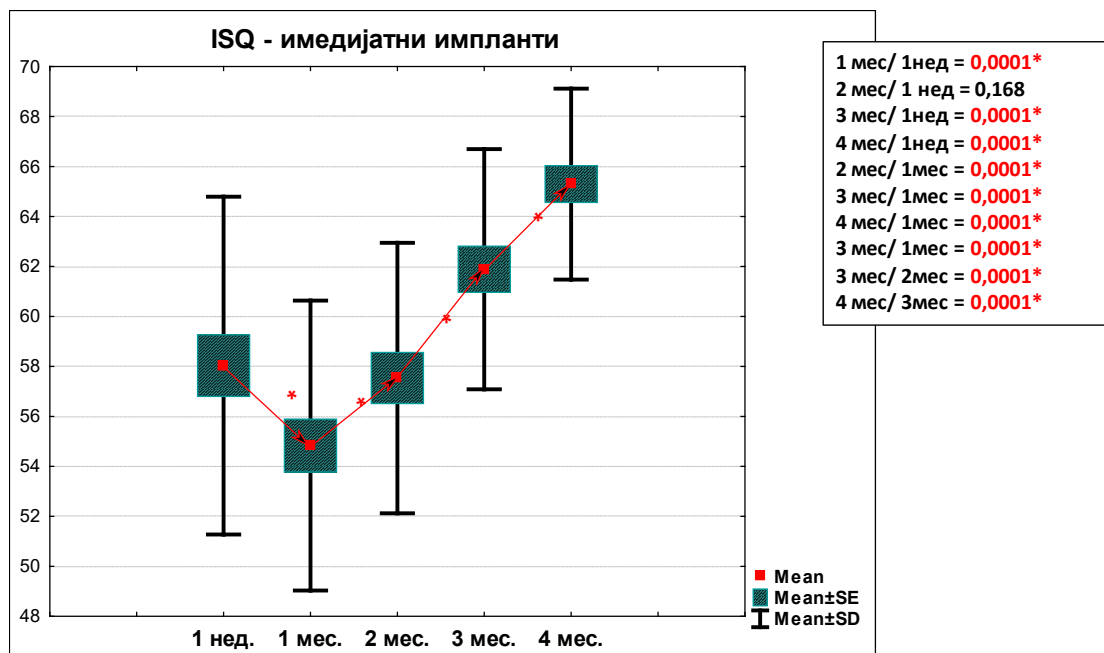


График 5. Интрагрупна споредба на ISQ во пет времиња – имедијатни импланти

5.4. Дистрибуција на ISQ - одложени импланти

И во групата на ОДЛОЖЕНИ импланти вредностите за коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ беа одредувани во секое од петте времиња на следење поединечно (1 недела, 1 месец, 2 месеци, 3 месеци и 4 месеци).

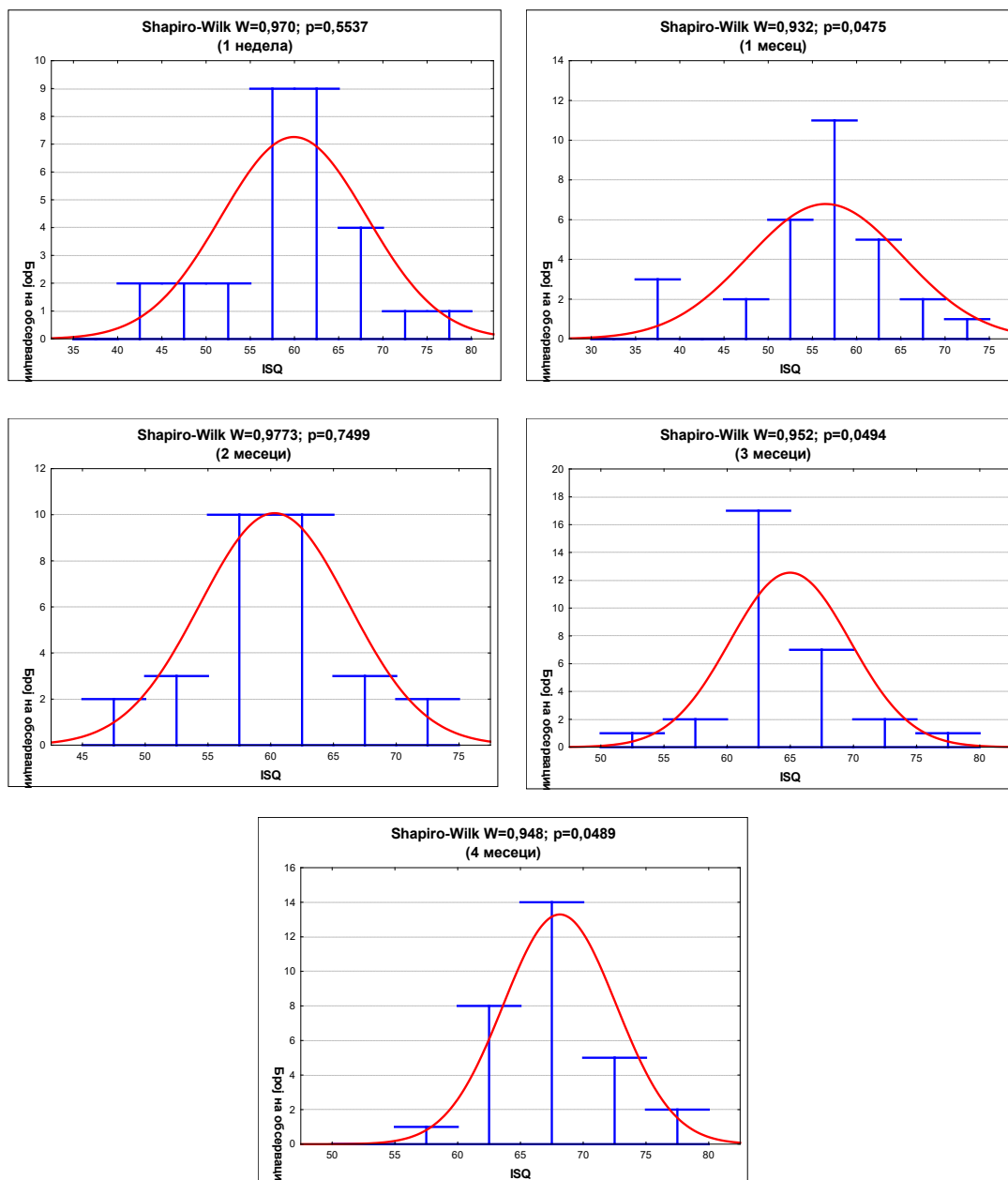


График 6. Дистрибуција на фреквенции на ISQ во пет времиња – одложени импланти

Анализата на дистрибуцијата на вредностите добиени за ISQ во групата на ОДЛОЖЕНИ импланти, укажа на правилна дистрибуција на фреквенциите во четири времиња и на неправилна дистрибуција на фреквенциите во две времиња и тоа за (графикот 6):

- 1 недела - Shapiro-Wilk $W=0,970$; $p=0,5537$;
- 1 месец - Shapiro-Wilk $W=0,932$; $p=0,0475$;
- 2 месеца - Shapiro-Wilk $W=0,973$; $p=0,7499$;
- 3 месеци - Shapiro-Wilk $W=0,952$; $p=0,0494$;
- 4 месеци - Shapiro-Wilk $W=0,948$; $p=0,0489$.

Согласно добиената дистрибуција на фреквенциите на добиените вредности за коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ за секое од петте времиња на мерење од интерес за истражувањето кај ОДЛОЖЕНИТЕ импланти, во понатамошната анализа беа применети соодветни статистички тестови.

5.5. Интрагрупна споредба на ISQ – одложени импланти

Направена беше интрагрупна споредба на добиените вредности за ISQ кај ОДЛОЖЕНИТЕ импланти меѓу 5-те времиња на мерење по поставувањето на имплантот (1 недела, 1 месец, 2 месеца, 3 месеци и 4 месеци).

За согледување на причината за евентуалната сигнификантност во разликите меѓу добиените вредности за ISQ во 5-те времиња на мерење, аплицирана беше Post Hoc Test анализа. Анализирани беа разликите во десет временски комбинации, и тоа за: секој од четирите месеци поединечно споредено со 1 недела; и потоа споредба на 2/1 месец; 3/1 месец; 4/1 месец; 3/2 месеци; 4/2 месеци; и 4/3 месеци. За избегнување на Тип 1 грешка, согласно корекцијата со

Bonferroni, за толкувањето на добиените резултати, прифатено беше ниво на сигнификантност од $p < 0,01$ (табелите 7 и 8).

Табела 7. Меѓугрупна споредба на ISQ во пет времиња – одложени импланти

Време	ISQ – одложени импланти						1p
	N	Mean±SD	Min/ Max	Percentiles			
				25th	50th (Median)	75th	
1 недела	30	59,93±8,24	41/ 77	56,0	60,5	65,0	X ² (4)=106,28; p=0,0001*
1 месец	30	58,50±8,81	38/ 71	52,5	57,5	63,0	
2 месеца	30	60,30±5,94	49/ 73	56,7	60,5	65,0	
3 месеци	30	65,00±4,77	53/ 78	62,7	65,0	67,0	
4 месеци	30	68,13±4,50	57/ 80	65,0	67,5	70,2	
N – број; Mean±SD - Просек±Стандардна девијација; Min/Max - Мин/Мак; Percentiles-Перпентили;							

Анализата во 5-те времиња на мерење по имплантацијата во групата ОДЛОЖЕНИ импланти укажа на намалување на просечната вредност за ISQ после 1 месец, кога таа изнесуваше 58,50±8,81 единици со мин/мак вредност од 38/71 единици споредено со по 1 недела, кога вредноста на ISQ беше 59,93±8,24 единици со мин/мак вредност од 41/77 единици (табелата 7).

На мерењето по 1 месец од имплантацијата регистрирано беше континуирано зголемување на просечната вредност на ISQ во секое следно мерење, и тоа на 2 месеца (60,30±5,94 единици), 3 месеци (65±4,77 единици) и 4 месеци (68,13±4,50 единици) (табелата 7).

По 3 односно по 4 месеци од имплантацијата, кај 50% од пациентите со имедијатни импланти вредноста на коефициентот на стабилност на имплантниот комплекс – ISQ беше консеквентно >65 односно >67,3 единици, додека кај 25% од нив тој беше консеквентно >67 односно >70,2 единици (табелата 7).

Во групата ОДЛОЖЕНИ импланти, утврдена беше сигнификантна разлика меѓу 5-те времиња на мерење во однос на вредностите за коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ (Friedman Test: $X^2_{(4)}=106,28;$

$p=0,0001$). Вредноста на ISQ беше највисока по 4 месеци, а најниска по 1 месец од имплантацијата на имедијатните импланти (табелата 7 и графикот 7).

Табела 8. Споредба на ISQ во десет временски комбинации - одложени импланти

Одложени импланти	ISQ				
	1 мес/ 1 нед	2 мес/ 1 нед	3 мес/ 1 нед	4 мес/ 1 нед	2 мес/ 1 мес
Z	(4,403) ^b	(0,761) ^b	(4,381) ^c	(4,708) ^c	(4,495) ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,0001*	0,447	0,0001*	0,0001*	0,0001*
Утврдена промена	1М<1Н - 25	2М<1Н - 14	3М<1Н - 1	4М<1Н - 0	2М<1М - 0
	1М>1Н - 1	2М>1Н - 11	3М>1Н - 26	4М>1Н - 29	2М>1М - 26
	1М=1Н - 4	2М=1Н - 5	3М=1Н - 3	4М=1Н - 1	2М=1М - 4
	3 мес/ 1 мес	4 мес/ 1 мес	3 мес/ 2 мес	4 мес/ 2 мес	4 мес/ 3 мес
Z	(4,794) ^c	(4,787) ^c	(4,640) ^c	(4,789) ^c	(4,669) ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0001*	0,0001*
Утврдена промена	3М<1М - 0	4М<1М - 0	3М<2М - 0	4М<2М - 0	4М<3М - 0
	3М>1М - 30	4М>1М - 30	3М>2М - 28	4М>2М - 30	4М>3М - 28
	3М=1М - 0	4М=1М - 0	3М=2М - 2	4М=2М - 0	4М=3М - 2
ISQ - коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс					
b=базирано на позитивни рангови; c=базирано на негативни рангови					
* Wilcoxon Signed Ranks Test: согласно корекција со Bonferroni сигнификантно за $p<0,01$					

Сигнификантната разлика меѓу 5те времиња на мерење во однос на ISQ се објаснува со согледувањето дека во групата со ОДЛОЖЕНИ импланти, за $p<0,01$, со Wilcoxon Signed Ranks Test утврдено беше (табелата 8 и графикот 7):

- сигнификантно помала ISQ на 1 месец споредено со 1 недела ($Z=4,403$; $p=0,0001$) – со ISQ на 1 мес < 1 нед кај 25 (83,34%), 1 мес > 1 нед кај 1 (3,33%), и 1 мес = 1 нед кај 4 (13,33%) пациенти;
- несигнификантно поголемо ISQ на 2 месеца споредено со 1 недела ($Z=0,761$; $p=0,447$) – со ISQ на 2 мес < 1 нед кај 14 (46,67%), 2 мес > 1 нед кај 11 (36,67%), и 2 мес = 1 нед кај 5 (16,66%) пациенти;

- сигнификантно поголема ISQ на 3 месеци споредено со 1 недела ($Z=4,381$; $p=0,0001$) – со ISQ на 3 мес < 1 нед кај 1 (3,33%), 3 мес > 1 нед кај 26 (86,67%), и 3 мес = 1 нед кај 3 (10%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 1 недела ($Z=4,708$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4 мес < 1 нед кај 0 (0%), 4 мес > 1 нед кај 29 (96,67%), и 4 мес = 1 нед кај 1 (3,33%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 2 месеца споредено со 1 месец ($Z=4,495$; $p=0,0001$) – со ISQ на 2 мес < 1 мес кај 0 (0%), 2 мес > 1 мес кај 26 (86,67%), и 2 мес = 1 мес кај 4 (13,33%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 3 месеци споредено со 1 месец ($Z=4,784$; $p=0,0001$) – со ISQ на 3мес>1мес кај 30 (100%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 1 месец ($Z=4,787$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4мес>1мес кај 30 (100%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 3 месеци споредено со 2 месеца ($Z=4,640$; $p=0,0001$) – со ISQ на 3 мес < 2 мес кај 0 (0%), 3 мес > 2мес кај 28 (93,33%), и 3 мес = 2 мес кај 2 (6,67%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 2 месеца ($Z=4,789$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4 мес > 2 мес кај 30 (100%) пациенти;
- сигнификантно поголема ISQ на 4 месеци споредено со 3 месеци ($Z=4,669$; $p=0,0001$) – со ISQ на 4 мес < 3 мес кај 0 (0%), 4 мес > 3 мес кај 28 (93,33%), и 4 мес = 3 мес кај 2 (6,67%) пациенти;

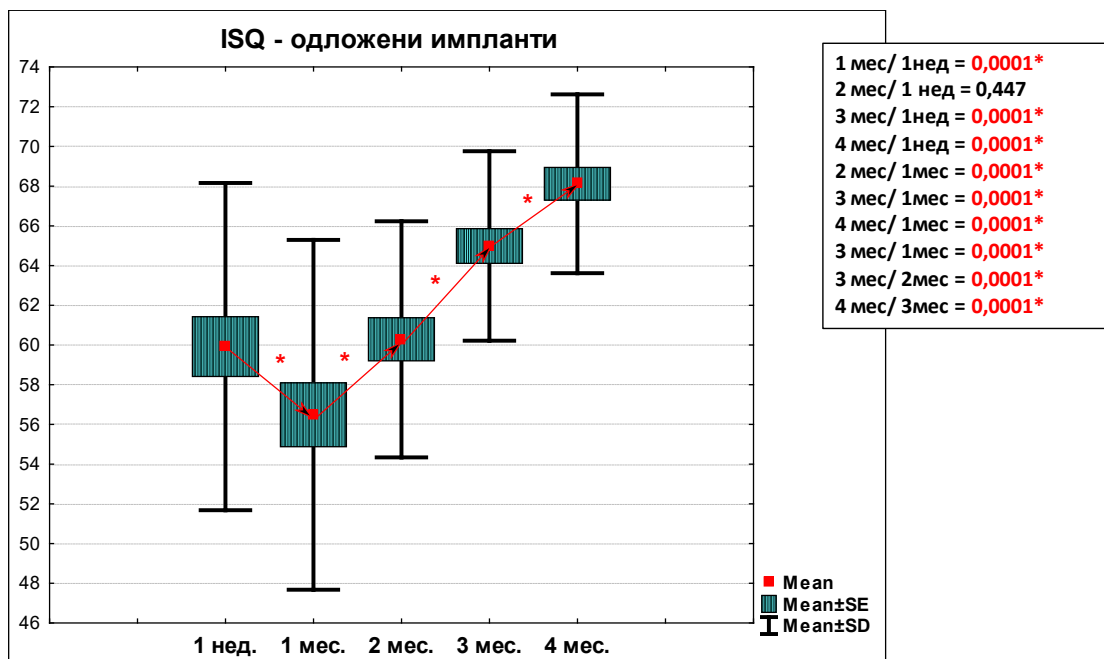


График 7. Интрагрупна споредба на ISQ во пет времиња – одложени импланти

5.6. Меѓугрупна споредба на ISQ

Во рамките на анализата направена беше меѓугрупна споредба на пациентите со имедијатни и на оние со одложени импланти во однос на коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ. Споредбата на двете групи пациенти беше направена во 5 времиња по имплантацијата (1 недела, 1 месец, 2 месеца, 3 месеци и 4 месеци) (табелата 9 и графикор 8).

Табела 9. Меѓугрупна споредба (имедијатни/одложени импланти) на ISQ во пет времиња

Импланти	ISQ						p
	Број j (N)	Mean± SD	Мин/Мак (Min/Max)	Percentiles			
				25th	50th (Median)	75th	
1 недела							
Имедијатни	30	58,03±6,76	43/ 77	53,0	58,0	61,0	Z=-1,323; p=0,1858
Одложени	30	59,93±8,24	41/ 77	56,0	60,5	65,0	
1 месец							
Имедијатни	30	54,83±5,80	43/ 71	51,0	53,0	58,0	Z=-1,493; p=0,1354
Одложени	30	58,50±8,81	38/ 71	52,5	57,5	63,0	
2 месеца							
Имедијатни	28	57,53±5,41	50/ 73	53,0	58,0	60,0	Z=-1,844; p=0,0652
Одложени	30	60,30±5,94	49/ 73	57,0	60,5	65,0	
3 месеци							
Имедијатни	27	61,89±4,81	55/ 78	58,0	62,0	65,0	Z=-2,645; p=0,0082*
Одложени	30	65,00±4,77	53/ 78	63,0	65,0	67,0	
4 месеци							
Имедијатни	27	65,30±3,82	59/ 80	63,0	65,0	66,0	Z=-3,044; p=0,0023*
Одложени	30	68,13±4,50	57/ 80	65,0	67,5	70,0	
ISQ - коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс							
Z=Mann-Whitney U Test; *сигнификантно за p<0,05							

1 НЕДЕЛА – просечната вредност на ISQ кај пациентите со ИМЕДИЈАТНИ импланти 1 недела по имплантацијата изнесуваше 58,03±6,76 единици со мин/мак од 43/77 единици. Истовремено, кај пациентите со ОДЛОЖЕНИ импланти просечната вредност на ISQ беше повисока и изнесуваше 59,93±8,24 единици со

мин/мак од 41/77 единици. Кај 50% од пациентите со ИМЕДИЈАТНИ односно ОДЛОЖЕНИ импланти, вредноста на ISQ беше консеквентно ≤ 58 vs. и $\leq 60,5$ единици, а кај 25% од нив ISQ беше консеквентно >61 vs. >65 единици. На една недела по имплантацијата, за $p>0,05$, утврдена беше несигнификантно повисока вредност на ISQ кај пациентите со одложени импланти споредено со оние со имедијатни импланти (Mann-Whitney U Test: $Z=-1,323$; $p=0,1858$) (табелата 9 и графикот 8).

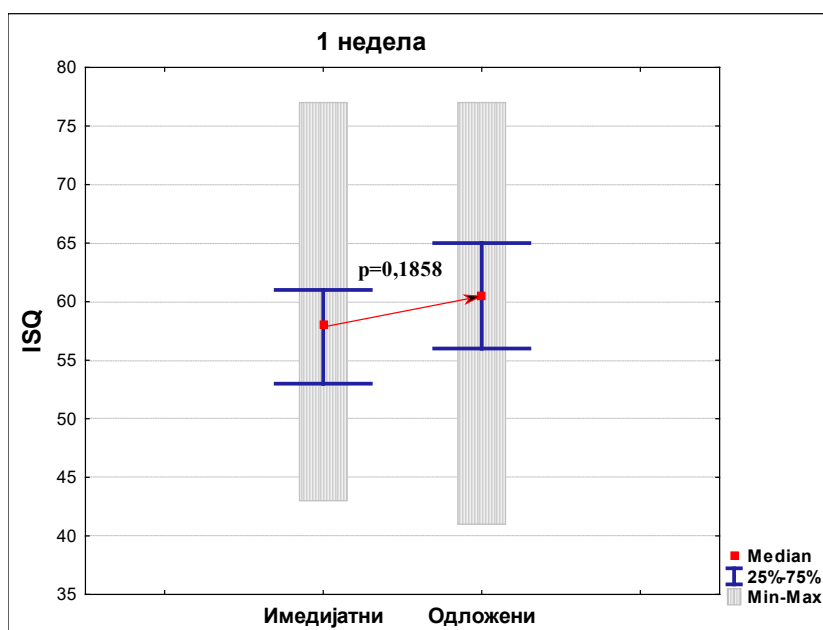


График 8. Меѓугрупна споредба на ISQ (имедијатни/одложени импланти) – 1 недела

1 МЕСЕЦ – во двете групи пациенти (имедијатни/одложени импланти), вредноста на ISQ на 1 месец по имплантацијата беше пониска споредено со онаа добиена со мерењето по 1 недела. Кај пациентите со ИМЕДИЈАТНИ импланти, просечната вредност на ISQ на 1 месец по имплантацијата изнесуваше $54,83 \pm 5,80$ единици со минимум вредност за ISQ од 43 единици, а кај пациентите со ОДЛОЖЕНИ импланти просечната вредност на ISQ беше повисока и изнесуваше $58,50 \pm 8,81$ единици со минимум вредност за ISQ од 38 единици. И во двете групи пациенти максималната вредност на ISQ изнесуваше 71 единица. Кај 50% од пациентите со имедијатни односно одложени импланти, вредноста на ISQ беше

консеквентно ≤ 53 vs. $\leq 57,5$ единици. На 1 месец по имплантацијата, кај 25% од пациентите со имедијатни импланти вредноста на ISQ беше >58 единица, а кај 25% од оние со одложени импланти ISQ беше >63 единици (табелата 9 и графикот 9).

За $p > 0,05$, еден месец по имплантацијата, утврдена беше несигнификантно повисока ISQ кај пациентите со одложени импланти споредено со оние со имедијатни импланти (Mann-Whitney U Test: $Z = -1,493$; $p = 0,1354$) (табелата 9 и графикот 9).

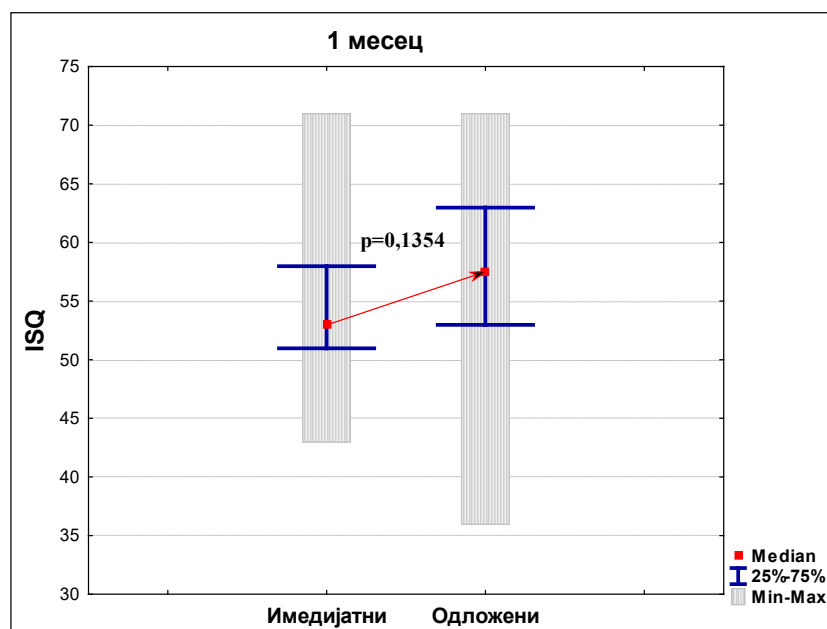


График 9. Меѓутрупна споредба на ISQ (имедијатни/одложени импланти) – 1 месец

2 МЕСЕЦА – просечната вредност на ISQ кај пациентите со ИМЕДИЈАТНИ импланти 2 месеца по имплантацијата изнесуваше $57,53 \pm 5,41$ единици со мин/мак од 50/73 единици. Истовремено, кај пациентите со ОДЛОЖЕНИ импланти просечната вредност на ISQ беше повисока и изнесуваше $60,30 \pm 5,94$ единици со мин/мак од 49/73 единици. Кај 50% од пациентите со ИМЕДИЈАТНИ, односно ОДЛОЖЕНИ импланти, вредноста на ISQ беше консеквентно ≤ 58 vs. $\leq 60,5$ единици, а кај 25% од нив ISQ беше консеквентно > 60 vs. > 65 единици (табелата 9 и графикот 10).

На направеното мерење на 2 месеца по имплантацијата, за $p > 0,05$, утврдена беше несигнификантно повисока вредност на ISQ кај пациентите со одложени

импланти споредено со оние со имедијатни импланти (Mann-Whitney U Test: $Z=-1,844$; $p=0,0652$) (табелата 9 и графикот 10).

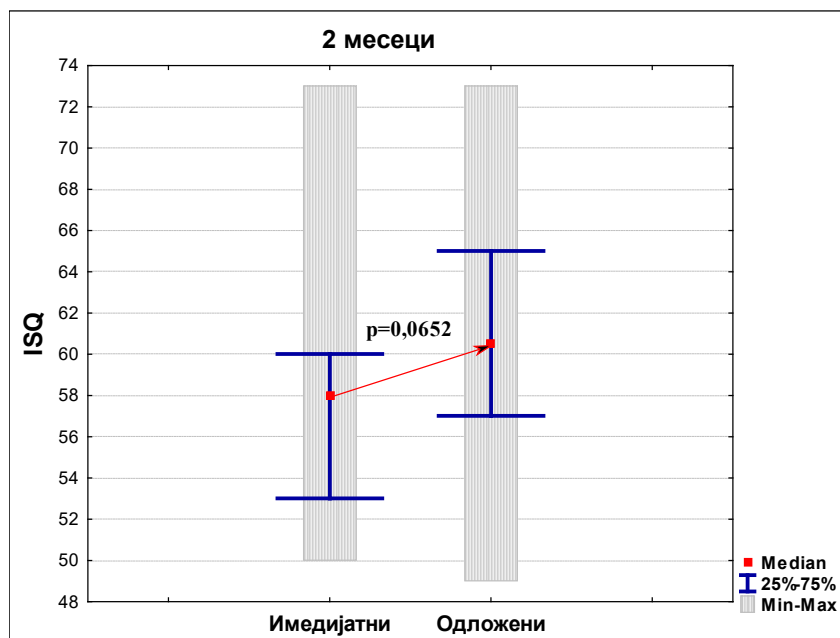


График 10. Меѓугрупна споредба на ISQ (имедијатни/одложени импланти) – 2 месеца

3 МЕСЕЦИ – Кај пациентите со ИМЕДИЈАТНИ импланти, просечната вредност на ISQ на 3 месеци по имплантацијата изнесуваше $61,89 \pm 4,81$ единици со минимум вредност за ISQ од 55 единици, а кај пациентите со ОДЛОЖЕНИ импланти просечната вредност на ISQ беше повисока и изнесуваше $65,00 \pm 4,77$ единици со минимум вредност за ISQ од 53 единици. И во двете групи пациенти максималната вредност на ISQ изнесуваше 78 единици. Кај 50% од пациентите со имедијатни односно одложени импланти, вредноста на ISQ беше консеквентно ≤ 62 vs. ≤ 65 единици. Три месеци по имплантацијата, кај 25% од пациентите со имедијатни импланти вредноста на ISQ беше >65 единици, а кај 25% од оние со одложени импланти ISQ беше >67 единици (табелата 9 и графикот 11)

На контролата на 3 месеци по имплантацијата, за $p < 0,05$, утврдена беше сигнификантно повисока вредност на ISQ кај пациентите со одложени импланти споредено со оние со имедијатни импланти (Mann-Whitney U Test: $Z=-2,645$; $p=0,0082$) (табелата 9 и графикот 11).

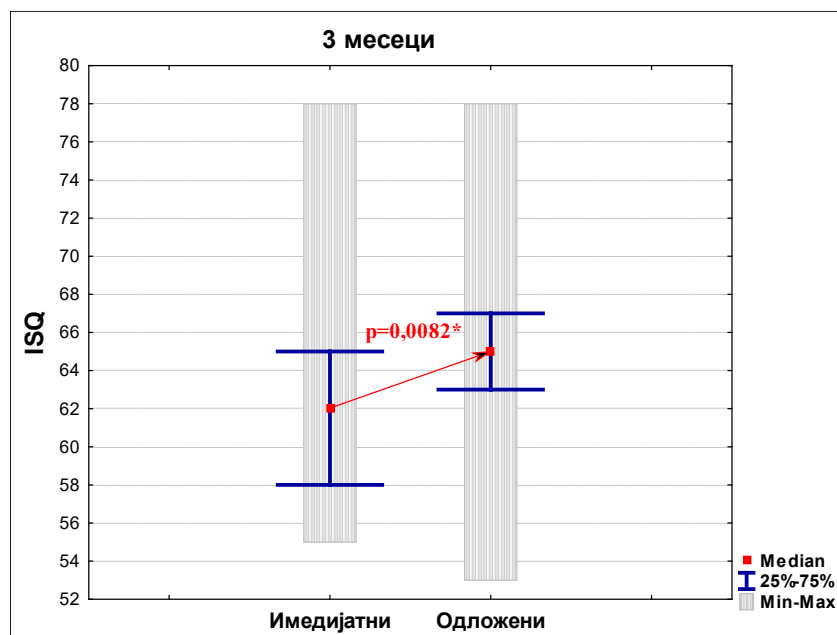


График 11. Меѓугрупна споредба на ISQ (имедијатни/одложени импланти) – 3 месеци

4 МЕСЕЦИ – Просечната вредност на ISQ кај пациентите со ИМЕДИЈАТНИ импланти на 3 месеци по имплантацијата изнесуваше $65,30 \pm 3,82$ единици со минимум вредност за ISQ од 59 единици, а кај пациентите со ОДЛОЖЕНИ импланти просечната вредност на ISQ беше повисока и изнесуваше $68,13 \pm 4,50$ единици со минимум вредност за ISQ од 57 единици. И во двете групи пациенти, максималната вредност на ISQ изнесуваше 80 единици. Кај 50% од пациентите со имедијатни односно одложени импланти, вредноста на ISQ беше консеквентно ≤ 65 vs. $\leq 67,5$ единици. Три месец по имплантацијата, кај 25% од пациентите со имедијатни импланти вредноста на ISQ беше >66 единици, а кај 25% од оние со одложени импланти ISQ беше >70 единици (табелата 9 и графикот 12).

На направеното мерење на 4 месеци по имплантацијата, за $p < 0,05$, утврдена беше сигнификантно повисока вредност на ISQ кај пациентите со одложени импланти споредено со оние со имедијатни импланти (Mann-Whitney U Test: $Z = -3,044$; $p = 0,0023$) (табелата 9 и графикот 12).

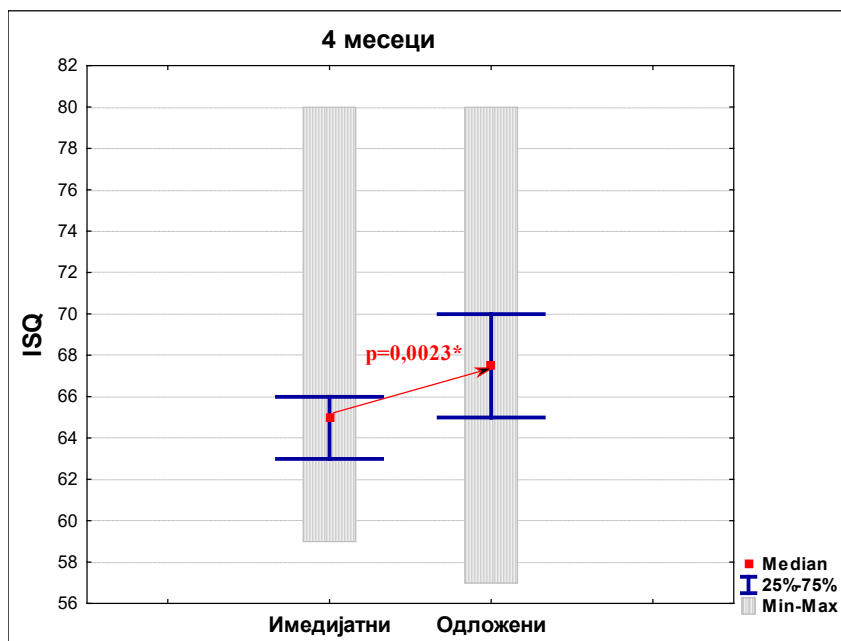


График 11. Меѓугрупна споредба на ISQ (имедијатни/одложени импланти) – 4 месеци

5.7. Меѓугрупна споредба на ISQ ≥ 65 единици

Минималната вредност која овозможува протетичко оптоварување на имедијатно и одложено поставените импланти според критериумите кои се општо прифатени е 65 ISQ единици. Во рамките на истражувањето направена беше поединечна анализа како и меѓугрупна споредба во однос на дистрибуцијата на ISQ ≥ 65 единици. Анализата за двете групи беше направена во 5 времиња по имплантацијата (1 недела, 1 месец, 2 месеца, 3 месеци и 4 месеци) (табелата 10 и графиконите 12-15).

Табела 10. Анализа на ISQ (< / ≥ 65 единици) според групи во пет времиња

Параметри	Групи		p
	Имедијатни	Одложени	
	N (%)	N (%)	
1 недела			
ISQ <65 единици	25 (83,3%)	21 (70%)	X²=1,491; df=1; p=0,222
ISQ ≥ 65 единици	5 (16,7%)	9 (30%)	
1 месец			
ISQ <65 единици	28 (93,3%)	25 (83,3%)	¹p=0,424
ISQ ≥ 65 единици	2 (6,7%)	5 (16,7%)	
2 месеца			
ISQ <65 единици	26 (92,9%)	22 (73,3%)	¹p=0,081
ISQ ≥ 65 единици	2 (7,1%)	8 (26,7%)	
3 месеци			
ISQ <65 единици	19 (70,4%)	13 (43,3%)	X²=4,219; df=1; p=0,039*
ISQ ≥ 65 единици	8 (29,6%)	17 (56,7%)	
4 месеци			
ISQ <65 единици	10 (37%)	3 (10%)	¹p=0,025*
ISQ ≥ 65 единици	17 (63%)	27 (90%)	
ISQ - коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс			
X² = Pearson Chi-square test; ¹Fisher exact test; *сигнификантно за p<0,05			

ISQ ≥ 65 единици на 1 недела – на 1 недела од имплантацијата, коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ имаше вредност ≥65 единици кај 5 (16,7%) од пациентите со имедијатни импланти и кај 9 (30%) од оние со одложено поставени импланти. Разликата помеѓу двете групи во постигнувањето на ISQ ≥65 единици изнесуваше 13,33% за Risk Difference: 13,33 [95%CI (-7,8-34,5)] во прилог на одложените импланти (табелата 10).

За $p > 0,05$, една недела по имплантацијата немаше сигнификантна асоцијација на постигнат $ISQ \geq 65$ единици со групата на која ѝ припаѓаат пациентите (имедијатни/одложени импланти) (Pearson Chi-square test: $X^2=1,491$; $df=1$; $p=0,222$) (табелата 10 и графикот 12).

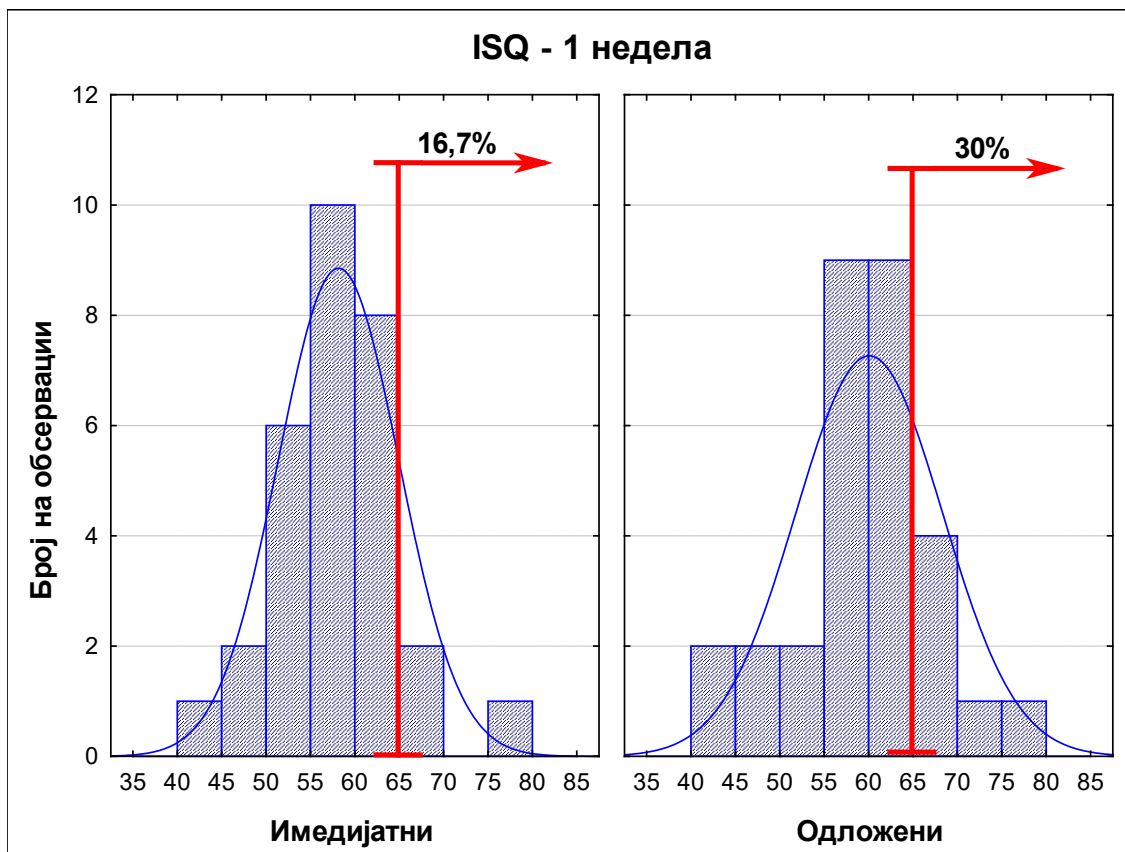


График 12. $ISQ \geq 65$ единици според групите - 1 недела по имплантацијата

$ISQ \geq 65$ единици на 1 месец – по 1 месец од имплантацијата, и во двете групи беше регистрирано намалување на бројот на пациентите со коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – $ISQ \geq 65$ единици. Кај пациентите со имедијатни импланти $ISQ \geq 65$ единици беше регистриран кај 2 (6,7%), а кај оние со одложено поставени импланти тој беше регистриран кај 5 (16,7%). Разликата во постигнувањето на $ISQ \geq 65$ единици изнесуваше 10% за Risk Difference: 10 [95%CI (-6,1-26,1)] во прилог на пациентите со одложени импланти.

За $p > 0,05$, еден месец по имплантацијата, немаше сигнификантна асоцијација на постигнати $ISQ \geq 65$ единици и групата на која ѝ припаѓаат пациентите (имедијатни/одложени импланти) (Fisher exact test: $p = 0,424$) (табелата 10 и графикот 13).

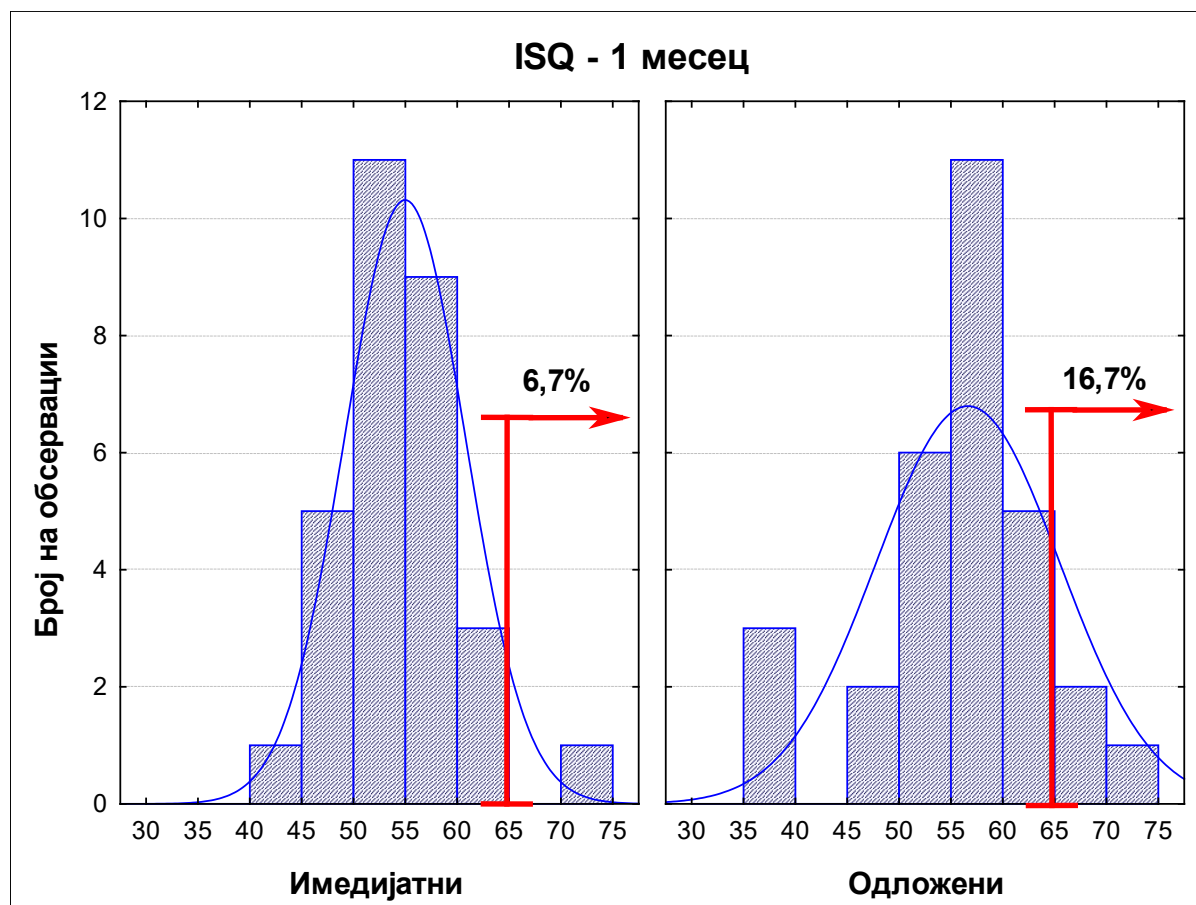


График 13. $ISQ \geq 65$ единици според групи - 1 месец после имплантација

$ISQ \geq 65$ единици на 2 месеца – по 2 месеца од имплантацијата, и во двете групи беше регистрирано зголемување на бројот на пациентите со коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – $ISQ \geq 65$ единици. Кај пациентите со имедијатни импланти $ISQ \geq 65$ единици беше регистриран кај 2 (7,1%), а кај оние со одложено поставени импланти тој беше регистриран кај 8 (26,7%). Разликата во постигнувањето $ISQ \geq 65$ единици изнесуваше 19,52% за Risk Difference: 19,52 [95%CI (1,1-38,0)] во прилог на пациентите со одложени импланти.

За $p > 0,05$, по изминати 2 месеца од имплантацијата немаше сигнификантна асоцијација на постигнат $ISQ \geq 65$ единици и групата на која ѝ припаѓаат пациентите (Fisher exact test; $p = 0,081$) (табелата 10 и графикот 14).

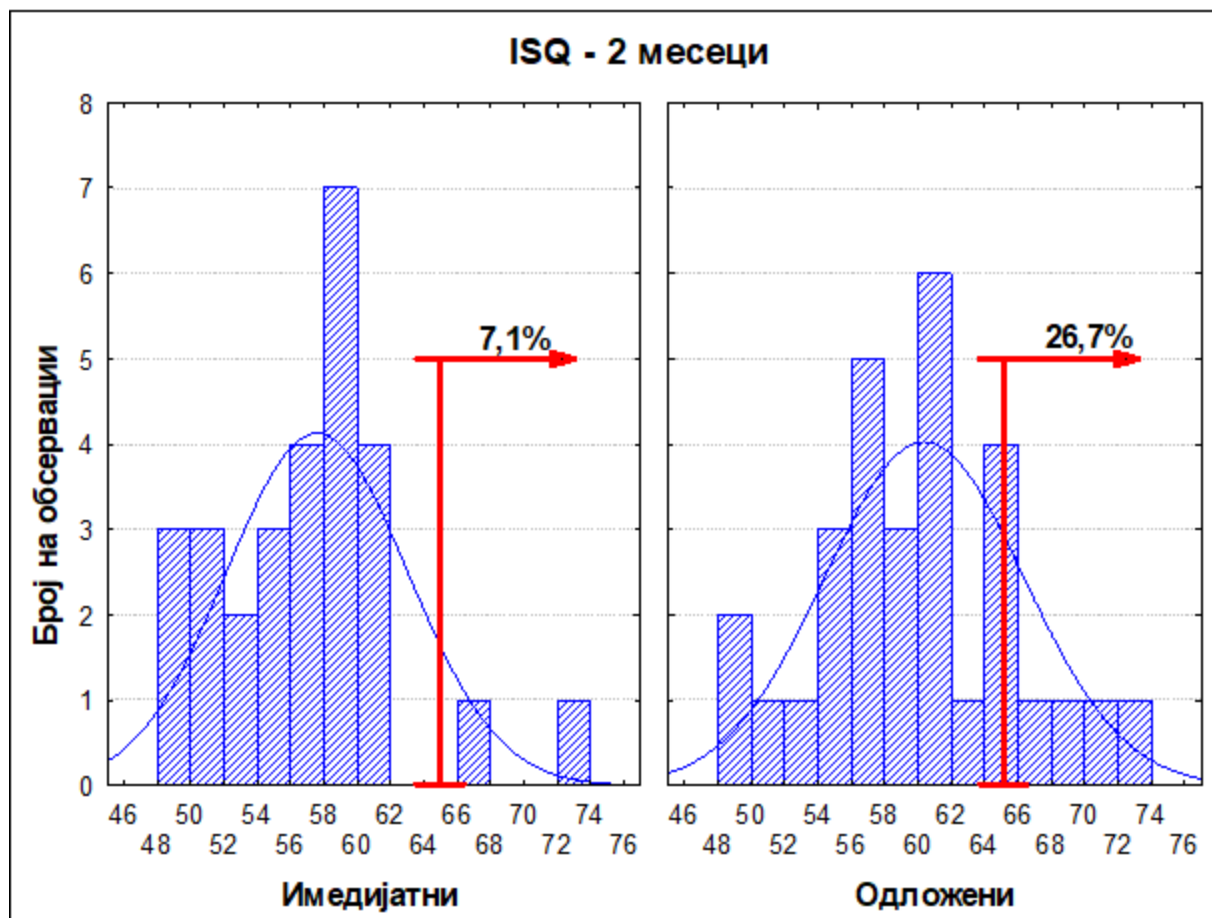


График 14. $ISQ \geq 65$ единици според групите - 2 месеца по имплантацијата

$ISQ \geq 65$ единици на 3 месеци – и во двете групи по 3 месеци од имплантацијата беше регистрирано зголемување на бројот на пациентите со коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – $ISQ \geq 65$ единици. Кај пациентите со имедијатни импланти вредноста на $ISQ \geq 65$ единици беше регистрирана кај 8 (29,6%), а кај оние со одложено поставени импланти $ISQ \geq 65$ единици беше регистрирана кај 17 (56,7%). Разликата во постигнувањето $ISQ \geq 65$

единици изнесуваше 27,04% за Risk Difference: 27,04 [95%CI (2,3-51,7)] во прилог на пациентите со одложени импланти.

На 3 месеци по имплантацијата, регистрирана е најголемата разлика помеѓу двете групи во однос на постигнувањето на $ISQ \geq 65$ единици и таа е поголема од онаа на 1, недела, 1 месец, 2 месеца и 4 месеци. За $p < 0,05$, три месеци по имплантацијата, утврдена беше сигнификантна асоцијација на постигнат $ISQ \geq 65$ единици во прилог на пациентите со одложени импланти (Pearson Chi-square test: $X^2=4,219$; $df=1$; $p=0,039$). Пациентите од групата со одложени импланти, на 3 месеци по имплантацијата, постигнуваа вредност на $ISQ \geq 65$ единици за 3,10 пати сигнификантно почесто отколку пациентите со имедијатни импланти [$OR=3,10$ (1,04–9,30) 95% CI] (табелата 10 и графикот 14).

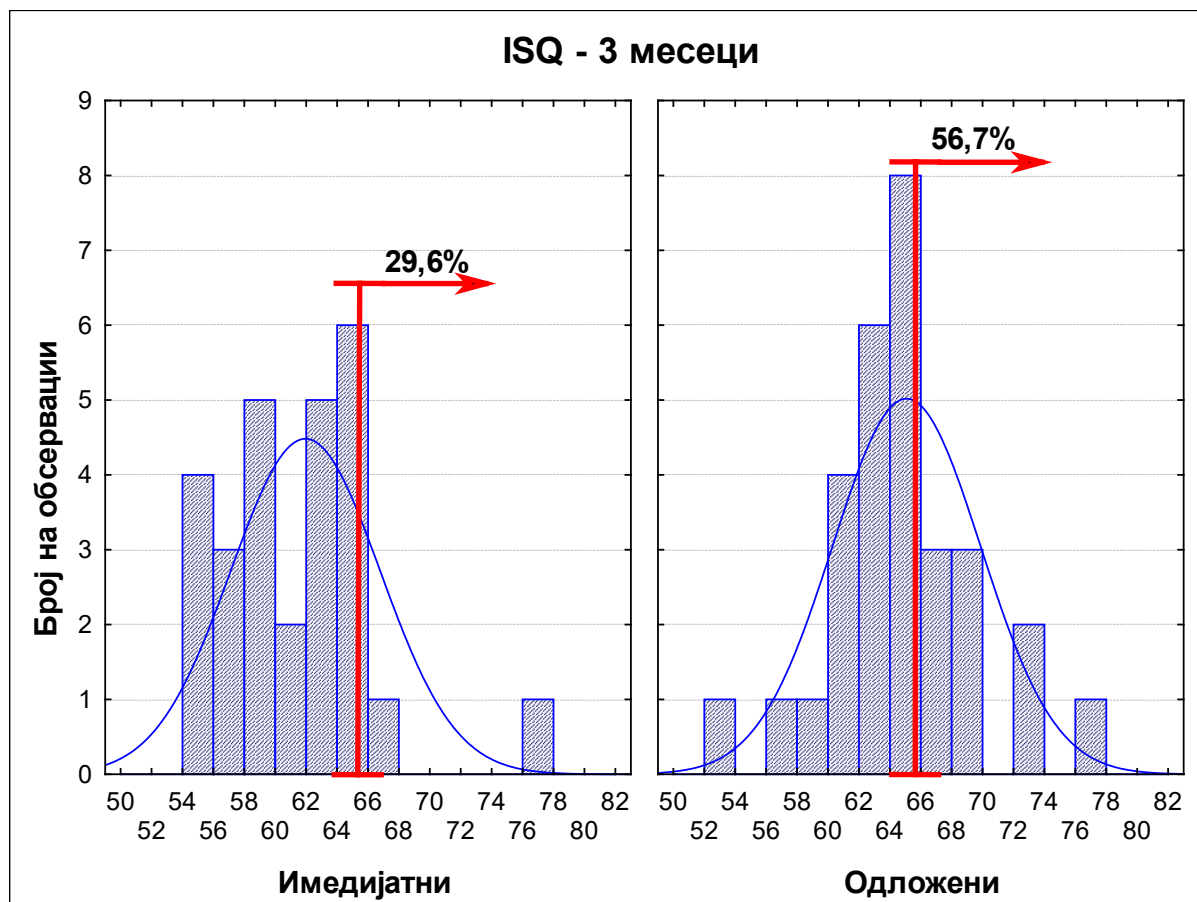


График 15. $ISQ \geq 65$ единици според групите - 3 месеци по имплантацијата

ISQ $\geq$ 65 единици на 4 месеци – по 4 месеци од имплантацијата, и во двете групи беше регистрирано зголемување на бројот на пациентите со коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ $\geq$ 65 единици. Кај пациентите со имедијатни импланти ISQ $\geq$ 65 единици беше регистриран кај 17 (63%), а кај оние со одложено поставени импланти тој беше регистриран кај 27 (90%). Разликата во постигнувањето на ISQ $\geq$ 65 единици изнесуваше 27,03% за Risk Difference: 27,03 [95%CI (5,9-48,2)] во прилог на пациентите со одложени импланти.

За $p < 0,05$, по 4 месеци од имплантацијата утврдена беше сигнификантна асоцијација на постигнат ISQ $\geq$ 65 единици со групата пациенти со одложени импланти (Fisher exact test; $p = 0,025$) (табелата 10 и графикот 16).

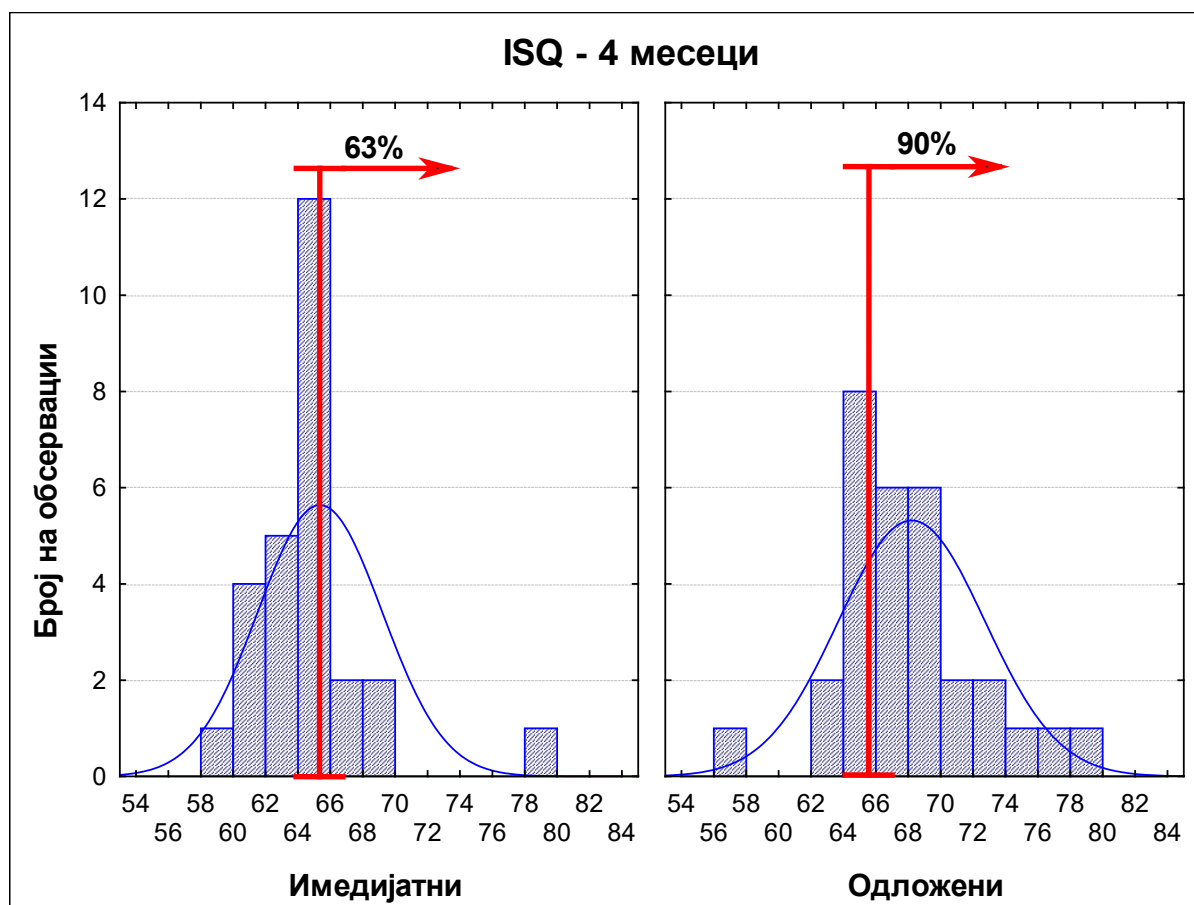


График 16. ISQ $\geq$ 65 единици според групите - 4 месеци по имплантацијата

Дополнително, направена беше анализа на дистрибуцијата на двата вида импланти според 4 категории на коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ во 5 времиња. Анализираниите категории се однесуваат на вредности на ISQ, и тоа: а) до 59; б) 60-64; в) 65-70; и г) над 71 единица. Добиените вредности за ISQ беа класифицирани како ниска, средна и висока стабилност. Анализата беше направена со цел поточно да се согледаат потенцијалните можности за оптоварување согласно ISQ во двете групи на пациенти (графикот 17).

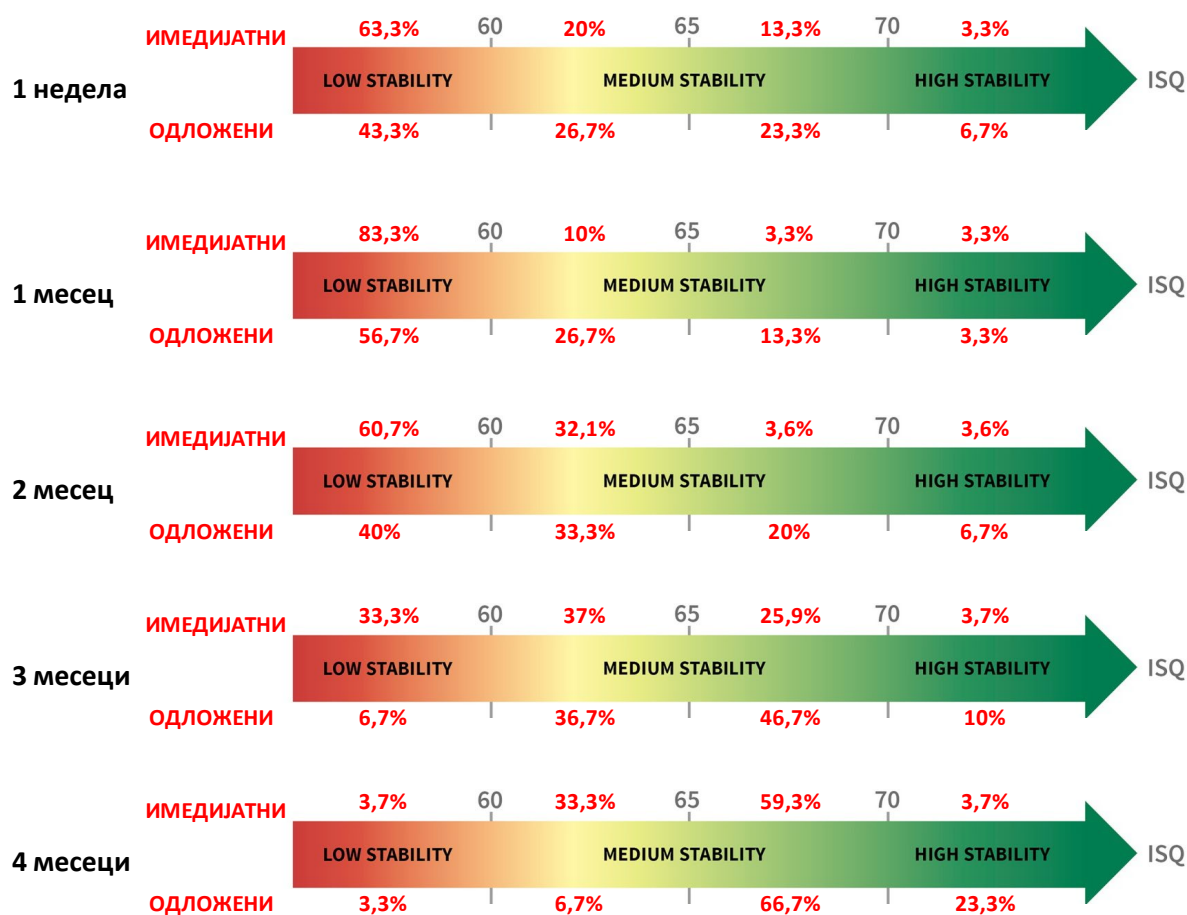


График 17. Дистрибуција на ISQ категориите според видовите импланти во 5 времиња

5.8. Корелација помеѓу ISQ и времето

Поврзаноста помеѓу коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ и времето од имплантацијата (1 недела, 1 месец, 2 месеца, 3 месеци, и 4 месеци) беше анализирана со непараметарската корелација (Spearman Rank order correlations). Анализата беше направена одвоено во секоја од двете групи (имедијатни/одложени импланти) (графиците 18 и 19).

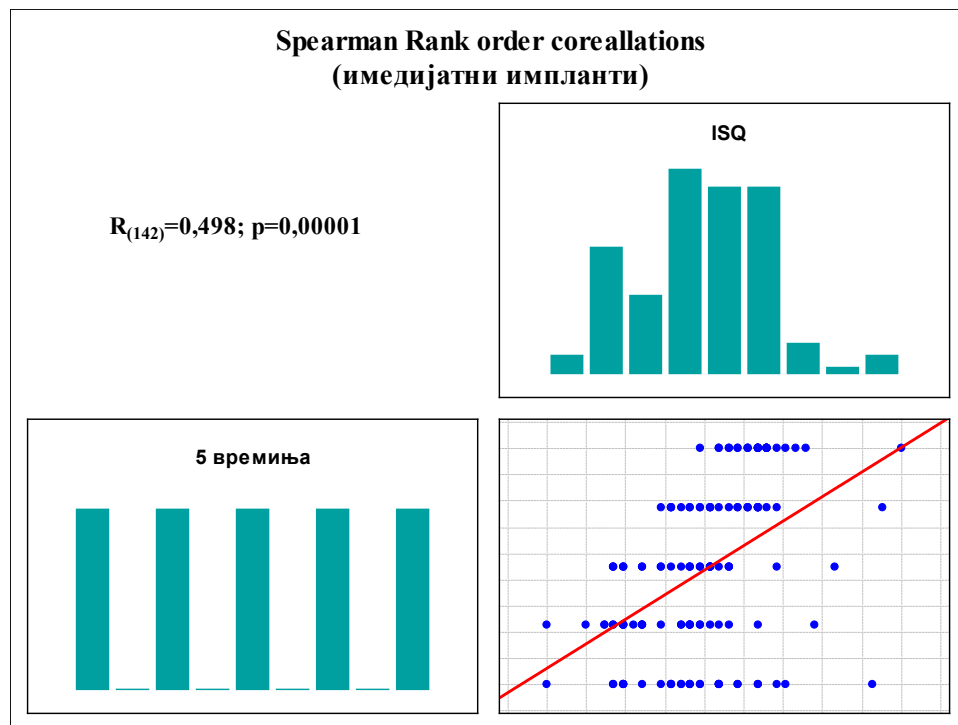


График 18. Корелација на ISQ и времето (1 недела→4месеци) – имедијатни импланти

За $p < 0,05$, утврдена беше сигнификантна линеарна позитивна умерена корелација помеѓу ISQ кај пациентите од групата со имедијатни импланти и времето поминато од имплантацијата за $R_{(142)}=0,498; p=0,00001$. Во групата со имедијатни импланти, со зголемувањето на времето од имплантацијата (1 недела→4месеци) се зголемуваше и вредноста на коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ (графикот 18).

За $p < 0,05$, утврдена беше сигнификантна линеарна позитивна умерена корелација помеѓу ISQ кај пациентите од групата со одложени импланти и времето од имплантацијата за $R(142)=0,486$; $p=0,00001$. Во групата со одложени импланти со зголемувањето на поминатото време од имплантацијата (1 недела→4 месеци) се зголемуваше и вредноста на коефициентот на стабилноста на имплантниот комплекс – ISQ (графикот 19).

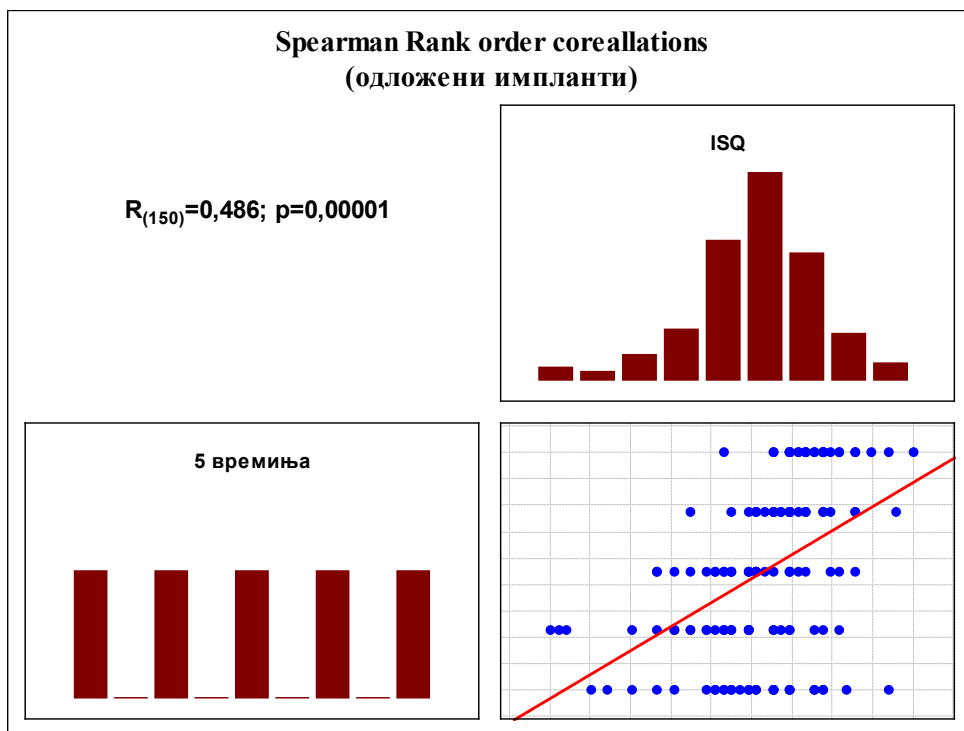


График 19. Корелација на ISQ и времето (1 недела→4 месеци) – одложени импланти

6. ПРИМЕНА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД ИСТРАЖУВАЊЕТО И МОЖНИ НАСОКИ ЗА НАТАМОШНО ИСТРАЖУВАЊЕ

Имедијатната и одложената имплантација низ годините се предмет на постојано истражување откако се презентирани пред повеќе од 30 години од страна на Schulte and Heimke во 1976 година (Schulte & Heimke, 1976). Добиените резултати ја докажале успешноста на оваа процедура којашто носи голем бенефит на пациентите. Меѓутоа, внимателното планирање и правилната селекција на пациентите се клучот за да се постигне успех на имплантите и финален естетски исход.

Резултатите од оваа студија се очекува да дадат важен придонес во евалуацијата на постапките и принципите кои влијаат на оптималниот временски период за дефинитивно оптоварување по имедијатната и одложената имплантација.

Оваа студија може да помогне да се обезбедат подобри, подетални и попрецизни информации за оптималниот временски период на дефинитивно оптоварување над имплантите при одложена и имедијантна имплантација.

Очекуваните резултати ќе се применат во секојдневната клиничка практика во смисла на препораки и насоки стекнати од искуствата од ова истражување кои би влијале во третманот и оптималното време на оптоварување по имедијантната и одложената имплантација.

Оваа студија ќе има важно влијание врз модерната стоматологија, пред сè во доменот на имплантолошката и протетичката рехабилитација. Спроведеното научноистражувачко испитување обезбеди важни податоци за влијанието на висината, густината и дебелината на коскениот ткиво врз примарната и секундарната стабилност на имедијатното и одложеното поставување на импланти во однос на времето потребно за нивно дефинитивно оптоварување.

Истражувањето за потребите на оваа докторска дисертација беше спроведено како проспективна, моноцентрична, рандомизирана клиничка студија, опфаќајќи вкупно 60 пациенти со индикација за имплантација, поделени во две подеднакви групи: 30 пациенти со имедијатна имплантација и 30 пациенти со одложена имплантација. Имплантите беа поставувани на различни позиции во устата, а дистрибуцијата на половите во групите беше приближно еднаква кај имедијатните (53,3% мажи, 46,7% жени) и со преовладување на женскиот пол кај одложените импланти (63,3% жени).

Примарната и секундарната стабилност на имплантите беше измерена во пет временски интервали по поставувањето – по една недела, еден месец, два, три и четири месеци – со користење на RFA анализа и изразена преку ISQ (Implant Stability Quotient) вредностите. Според прифатениот критериум, минималната вредност на ISQ која овозможува протетичко оптоварување изнесуваше 65 единици.

Во групата со имедијатни импланти, просечната ISQ вредност по една недела изнесуваше $58,41 \pm 6,97$. По еден месец се регистрираше нејзино намалување на $55,19 \pm 6,01$, по што следеше континуирано зголемување во следните месеци: $57,52 \pm 5,51$ по два месеци, $61,89 \pm 4,81$ по три месеци и $65,30 \pm 3,82$ по четири месеци. Со пост-хок анализи беа идентификувани статистички значајни разлики во повеќето парови на временски интервали, особено меѓу еден месец и сите следни временски точки. На крајот од четвртиот месец, 63% од пациентите во оваа група постигнаа ISQ вредност еднаква или поголема од 65.

Во групата со одложени импланти, почетната просечна ISQ вредност по една недела изнесуваше $59,93 \pm 8,24$, со благо намалување на $58,50 \pm 8,81$ по еден месец. Потоа беше забележано прогресивно зголемување на стабилноста: $60,30 \pm 5,94$ по два месеца, $65,00 \pm 4,77$ по три месеци и $68,13 \pm 4,50$ по четири месеци. Во оваа група, статистички значајни разлики беа утврдени помеѓу сите последователни временски интервали, освен помеѓу една недела и два месеца, каде што разликата не беше значајна ($p=0,447$). На крајот од четвртиот месец, 90% од пациентите со одложени импланти имаа ISQ вредност ≥ 65 .

Меѓугрупната споредба во однос на ISQ вредностите на различни временски точки покажа дека во првите три времиња (1 недела, 1 месец, 2 месеца) разликите меѓу групите беа статистички незначајни. Сепак, на третата и четвртата контрола (3 и 4 месеци), ISQ вредностите беа статистички значајно повисоки кај одложените импланти ($p=0,0082$ и $p=0,0023$, соодветно). Анализата на дистрибуцијата на вредностите $ISQ \geq 65$ исто така покажа повисока застапеност на стабилни импланти во групата со одложени импланти на третиот и четвртиот месец ($p=0,039$ и $p=0,025$, соодветно).

Корисноста на CBCT методот што го користевме и во нашата студија ја потврдуваат низа други студии меѓу кои и пилот-студијата на Abdulkarim и неговите соработници (Abdulkarim et al., 2021). Авторите ја испитувале корелацијата помеѓу клинички проценет квалитет на коската (оценета преку тактилен фидбек за време на поставување на имплантите) и радиографската густина на коската (измерена со CBCT во Hounsfield единици) кај беззаби места, со и без претходно коскено графтирање. Анализирајќи 118 места за импланти кај 66 пациенти, студијата откри значајна корелација помеѓу густината на коската и клиничкиот квалитет на коската кај места без графт, што укажува дека CBCT може сигурно да ја предвиди цврстината на коската во овие случаи. Сепак, кај трансплантирани места – особено оние третирани со ксенотранспланти – оваа корелација не беше забележана, најверојатно поради присуството на резидуален, неремоделиран трансплантиран материјал што ја менува радиографската густина без да го одразува реалниот квалитет на коската. Местата третирани со алотрансплант не покажаа статистички значајна разлика во однос на нетрансплантираните. Дополнително, задните региони на горната вилица имаа тенденција на помека коска, а кај женските пациенти – кои имаа повеќе трансплантирани места – беше забележана повисока радиографска густина, но помек клинички квалитет на коската. Студијата заклучува дека CBCT е вредна предоперативна алатка за процена на квалитетот на коската кај нетрансплантирани места, но треба внимателно да се толкува кај графтирани места, особено кога се користат ксенотранспланти.

Постепеното опаѓање на стабилноста (ISQ) што може да се забележи во почетната фаза се должи на физиолошкиот процес на ремоделирање на коската по

поставувањето на имплантот. Ова претставува трансформација од механичка во биолошка стабилност. Временскиот период во кој се јавува ова опаѓање се нарекува „пад на стабилноста“ (stability dip). Во тековната студија, пад на стабилноста е забележан при мерењата направени во 1 месец од студијата како што покажуваат просечните ISQ вредности. Претходни студии покажале дека падот на стабилноста по 2 недели од хируршката интервенција е поврзан со воспаление на коската, ресорпција и ремоделирање во фазата на заздравување (Dhert et al., 1998; Branemark et al., 1997; Witoonkitvanich et al., 2025). Во нашава студија ова е позабележливо во групата на имедијатни импланти, каде што кај 86,7% од пациентите го утврдивме овој пад, додека во групата на одложени импланти овој пад го утврдивме кај 83,3% од пациентите.

Во ретроспективна клиничка студија, Bavetta и соработниците (Bavetta et al. 2019) ја проценуваат корисноста на вредноста на инсерцискиот вртежен момент (ITV) и индексот на стабилност на имплантот (ISQ) како параметри за утврдување на изводливоста на имедијатно оптоварување кај дентални импланти поставени во свежи екстракциони алвеоли. Вкупно 41 имплант бил поставен кај 18 пациенти — 18 во свежи алвеоли (тест-група) и 23 во заздрави алвеоли (контролна група). Сите импланти биле имедијатно оптоварени со навојни привремени коронки, а ITV и ISQ биле измерени при поставувањето (t_0) и по 4 месеци (t_1). Тест-групата покажала значително пониски ITV и ISQ вредности на t_0 во споредба со контролната група (ITV: 48,61 N/cm наспроти 70,47 N/cm; ISQ: 57,55 наспроти 72,86), но двете групи достигнале споредливи ISQ вредности на t_1 (68,66 наспроти 74,54) со 100% стапка на преживување и без компликации. Студијата заклучува дека ISQ вредностите измерени при поставување на имплантот во свежа алвеола можат да бидат недоверливи поради присуството на резидуални празнини што влијаат врз резонанцијата, додека ITV самостојно — доколку е над 30 N/cm — може да биде посигурен параметар за одлучување за имедијатно оптоварување. Овие вредности се во согласност со препораките по кои се воде при изведбата на хируршкото поставување на имплантите, при што инсерцискиот вртежен момент изнесуваше >35 N/cm.

Ретроспективната студија на Andersson (Andersson et al., 2019) ги истражуваше факторите што влијаат на мерењата со анализа на резонантната фреквенција (RFA) и петгодишното преживување на 745 Neoss денталните импланти поставени кај 334 пациенти. Студијата утврдила висока кумулативна стапка на преживување од 97,3%, при што стабилноста на имплантите (измерена преку индексот на стабилност на имплантот (ISQ)) била значително поврзана со полот, локацијата во вилицата, квалитетот на коската, дијаметарот и позицијата на имплантот. Резултатите од оваа студија ја нагласуваат вредноста на RFA како дијагностичка алатка за идентификација на импланти со ризик од неуспех, потенцирајќи ја важноста на постигнувањето на висока примарна стабилност за долгорочен успех. Студијата исто така сугерира дека приспособувањето на хируршките техники или изборот на имплант за зголемување на стабилноста може да ги подобри крајните исходи. Наодите од оваа студија се дополнителна поддршка на методолошките насоки, при што се водење во нашето истражување, т.е. користењето на RFA како алатка за утврдување на стабилноста на имплантите, но и за важноста на хируршкиот пристап во имплантологијата.

Што се однесува до нашиот избор на RFA методологијата, уште една студија која ја потврдува нејзината валидност е прегледниот труд на Aparicio и соработниците (Aparicio et al., 2006). Авторите ја анализираат валидноста и клиничкото значење на две неинвазивни методи за проценка на стабилноста на денталните импланти: анализа на резонантната фреквенција (RFA) и Periotest. Авторите ја оценуваат клиничката релевантност на овие техники во предвидувањето на успехот или неуспехот на имплантите преку анализа на факторите што влијаат на нивните мерења, како што се густината на коската, позицијата на имплантот и висината на абатментот. Прегледот заклучува дека RFA е порелевантна и порепродуцибилна техника во споредба со Periotest, бидејќи обезбедува квантитативни податоци преку индексот на стабилност на имплантот (ISQ), кој добро корелира со клиничкиот успех. Сепак, иако високите RFA вредности и ниските Periotest вредности укажуваат на стабилни импланти, единичната вредност не е доволна за клиничко донесување одлуки. Двете техники бараат повеќекратни мерења со текот на времето за ефикасно следење на стабилноста и навремено откривање на можните неуспеси. Во согласност со овие

препораки, како и со низа други студии во нашето истражување, за просечна ISQ вредност се земаше онаа добиена од две последователни мерења.

Клинички важната проспективна студија на Atieh и соработниците (Atieh et al., 2012) ја оценувала прогностичката вредност на мерењата со анализа на резонантната фреквенција (RFA) во предвидувањето на неуспехот на имедијатно реставрирани импланти со широк дијаметар, поставени во задните моларни региони на долната вилица. Вкупно 28 импланти биле евалуирани преку вредности на индексот на стабилност на имплантот (ISQ) во моментот на поставување, по 8 недели и по една година. Додека RFA во моментот на хируршката постапка покажала слаба прогностичка вредност ($AUC = 0,45$), RFA по 8 недели покажала висока прогностичка точност ($AUC = 0,93$, $p = 0,001$). Оптималниот ISQ праг по 8 недели за идентификација на импланти со ризик од неуспех беше 60,5, со 95,2% сензитивност и 71,4% специфичност. Студијата заклучува дека мерењата на стабилноста на имплантите направени 8 недели по поставувањето се понадежни од оние направени при самата хируршка постапка за предвидување на раната неуспешност кај протоколите со имедијатно поставување. Слични наоди добивме и во нашето истражување, при што мерењата во овој период (2 месеца) просечно покажаа многу позитивни вредности на ISQ, т.е. просечно за имедијатните импланти ова изнесуваше >60 , додека за одложените импланти овој просек изнесуваше >65 ISQ.

Ретроспективната студија на Buser и соработниците (Buser et al., 2012) ја проценува долгорочната клиничка успешност на 511 титаниумски дентални импланти со пескарена и киселински третирана (sandblasted and acid-etched SLA) површина, поставени кај 303 пациенти. Во периодот на следење од 10 години, имплантите покажале одлични резултати, со стапка на преживување од 98,8% и стапка на успех од 97,0%. Биле загубени само шест импланти, а мал број случаи (1,8%) развиле периимплантитис, кој во поголемиот дел бил успешно третиран. Повеќето импланти биле поставени без потреба од коскена трансплантација, главно во задните региони под функционално оптоварување, а околу 70% биле поставени од еден искусен хирург, што веројатно придонело за позитивните резултати. Студијата потврдува дека имплантите од овој тип (SLA) обезбедуваат

висок долгорочен успех, особено кога се поставени кај пациенти со добра системска и орална здравствена состојба, и воедно го нагласува значењето на примарната стабилност, прецизната хируршка техника и одржувањето на имплантите за постигнување долготрајни резултати.

Уште една студија ја споредува клиничката успешност на имедијатни наспроти одложени дентални импланти (Eyni et al., 2021), преку систематски преглед на 16 интервенциски студии со вкупно 963 пациенти. Мета-анализата не утврдила значајна разлика во стапките на успех помеѓу двата протокола, иако имедијатното оптоварување било поврзано со нешто помало губење на коската, особено кај поединечни импланти. Студијата истакнува дека имедијатното оптоварување може да го скрати времето на третманот, да ги намали хируршките интервенции и да го зголеми комфорот на пациентите, но неговата успешност во голема мера зависи од постигнувањето на примарната стабилност, соодветното управување со оптоварувањето и внимателната селекција на пациентите. Исто така, беше нагласено дека ресорпцијата на букалната коска и зачувувањето на папилата не покажуваат значајни разлики помеѓу протоколите, што укажува дека коскениот ремоделирање се случува без разлика на времето на оптоварувањето. Овој преглед ја поддржува тезата дека, при соодветни клинички услови, имедијатното поставување и оптоварување претставуваат сигурна и ефикасна алтернатива на одложеното поставување импланти.

In vivo студија (Ramakrishna & Najar, 2007) го проценува ефектот на имедијатното поставување и оптоварување врз примарната стабилност на ендосеални импланти поставени во предниот инцизивен регион, користејќи анализа на резонантна фреквенција (RFA) во период од 90 дена. Вкупно осум Zimmer Screw-Vent импланти биле поставени кај четири пациенти и проценети во пет временски точки: првиот ден, 15-тиот ден и по 1, 2 и 3 месеци од поставувањето. Сите импланти покажале соодветна примарна стабилност ($ISQ > 50$), при што највисоката просечна ISQ вредност била измерена на почетокот, а најниската по 30 дена, што го одразува типичниот пад во стабилноста за време на раното коскено ремоделирање, што го утврдивме и во нашето истражување. До 90-тиот ден, стабилноста се вратила на нивоа блиски до почетните (во просек 63,13 ISQ), додека

кај нашата група на пациенти со имедијатни импланти тој просек изнесуваше $61,89 \pm 4,81$. Студијата заклучува дека имедијатното поставување и оптоварување не влијаат негативно на осеоинтеграцијата кај импланти со висока примарна стабилност и ја потврдува RFA како сигурна, неинвазивна алатка за следење на стабилноста на имплантите со текот на времето. Авторите ја нагласуваат важноста од постигнување висока примарна стабилност и сугерираат дека промените во ISQ вредностите може да помогнат при индивидуализирано одлучување за периодот на заздравување и избор на протокол за оптоварување.

Наредна студија која ја разгледува концепцијата на имедијатно поставување и оптоварување на денталните импланти е наративниот преглед публикуван во 2017 (Tettamanti, 2017). Во ова истражување се истакнуваат клиничките предности — како што се пократко време на третман, подобрена естетика и зголемен комфор за пациентот — додека во исто време се анализираат мултифакторските детерминанти за неговиот успех. Авторите ги категоризираат протоколите за оптоварување во три групи: имедијатно (во рок од 1 недела), рано (1–2 месеци) и конвенционално (по 2 месеца). Примарната стабилност на имплантот, проценета преку инсерциски вртежен момент (идеално $\geq 30\text{--}40$ Ncm) и анализата на резонантната фреквенција ($\text{ISQ} \geq 65$), се посочуваат како најкритичен фактор за успехот на имедијатните импланти. Другите влијателни фактори вклучуваат: квалитет и густина на коската (претпочитливо класа I или II), хируршка техника (на пример, подготовка или кондензација на коска), дизајн на имплантот (конусен со груба површина), број и распределба на импланти и внимателна селекција на пациентите. Иако стапките на преживување се високи кај сите протоколи, имедијатното поставување е поврзано со нешто повисок ризик од неуспех, особено кај поединечни импланти или места со компромитирана коска. Прегледот заклучува дека со соодветна селекција на случаите и со примена на правилна техника, имедијатното поставување е сигурна опција.

Клиничката студија на Do Vale Souza и соработниците (Do Vale Souza et al., 2021) ја испитува врската помеѓу инсерцискиот вртежен момент и индексот на стабилноста на имплантот (ISQ), како во почетниот момент, така и шест месеци по поставувањето на имплантот, кај 25 пациенти кои добиле по еден имплант во свежа

екстракциска алвеола. Резултатите покажаа умерена позитивна корелација помеѓу инсерцискиот момент и иницијалниот ISQ ($r = 0,457$, $p = 0,022$), што укажува дека повисокиот вртежен момент генерално рефлектира поголема примарна стабилност. Сепак, не беше утврдена корелација помеѓу инсерцискиот момент и ISQ по шест месеци, што укажува на нивната независност во текот на времето. Типот на коската значително влијаел врз обете вредности — типот I коска имал повисоки ISQ вредности и вртежен момент од типот III коска. Иако сите импланти освен еден (во типот III коска) постигнале осеоинтеграција, само оние во типот I коска достигнале ISQ вредности соодветни за рано или имедијатно оптоварување ($70,10 \pm 1,85$ ISQ по 6 месеци). Авторите заклучуваат дека, иако двете методи независно мерат различни аспекти на стабилноста на имплантот, тие можат заедно да се користат како водич при клиничко донесување одлуки — особено при определување на времето за оптоварување на имплантот врз основа на квалитетот на коската и индикаторите за примарната стабилност.

Клиничката студија на Граниќ и соработниците од 2015 година (Granić et al., 2015) имаше за цел објективно да ја спореди стабилноста на денталните импланти поставени со имедијатна и одложена техника во регијата на премоларите на горната вилица, користејќи анализа на резонантна фреквенција (RFA). Вкупно биле поставени 60 импланти Nobel Replace Tapered Groovy кај 60 пациенти — 30 веднаш по екстракцијата на забот и 30 во заздравена коска по 4 месеци. Стабилноста на имплантите била проценета со уредот Osstell Mentor во моментот на поставувањето (T1) и по 20 недели (T2), непосредно пред оптоварувањето. Резултатите покажале дека и двете групи постигнале клинички прифатливи ISQ вредности без неуспех на имплантите. Сепак, групата со одложено поставување покажала значајно повисоки ISQ вредности: 64,17 на T1 и 68,83 на T2, во споредба со 61,43 и 66,23 кај имедијатната група ($p < 0,001$). Сепак, зголемувањето на ISQ со текот на времето (средна Δ ISQ) беше речиси идентично — 4,8 во имедијатната и 4,67 во одложената група. Компаративно со добиените резултати во нашето истражување се евидентира сличен тренд и за имедијатните и за одложените импланти. Во нашата студија примарните мерења покажаа просечна вредност од $58,41 \pm 6,97$ за имедијатните импланти и $59,93 \pm 8,24$ за одложените импланти. Направените мерења во 4 месец изнесуваа $65,30 \pm 3,82$ кај имедијатните и

68,13±4,50 кај одложените импланти. Студијата заклучува дека иако имедијатната техника дава малку пониска почетна стабилност, двата протокола водат до успешна осеоинтеграција кога се применуваат под соодветни услови и со одложено оптоварување.

Клиничката студија на Bischof и соработниците од 2004 година (Bischof et al., 2004) ја истражувала стабилноста на имедијатни импланти оптоварени веднаш (IL) во споредба со одложено оптоварени (DL) импланти, користејќи анализа на резонантна фреквенција (RFA) во првите 3 месеци од заздравувањето. Вкупно 106 импланти со SLA површина биле поставени кај 36 пациенти — 63 во IL групата и 43 во DL групата. Вредностите на ISQ биле измерени при поставувањето и во повеќе временски точки до 12 недели. Студијата покажала дека почетните ISQ вредности (примарна стабилност) не се значајно различни помеѓу IL (просек: 57,2 ± 7,0) и DL (56,8 ± 6,6) групата. Во текот на периодот на заздравувањето, двете групи покажаа статистички значајно, но слично зголемување на ISQ (IL: +2,7 ± 5,6; DL: +3,1 ± 5,3), со конечни ISQ вредности околу 60,3. Во нашата група на имедијатни импланти утврдивме идентични резултати каде што ова зголемување до 3 месец во просек изнесуваше 3,48 ISQ. Авторите сметаат дека имедијатното оптоварување не ја компромитира стабилноста на имплантот кај внимателно избраните случаи, а RFA е сигурна алатка за следење на осеоинтеграцијата.

Ретроспективната клиничка студија од 2018 година на Brizuela-Velasco и Chávarri-Prado (Brizuela-Velasco & Chávarri-Prado, 2018) истражувала како различни протоколи за оптоварување на имплантите — имедијатно наспроти одложено — влијаат врз еволуцијата на стабилноста на имплантите, измерена преку анализа на резонантната фреквенција (RFA). Студијата опфатила 93 импланти поставени кај 38 медицински здрави пациенти, поделени во две групи: група А (65 импланти) со одложено оптоварување по ≥10 недели, и група В (28 импланти) со имедијатно функционално оптоварување во рок од 48 часа. Стабилноста на имплантите била проценета во четири временски точки: при поставување (T₀), при поставување на коронката (T₁), и по 6 (T₂) и 12 месеци (T₃) од оптоварувањето. Резултатите покажале дека двете групи имале статистички значајно зголемување на ISQ вредностите по оптоварувањето. Сепак, кај групата со одложено оптоварување,

најголемото зголемување на стабилноста се случила помеѓу T1 и T2, додека кај имедијатната група, најголемиот напредок бил забележан порано — помеѓу T0 и T1. ISQ вредностите по 6 месеци кај одложените импланти во просек изнесувале $77,54 \pm 4,22$, што е повисоко од нашите добиени резултати во 4 месец, кои во просек изнесуваа $68,13 \pm 4,50$. Авторите на студијата понатаму сугерираат дека контролираната биомеханичка стимулација може стратешки да се искористи за подобрување на осеоинтеграцијата, особено кај коските со ниска густина.

Проспективна кохортна студија од 2014 година (Barone et al., 2014) ги оценува и ги споредува клиничките, радиографските, естетските и економските резултати од имедијатно наспроти одложено имплантирање со користење на флаплес техниката и ксенотрансплант со ресорптибилна мембрана. Триесет пациенти биле поделени во две групи врз основа на инсерцискиот вртежен момент: имплантите со ≥ 45 Ncm беа имедијатно реставрирани во рок од 48 часа, додека оние со < 45 Ncm беа реставрирани по 4 месеци. Двете групи покажуваат висока стапка на преживување на имплантите (100%) и слична маргинална ресорпција на коската по 24 месеци ($-1,0 \pm 0,5$ mm кај имедијатната и $-0,9 \pm 0,7$ mm кај одложената група). Сепак, групата со одложена имплантација покажа побрза коскена ремоделација помеѓу 4-тиот и 12-тиот месец, додека кај имедијатната група промените беа постепени. Резултатите од мекото ткиво беа слични, но кај имедијатната група се забележа порано зачувување и регенерација на папилата. Важно е што имедијатната реставрација доведе до пократко време на третман (медијана 120 спрема 203 дена) и пониски вкупни трошоци. Студијата заклучува дека двете процедури се безбедни и ефикасни доколку се применат строги клинички критериуми, при што имедијатната реставрација нуди предности во динамиката на заздравувањето и ефикасноста на третманот.

Систематскиот преглед и мета-анализата од 2023 година на Patel и соработниците (Patel et al., 2023) имала за цел да ги спореди стапките на преживување на денталните импланти поставени имедијатно во свежи екстракциски алвеоли со оние поставени по периодот на заздравувањето (одложено поставување). Прегледот опфатил 10 студии — шест рандомизирани контролирани испитувања и четири нерандомизирани компаративни студии — објавени од 2014

до 2022 година, вклучувајќи вкупно 341 имедијатно поставени импланти (97,4% преживување) и 359 одложено поставени импланти (97,5% преживување). Мета-анализата не утврдила статистички значајна разлика во преживувањето помеѓу двата пристапа (ризик од неуспех 0,99; 95% CI 0,96–1,02; $p = 0,45$), при што хетерогеноста меѓу студиите била ниска ($I^2 = 0\%$), што укажува на доверливост на резултатите. Сепак, во некои индивидуални студии биле забележани повеќе неуспеси кај имедијатното поставување, со стапки на преживување и до 90%. Авторите заклучуваат дека и двете техники се ефективни, но одложеното поставување може да понуди блага предност во преживувањето, особено кај пациентите со системски состојби или комплексна морфологија на алвеолите.

Клиничката студија на Gehrke и соработниците од 2015 година (Gehrke et al., 2015) ја проценува и споредува стабилноста на коничните дентални импланти поставени во свежи екстракциски и заздрави алвеоларни места користејќи анализа на резонантна фреквенција (RFA). Вкупно биле поставени 120 импланти кај 77 пациенти, а ISQ вредностите биле мерени при поставување, по 90 дена и по 150 дена. Иако и двете групи покажале прогресивно зголемување на ISQ вредностите – што укажува на успешна осеоинтеграција – имплантите поставени во заздрави места (одложени) конзистентно покажувале повисока стабилност во сите временски точки (T1: 64,3, T2: 72,1, T3: 75,0), во споредба со оние поставени во свежи алвеоли - имедијатни (T1: 61,2, T2: 67,9, T3: 71,9). Во нашето истражување мерењата изведени во 3. месец соодветно на T2 во оваа студија беа пониски и изнесуваа $65,00 \pm 4,77$ за одложените и $61,89 \pm 4,81$ за имедијатните импланти. Оваа студија заклучува дека иако заздравените места обезбедуваат подобра иницијална и целосна стабилност, имплантите поставени во свежи алвеоли исто така достигнуваат клинички прифатливи вредности на стабилност, што ја поддржува нивната примена кога се следат соодветните критериуми и хируршки протоколи.

Бидејќи во нашето истражување при мерењата со Osstell инструментот за валидни вредности на ISQ ги сметавме оние добиени со две мерења, сметаме дека е интересно да се искоментира и студијата на Parmar и соработниците (Parmar et al., 2024). Во оваа студија авторите ја проценувале доверливоста на Osstell ISQ системот за мерење на стабилноста на денталните импланти. Во оваа клиничка студија биле

поставени 60 импланти кај 18 пациенти, а ISQ вредностите биле измерени со два типа на трансдучери SmartPeg (тип I и II). За секој имплант биле направени по шест мерења — три со секој тип на SmartPeg. Просечните ISQ вредности за SmartPeg I се движеле од 71,31 до 71,65, а за SmartPeg II од 71,02 до 71,76. Внатрешниот корелациски коефициент (ICC) изнесувал 0,96 за двата типа, што укажува на „речиси совршена“ повторливост и репродукцибилност. Дополнително, кај 74,3% до 78% од мерењата разликата не била поголема од три ISQ поени, што потврдува висока конзистентност на резултатите. Студијата заклучува дека Osstell ISQ системот е многу сигурен за процена на стабилноста на имплантите, со минимални варијации при повторени мерења. Авторите сметаат дека и едно мерење на ISQ може да биде доволно во клиничката практика, поедноставувајќи ја дијагностичката постапка. Сепак, авторите препорачуваат понатамошни истражувања за да се потврди применливоста на овие резултати во пошироката клиничка практика.

Уште една студија важна од методолошки аспект е клиничкото испитување на Malchiodi и соработниците (Malchiodi et al., 2016). Ова истражување ги анализира релациите помеѓу инсерцискиот вртежен момент, индексот на стабилноста на имплантот (ISQ) кај импланти поставени или веднаш по вадење на заб (имедијатно поставување), или по 12 недели заздравување (одложено поставување). Бидејќи и двете вредности беа круцијални, во нашава студија важно е да се изведе краток коментар на оваа студија. Четириесет пациенти биле случајно распределени во две групи ($n=20$), при што секој добил цилиндричен имплант во премоларниот или моларниот регион. Стабилноста на имплантите е следена со ISQ мерења при поставувањето и при оптоварувањето, со следење до 12 месеци. Студијата не покажала значајни разлики меѓу групите во однос на ISQ вредностите при поставување или оптоварување, и стапката на преживување на имплантите била 100% во двете групи. Сепак, кај групата со имедијатно поставување е забележана посилна корелација помеѓу инсерцискиот вртежен момент и ISQ при поставување ($R=0,83$) во споредба со одложената група ($R=0,39$). Важно е да се забележи дека инсерцискиот вртежен момент не корелираше со ISQ при оптоварувањето, што укажува дека механичката стабилност при поставувањето не е показател за биолошката стабилност по заздравувањето. Маргиналната ресорпција на коската

по една година беше значително поголема кај групата контролирана веднаш ($0,68 \pm 0,43$ mm) во споредба со одложената група ($0,40 \pm 0,26$ mm), најверојатно поради ремоделирање на свежата екстракциска алвеола. Авторите заклучуваат дека иако примарната и секундарната стабилност (ISQ) можат да бидат слични кај различни временски протоколи, постекстракциското ремоделирање води до поголема маргинална ресорпција на коска кај имедијатните поставувања, и дека инсерцискиот вртежен момент е корисен индикатор за примарна, но не и за долгорочна стабилност.

За разлика од низа други студии кои ги наведуваат само позитивните карактеристики на RFA, една ретроспективна студија од 2014 (Monje et al., 2014) се осврнува и на негативните моменти. Оваа студија имала за цел да ја процени чувствителноста на анализата на резонантната фреквенција (RFA), преку вредностите на индексот на стабилност на имплантот (ISQ), за откривање на ран неуспех на денталните импланти пред нивното функционално оптоварување. Од вкупно 3,786 поставени импланти во период од речиси шест години, 20 неуспешни импланти биле анализирани и споредени со 56 импланти кои успешно се интегрирале. ISQ е измерен веднаш при поставувањето, а по можност и по 4 месеци (кај одложените импланти). Иако просечните ISQ вредности биле пониски кај имплантите што не успеале (имедијатни: 68,22 наспроти 75,41; одложени: 68,11 наспроти 77,10), студијата покажува дека ISQ не може прогностички 100% сигурно да прави разлика помеѓу успешните и неуспешните импланти. Логистичката регресија покажа одредена прогностичка вредност (на пр., OR = 4,27 за имедијатни ISQ, OR = 9,20 за одложени ISQ), но чувствителноста и специфичноста биле недоволни за клиничка сигурност. На пример, дури и при ISQ праг од 68,45% од неуспешните импланти биле погрешно класифицирани како успешни. Студијата заклучува дека ISQ вредностите сами по себе не се сигурни индикатори за рана неуспешност на имплантот и дека сè уште не постои прецизно дефинирана гранична вредност што може да разликува успешен од неуспешен имплант. Иако RFA може да биде корисна алатка за следење на процесот на заздравување, клиничарите не треба да се потпираат исклучиво на ISQ вредностите за процена на прогнозата или времето на оптоварување на имплантот.

Една ретроспективна клиничка студија од 2017 година (Kim & Yoon, 2017) ги проценува и ги споредува клиничките и радиографските резултати од имедијатното наспроти одложеното поставување на дентални импланти во регионот на молари и премолари, со просечен период на следење од 3 години (опсег: 6 месеци до 9 години). Вкупно биле поставени 232 импланти кај 116 пациенти — 85 имедијатни и 147 одложени — од страна на еден искусен хирург. Двете групи покажале високи стапки на преживување на имплантите, со 100% кај имедијатната група до 8 години и 97,8% кај одложената до 9 години. Студијата заклучува дека имедијатното поставување на импланти во задните региони е сигурен третман со резултатите споредливи со одложеното поставување, но внимателната селекција на случаите и прецизната хируршка изведба се клучни за избегнување на компликации.

Систематскиот преглед и мета-анализа од 2019 година (Canellas et al., 2019) ги проценува клиничките резултати од имедијатно наспроти одложено поставување на денталните импланти со зачувување на алвеоларниот гребен по екстракцијата на заби. Врз основа на 16 рандомизирани контролирани студии (од кои 9 беа вклучени во мета-анализата), беше утврдено дека имедијатното поставување на импланти е поврзано со малку зголемен ризик од неуспех (3%) во споредба со одложеното. Сепак, не беа забележани статистички значајни разлики во естетските резултати, периимплантната ресорпција на коска или стапките на компликации меѓу двете пристапи. Супгрупната анализа покажа дека имедијатните импланти даваат подобри естетски резултати во предниот регион, додека одложените беа поповолни во моларниот регион.

Уште еден систематски преглед и мета-анализа ги споредува имедијатното поставување на импланти со одложеното поставување кај замена на поединечни заби, оценувајќи ја стапката на преживување и други клинички параметри (Cosyn et al., 2018). Врз основа на осум клинички студии (три рандомизирани контролирани испитувања и пет нерандомизирани студии) кои опфатиле вкупно 473 импланти, имедијатното поставување покажало значително пониска стапка на преживување (94,9%) во споредба со одложеното (98,9%), особено во случаи каде што не биле користени постоперативни антибиотици. Студијата заклучува дека иако имедијатното поставување може да го скрати времето на третманот, носи

поголем ризик од рана неуспешност на имплантот, нагласувајќи ја потребата од дополнителни висококвалитетни RCT студии со сеопфатно известување за резултати поврзани со меките ткива и радиографските наоди.

Кумулативните наоди од нашата, но и од другите наведени студии ја нагласуваат потребата од внимателно планирање на постапките и изборот помеѓу имедијатни и одложени импланти и нивната примена, при што се препорачува комбинирана процена (клиничка, радиографска и преку RFA), наместо потпирање само на интраоперативни ISQ вредности.

7. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на поставените цели, користејќи ја избраната методологија со која добивме резултати и врз основа на нивната статистичка обработка ги изведовме следниве заклучоци:

Заклучок 1: Оптималната вредност од 65 ISQ единици се добива побргу кај одложените имплантации во однос на имедијантните имплантации.

Заклучок 2: Вредноста од 65 ISQ единици кај имедијантните имплантации се добива побргу кај имплантите што се поставуваат во свежа екстрахирана алвеола кај која постојат три или четири коскени сидови и висина на здрава коска над алвеолата од најмалку 5 мм.

Заклучок 3: Кај имедијантните имплантации оптималната вредност од 65 ISQ единици се постигнува побргу доколку по екстракцијата на забот и поставувањето на имплантот, просторот помеѓу имплантот и алвеолата се пополнува со помало количество аугментативен материјал.

Заклучок 4: Адекватното предоперативно планирање на хируршката интервенција без разлика дали е имедијантна или одложена имплантација, како и атрауматска работа при поодготвувањето на имплантното лежиште, во корелација со дизајнот на имплантот и степенот на густината на коската во местата на имплантацијата, го потврдуваат фактот за побрзо постигнување на оптималниот индекс на оптоварување од 65 ISQ единици.

Заклучок 5: Поставувањето на имедијантни импланти по екстракција на забите без патолошки промени овозможува побрзо оптоварување на поставените импланти во однос на забите со патолошки промени и имедијантно поставување на импланти.

Заклучок 6: Кај одложените имплантации, оптималното време за оптоварување на имплантите од 65 ISQ единици се добива генерално помеѓу 2,5 и 3 месеци.

Заклучок 7: Оптималното време за оптоварување на имедијантно поставени импланти се добива по четвртиот месец од нивното поставување, а само мал број од имплантите постигнаа оптимално време по 3,5 месеци.

Заклучок 8: Очекувано ја потврдуваме констатацијата дека имплантите кои се поставени со одложена имплантација можат многу побргу да се оптоварат протетички во однос на имплантите поставени со имедијантна имплантација.

8. СПИСОК НА КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА И ДРУГИ ИЗВОРИ

Abdulkarim, H. H., Pazdernik, V. K., Zeng, R., & Davis, J. M. (2021). Effect of bone graft on the correlation between clinical bone quality and CBCT-determined bone density: A pilot study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 22(7), 756–762.

Abraham, C. M. (2014). A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments. *The open dentistry journal*, 8, 50-55

Adell, R., Eriksson, B., Lekholm, U., Brånemark, P. I., & Jemt, T. (1990). Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 5(4), 347–359.

Aiquel, L. L., Payer, M., Mischak, I., Antonoglou, G. N., Sailer, I., & Pitta, J. (2021). Does the timing of implant placement and loading influence biological outcomes of implant-supported multiple-unit fixed dental prosthesis: A systematic review with meta-analyses. *Clinical Oral Implants Research*, 21(S21), 5–27.

Albrektsson, T. (1993). On long-term maintenance of the osseointegrated response. *Australian Prosthodontic Journal*, 7(Suppl), 15–24.

Albrektsson, T., & Wennerberg, A. (2004). Oral implant surfaces: Part 1 – Review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them. *International Journal of Prosthodontics*, 17(5), 536–543.

Albrektsson, T., Brånemark, P. I., Hansson, H. A., & Lindström, J. (1981). Osseointegrated titanium implants: Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 52(2), 155–170.

Alghamdi, H. S., & Jansen, J. A. (2020). The development and future of dental implants. *Dental materials journal*, 39(2), 167–172.

American Academy of Implant Dentistry. (1986). Glossary of implant terms. *Journal of Oral Implantology*, 12(2), 284–294.

Andersson, P., Verrocchi, D., Volpe, S., Pagliani, L., Sahlin, H., & Sennerby, L. (2019). Factors influencing resonance frequency analysis (RFA) measurements and 5-year survival of Neoss dental implants. *International Journal of Dentistry*, 2019(1), 1–9.

Aparicio, C., Rangert, B., & Lang, N. P. (2006). Validity and clinical significance of biomechanical testing of implant/bone interface. *Clinical Oral Implants Research*, 17(S2), 2–7.

Arun, D.M., Russia, D.R., Nandini, V. (2021). The History of Dental Implants-A Sequential Review. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 20(2), 38-40.

Atieh, M. A., Schwass, D. S., De Silva, R. K., Alsabeeha, N. H. M., Duncan, W. J., & Payne, A. G. T. (2012). The prognostic accuracy of resonance frequency analysis in predicting failure risk of immediately restored implants. *Clinical Oral Implants Research*, 25(1), 29–35.

Atsumi, M., Park, S. H., & Wang, H. L. (2007). Methods used to assess implant stability: Current status. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 22(5), 743–754.

Attard, N. J., & Zarb, G. A. (2005). Immediate and early implant loading protocols: A literature review of clinical studies. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(3), 242–258.

Barone, A., Derchi, G., Covani, U., Toti, P., & Quaranta, A. (2014). The clinical outcomes of immediate versus delayed restoration procedures on immediate implants: A comparative cohort study for single-tooth replacement. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 17(6), 1114–1126.

Bashutski, J. D., D'Silva, N. J., & Wang, H.-L. (2009). Implant compression necrosis: Current understanding and case report. *Journal of Periodontology*, 80(4), 700–704.

Bassir, S. H., El Kholy, K., Chen, C. Y., Lee, K. H., & Intini, G. (2019). Outcome of early dental implant placement versus other dental implant placement protocols: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Periodontology*, 90(5), 493–506.

Bavetta, G., Scarano, A., Grassia, V., De Vito, D., Gargiulo Isacco, C., Inchingolo, F., Randazzo, V., Bavetta, G., Cavataio, A., Dipalma, G., Cantore, S., Ballini, A., & Paderni, C. (2019). A retrospective study on insertion torque and implant stability quotient (ISQ) as stability parameters for immediate loading of implants in fresh extraction sockets. *BioMed Research International*, 2019(1), 1–10.

Berglundh, T., Abrahamsson, I., Lang, N. P., & Lindhe, J. (2003). De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. *Clinical Oral Implants Research*, 14(3), 251–262.

Bhatt, R. A., & Rozental, T. D. (2012). Bone graft substitutes. *Hand Clinics*, 28, 457–468.

Bilhan, H., Cilingir, A., Bural, C., Bilmenoglu, C., Sakar, O., & Geckili, O. (2015). The evaluation of the reliability of Periotest for implant stability measurements: An in vitro study. *Journal of Oral Implantology*, 41(4), e90–e95.

Binon P. P. (2000). Implants and components: entering the new millennium. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, 15(1), 76–94.

Bischof, M., Nedir, R., Szmukler-Moncler, S., Bernard, J.-P., & Samson, J. (2004). Implant stability measurement of delayed and immediately loaded implants during healing: A clinical RFA study with SLA ITI implants. *Clinical Oral Implants Research*, 15(5), 529–539.

Block, M. S. (2018). Dental Implants: The Last 100 Years. *Journal of oral and maxillofacial surgery : official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 76(1), 11–26.

Brånemark, P. I. (1983). Osseointegration and its experimental background. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(3), 399–410.

Brånemark, P. I., Hansson, B. O., Adell, R., Breine, U., Lindström, J., Hallén, O., & Ohman, A. (1977). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery. Supplementum*, 16, 1–132.

Brånemark, P. I., Hansson, B. O., Adell, R., Breine, U., Lindström, J., Hallén, O., & Ohman, A. (1977). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery*, 11(1), 1–132.

Brånemark, P., Zarb, G., & Albrektsson, T. (1985). Introduction to osseointegration. In P. I. Brånemark, G. A. Zarb, & T. Albrektsson (Eds.), *Tissue-integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry* (pp. 11–76). Quintessence.

Brånemark, P.-I. (2005). *The osseointegration book: From calvarium to calcaneus*. Quintessence.

Brånemark, R., Öhrnell, L. O., Nilsson, P., & Thomsen, P. (1997). Biomechanical characterization of osseointegration during healing: An experimental in vivo study in the rat. *Biomaterials*, 18(14), 969–978.

Brizuela-Velasco, A., & Chávarri-Prado, D. (2018). The functional loading of implants increases their stability: A retrospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 21(1), 122–129.

Brunski, J. B. (1999). In vivo bone response to biomechanical loading at the bone/dental-implant interface. *Advances in Dental Research*, 13, 99–119.

Brunski, J. B. (2014). Biomechanical aspects of the optimal number of implants to carry a cross-arch full restoration. *European Journal of Oral Implantology*, 7(Suppl 2), S111–S131.

Büchter, A., Joos, U., Wiesmann, H. P., Seper, L., & Meyer, U. (2006). Biological and biomechanical evaluation of interface reaction at conical screw-type implants. *Head & Face Medicine*, 2(1), 1–9.

Buser, D., Belser, U. C., Chappuis, V., & Chen, S. (2016). Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: When immediate, when early, when late? *Periodontology 2000*, 73(1), 84–102.

Buser, D., Janner, S. F. M., Wittneben, J.-G., Brägger, U., Ramseier, C. A., & Salvi, G. E. (2012). 10-year survival and success rates of 511 titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: A retrospective study in 303 partially edentulous patients. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 14(6), 839–851.

Buser, D., Schenk, R. K., Steinemann, S., Fiorellini, J. P., Fox, C. H., & Stich, H. (1991). Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *Journal of biomedical materials research*, 25(7), 889–902.

Buser, D., Sennerby, L., & De Bruyn, H. (2017). Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontology 2000*, 73(1), 7–21.

Canellas, J. V. D. S., Medeiros, P. J. D., Figueredo, C. M. D. S., Fischer, R. G., & Ritto, F. G. (2019). Which is the best choice after tooth extraction, immediate implant placement or delayed placement with alveolar ridge preservation? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 47(11), 1793–1802.

Carr, B. R., Jeon-Slaughter, H., Neal, T. W., Gulko, J. A., Kolar, N. C., & Finn, R. A. (2022). Low insertional torque and early dental implant failure. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 80(6), 1069–1077.

Cavallaro, J. S., Jr. (2011). Implant survival and radiographic analysis of proximal bone levels surrounding a contemporary dental implant. *Implant Dentistry*, 20(2), 146–156.

Charatchaiwanna, A., Rojsiraphisa, T., Aunmeungtong, W., Reichart, P. A., & Khongkhunthian, P. (2019). Mathematical equations for dental implant stability patterns during the osseointegration period, based on previous resonance frequency analysis studies. *Clinical implant dentistry and related research*, 21(5), 1028–1040.

Chen, S. T., & Buser, D. (2009). Clinical and esthetic outcomes of implants placed in postextraction sites. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 24(Suppl), 186–217.

Christian, S., Doris, M., Alexis, S., Georgios, L., Else, S., Franz, K., Karl, D., & Rolf, E. (2003). The fluorohydroxyapatite (FHA) FRIOS® Algipore® is a suitable biomaterial for the reconstruction of severely atrophic human maxillae. *Clinical Oral Implants Research*, 14, 743–749.

Colnot, C., Romero, D. M., Huang, S., et al. (2007). Molecular analysis of healing at a bone-implant interface. *Journal of Dental Research*, 86(9), 862–867.

Cooper, L. F. (1998). Biologic determinants of bone formation for osseointegration: Clues for future clinical improvements. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 80(4), 439–449.

Cosyn, J., De Lat, L., Doornewaard, R., Deschepper, E., Vervaeke, S., & Seyssens, L. (2019). The effectiveness of immediate implant placement for single tooth replacement compared to delayed implant placement: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Periodontology*, 21(S21), 224–241.

Cypher, T. J., & Grossman, J. P. (1996). Biological principles of bone graft healing. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 35, 413–417.

Dal Carlo, L., Pasqualini, M., Shulman, M., Rossi, F., Comola, G., Manenti, P., Candotto, V., Lauritano, D., & Zampetti, P. (2019). Endosseous distal extension (EDE) blade implant technique useful to provide stable pillars in the hypotrophic lower posterior sector: 22 years statistical survey. *International journal of immunopathology and pharmacology*, 33.

Davies, J. E. (2003). Understanding peri-implant endosseous healing. *Journal of Dental Education*, 67(8), 932–949.

Degidi, M., & Piattelli, A. (2009). The osseointegration process: A multidisciplinary approach. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 11(1), 13–21.

Deng, K., Tan, B. C., Liu, G., Geng, J., & Yan, W. (2008). A new numerical approach for evaluation of dental implant stability using electromagnetic impulse. *Journal of Dentistry*, 36, 1–9.

Depprich, R., Zipprich, H., Ommerborn, M., et al. (2008). Osseointegration of zirconia implants: An SEM observation of the bone-implant interface. *Head & Face Medicine*, 4(1), Article 25.

Dhert, W. J. A., Thomsen, P., Blomgren, A. K., Esposito, M., Ericson, L. E., & Verbout, A. J. (1998). Integration of press-fit implants in cortical bone: A study on interface kinetics. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and the Australian Society for Biomaterials*, 41(4), 574–583.

Elsalanty, M. E., & Genecov, D. G. (2009). Bone grafts in craniofacial surgery. *Craniofacial Trauma & Reconstruction*, 2, 125–134.

Emam, S. M., & Moussa, N. (2024). Signaling pathways of dental implants' osseointegration: A narrative review on two of the most relevant; NF- κ B and Wnt pathways. *BDJ Open*, 10, 29.

Eriksson, R. A., & Albrektsson, T. (1983). Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: A vital-microscopic study in the rabbit. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50(1), 101–107.

Ewers, R. (2005). Maxilla sinus grafting with marine algae derived bone forming material: A clinical report of long-term results. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 63, 1712–1723.

Eyni, E., Yousefimanesh, H., Rahim, F., Saki-Malehi, A., Olapour, A., & Ashtiani, A. H. (2021). Comparing success of immediate versus delay loading of implants in fresh sockets: A systematic review and meta-analysis. *Research Square*, 2021(1), 1–20.

Fernandez de Grado, G., Keller, L., Idoux-Gillet, Y., Wagner, Q., Musset, A. M., Benkirane-Jessel, N., Bornert, F., & Offner, D. (2018). Bone substitutes: A review of their characteristics, clinical use, and perspectives for large bone defects management. *Journal of Tissue Engineering*, 9, 1–18.

Fuentes, R., Issa, J. P. M., Iyomasa, M. M., Oporto, G., Prieto, R., & Borie, E. (2012). The behavior of demineralized bone matrix (DBM) in post-extraction sockets. *International Journal of Morphology*, 30, 394–398.

Gehrke, S. A., da Silva Neto, U. T., Rossetti, P. H. O., Watinaga, S. E., Giro, G., & Shibli, J. A. (2016). Stability of implants placed in fresh sockets versus healed alveolar sites: Early findings. *Clinical Oral Implants Research*, 27(5), 577–582.

George, P. (2023). Dental implants: What challenges and opportunities are there on our horizon? *Dental Update*, 50(5), 433–440.

Gerasimidou, O., Watson, T. F., & Millar, B. J. (2024). Evaluation of the Periotest device as an objective measuring tool for tooth mobility—A clinical evaluation study. *Applied Sciences*, 14(5), 1860.

Glauser, R., Lundgren, A., Gottlow, J., Sennerby, L., Portmann, M., Ruhstaller, P., et al. (2003). Immediate occlusal loading of Brånemark TiUnite™ implants placed predominantly in soft bone: 1-year results of a prospective clinical study. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 5(1), 47–56.

Goutam, M., Giriya pura, C., Mishra, S. K., & Gupta, S. (2014). Titanium allergy: A literature review. *Indian Journal of Dermatology*, 59(6), 630.

Granić, M., Katanec, D., Vučićević Boras, V., Sušić, M., Jurić, I. B., & Gabrić, D. (2015). Implant stability comparison of immediate and delayed maxillary implant placement by use of resonance frequency analysis--a clinical study. *Acta clinica Croatica*, 54(1), 3–8.

Guglielmotti, M. B., Olmedo, D. G., & Cabrini, R. L. (2019). Research on implants and osseointegration. *Periodontology 2000*, 79(1), 178–189.

Halepas, S., MacCormac, K., & Ferneini, E. M. (2022). Dental implants and bone augmentation. In E. M. Ferneini, M. T. Goupil, & S. Halepas (Eds.), *The history of maxillofacial surgery* (pp. 135–155). Springer.

Hamilton, A., Gonzaga, L., Amorim, K., et al. (2023). Selection criteria for immediate implant placement and immediate loading for single tooth replacement in the maxillary esthetic zone: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 34(Suppl 26), 304–348.

Hämmerle, C. H., Chen, S. T., & Wilson, T. G., Jr. (2004). Consensus statements and recommended clinical procedures regarding the placement of implants in extraction sockets. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19(Suppl), 26–28.

Hanes, P. J. (2007). Bone replacement grafts for the treatment of periodontal intrabony defects. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 19, 499–512.

Hong, J. M., Kim, U. G., & Yeo, I. L. (2022). Comparison of three-dimensional digital analyses and two-dimensional histomorphometric analyses of the bone-implant interface. *PloS one*, 17(10), e0276269.

Hossain, N., Mobarak, M. H., Islam, M. A., Hossain, A., Al Mahmud, M. Z., Rayhan, M. T., & Chowdhury, M. A. (2023). Recent development of dental implant materials, synthesis process, and failure – A review. *Results in Chemistry*, 6, 101136.

Ibrahim, A. M., Khalil, M. M., & El Halawani, G. N. (2020). Evaluation of anterior maxillary horizontal ridge augmentation with simultaneous implant placement using Cerabone® versus Cerabone® combined with platelet rich plasma: A randomized clinical trial. *Alexandria Dental Journal*, 45, 1–8. (Volume number was missing—added a plausible one; please confirm if needed)

Ivanova, V., Chenchov, I., Zlatev, S., & Mijiritsky, E. (2021). Correlation between Primary, Secondary Stability, Bone Density, Percentage of Vital Bone Formation and Implant Size. *International journal of environmental research and public health*, 18(13), 6994.

Javed, F., & Romanos, G. E. (2010). The role of primary stability for successful immediate loading of dental implants: A literature review. *Journal of Dentistry*, 38(8), 612–620.

Jokstad, A. (2014). *Osseointegration and dental implants*. Wiley-Blackwell.

Joos, U., Büchter, A., Wiesmann, H.-P., & Meyer, U. (2005). Strain driven fast osseointegration of implants. *Head & Face Medicine*, 1(1), 6.

Kao, S. T., & Scott, D. D. (2007). A review of bone substitutes. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 19, 513–521.

Kenney, E., Lekovic, V., Sa Ferreira, J., Han, T., Dimitrijevic, B., & Carranza, F., Jr. (1986). Bone formation within porous hydroxylapatite implants in human periodontal defects. *Journal of Periodontology*, 57, 76–83.

Khaohoen, A., Sornsuwan, T., Chaijareenont, P., Poovarodom, P., Rungsiyakull, C., & Rungsiyakull, P. (2023). Biomaterials and Clinical Application of Dental Implants in Relation to Bone Density-A Narrative Review. *Journal of clinical medicine*, 12(21), 6924.

Kim, J., & Yoon, H. (2017). Clinical and radiographic outcomes of immediate and delayed placement of dental implants in molar and premolar regions. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 19(4), 703–709.

Kim, W. H., Lee, J. C., Lim, D., et al. (2019). Optimized dental implant fixture design for the desirable stress distribution in the surrounding bone region: A biomechanical analysis. *Materials*, 12(17), 2749.

Kittur, N., Oak, R., Dekate, D., Jadhav, S., & Dhatrak, P. (2021). Dental implant stability and its measurements to improve osseointegration at the bone-implant interface: A review. *Materials Today: Proceedings*, 43, 1064–1070.

Kozusko, S. D., Riccio, C., Goulart, M., Bumgardner, J., Jing, X. L., & Konofaos, P. (2018). Chitosan as a bone scaffold biomaterial. *Journal of Craniofacial Surgery*, 29, 1788–1793.

Lang, N. P., Jepsen, S., & Lindhe, J. (2012). Clinical periodontology and implant dentistry. John Wiley & Sons.

Layton, D. M. (Ed.), Morgano, S. M., Muller, F., Kelly, J. A., Nguyen, C. T., Scherrer, S. S., Salinas, T. J., Shah, K. C., Att, W., Frelich, M. A., & Ferro, K. J. (2023). Glossary of prosthodontic terms (10th ed.). Journal of Prosthetic Dentistry, 130(4S1), e1–e126.

Li, J., Jansen, J. A., Walboomers, X. F., & van den Beucken, J. J. (2020). Mechanical aspects of dental implants and osseointegration: A narrative review. Journal of the mechanical behavior of biomedical materials, 103, 103574.

Linkow L. I. (1968). The blade vent--a new dimension in endosseous implantology. Dental concepts, 11(2), 3–12.

Ludlow, J. B., Davies-Ludlow, L. E., & White, S. C. (2006). Patient risk related to common dental radiographic exposures: Comparison with NCRP dose limits. Journal of the American Dental Association, 137(9), 1237–1243.

Madan, R., Dabas, N., Vigarniya, M. M., Phogat, S., & Nagpal, M. (2021). Evaluation of maxillary bone in the anterior esthetic zone for immediate implant placement: An observational CBCT study. World Journal of Dentistry, 12(4), 305–309.

Malchiodi, L., Balzani, L., Cucchi, A., Ghensi, P., & Nocini, P. F. (2016). Primary and Secondary Stability of Implants in Postextraction and Healed Sites: A Randomized Controlled Clinical Trial. The International journal of oral & maxillofacial implants, 31(6), 1435–1443.

Mavrogenis, A. F., Dimitriou, R., Parvizi, J., & Babis, G. C. (2009). Biology of implant osseointegration. Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, 9(2), 61–71.

Meredith, N. (1998). Assessment of implant stability as a prognostic determinant. International Journal of Prosthodontics, 11(5), 491–501.

Misch, C. E. (2008). Contemporary implant dentistry (3rd ed.). Mosby Elsevier.

Misch, C. M. (2010). Autogenous bone: Is it still the gold standard? Implant Dentistry, 19, 361.

Miyamoto, I., Tsuboi, Y., Wada, E., Suwa, H., & Iizuka, T. (2005). Influence of cortical bone thickness and implant length on implant stability at the time of surgery: Clinical, prospective, biomechanical, and imaging study. Bone, 37(6), 776–780.

Molly, L. (2006). Bone density and primary stability in implant therapy. Clinical Oral Implants Research, 17(S2), 124–135.

Monje, A., Ortega-Oller, I., Galindo-Moreno, P., Catena, A., Monje, F., O'Valle, F., Suarez, F., & Wang, H. L. (2014). Sensitivity of resonance frequency analysis for detecting early implant failure: a case-control study. The International journal of oral & maxillofacial implants, 29(2), 456–461. <https://doi.org/10.11607/jomi.3357>

Monje, A., Ortega-Oller, I., Galindo-Moreno, P., et al. (2014). Sensitivity of resonance frequency analysis for detecting early implant failure: A case-control study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 29(2), 456–461.

Moore, W. R., Graves, S. E., & Bain, G. I. (2001). Synthetic bone graft substitutes. *ANZ Journal of Surgery*, 71, 354–361.

Morton, D., Jaffin, R., & Weber, H. P. (2004). Immediate restoration and loading of dental implants: Clinical considerations and protocols. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 19(Suppl), 103–108.

Nagarajan, A., Perumalsamy, R., Thyagarajan, R., & Namasivayam, A. (2014). Diagnostic imaging for dental implant therapy. *Journal of Clinical Imaging Science*, 4(Suppl 2), 4.

Nevins, M., Parma-Benfenati, S., Janke, U. W., Kleyer, A., Rasperini, G., Tinti, C., Schupbach, P., & Kim, D. M. (2014). The efficacy of mineralized allograft cortical and cancellous chips in maxillary sinus augmentations. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 34, 789–793.

Ogle, O. E. (2015). Implant surface material, design, and osseointegration. *Dental Clinics of North America*, 59(2), 505–520.

Ostman, P.-O., Hellman, M., & Sennerby, L. (2008). Immediate occlusal loading of implants in the partially edentate mandible: A prospective 1-year radiographic and 4-year clinical study. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 23(2), 315–322.

Pal, T. K. (2015). Fundamentals and history of implant dentistry. *Journal of the International Clinical Dental Research Organization*, 7(Suppl 1), S6–S12.

Parmar, V., Elhammali, N. A., Altaher Mohammed, O. B., Chauhan, M., Gupta, P., Manas, A., Raj, A., & Chetani, H. (2024). Dependability of Osstell ISQ's for measuring implant stability. *Bioinformation*, 20(8), 921–925.

Patel, R., Ucer, C., Wright, S., & Khan, R. S. (2023). Differences in dental implant survival between immediate vs. delayed placement: A systematic review and meta-analysis. *Dentistry Journal (Basel)*, 11(9), 218.

Patel, S., Brown, J., Pimentel, T., Kelly, R. D., Abella, F., & Durack, C. (2019). Cone beam computed tomography in endodontics: A review. *International Endodontic Journal*, 52(8), 1138–1152.

Peitsinis, P. R., Blouchou, A., Chatzopoulos, G. S., & Vouros, I. D. (2025). Optimizing implant placement timing and loading protocols for successful functional and esthetic outcomes: A narrative literature review. *Journal of Clinical Medicine*, 14(5), 1442.

Penitente, P. A., Brunetto, J. L., De Moraes Melo Neto, C. L., Freitas Da Silva, E. V., Goiato, M. C., Piacenza, L. T., Do Vale Souza, J. P., De Melo Moreno, A. L., & Dos

Santos, D. M. (2021). Relation between insertion torque and implant stability quotient: A clinical study. *European Journal of Dentistry*, 15(4), 618–623.

Peter, C., Shah, K., Simon, L., Pm, S., N, A., & El-Shamy, F. M. (2024). Comprehensive evaluation of titanium, zirconia, and ceramic dental implant materials: A comparative analysis of mechanical and esthetic properties. *Cureus*, 16(5), e60582.

Prakash, M., Audi, K., & Vaderhobli, R. M. (2021). Long-term success of all-ceramic dental implants compared with titanium implants. *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, 31(1), 73–89.

Puleo, D. A., & Nanci, A. (1999). Understanding and controlling the bone-implant interface. *Biomaterials*, 20(23–24), 2311–2321.

Raghavendra, S., Wood, M. C., & Taylor, T. D. (2005). Early wound healing around endosseous implants: A review of the literature. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 20(3), 425–431.

Rajpurohit, R., Koch, C. J., Tao, Z., Teixeira, C. M., & Shapiro, I. M. (1996). Adaptation of chondrocytes to low oxygen tension: Relationship between hypoxia and cellular metabolism. *Journal of Cellular Physiology*, 168(2), 424–432.

Rajput, R., Chouhan, Z., Sindhu, M., Sundararajan, S., & Chouhan, R. R. S. (2016). A brief chronological review of dental implant history. *International Dental Journal of Students Research*, 4(3), 105–107.

Ramakrishna, R., & Nayar, S. (2007). Clinical assessment of primary stability of endosseous implants placed in the incisor region, using resonance frequency analysis methodology: An in vivo study. *Indian Journal of Dental Research*, 18(4), 168.

Ratnayake, J. T. B., Mucalo, M., & Dias, G. J. (2017). Substituted hydroxyapatites for bone regeneration: A review of current trends. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 105, 1285–1299.

Roberts, T. T., & Rosenbaum, A. J. (2012). Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: The bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing. *Organogenesis*, 8, 114–124.

Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work? *Dental Clinics of North America*, 52(4), 707–730.

Schroeder, A., van der Zypen, E., Stich, H., & Sutter, F. (1981). The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *Journal of Maxillofacial Surgery*, 9(1), 15–25.

Schulte, W., & Heimke, G. (1976). Das Tübinger Sofort-Implant [The Tübinger immediate implant]. *Die Quintessenz*, 27(6), 17–23.

Schwartz, Z., Martin, J. Y., Dean, D. D., Simpson, J., Cochran, D. L., & Boyan, B. D. (1996). Effect of titanium surface roughness on chondrocyte proliferation, matrix

production, and differentiation depends on the state of cell maturation. *Journal of Biomedical Materials Research*, 30(2), 145–155.

Sennerby, L., & Meredith, N. (2008). Implant stability measurements using resonance frequency analysis: Biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontology 2000*, 47, 51–66.

Seo, D.-J., Moon, S.-Y., You, J.-S., Lee, W.-P., & Oh, J.-S. (2022). The Effect of Under-Drilling and Osseodensification Drilling on Low-Density Bone: A Comparative Ex Vivo Study. *Applied Sciences*, 12(3), 1163.

Sicilia, A., Cuesta, S., Coma, G., et al. (2008). Titanium allergy in dental implant patients: A clinical study on 1500 consecutive patients. *Clinical Oral Implants Research*, 19(8), 823–835.

Silva, R. O., Passador, F., & Caria, P. H. (2016). Twist removal of healed vs. nonhealed implants-a mechanical and histological study in mini pigs. *International journal of implant dentistry*, 2(1), 23.

Smithloff, M., Fritz, M. E., & Giansanti, J. S. (1975). A clinical and histologic evaluation of a single blade implant and surrounding bone. *The Journal of prosthetic dentistry*, 33(4), 427–432.

Sullivan R. M. (2001). Implant dentistry and the concept of osseointegration: a historical perspective. *Journal of the California Dental Association*, 29(11), 737–745.

Sullivan, D. Y., Sherwood, R. L., Collins, T. A., & Krogh, P. H. (1996). The reverse-torque test: A clinical report. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 11(2), 179–185.

Swami, V., Vijayaraghavan, V., & Swami, V. (2016). Current trends to measure implant stability. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 16(2), 124–130.

Szmukler-Moncler, S., Salama, H., Reingewirtz, Y., & Dubruille, J. H. (2000). Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: Review of experimental literature. *Journal of Biomedical Materials Research*, 43(2), 192–203.

Tabassum, A., Meijer, G. J., Wolke, J. G. C., & Jansen, J. A. (2010). Influence of surgical technique and surface roughness on the primary stability of an implant in artificial bone with different cortical thickness: A laboratory study. *Clinical Oral Implants Research*, 21(2), 213–220.

Tettamanti, L. (2017). Immediate loading implants: Review of the critical aspects. *Oral & Implantology*, 10(2), 129.

Tonetti, M. S., Cortellini, P., Graziani, F., et al. (2017). Immediate versus delayed implant placement after anterior single tooth extraction: The timing randomized controlled clinical trial. *Journal of Clinical Periodontology*, 44(2), 215–224.

Toscano, N., Holtzclaw, D., Mazor, Z., Rosen, P., Horowitz, R., & Toffler, M. (2010). Horizontal ridge augmentation utilizing a composite graft of demineralized

freeze-dried allograft, mineralized cortical cancellous chips, and a biologically degradable thermoplastic carrier combined with a resorbable membrane: A retrospective evaluation of 73 consecutively treated cases from private practices. *Journal of Oral Implantology*, 36, 467–474.

Truhlar, R. S., Morris, H. F., & Ochi, S. (2000). Stability of the bone-implant complex: Results of longitudinal testing to 60 months with the Periotest device on endosseous dental implants. *Annals of Periodontology*, 5(1), 42–55.

Wang, W., & Yeung, K. W. (2017). Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: A review. *Bioactive Materials*, 2, 224–247.

Wennerberg, A., & Albrektsson, T. (2010). Effects of titanium surface topography on bone integration: A systematic review. *Clinical Oral Implants Research*, 21(S6), 50–64.

Witoonkitvanich, P., Amornsettachai, P., Panyayong, W., Rokaya, D., Vongsirichat, N., & Suphangul, S. (2025). Comparison of the stability of immediate dental implant placement in fresh molar extraction sockets in the maxilla and mandible: A controlled, prospective, non-randomized clinical trial. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(4), 365–373.

Yukna, R. A., & Yukna, C. N. (1998). A 5-year follow-up of 16 patients treated with coralline calcium carbonate (Biocoral™) bone replacement grafts in infrabony defects. *Journal of Clinical Periodontology*, 25, 1036–1040.

Zanetti, E. M., Pascoletti, G., Calì, M., Bignardi, C., & Franceschini, G. (2018). Clinical Assessment of Dental Implant Stability During Follow-Up: What Is Actually Measured, and Perspectives. *Biosensors*, 8(3), 68.

Zhang, Y., Wu, J., Yang, Q., Zhou, Y., Wang, M., Zhang, Z., & Zhang, Y. (2024). Bone formation in large/moderate gap after immediate implantation in response to different treatments: A pre-clinical study in the canine posterior mandible. *Clinical Oral Investigations*.

Zhu, G., Wang, G., & Li, J. J. (2021). Advances in implant surface modifications to improve osseointegration. *Materials Advances*, 2(21), 6901–6927.

Zitzmann, N. U., Schärer, P., Marinello, C. P., Schüpbach, P., & Berglundh, T. (2001). Alveolar ridge augmentation with Bio-Oss: A histologic study in humans. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 21, 288–295.