



**Медицински университет - Варна
„Проф. Д-р Параскев Стоянов”**

**Факултет „Дентална медицина”
Катедра “ Пародонтология и дентална
имплантатология ”**

**Еднофотонна емисионна компютърна томография с
99mTc MDP (метилен дифосфонат) на
периимплантатната костна тъкан в оздравителния
период след поставяне на интраосални
остеоинтегрируеми имплантати**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен
„Доктор“

Д-р Ивайло Георгиев Христов

**Област на висшето образование: 7. Здравеопазване и спорт,
Професионално направление: 7.2. Дентална медицина,
Научна специалност: „Терапевтична стоматология“**

Научни ръководители:

**Проф. д-р Стефан Василев Пеев, д.м.н.
Доц. д-р Борислав Георгиев Чаушев, д.м.**

Варна 2022 г.

Дисертационният труд съдържа 151 стандартни страници и е онагледен с 11 таблици, 26 фигури, 30 снимки и 7 приложения. Литературната справка включва 402 литературни източника, от които 9 на кирилица и 393 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на катедрен съвет на Катедрата по „Пародонтология и дентална имплантатология “ при Медицински университет ”Проф. Д-р Параскев Стоянов” – Варна на 23.03.2022 г.

Външни членове:

1. Проф. д-р Ирена Димитрова Костадинова, д.м.н
2. Проф. д-р Ангелина Печева Влахова-Петрова, д.м.
3. Доц. д-р Благовеста Константинова Янева, д.м.

Резервен външен член:

1. Проф. д-р Божидар Иванов Йорданов, д.м.

Вътрешни членове:

1. Проф. д-р Анелия Димитрова Клисарова, д.м.н.
2. Доц. д-р Миглена Илиева Балчева-Енева, д.м.

Резервен вътрешен член:

1. Доц. д-р Георги Йорданов Папанчев, д.м.

Официалната защита на дисертационния труд ще се състои на 02.06.2022 г. от часа във Факултет по дентална медицина – гр. Варна на открито заседание на Научното жури.

Материалите по защитата са на разположение в Научен отдел на МУ - Варна и са публикувани на интернет страницата на Медицински университет - Варна.

Забележка: В автореферата номерата на таблиците и фигурите съответстват на номерата в дисертационния труд.

СЪДЪРЖАНИЕ

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ	3
ВЪВЕДЕНИЕ	5
ЦЕЛ, ЗАДАЧИ И ХИПОТЕЗА	6
МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ	7
РЕЗУЛТАТИ И	35
ОБСЪЖДАНЕ	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
ИЗВОДИ	72
ПРИНОСИ	74
ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	75

ИЗПОЛЗВАНИ СЪКРАЩЕНИЯ

ДС	дълбочина на сондиране
ФЕУ	фотоелектронни усилватели
ФУТ	фотоумножител
АОИ	Osteoblastic Activity Index
ВІС	Костно имплантатен контакт
ВоР	Кървене при сондиране
BSI	индекс за костно сканиране
CAL	ниво на клинично прикрепване
СВСТ	коничнолъчева компютърна томография
CEJ	емайло-циментова граница
СТ	компютърна томография
DICOM	Digital Imaging and Communication in Medicine
DRDO	DRDO dental implant system
FEA	Finite element analysis
HU	единици на Хаунсфийлд
MDCT	мултидетекторна компютърна томография
MDP	метилен дифосфонат
РА	периапикална
РЕТ	позитронно-емисионна томография
РН	радиоактивен елемент – радионуклид
PI	Плаков индекс
RFA	Резонансно честотен анализ
ROI	Референтни области на интерес
SPECT	еднофотонна емисионна компютърна томография
SRP	Scaling and root planing
Tc	Технеций
Tc-99m-MDP	технеций-99m-метилен дисфосфонат
2D	2-измерен
3D	3-измерен
MIT	Maximum Insertion Torque
ISQ	Implant Stability Quotient

1. Въведение

Лечението с интраосални остеоинтегрируеми дентални имплантати е съвременен терапевтичен метод, чрез който се постига цялостна рехабилитация, като се възстановява напълно дъвкателната функция и естетиката на пациента. Дългосрочното проследяване във времето и натрупаният изследователски опит прави имплантатното лечение надеждно и с висока предсказуемост. Успехът от имплантатното приложение се свързва с процеса на остеоинтеграция.

Остеоинтеграцията е процес на образуване на кост между алопластичния материал и заобикалящата го биологична среда. От първостепенно значение за този сложен многостъпков оздравителен период е постигането на първична стабилност при поставянето на имплантата.

Успешното лечение се определя от наличието на адекватна костна структура (количество и качество), дефицитът на която е основна пречка при поставянето на интраосални зъбни имплантати, особено в дисталните участъци на горна челюст. Костта в тази зона е рехавата, съдържа предимно спонгиозна и малко количество компактна кост.

Загубата на зъби означава загуба на функционално натоварване в определен костен обем, което води до афункционална атрофия на обеззъбения участък.

Костната резорбция започва на 15-та седмица след екстракцията на зъба и достига приблизително 60% за период от 3 години. Челюстната резорбция на максилата е в центростремителна посока, докато мандибуларната има центробежен модел. Поради тази причина често има несъответствия в отношенията между горната и долната челюст. Промените в структурата на костите се следват от промени в структурата на меките тъкани, което води до екстраорални лицеви изменения. Тези изменения се превръщат в естетичен проблем за пациентите.

Резорбцията на долната челюст е четири пъти по-бърза, отколкото в максилата. Мандибуларната резорбция е около 1,2 мм през първата година след екстракцията, като се увеличава с около 0,2 мм годишно [67].

Липса на достатъчно кост за поставянето на имплантати може да се дължи и на анатомични особености: широко експониран максиларен синус-пневматичен тип, анатомични вариации в хода и позицията на долночелюстния канал и преминаващия през него съдово-нервен сноп.

Казаното до тук налага допълнителни хирургични процедури или приложение на имплантати с редуцирана дължина.

Имплантатният дизайн, характеристиките на имплантатната повърхност, количество и качество на костта в която се поставя, използваната хирургична техника, условията на натоварване и не на последно място здравословното състояние на пациента имат пряко отношение към процеса на остеоинтеграция.

Проследяването на оздравителния период след поставянето на имплантатите е важен компонент от лечебния процес, анализът на който ни дава възможност да се продължи със следващия етап от лечението или да се отложи натоварването на поставения в костта импантат с протетичната конструкция

Интерес представляват методите за изследване на този процес. Оценка на времето и степента на остеоинтеграцията, влиянието на възрастта и пола.

Костната морфология в периимплантатната зона може да се оцени рентгенологично и хистологично. Използването на компютърна томография (въз основа на скалата на Hounsfield) определя плътността на костите, но не може да измери жизнеността и функционалното състояние на костната структура. Това може да бъде постигнато чрез нуклеарно медицинско изследване. Нуклеарно медицинското изследване осигурява данни за протичащи физиологични процеси и активности в различни органи на базата на натрупването на рзалични маркери. Използването на рентгенографските методи на изследвания за оценяване на оздравителния процес се счита за неточно.

Днес в литературата липсва достатъчно подробен и систематизиран анализ на изследването на остеобластната активност в периимплантатната кост в хода на оздравителния период, при поставянето на интраосални остеоинтегрируеми дентални имплантати.

2. Цел, задачи и хипотеза

2.1.Цел

Целта на настоящия дисертационен труд е да се оцени приложението на еднофотонната емисионна компютърна томография [SPECT] с $^{99m}\text{Tc-MDP}$ на периимплантатна костна тъкан в оздравителния период след поставяне на интраосални, остеоинтегрируеми имплантати.

За постигането на тази цел, определихме следните задачи:

2.2. Задачи

2.1 Изследване на периимплантатната костна тъкан в оздравителния период след поставянето на интраосални остеоинтегрируеми дентални имплантати с помоща на еднофотонна емисионна компютърна томография [SPECT] с $^{99m}\text{Tc-MDP}$.

2.2 Изследване на костната плътност в зоните на имплантиране с помощта на СВСТ. Сравнение на резултатите получени от еднофотонната емисионна компютърна томография [SPECT] с $^{99m}\text{Tc-MDP}$ с костната плътност преди имплантиране.

2.3 Оценяване на остеоинтеграцията на третия месец след поставянето на интраосални остеоинтегрируеми дентални имплантати с помоща на резонансно-честотен анализ. Сравняване на получените от SPECT изследването резултати с тези от резонансно-честотния анализ. Създаване на алгоритъм за оценка и проследяване на периимплантатна костна тъкан в оздравителния период след поставяне на интраосални, остеоинтегрируеми имплантати.

3. Материал и методи

3.1. Материал задача № 1

3.1.1 Материална база за реализиране на задача № 1

Изследването е реализирано на територията на:

- УМДЦ към Медицински университет – Варна:
 - Сектор по Образна диагностика
 - Хирургичен блок
- Отделение по „Нуклеарна медицина и метаболитна терапия” към УМБАЛ „Св. Марина” ЕАД, гр. Варна

3.1.2. Обект на проучването

Обект на изследването са 10 пациенти (5 мъже и 5 жени) с общо 23 имплантата, на средна възраст 40.3 г. (28-64 г.). Преминали имплантатно лечение в УМДЦ към Медицински университет – Варна.

3.1.3.Подбор на пациенти

В изследването участват пациенти от мъжки и женски пол над 18 годишна възраст, в добро общо здраве: без придружаващи заболявания, без системен прием на медикаменти, които могат да окажат влияние при извършването на хирургичната манипулация по поставянето на имплантатите и да нарушат процеса на остеоинтеграция. Изследваните пациенти са с екстрахирани зъби в горна и/или долна челюст и наличието на достатъчно обем кост, която да обезпечи поставянето на имплантатите без нужда от извършването на костна аугментация.

Всеки пациент е информиран за целта на изследването и е подписал декларация за информирано съгласие за провеждането на образно изследване за оценка на наличната кост (СВСТ)[Приложение1], декларация за информирано съгласие за провеждането на хирургична манипулация по поставянето на имплантатите. Приложение и декларация за информирано съгласие за последващото нуклеарномедицинско изследване [Приложение2].

Възрастта, полът и социално-битовият статус нямат водещо значение при разпределянето на пациентите в различните групи.

Критерии за изключване от изследването:

- недостатъчен костен обем в обеззъбените участъци
- състояния от общ и локален характер, които водят до забавяне или възпрепятстват оздравителния процес
- злокачествени заболявания
- интравенозен прием на бисфосфонати
- предхождащо лъчелечение в устната кухина
- неконтролирани системни заболявания
- имunosупресивна терапия при трансплантирани пациенти
- системен прием на антикоагуланти и антриагреганти по повод на други заболявания
- психични заболявания
- чувствителност към титан
- остри и хронични възпалителни процеси, ангажиращи твърдите и меките тъкани в устната кухина
- противопоказания за нуклеарно медицинско изследване

- бременност
- незавършено развитие на лицевочелюстната област

3.1.3.1. Оценка на характеристиките на пациентите, провеждащи лечение с дентални имплантати

При провеждане на проучването са извършена клинична и параклинична оценка на 51 пациенти на средна възраст 46.1 г. (20-84 г.), от които 62.7 % (32 пациенти) са мъже и 37.3 % са жени (19 пациенти). От прегледаните и оценени пациенти 40 (78.4 % - 27 мъже и 14 жени) отпадат поради следните причини [Фиг. 3].



Фиг. 3. Брой пациенти, отпаднали от проучването поради описаните изключващи критерии

В изследването са включени 10 пациенти (5 мъже и 5 жени) на средна възраст 40.6 г. (28 – 64 г.), на които е проведено имплантатно лечение. Общият брой поставени имплантати е 23, като разпределението е представено на табл. 3. Броят на поставените имплантати на един пациент варира от 1 до 5, като най-често имплантирана зона е в областта на 36 и 46. Около 2/3 от провежданото имплантатно лечение е в долна челюст (65.2 %).

Табл. 3. Описание на пациентите, участващи в изследването

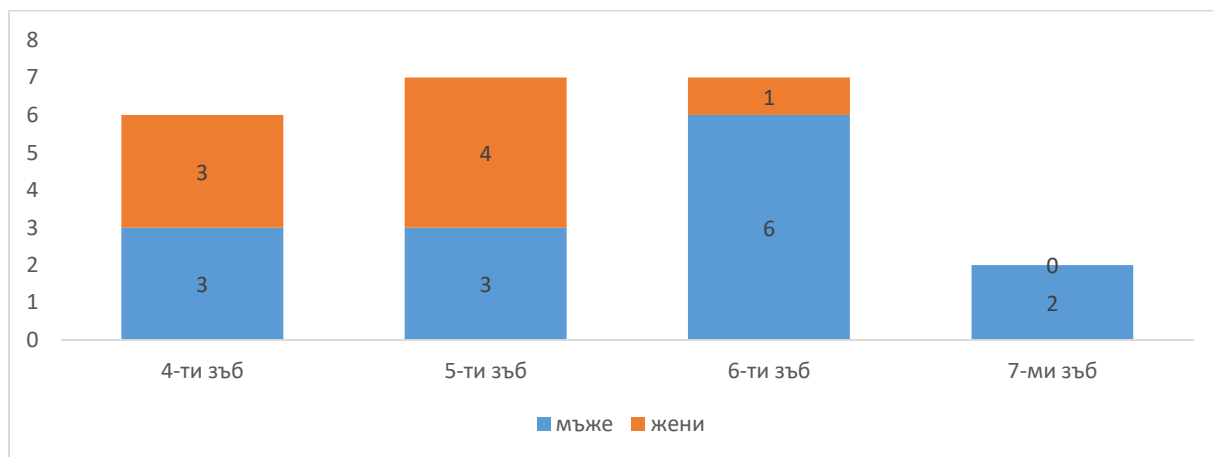
Поредност на пациента	Възраст	Пол	Брой имплантати	Позиция на имплантатите
1	28	М	1	26
2	48	М	5	15, 24, 25, 46, 47

3	32	М	4	14, 15, 36, 46
4	40	М	3	36, 37, 46
5	37	М	1	24
6	31	Ж	2	35, 45
7	42	Ж	2	34, 44
8	28	Ж	2	16, 45
9	64	Ж	2	35, 36
10	48	Ж	1	44

Установена е статистически значима разлика в броя на поставените имплантати между мъжете и жените (съответно 14:9; $p < 0.05$).

Впечатление прави, че по-големия брой на поставените имплантати в горна челюст са при мъжете (съответно 7 за мъже и 1 за жени). От друга страна се установи, че пациентите с имлантати в горна челюст са по-млади (съответно 37.6 г. за горна челюст и 42.0 г. за долна челюст), като не се наблюдава значима разлика.

Според областта на имплантирания зъб независимо от челюстта се установи, че най-често имплантатно лечение е провеждано в областта на 5-тите и 6-тите зъби [фиг 4].



Фиг. 4. Разпределение на броя на имплантатите според областта на зъбите и пола

Въпреки вариацията в броя поставени имплатати в отделните области не се установява съществена разлика между мъжете и жените. Разлика не се наблюдава и по отношение на възрастта на пациентите и имплантираната област.

Високият процент на успех при интраосалните имплантати е добре документиран. В литературата се съобщава, че пет годишна преживяемост на денталните имплантати е 95-99 % [88, 264]. Въпреки високия процент на успех, лечението с дентални имплантати изисква прецизна оценка на клиничната ситуация. При избора на мястото на импантиране се взема под внимание не само количеството и качеството на костта, но и конфигурацията и вида на бъдещата протетична конструкция. Определя се оптималната дължина, диаметър и ходът на имплантатите, бъдещата задръжка на протезата [213]. Постигането на добра първична стабилност при поставянето на имплатата, бързата и качествена остеоинтеграция, както и безсимптомно функционално натоварване на имплантатите са трите основни показателя за успеха от лечението с дентални имплантати [301].

От гледна точка на демографския показател Bragger et al, през 2005 г. съобщават за по-голяма честота на пациентите-жени (55 жени към 34 мъже), които са имали нужда от провеждането на имплантатно лечение [56]. От друга страна Ko et al, през 2006 г. при изследване проведено в два дентални центъра в Южна Корея, съобщават, че по-голям относителен дял имат пациентите – мъже, на които е проведено имплантатно лечение [197]. В настоящото изследвана първоначалната оценка на пациентите, които се нуждаят от имплантатно лечение също показва по-голяма честота на мъжете (62.7 % към 37.3 % жени).

Системните заболявания оказват влияние върху решението за лечение с дентални имплантати. Неконтролираните системни заболявания са част от изключващите критерии в настоящото изследване и поради тази причина 9 пациента (17.6 %) са отпаднали от по-нататъшната процедура. В свое изследване Rasouli Ghahroudi et al. [293] през 2015 г. съобщават, че 7.2 % от пациентите с имплантирана горна челюст и 9.5 % от тези с имплантати в долна челюст са със системни заболявания. Друг авторски колектив Ko et al., установяват, че 9 % от пациентите в тяхната извадка страдат от системни заболявания [197]. Наличието на системни заболявания са е сред основните рискови фактори за неуспех на имплантатното лечение и противопоказание, когато състоянието е неконтролирано. Ето защо системните заболявания трябва да бъдат внимателно оценени, лекувани и контролирани преди провеждането на имплантатното лечение, което намалява рискът от неуспех.

3.2.Методи по задача № 1

3.2.1.Подготовка на пациенти, клинични изследвания и изследвани показатели

Преди провеждането и анализирането на образното изследване за оценка на наличния костен обем и поределяне на мястото на имплантиране в обеззъбените участъци е извършен обстоен клиничен преглед. Всеки пациент попълва анкетна карта с въпроси свързани с общото здравословно състояние, наследствена предразположеност, минали и съпътстващи заболявания, вредни навици, прием на медикаменти, алергии, бременност. [Приложение3]

Проведе се екстра и интраорален оглед, направи се оценка на обеззъбените участъци- брой на липсващите зъби, локализация, давност и причина за загубата на зъбите, оценка на остатъчното съзъбие[наличие на кариозни лезии, поставени obturации, протетични конструкции], оценка на оклузията, междучелюстните суотношения, свобода на движение на долната челюст, блокажи и предварителни контакти, търсене на признаци за парафункция(бруксизъм и бруксомания), наличие на локални противипоказания, оцени се позицията на съседните на обеззъбените участъци зъби, както и на антагонистите им от съответната половина на челюстта.Целта на това изследване е да се определи ефекта на Попов-Годон и да се предвидят възможностите за позициониране на имплантата и бъдещото протетично възтановяване.Направи се оглед на лигавицата и езика на пациентите- цвят, текстура, наличие на лезии.

На всички пациенти, които ще бъдат включени в изследването се проведе предварителна подготовка и саниране на устната кухина. Изготви се пародонтална карта по проф. Ст. Пеев, д.м.н., използвана в катедра „Пародонтология и дентална имплантология”, ФДМ, МУ-Варна.[Приложение4] Измери се: плаков индекс[PI], гингивален индекс(BoP), дълбочина на сондиране(ДС) и ниво на марго гингивалис, фуркационни увреждания, ширина на прикрепената гингива, подвижност и прогноза на всеки зъб. На всеки пациент се направи оценка на пародонталния риск по Lang и Tonetti въз основа на сметата информация от пародонталната карта. За изчисляването му се използва хексагон с шест координатни оси (кървене при сондиране, брой повърхности с $ДС \geq 5$ мм, брой липсващи зъби, процент костна загуба и възраст, тютюнопушене и системни заболявания).[Приложение5]

Дълбочината на сондиране (ДС) представлява разстоянието от марго гингивалис до дъното на сулкуса или джоба, измерено в мм с пародонтална сонда. Сондата се въвежда в джоба успоредно на надлъжната ос на зъба, без да губи контакт със зъбната

повърхност до усещане на съпротивление от страна на дъното на сулкуса/пародонталния джоб. След въвеждането ѝ в джоба, сондата напредва със стъпка от 1мм и амплитуда нагоре-надолу 1-2мм, за идентифициране дълбочината на джоба за всяка област, като при повдигане на сондата за следващата стъпка, тя не излиза изцяло от джоба. Записва се най-високата регистрирана стойност за всяка област.

Измерванията се извършват с ръчна пародонтална сонда University of North Carolina (UNC 15), която е цветно разграфена на всеки един милиметър до 15 мм и е с цветни пръстени между 4-5мм, 9-10мм, 14-15мм. Налягането е 0,25-0,30 N.

Нивото на марго гингивалис е разстоянието в милиметри от гингивалния ръб до емайло-циментовата граница ЕЦГ. В пародонталната карта се регистрират 6 стойности за всеки един зъб по областите описани за дълбочина на сондиране. Когато гингивалният ръб е разположен коронарно от ЕЦГ стойностите са положителни, а ако е разположен апикално са отрицателни. При положение на марго гингивалис на нивото на ЕЦГ се записва стойност "0". При наличие на неснемаема протетична конструкция (мост или корона) за референтна граница при измерване нивото на марго гингивалис се взема ръбът на конструкцията

Клиничното ниво на прикрепване (CAL) представлява разстоянието от ЕЦГ до дъното на джоба. Може да бъде измерено с пародонтална сонда или да бъде изчислено при наличие на другите два параметъра - дълбочина на сондиране и ниво на марго гингивалис.

Извършва се и сондиране на фуркационни области при многокоренови зъби. Изследването се осъществява с фуркационни сонди на Nabers - 1 и 2. Сондите могат да бъдат цветно кодирани с разграфяване на 3-6-9-12 мм с цветни пръстени между 3-6, 6-9 и 9-12. Nabers 1 се използва за сондиране на горни премолари и молари, а Nabers 2 за долни молари. За класифициране степента на засягане на фуркацията се използва класификацията на Ramfjord & Ash (1979г.)

Клас 1 - при хоризонтално сондиране сондата навлиза до 3мм

Клас 2 - при хоризонтално сондиране сондата навлиза над 3мм, но без да преминава изцяло фуркацията

Клас 3 - при хоризонтално сондиране сондата преминава изцяло през фуркацията
A Tarnow & Fletcher (1984) разделят всеки един клас на три подкласа според степента на вертикалното засягане:

подклас А - вертикална загуба на кост до 3мм

подклас В - вертикална загуба на кост от 3мм до 6мм

подклас С - вертикална загуба на кост над 6мм

Подвижността на зъбите се определя спрямо класификацията на Miller, 1985:

- 1 - хоризонтална подвижност до 1мм
- 2 - хоризонтална подвижност над 1мм
- 3 - хоризонтална и вертикална подвижност

Плаков индекс - plaque control index (PI) по O'Leary и кол., 1972г. Този индекс отразява наличието или липсата на плака по всички зъби и зъбни повърхности. Наличието се записва със знак "+" в съответните полета на пародонталната карта и със знак "-" се отразява отсъствието. Получените данни добиват цифров израз, чрез процентното съотношение на броя на заетите от плака места спрямо всички изследвани зъбни повърхности - 6 за всеки изследван зъб, три вестибуларно и три лингвално/палатинално (MV,CV,DV,ML,LC,DL).

Изследването на гингивалния статус се осъществява с гингивален индекс (bleeding index BI) по Animo&Bay, 1975. Кървенето при сондиране (BoP) се регистрира чрез постъпково въвеждане на пародонталната сонда, подобно на изследването за ДС и съответно в пародонталната карта се отразява наличие или отсъствие на кървене със знак "+" или "-". Индексът се записва като процентно съотношение между броя на местата с кървене спрямо всички изследвани места. Измерва се ширината на прикрепената-разликата между разстоянието от гингивалния ръб до мукогингивалната линия и дълбочината на сондиране.



Сн.1 Пародонтална сонда UNC 15



Сн.2. Вляво - Nabers 1 без цветна маркировка. Вдясно - Nabers 2 цветно кодирана



Сн. 3. Комбиниран апарат – ултразвук със система за полиране.

Извърши се хигиенна фаза– отстраняване на меки и твърди отлагания от зъбните повърхности (scaling)с ултразвуков апаратLM-ProPowerCombiLED и накрайници за супра- и субгингивално инструментирание.След почистването зъбните повърхности се полират с помоща на Air Flow и сода.На пациента се назначава плакоинхибиращ разтвор за изплакване със съдържание на хлорхексидин 0.1% 2 пъти дневно и плакоинхибираща паста за зъби, проведе се мотивация и обучение за поддържане на лична орална хигиена.

Предварителната подготовка включва и лечение на кариозни лезии, кореново лечение, екстракция на силно разрушени зъби.

3.2.2. Образно изследване

Преди имплантатирането на всеки пациент се проведе 3D образно изследване - конично лъчева компютърна томография-Cone Beam Computed Tomography(СВСТ)на горна и долна челюст с апарат Planmeca Pro Max 3D Max Helsinki, Finland, със следните параметри:напрежение на тръбата от 96kV, ток 5.6mA, време на завъртане от 12.8s, [Сн. 4]и CCD-детектор - плосък панел от аморфен силиций трансформиращ енергията от рентгеновото лъчение в цифров сигнал



Сн. 4. Апарат за конично лъчева компютърна томография

Полето за за наблюдение/зоната на интерес FOV(Field of View) при изображения на челюсти и максиларен синус варира между 90*130мм и 130*160 мм

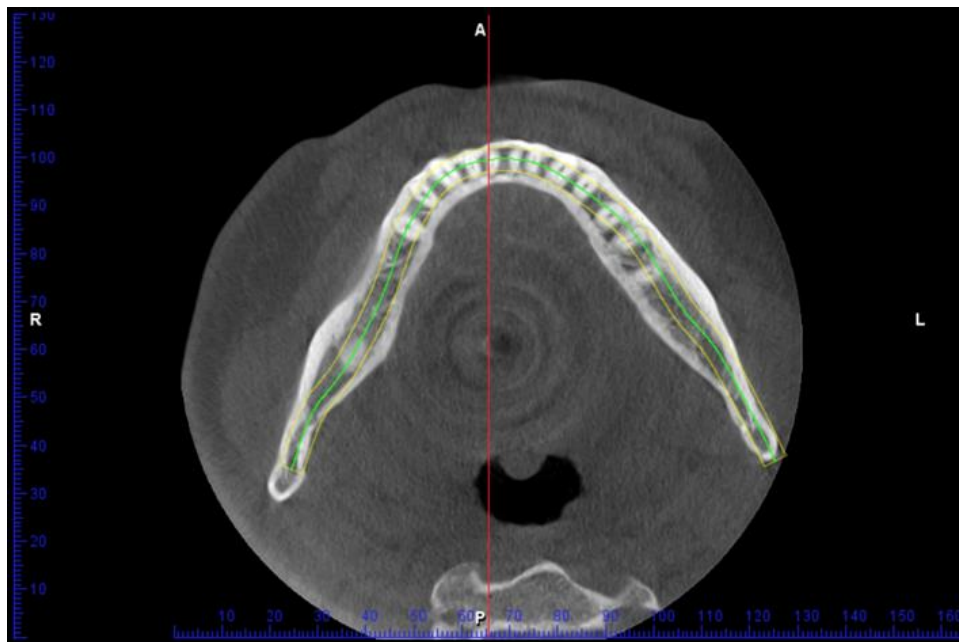
Вокселите[обемни пиксели] са изотропни –с еднакви размери по трите оси на координатната сисрема.Реконструкцията на образа може да се извърши при воксели с различна големина(0.075мм-0.6мм) При воксели с по-малки размери разделителната способност е по-голяма.В настоящото изследване размера на воксела е 0.2мм.



Сн. 5. Задаване на настройките и обема на изследваната област



Сн. 6. Позициониране на образа спрямо трите основни равнини



Сн. 7. Начертаване на панорамна крива

Изследването се извърши в Сектора по Образна Диагностика към Университетския МедикоДентален Център (УМДЦ), ФДМ, гр. Варна от специалист по Дентална образна диагностика и рентгенов лаборант.

Преди изследването всеки пациент подписа информирано съгласие за образното изследване. Всички метални предмети попадащи в зоната на изследване се отстраняват. Постави се защитна оловна престилка с 0.50 мм оловен еквивалент. Пациентът е в изправена позиция по време на изследването, брадичката се посравя в специална подложка, а главата се стабилизира в неподвижна позиция с помощта на фиксиращата система на апарата, устата е леко отворена по време на сканирането. Езикът се позиционира възможно най-дистално, докосвайки небцето с върха си, за да не попадне в полето за наблюдение. Пускат се маркиращи равнини, като оклузалната равнина трябва да е успоредна на пода. От софтуера на апарата се задава предварително обема на изследваната област. Рентгеновата тръба заедно с детектора се завъртат от 180 до 360 градуса около главата на пациента за време между 10-40 секунди. С помощта на компютър Fujitsu, Processor-Intel(R)Core(TM) I 3.40GHz, RAM 24.0GB, Windows 10Pro и софтуер Planmeca Romexis-полученият образ се реконструира в MPR(-multi-plannar reconstruction)режим в трите равнини- сагитална-разделяща обекта на лява и дясна част
коронарна-разделща обекта на предна и задна част
аксиална-разделяща обекта на горна и долна част

С това изследване се цели цялостен анализ на състоянието на зъбно-челюстния апарат.

Върху аксиален срез на горна или долна челюст се задава панорамната крива.

На cross-section[напречен срез на горна или долна челюст]с междусрезов интервал от 1.5 мм се придвижваме до зоната на имплантиране, правим измервания на наличния обем кост в обеззъбения участък. Измерваме височината и ширината, на базата на които се планира дължина и диаметър на бъдещите имплантати. Оценихме позицията на естествени анатомични структури, като ниво на синусния под, под на носната кухина, позиция на долночелюстния канал, локализация на менталния форамен, търсят се и се оценяват анатомични вариации. Също така се правихме оценка на плътността на костта като се използват Хаунсфилдови единици [HU].

3.2.3. Използвани имплантати

В проведеното изследване бяха използвани интраосални остеоинтегрируеми имплантати Neodent A Straumann Group Brand – Alvin CM Implant Line – коничен дизайн на тялото на имплантата, двойна конична трапецовидна резба, апикален активен

връх, оптимизиращ вторичната стабилност, конична морзова връзка, SLA повърхност. Използвани дължини – 8-10 мм и използвани диаметри - 3.5 мм, 4.3 мм и 5.0 мм [Сн. 8].



Сн. 8. Използвани имплантати

3.2.4. Протокол за имплантиране

Поставянето на имплантатите е извършено от специалист по Дентална имплантатология в Хирургичния блок към Университетския МедикоДентален Център (УМДЦ), ФДМ, гр. Варна, след подписването на информирано съгласие (Приложение б) и при спазване на всички правила за асептика и антисептика [Сн.9].



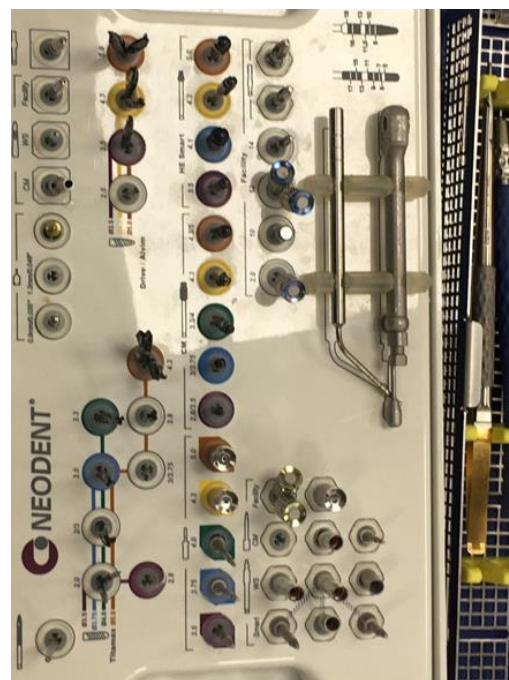
Сн. 9. Хирургичната зала, в която се провежда имплантирането

При имплантирането на пациентите използвахме следният протокол:

Всеки пациент преди началото на процедурата изплаква устната кухина двукратно в рамките на 30-40 сек. с 0.1% разтвор на хлорхексидин с цел редуциране на бактериалното число. Почистване на кожата на лицето с марлен тампон, напоен с хлорхексидинов разтвор 1% и покриването му със стерилен чаршаф с предварително изрязан около устата отвор. Поставихме локална инфилтративна анестезия 4% разтвор на артикаин 40мг/мл с, 1:100000 (Septanest-Septodont). С помощта на лезвие № 15 се прави хоризонтален разрез по билото на алвеоларния гребен, последван от сулкуларни разрези при наличието на съседни зъбите, ограничаващи дефекта. С помощта на распатор на Buser се отпрепарира вестибуларно и орално муко-периостално ламбо. Оформянето на остеотомния кавитет се осъществи чрез използването на имплантатологичен сет за имплантатна система Neodent Straumann Group Brand и с помощта на имплантатологичен юнит NSK-Surgic Pro и имплантатологичен наконечник под непрекъснато охлаждане с 0.9% стерилен физиологичен разтвор NaCl (Сн. 10, 11, 12).



Сн. 10. Хирургична касета



Сн. 11. Имплантатологичен сет

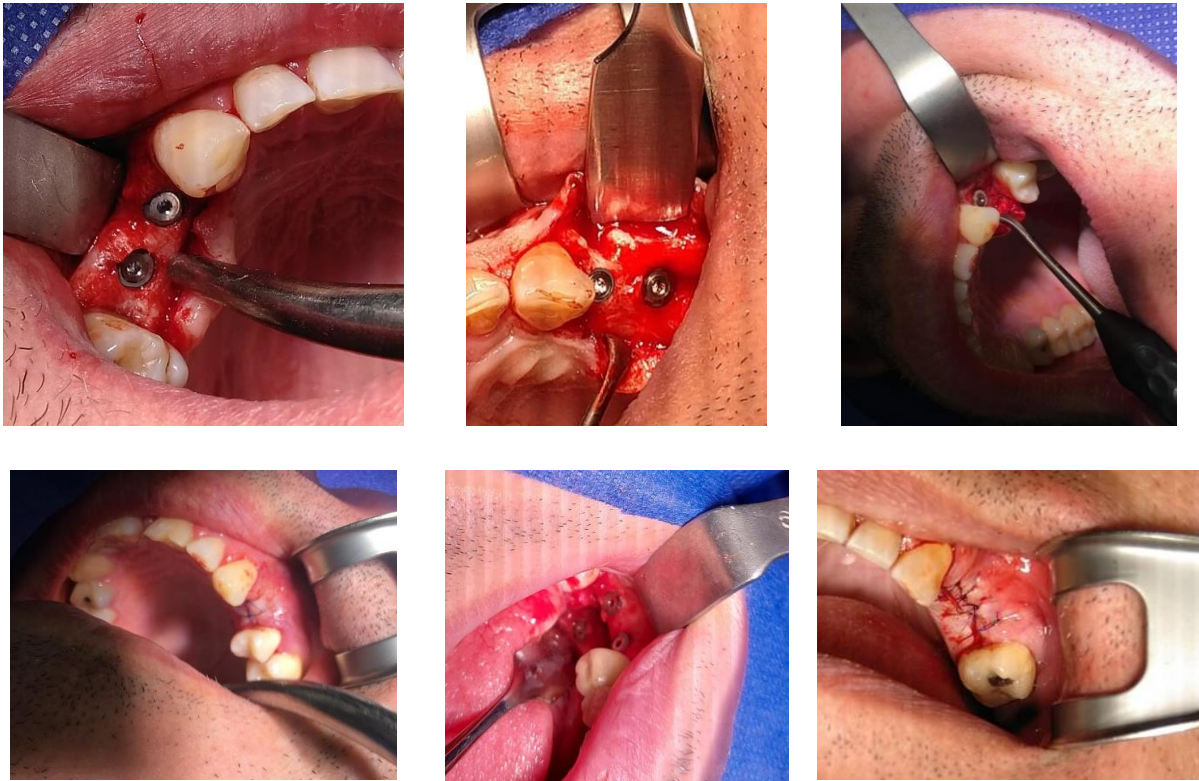


Сн. 12. Имплантологичен юнит

- 1.Маркираме мястото на остеотомния кавитет с помоща на кръгъл борерс диаметър 1.4мм- 800грт и последващо разширяване с борер с диаметър 2.3 мм.Маркирането е водено от правилната в протетично отношение позиция на имплантата;
- 2.Навлизаме с пилотна фреза до предварително определена дълбочина, съобразена с дължината на имплантата в определената зона, при обороти-800 грт.Проверка на пилотния отвор с помоща на дълбокомер .Измерва се дълбочината на ложата и хода на остеотомията.
- 3.Разширяваме остеотомния кавитет с фрези с нарастващ диаметър до достигането до финалната остеотомна фреза, която е съобразена с диаметъра на имплантата, предварително определен за съответната зона-скорост на въртене от 600 до 400 об/мин
- 4.Оформяме профила на костния кавитет с профилен дрил при 300об/мин;
- 5.Поставяме имплантата.Имплантатът се изважда от стерилен контейнер с помощта на носач и внимателно се въвежда в остеотомния кавитет

Затягането му в костната ложа се извършва с динамометрична тресчотка с въртящ момент 25 N/sm; покривният винт се постави с помоща на отвертка;

- 6.Репонираме и зашиваме ламбото (при необходимост се прерязва периоста в основата на ламбото, което му осигурява по-голяма мобилност и дава възможност да бъде зашито без напрежение); зашиваме ламбото с единични прекъснати шевове с иглодържател Олсен-Хегар и шевен материал(Dafilon-B.Braun) 5/0 Polyamide monofilament,non-absorbable,75 см, съчленен с 3/8 атравматична игла. Броят на шевове варира според дължината на разреза и броя на поставените имплантати[Сн. 13].



Сн. 13. Хирургична процедура по поставянето на имплантати

След манипулацията на всички пациенти се дават инструкции относно грижата за хирургичната рана, поддръжката на орална хигиена по време на оздравителния период и се назначава широкоспектърен антибиотик от пеницилиновата група – Osramox 1000 mg, 3x1 табл. за период от 5 дни, както и нестероидно противовъзпалително средство Flamexin 20 mg прах за перорален разтвор на 12 ч. за първите три дни.

В деня след хирургичната манипулация и на седмия ден се назначи контролен преглед с цел да се контролира оздравителния процес. Конците бяха свалени на 12-ти ден след имплантирането.

При всички пациенти оздравителният процес протече без усложнения в период адекватен за проведената манипулация.

3.2.5. Еднофотонна емисионна компютърна томография SPECT изследване

На пациентите беше проведена еднофотонна емисионна компютърна томография на 30-тия и 90 тия ден след имплантирането.

Тридесет дни след поставяне на имплантатите се проведе хибридно скintiграфско изследване-еднофотонна емисионна компютърна томография с

нискодозова компютърна томография [SPECT/CT], целящо оценка на репаративната остеобластна активност, като остеоинтегративен отговор около поставения алоплант. Нуклеарно-медицинското изследване се проведе в отделението по „Нуклеарна медицина и метаболитна терапия” към УМБАЛ „Св. Марина” ЕАД, гр. Варна от специалист по нуклеарна медицина и лаборант [Сн. 14].

В деня на изследването пациентите подлежат на предварителна подготовка включваща поставяне на венозен път и добра хидратация подсигурана чрез перорален прием на минимум 1 литър вода. Костна сцинтиграфия с непосредствено последващ SPECT/CT бяха проведени 3 часа след интравенозната апликация на 20mCi [740 MBq]^{99m}Tc-MDP [^{99m}Tc-Methylene diphosphonate]. Белязаният с метастабилен технеций метилен дифосфонат беше получен чрез маркиране на кит MDP с елюиран натриев пертехнетат Na [^{99m}TcO₄] сол на пертехнециевата киселина от ⁹⁹Mo/^{99m}Tc генератор в специално пригодена за това радиохимична лаборатория към същата клиника.

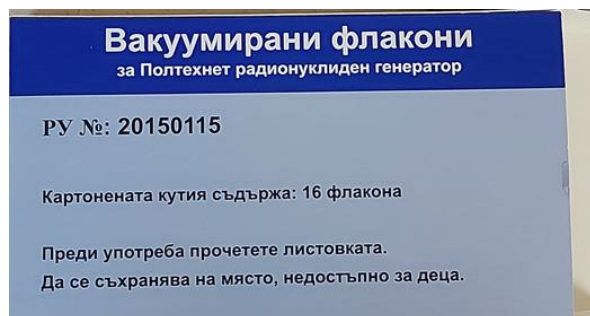
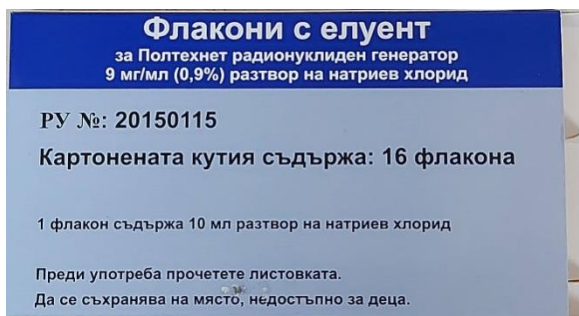


Сн. 14. Апарат за SPECT изследване и позициониране на пациента

Генераторът се състои от дългоживущ матерен изотоп ^{99}Mo $T_{1/2} = 65,9$ ч., който се разпада до краткоживущ дъщерен изотоп – $^{99\text{m}}\text{Tc}$ $T_{1/2} = 6$ ч. Използва се елуент – стерилен физиологичен разтвор.[Сн. 15 и 16]

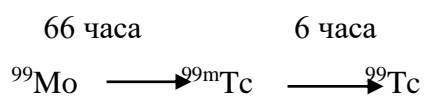


Сн. 15. Генератор за получаване на радиофармацевтик



Сн. 16. Консумативи за получаването на радиофармацевтика

Гама-емисия [изомерен преход]:





Сн. 17. Апарат за измерване на активността на получения радиофармацевтик

Пациентите изчакват в специално пригодно помещение, отговарящо на изискванията за радиационна защита. Този период от 3 часа е необходим за фиксацията на радиофармацевтика в зоните обект на изследването.

Нуклеарно-медицинското проучване беше извършено чрез двуглава SPECT/CT гама камера (Mediso – Medical Imaging Systems Any Scan 2019) снискоенергиен колиimator LEGP (low-energy general purpose) след правилно позициониране на пациента в легнала позиция и премахване на металните предмети от скенираната област. Последователно бяха проведени статични прицелни сцинтиграфии в областта на глава в предна, задна и латерални проекции, служещи като ориентир за повишената остеобластна активност. Непосредствено след това беше проведен SPECT/КТ чрез ротация на детекторите на 360° около пациента с последователно регистрирани 64 проекции за 15 секунди с ъглов интервал 5° - 6° в стъпков режим на сканиране „step and shoot“. Образите бяха регистрирани на матрица с размер 128×128 . Получената информация се обработи чрез специализиран софтуер, бяха реконструирани чрез обратна проекция томографски образи в трите ортогонални равнини на пространството – трансверзална, коронална и сагитална. Използван бе лентов филтър, пропускащ честотите от даден честотен обхват и подтискащ честотите под и над него. Този филтър спомага за запазването в максимална степен на финните детайли на образа и елиминира фоновия шум. В нашето изследване се използва филтър Butterworth с гранична честота 0.6 Hz.

Техниката позволява да се получи триизмерно представяне на разпределението на радиоактивността в областта/органа на интерес, съответстващо на по-голяма

диагностична точност, морфологични детайли и подробности за физиологичната активност чрез точни обемни измервания, т.е. чрез квантификация на разпределението на радиоактивността на единица обем тъкан, което спомага за осигуряване на точно измерване на количествени физиологични събития, като остеобластна активност и процес на репарация. Приложението на нискодозовата СТ цели получаването на анатомични образи, които чрез фюжън техника да дадат единно изображение.

Бяха определени и ръчно начертани с особено внимание и прецизност конкретните региони/зони на интерес (ROI) с идентичен размер, като целта е във всяка зона да има еднакъв брой пиксели, за да имаме съпоставимост на резултатите. 1. ROI-контрола (baseline), служеща за референтна зона на сравнение на физиологична фиксация върху здрава кост, бяха използвани костите на калварията.

2. ROI-тест, това е зоната на интерес в която има поставени имплантати.

„Baseline” зоната при всеки пациент бе сравнена с различните ROI (тестови) предварително очертани около поставените имплантати.

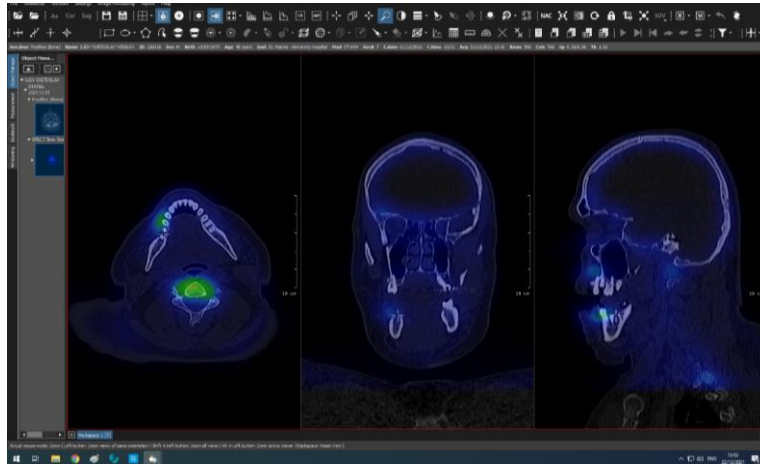
ROI зоните, както на калварията, така и на тестовите зони са съотношение между броя каунтове в пиксел (caunts/pixel) и отразяват метаболитната активност в съответната зона, на база количественото на натрупване на трейсър в тази зона.

Определихме също и индекс отразяващ остеобластната активност-OAI (Osteoblastic Activity Index). Този индекс се получава от съотношението caunt/pixel отразяващ активността в тестваната зона около имплантата, разделен на съотношението caunt/pixel в контролната зона-черепа.

AOI - показва колко пъти остеобластната активност в тестваната зона е по-голяма от остеобластната активност в контролната зона.

ROI – показва каква е активността в отделните тестови зони

Проведеното изследване се проведе в същия обем и последователност съответно на 60ти ден за група 1 и на 90ти ден за група 2



Сн. 18. SPECT/CT изображения

След провеждането на SPECT изследването на всеки пациенти беше направена периапикална секторна рентгенография с апарат Planmeca Pro X със следните стойности 63kV, 8mA, време на експониране 1.60 сек. Използва се паралелна интраорална техника с помощта на държач за дигиталния сензор. Преди провеждане на рентгенографското изследване на пациентите се постави защитна яка с 0.25 мм оловен еквивалент за предпазване на щитовидната жлеза.



Сн. 19. Рентгенографски апарат за секторни снимки

3.3. Материал задача № 2

За реализирането на втората задача се използваха образите получени от конично лъчевата компютърна томография преди имплантирането.

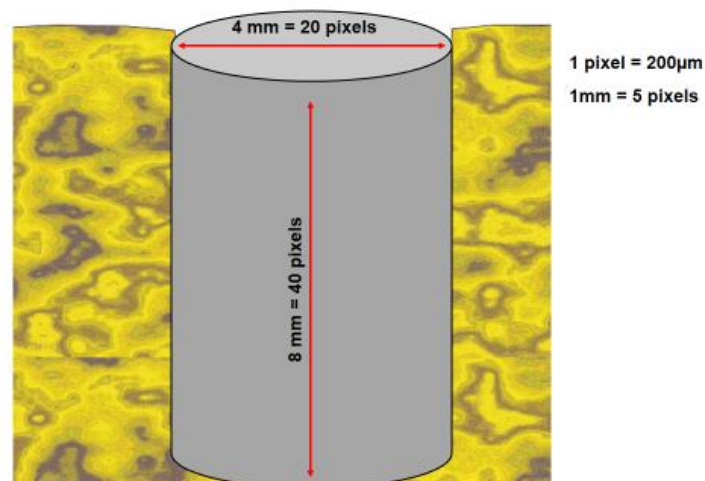
3.4.Методи по задача № 2

Със съдействието на колеги от Катедрата по медицинска апаратура, електронни и информационни технологии в здравеопазването, към Факултета по обществено здравеопазване МУ-Варна, се разработи плъгин-група от функции, които бяха добавени към софтуерната програма ImageJ. Този софтуер е с отворен код и позволява обработка на медицински изображения с няколко медицински формата, включително DICOM формат(Digital Imaging and Communication in Medicine)[Приложение 7].

Целта на създаденият скрипт е да се направи изчисление на средните стойности на костната плътност на база хънсфилдови еденици[НУ] в определен костен обем в зоната на имплантиране.Изчислената средна стойност на костната плътност ще бъде отнесена към резултатите от SPECT изследването,като ще се търси корелация между остеобластната активност в имплантираната зона и изходните средни стойности на костната плътност в този регион. За целта взехме решение костната плътност да бъде измервана в обем с формата на цилиндър с размери 4 мм в диаметър и 8 мм височина.

Създадената програма дава възможност тези стойности да бъдат променяни, в зависимост от нуждите на клинициста.

При всички наши СВСТ изследвания имаме констатност в размера на воксела/пиксела, а именно 0.2 мм, за да имаме 4 мм диаметър на цилиндъра са необходими обхващането на 20 пиксела. В 1 мм се поместват 5 пиксела по 0.2мм за 4 мм са необходими 20 пиксела за диаметър и 40 пиксела за височина [Фиг. 5].

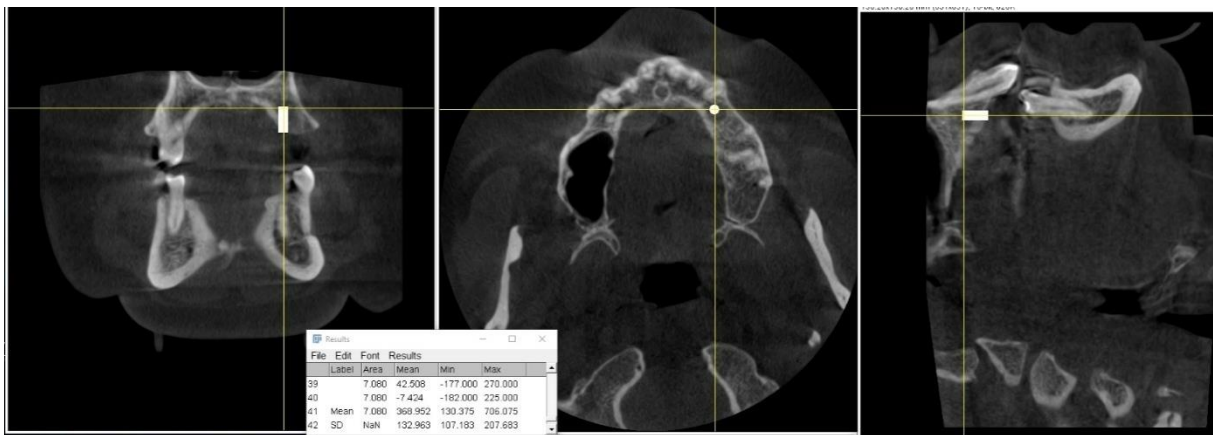


Фиг. 5. Изображение на обемния размер за оценка на костната плътност

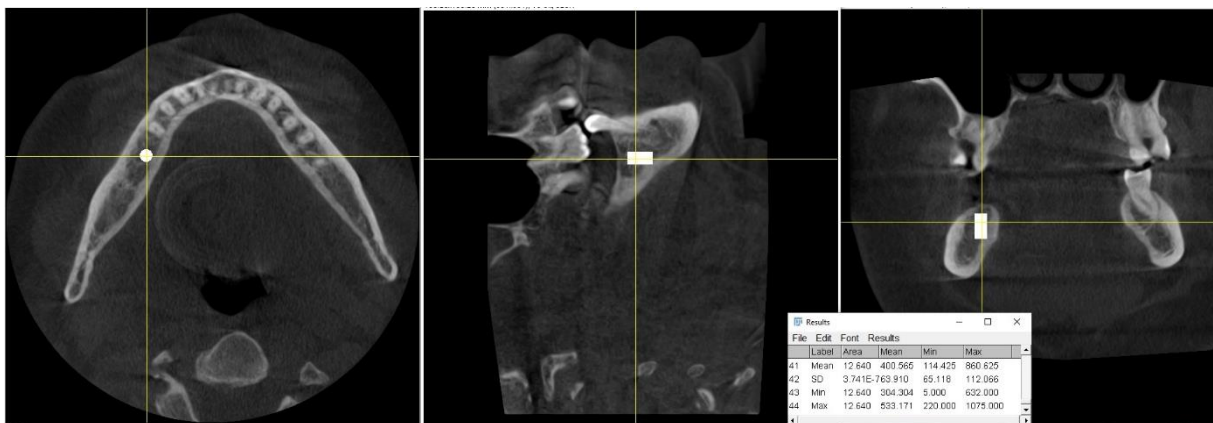
DICOM файлът на всеки пациент се импортира в програмата ImageJ с добавения плъгин.

На аксиален срез при достигането до костта в обеззъбения участък се начертава кръгла ROI зона с размер 20 x 20 пиксела. ROI се копира в следващите 40 среза, като по този начин се генерира ROI на 3D цилиндър, който се използва за измерване на средната стойност и стандартното отклонение в обема, включен в този 3D ROI.

Средната стойност на HU в целия обем от 3D ROI се изчислява чрез избиране на опцията Measure от ImageJ [Сн. 20 и сн. 21].



Сн.20. Прилагане на алгоритъма за оценка на констната плътност в избрана зона в горна челюст



Сн. 21. Прилагане на алгоритъма за оценка на констната плътност в избрана зона в долна челюст

Цялото изчисление се улеснява от макроси, създадени за тази цел. Макросът се изпълнява веднага след като първоначалната ROI бъде очертана. Макросът може да се

повтаря толкова пъти, колкото е необходимо. Средните стойности на хънсфилдовите единици при различните пациенти, в различните зони се записват и подлагат на анализ.

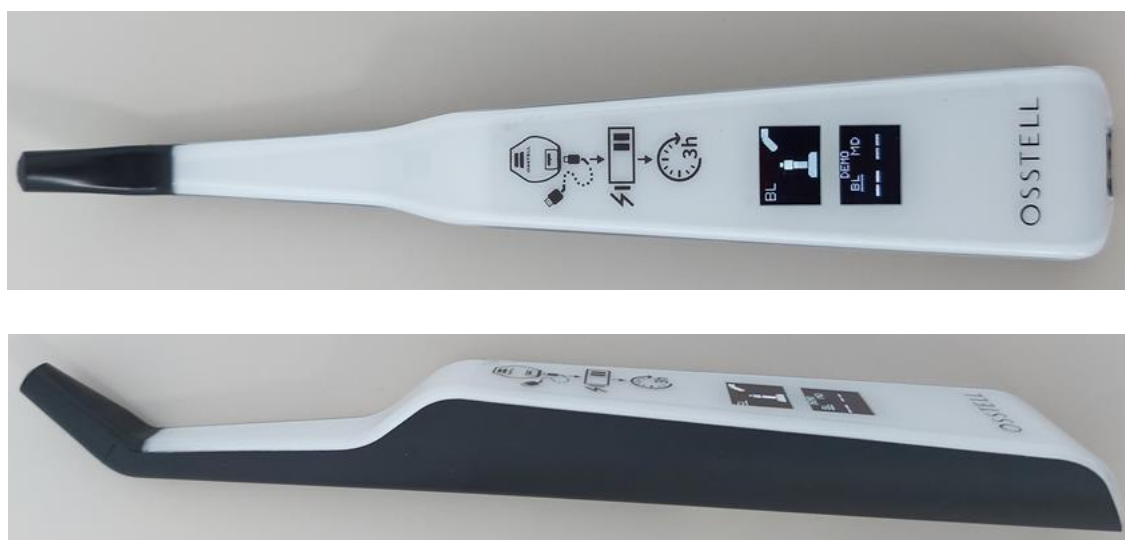
3.5. Материал задача № 3

Изследването по задача номер 3 се извърши на пациентите от задача номер 1

3.6. Методи по задача № 3

Изследването се провежда в хирургичния сектор на университетския медикодентален център към медицински университет Варна.

След разкриването на имплантатите, при всички пациенти се направи измерване на имплантатната стабилност чрез резонансно-честотен анализ (RFA) с помощта на апарата Osstell® Beacon.



Сн. 22. Апарат Osstell Beacon за измерване на имплантатната стабилност

През 1998г. проф. Neil Meredith за първи път въвежда резонансно-честотния анализ за целите на денталната имплантология. Това е неинвазивен диагностичен метод, който може да измерва стабилността на импланта в различни времеви периоди, използвайки вибрации. RFA използва малък L-образен трансдюсер, който се затяга към импланта или абатмента с винт. Трансдюсерът се включва към устройството, което от своя страна се свързва с компютър. Преобразувателят се състои от два керамични елемента, единият от които вибрира от синусоидален сигнал (5–15 kHz), докато другият служи като рецептор. Преобразувателят се завинтва директно към тялото на импланта и

разклаща импланта с различна амплитуда, започвайки от ниска честота и увеличавайки височината, докато имплантът резонира. Високочестотният резонанс показва по-силен контакт кост-имплантат. RFA се използва широко за клинична оценка на остеоинтеграцията, както и за прогностична оценка.



Сн.23. Smart Peg тип 48 ,опакван в серилна опаковка



Сн. 24. Ключе за завиване на Smart Peg към имплантиране



Сн. 25. Test Peg за проверка на апарата

Техниката на резонансно-честотния анализ дава възможност обективно да се определи стабилността на имплантата и да се измери степента на остеоинтеграция, без да се застрашава лечебния процес. Методът на изследване е бърз, неинвазивен и може да бъде използван в различни етапи в хода на лечението. RFA е метод при който се измерва стабилността на имплантатите (ригидността на имплантатно-костния комплекс) , чрез измерване на честотата на резонанса, от трептенето на специален елемент- Smart Peg монтиран върху имплантата. Апаратът излъчва електромагнитни вълни към прикрепения върху имплантата елемент. Намиращия се на върха магнит се привежда в трептене което се предава на имплантата. Това се получава чрез електромагнитни импулси с честота от 5 до 15 kHz излъчвани от апарата. Качеството на

периимплантатната кост и връзката с импантата се определят от честотата на резонанса, получен в следствие на електромагнитните трептения. Трептенето се регистрира от апарата и се преобразува в така наречения ISQ Implant Stability Quotient , който се равнява на резонансната честота измерена в Hz, разделена на 100. Колкото по-висока е резонансната честота, толкова по-висока е стойността на ISQ и толкова по-стабилен е имплантът.

ISQ има стойности от 1 до 100. Стойностите на ISQ са показани на цветово колело, което дава информация за степента на остеоинтеграция:

Червено ниска стабилност-ISQ <60

Жълто-средна стабилност ISQ от 60 до 70

Зелено-висока стабилност ISQ > 70

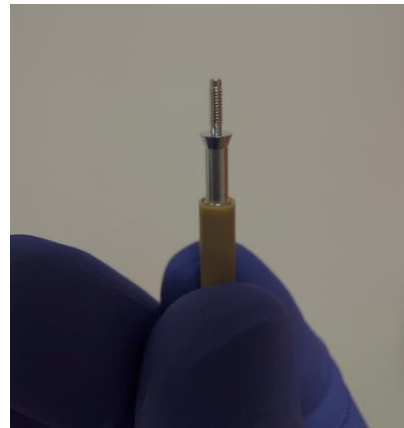
Днес се използват две устройства: Osstell и Penguin RFA, които работят на идентичен принцип с тази разлика, че при системата на Osstell използваните SmartPegs са за еднократна употреба, а при Penguin RFA са изработени от титан, могат да се автоклавираат и да бъдат използвани до 20 пъти.

Използвания от нас апарат е най-новата разработка на Osstell® (Integration Diagnostic AB, Goteborg,Sweden)- Beacon. Това е компактен уред, който осигурява безжична Bluetooth връзка с компютър, това дава възможност за по-голяма свобода на движение. На апарата има малък дисплей върху който се визуализира цифровият израз на резултатите от изследването, както и посоката в която ще бъде провеждано изследването. Получените данни за всеки един имплантат могат да бъдат надеждно съхранени и анализирани в платформата Osstell Connect. Достъпът до платформата може да се осъществи от компютър, таблет или смартфон.

Върху платформата на импантата се навива специален елемент така наречения Smart Peg, метален пин, който в единия си край има винт(резба), чрез която се съчленява с импантата, а в другия -магнит. Разработени са Smart Pegs за различните имплантатни системи. Всичките те са направен от мек метал, което гарантира, че SmartPeg може да бъде фиксиран към импланта без риск от повреждане на титановата протетична резба. Резбата на Smart Peg се износва лесно, това от своя страна намалява връзката с импантата и може да се превърне в причина за неточно измерване. SmartPeg са опаковани в стерилна опаковка и са предназначени за еднократна употреба,

тъй като не подлежат на стерилизация, а повторното им използване може да доведе до неточни показания или повреда на импланта. Всеки SmartPeg е калибриран и персонализиран, за да пасне на всяка система и тип имплантат. Това гарантира, че показанията на Osstell ISQ ще са точни и напълно сравними помежду си. Завиването на мералния пин става на ръка с помощта на специален адаптор (ключе) с приблизителна сила от 4-6 Ncm. За приложената от нас имплантатна система-NEO DENT, Alvim CM се използва Smart Peg тип 48

Измерването става в две различни, взаимно перпендикулярни посоки, було-лингвална BL и медио-дистално MD. При активирането на апарата на дисплея е отбелязано посоката в която ще се извършва измерването.



**Сн. 26. Измерване на резонансно-
честотния анализ**

Върхът на инструмента се задържа под ъгъл от 45 градуса спрямо надлъжната ос на разстояние от 3 до 5 мм от магнита, без да се докосва до него. След измерването апарата се извежда от устата на пациента. Получените стойности се изобразяват на дисплея на устройството, като те са съчетани с цветна светлинна индикация под върха на инструмента съответно червена/ниска, жълта/средна, зелена /висока стабилност. Същото действие се повтаря още веднъж, като се променя посоката на измерването. Обикновено стойностите в буко-лингвална посока са по-ниски от тези в медио-дистална. За резултат от измерването се взема осреднена стойност от двете измервания.

3.7. Статистически методи

Резултатите са записани и обработени с помоща на софтуер IBM SPSS Statistics v. 20.0. За статистическата обработка на резултатите от изследваните параметри са приложени следните статистически методи:

- Еднофакторен дисперсионен анализ (ANOVA);
- Вариационен анализ – на основните характеристики (параметри) на честотните разпределения на разглежданите величини ($\text{mean} \pm \text{SD}$);
- Корелационен анализ – коефициент на Pearson и коефициент на Spearman
- Сравнителен анализ (оценка на хипотези) – χ^2 , F и t-test.
- Графичен и табличен метод на изобразяване на получените резултати

При всички проведени анализи се приема допустимо ниво на значимост $p < 0.05$.

Клиничното проучване е проведено след получено разрешение от Комисията по етика на научните изследвания при МУ-Варна - протокол/решение № 60, заседание на 23.02.2017 г. Всички участници в изследването са подписали информирано съгласие.

4. Резултати

4.1 Резултати и анализ по задача №1

Оценката на резултатите от еднофотонната емисионна компютърна томография [SPECT] с $^{99m}\text{Tc-MDP}$ на периимплантатна костна тъкане извършена посредством стойностите на ROI и AOI.

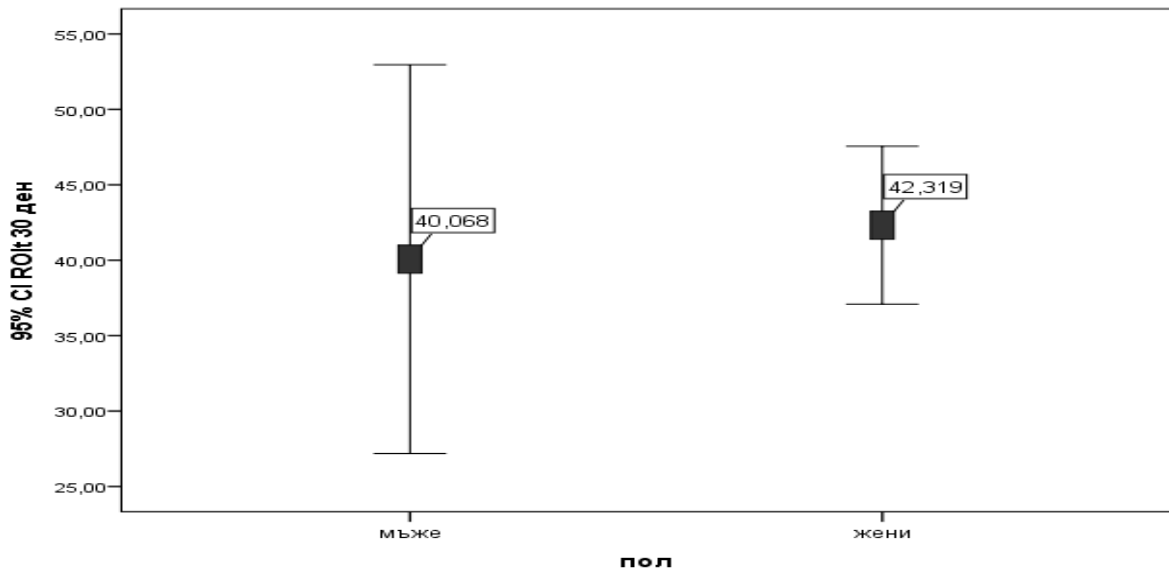
На табл. 4 е представен анализ на стойностите на ROI на отделните пациенти и области на 30-я ден от проведеното лечение. При всички пациенти очертаната зона на интерес обхваща 8 пиксела.

Табл. 4. ROI [Counts/Pixel] на изследваните пациенти на 30-я ден

Пациент	Позиция на имплантатите	ROI - контрола	ROI - тест	Изменение в ROI [тест-контрола]
1	26	21.42	55.35	33.93
2	46	2.32	6.76	4.44
	47		6.39	4.07
	15		17.22	11.11
	24	6.11	34.10	27.99
	25		41.63	35.52
3	46	12.78	42.16	29.38
	36		49.54	36.76
	14	8.72	30.84	22.12
	15		27.06	18.34
4	36	13.18	51.46	38.28
	37		49.64	36.46
	46		58.41	45.23
5	24	34.84	90.39	55.55
6	45	10.92	40.20	29.58
	35		48.79	37.87
7	44	19.40	45.53	26.13
	34		53.41	34.01
8	16	10.21	41.17	30.96
	45		33.91	23.70
9	36	21.75	34.37	12.62
	35		36.48	14.73
10	44	37.04	47.01	9.97

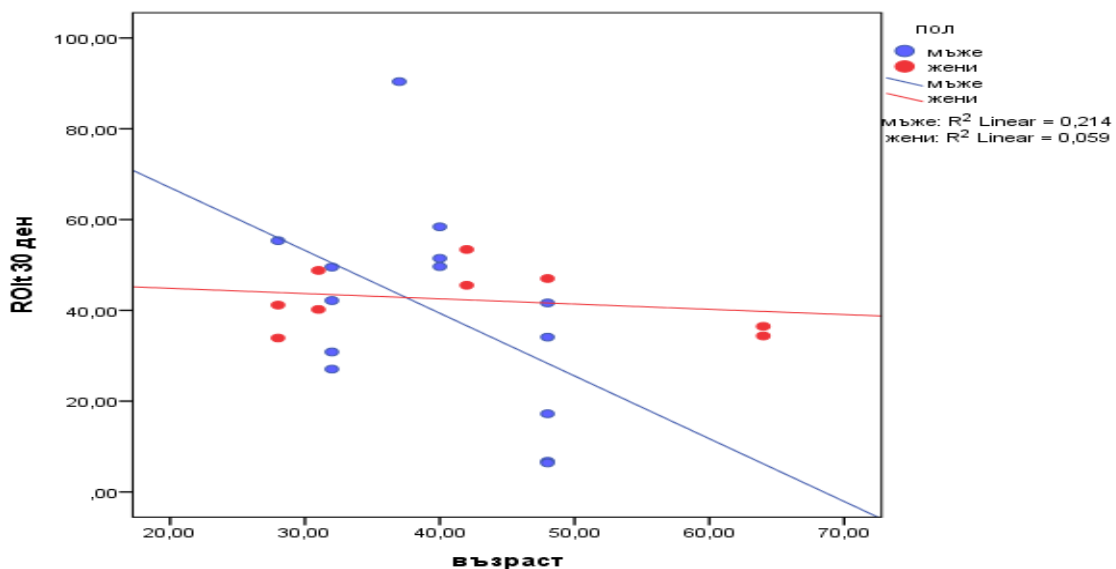
От резултатите представени на табл. 4 се вижда, че при всички пациенти има значима разлика между метаболитената активност в зоната на имплантата и контролната зона (череп).

Не се установява съществена разлика в метаболитната активност на 30-я ден след проведеното лечение [Фиг. 6].



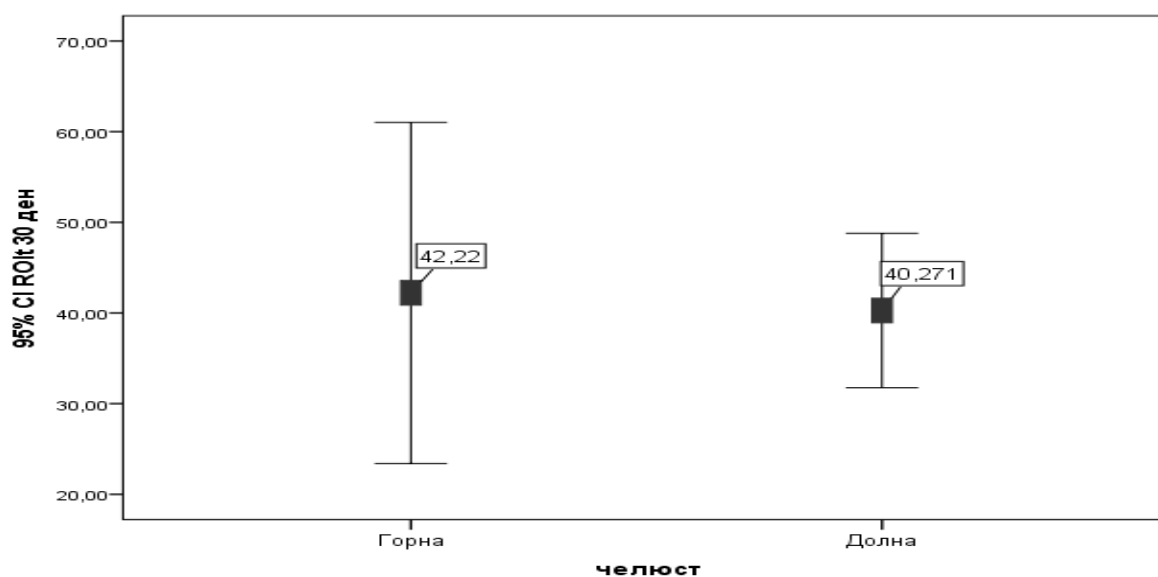
Фиг. 6. Средна стойност на метаболитната активност в зоната на имплантиране според пола

Анализът на връзката между метаболитната активност в зоните на имплантиране и възрастта на пациентите показва негативна зависимост ($r=-0.286$; $p=0.038$), която е по ясно изразена при мъжете ($r=-0.463$; $p=0.026$), отколкото при жените ($r=-0.243$; $p=0.048$) [Фиг. 7].



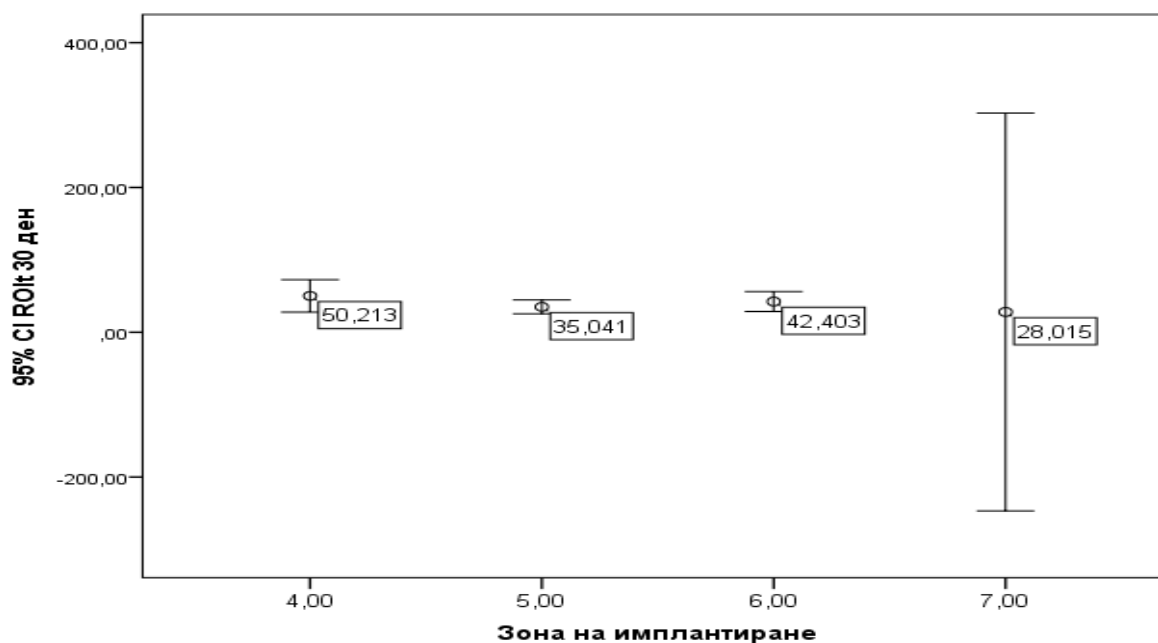
Фиг. 7. Корелационен анализ между възрастта и метаболитната активност в имплантираната зона според пола

Не се установява съществена разлика в метаболитната активност според имплантираната челюст, въпреки, че резултатите в горна челюст са малко по-високи [Фиг. 8].

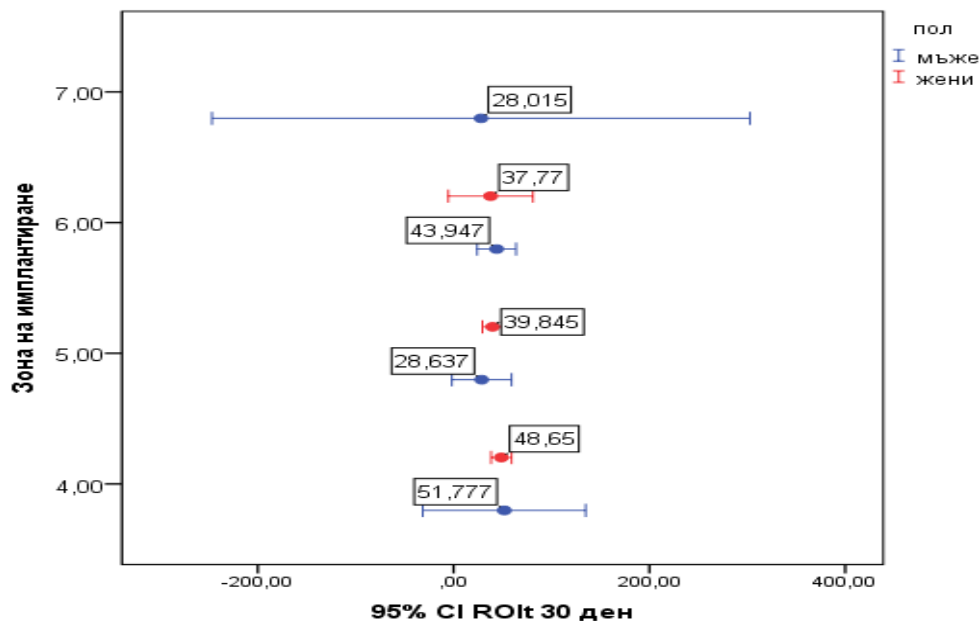


Фиг. 8. Средна стойност на метаболитната активност в зоната на имплантиране според челюстта

Въпреки установеното вариране в средните стойности на ROI не се доказва съществен разлика в метаболитната активност в отделните зони на имплантиране [Фиг. 9]. Такава разлика не беше установена и по отношение на пола на пациентите [Фиг. 10]



Фиг. 9. Средна стойност на метаболитната активност според зоната на имплантиране



Фиг. 10. Средна стойност на метаболитната активност според зоната на имплантиране и пола

При 5 пациенти (3 мъже и 2 жени) се изследва метаболитната активност на една и съща челюст вляво и вдясно [Табл. 5].

Табл. 5. ROI на изследваните пациенти на една и съща челюст вляво и вдясно

Пациент	ROI вдясно	ROI вляво	Изменение на ROI [ляво/дясно]
2	17.22	37.86	20.64
3	42.16	49.54	7.38
4	58.41	50.55	-7.86
6	40.02	48.79	8.77
7	45.53	53.41	7.88

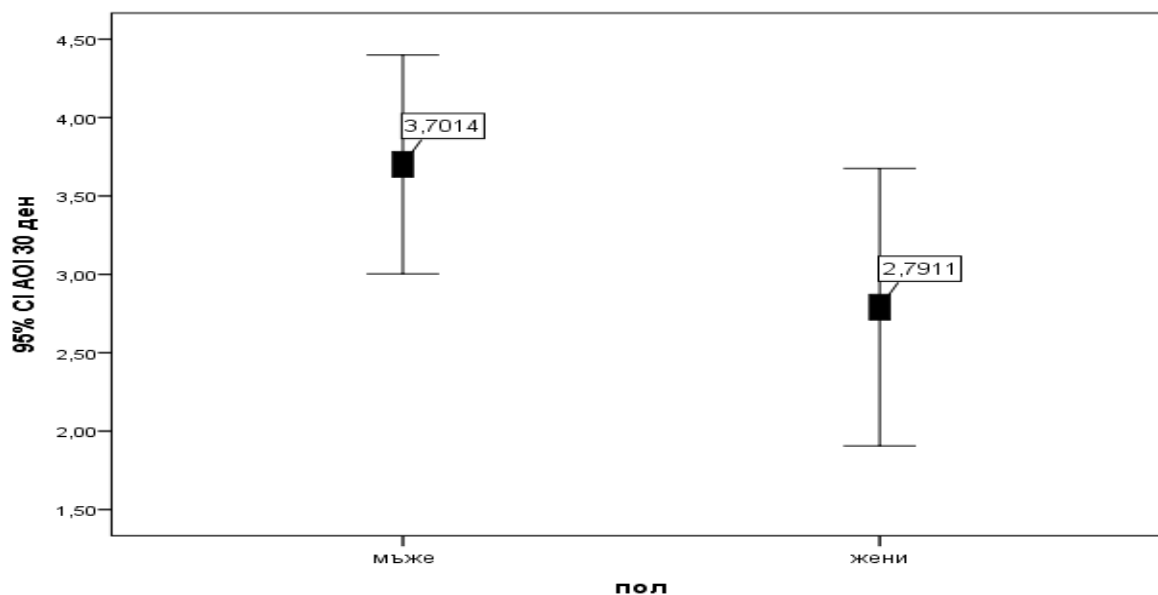
Резултатите от табл. 2 показват, че при 4 от 5 пациенти има по-висока метаболитна активност в лявата половина на имплантираната челюст.

Средната стойност на AOI е 3.34 ± 1.24 [1.27-6.81], като подробните резултати са представени на табл. 6.

Табл. 6. АОІ на изследваните пациенти на 30-я ден

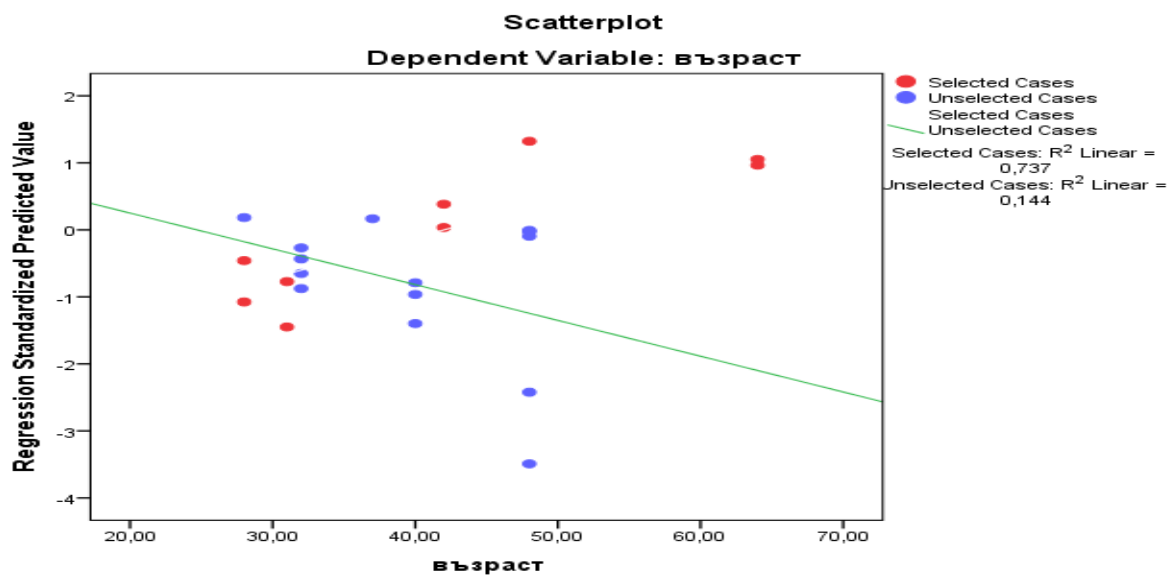
Пациент	Позиция на имплантатите	АОІ
1	26	2.58
2	46	2.90
	47	2.80
	15	2.82
	24	5.58
	25	6.81
3	46	3.29
	36	3.80
	14	3.54
	15	3.10
4	36	3.90
	37	3.70
	46	4.40
5	24	2.60
6	45	3.68
	35	4.46
7	44	2.35
	34	2.75
8	16	4.03
	45	3.32
9	36	1.58
	35	1.68
10	44	1.27

За разлика от метаболитната активност по отношение на остеобластната активност се установи съществена разлика между мъжете и жените ($p=0.047$), която показва, че при жените има по-ниски нива на остеобластната активност [Фиг. 11].



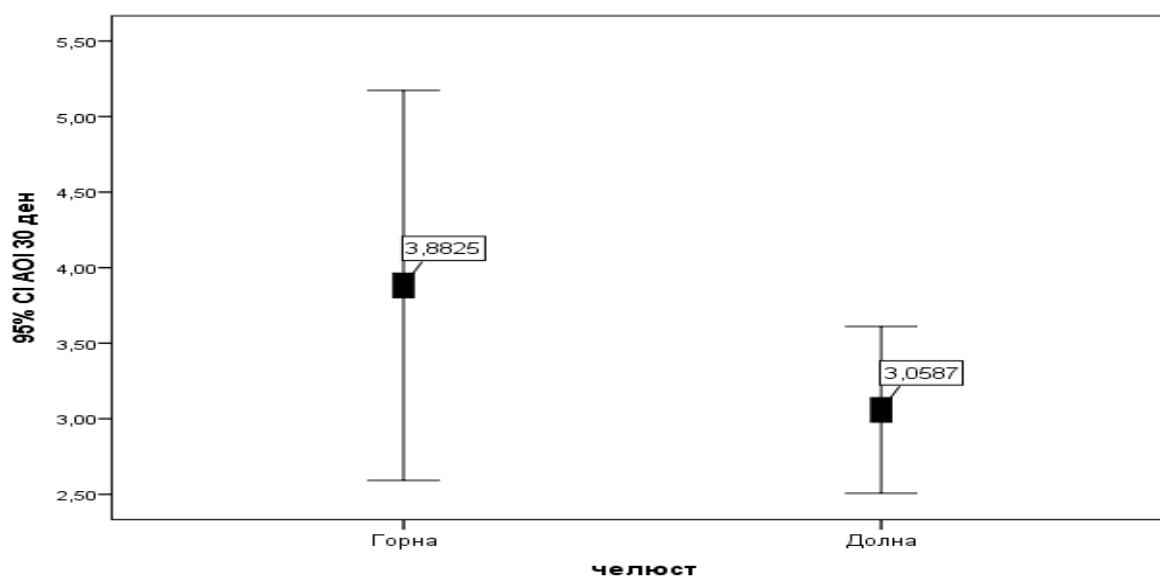
Фиг. 11. Средна стойност на остеобластната активност в зоната на имплантиране според пола

Анализът на връзката между възрастта и АОІ показва същата тенденция както и при ROIt, като възрастта корелира негативно с остеобластната активност ($r=-0.283$; $p=0.036$), като при жените негативната връзка се засилва с бързастта ($r=-0.858$; $p=0.003$) [Фиг. 12].



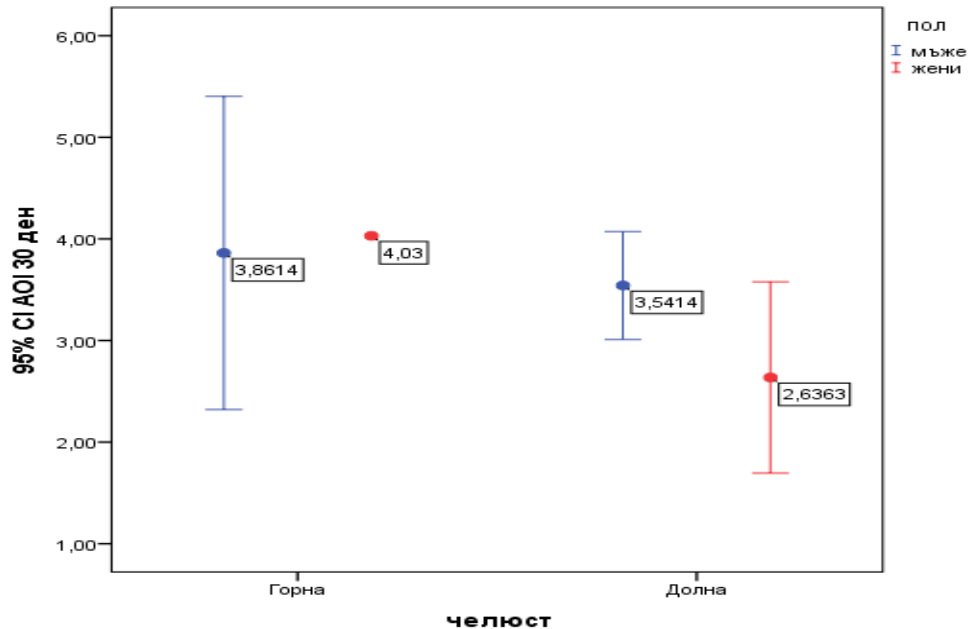
Фиг. 12. Корелационен анализ между възрастта и остеобластната активност при жените

Не се установява разлика в средните стойности на АОІ според имплантираната челюст [Фиг. 13].



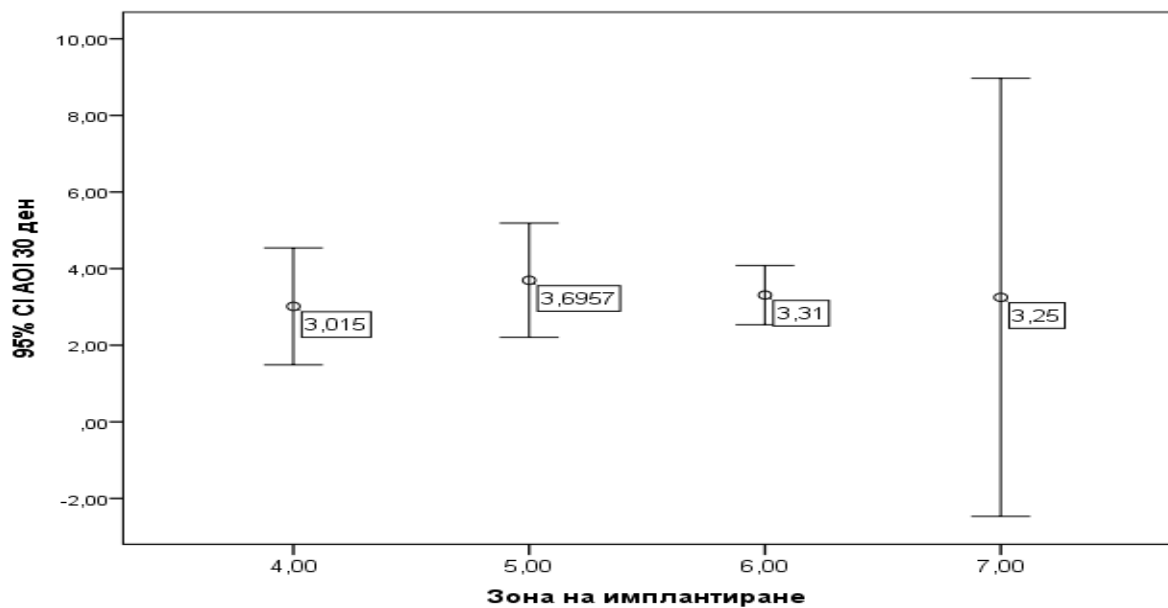
Фиг. 13. Средна стойност на остеобластната активност в зоната на имплантиране според челюстта

Съществена разлика се установи когато се извърши сравнителен анализ на остеобластната активност според имплантираната челюст и пола, където при жените разликата е сигнификантна ($p=0.013$) [Фиг. 14].



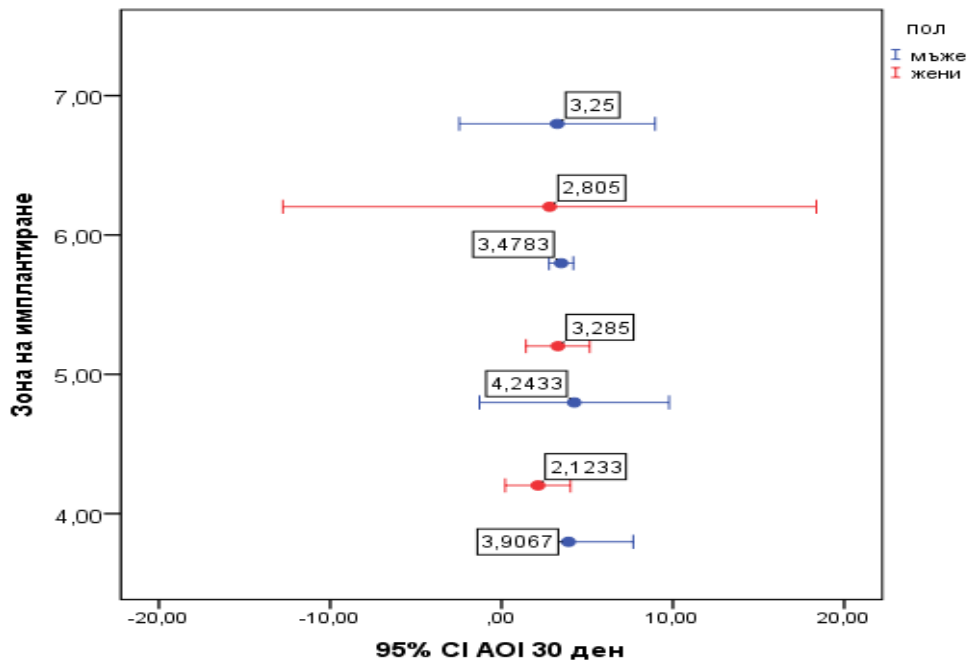
Фиг. 14. Средна стойност на остеобластната активност в зоната на имплантиране според челюстта и пола

Не се установява съществена разлика в остеобластната активност според зоната на имплантиране ($p>0.05$) [Фиг. 15].



Фиг. 15. Средна стойност на остеобластната активност според зоната на имплантиране

Вариране в средните стойности на остеобластната активност се наблюдава и по отношение на пола и зоната на имплантиране, като при жените резултатите са по-ниски отколкото при мъжете ($p=0.033$) [Фиг. 16].



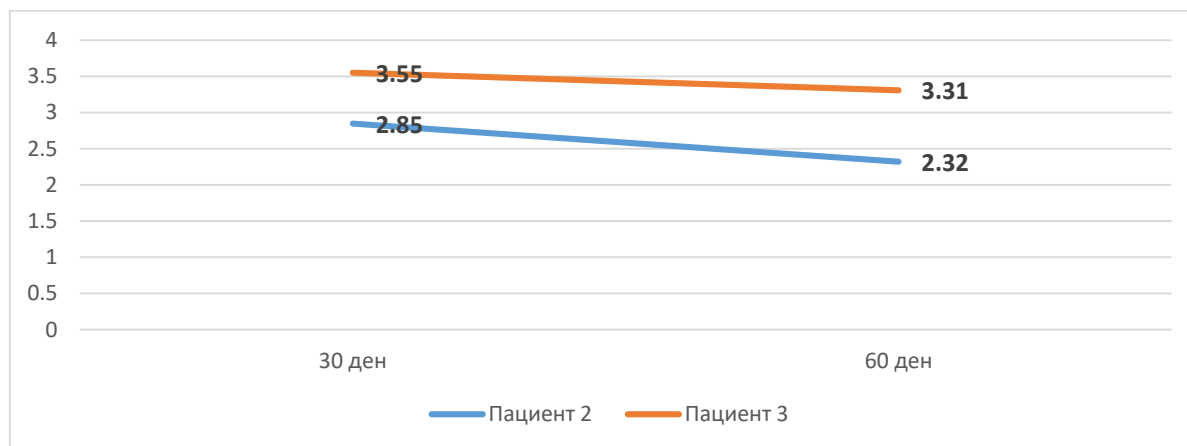
Фиг. 16. Средна стойност на остеобластната активност според зоната на имплантиране и пола

При двама пациенти с общо 4 имплантата в долна челюст (46, 47 и 46, 36) се направи SPECT на 30-я ден, който беше повторен на 60-я ден във връзка с проследяването на едномесечния период на новопоставени имплантати в горна челюст. Имплантатите в горна челюст и при двамата се поставиха 30 дни след тези на долна, поради изчакването на оздравителен процес във връзка с направена екстракция на зъби с лоша прогноза. Това ни даде възможност да получим и да сравним SPECT резултатите на 30-я и на 60-я ден за долна челюст [Табл. 7].

Табл. 7. ROI и AOI на проследените пациенти на 30-я и 60-я ден от имлантатното лечение

Ден	Показател	Пациент 2		Пациент 3	
		46	47	46	36
30	ROI - контрола	2.32	2.32	12.78	12.78
	ROI - тест	6.76	6.39	42.16	49.54
	Изменение в ROI [тест-контрола]	4.44	4.07	29.38	36.76
	AOI	2.9	2.8	3.29	3.80
60	ROI - контрола	6.11	6.11	8.72	8.72
	ROI - тест	12.93	15.47	25.27	32.55
	Изменение в ROI [тест-контрола]	6.82	9.36	35.87	34.08
	AOI	2.11	2.53	2.89	3.73

Резултатите от табл. 7 показват, че и при двамата пациенти метаболитната активност в зоната на имплантиране продължава, но се наблюдава понижаване в нивата на остеобластната активност на 60-я ден спрямо тези измерени на 30-я ден [Фиг. 17].



Фиг. 17. Средни стойности на остеобластната активност [АОІ] на 30-я и 60-я ден

Тази информация показва, че по време на процеса на остеоинтеграция, след първия месец, остеобластната периимплантна активност е много висока и след това започва да намалява през следващите няколко месеца. Наблюдава се и разлика в показателите за намаляване на клетъчната активност, отнасящи се до 2-те области [тест и контрола], въпреки че тези разлики не са статистически значими поради малкия брой включени случаи и липсата на абсолютни референтни стойности.

При 3 пациенти при разглеждането на получените резултати от SPECT изследването се установи остеобластна активност в зони, в които е извършена екстракция и ендодонтско лечение на хроничен локализиран периапикален възпалителен процес (гранулом).

При пациент 2 метаболитна активност е установена при екстракцията на 25, като стойностите на ROI в тази област не се различават съществено от тези на имплантатите (съответно 6.75 в областта на екстрахиране към 6.76 и 6.39 в зоната на имплантиране 46 и 47). AOI в областта на находката е 2.9 пъти по-голяма от контролната област на калварията и също не се различава съществено от тази на имплантатите.

При пациент 3 се установяват две допълнителни находки, свързани с екстракцията на 18 и 28, които са проследени на 30-я и 60-я ден. На 30-я ден резултатите за остеобластната активност не показваха съществена разлика спрямо тези на вече поставените имплантати в горната челюст [Табл. 8]

Табл. 8. Табл. 4. ROI и AOI на пациент 3 на 30-я и 60-я ден

Ден	Показател	Екстрахиране		Имплантати	
		18	28	14	15
30	ROI - контрола	12.78	12.78	8.72	8.72
	ROI - тест	47.57	44.16	30.84	27.06
	Изменение в ROI [тест-контрола]	34.79	31.38	22.12	18.34
	AOI	3.7	3.5	3.54	3.10
60	ROI - контрола	8.72	8.72		
	ROI - тест	34.08	35.87		
	Изменение в ROI [тест-контрола]	25.36	27.15		
	AOI	3.91	4.11		

На 60-я се установява повишаване наиндекса за остеобластна активност и в двете екстрахирани зони спрямо тази установена на 30-я ден.

При пациент 5 се установи метаболитна активност, както в зоната на екстрахираня 48, така и в зоната след проведено кореново лечение на зъб 27. В зоната екстракция се наблюдава по-висока остеобластна активност отколкото в имплантираната (съответно 3.6 към 2.6). Докато при ендодонтското лечение се наблюдава над 9 пъти по-голяма остеобластна активност спрямо имплантираната зона (съответно 25.13 към 2.6).

Резултатите от анализът на остеобластната активност представени в настоящото изследване потвърждават тези на Bhandari et al., които установяват, понижаване на активността между 42-я и 56-я ден (съответно 3.70 и 2.99) [244]. В настоящото изследване средните стойности на AOI на 30-я ден са 3.35 ± 1.24 , а на 60-я ден са понижени на 2.82 ± 0.69 .

В проучването стойностите на AOI са изследвани на 30-я ден и 60-я ден след проведеното имплантатно лечение. Понижаването на стойностите на остеобластната активност доказва данните посочени в литературата, че средното време за остеоинтеграция и оздравяване е около 3 месеца, което също се приема и за подходящо време за натоварване на имплантатите. Настоящото проучване показва сходни резултати с други изследвания относно остеоинтеграцията и времето на натоварване [Табл. 9].

Табл. 9. Сравняване на остеобластната активност на различни имплантатни системи

Пореден номер	Имплантатна система	Брой субекти	Повишаване на остеобластната активност на ден	Понижаване на АОІ до базовата стойност на ден
1	Индийски имплантати [Bhandari SK, Mondal A] [48]	21	14	84
2	Израелски имплантати [Median et al]	26	14-21	112
3	Италиански имплантати [Cervelli V et al]	25	21	70
4	Astra tech имплантати [Khan et al]	5	28	112
5	Немски импланти [Jamil et al]	24	21	56
6	Швейцарски имплантати [собствено изследване]	10	30	60 [няма информация за базови нива]

Вариациите на резултатите посочени в табл. 6 могат да бъдат обяснени с факта, че процесът на остеонтеграция се повлиява не само от специфичния метаболитен процес на костта при отделните пациенти, но и от остеобластната активност спрямо материала, макроскопския дизайн и повърхностната обработка на имплантата. Тъй като във всички разгледани проучвания са спазени протоколите за подбор на пациентите и са използвани унифицирани индекси за оценка на метаболитната активност.

Табл. 10. Стойности на АОІ на 1-я и на 3-я месец.

Пациент	Позиция на имплантатите	АОІ 30 ден	АОІ 90 ден
1	26	2.58	1.79
2	46	2.90	1.62
	47	2.80	1.52
	15	2.82	1.45
	24	5.58	2.84
	25	6.81	3.25
3	46	3.29	2.36
	36	3.80	2.46
	14	3.54	2.17
	15	3.10	1.95
4	36	3.90	1.88
	37	3.70	1.73
	46	4.40	2.08
5	24	2.60	1.43
6	45	3.68	2.28
	35	4.46	2.67
7	44	2.35	1.81
	34	2.75	1.82
8	16	4.03	2.80
	45	3.32	2.63
9	36	1.58	1.22
	35	1.68	1.32
10	44	1.27	1.02

От представените резултати на табл. 10 се установява, че има съществена разлика в стойностите на АОІ на 1-я и на 3-я месец ($p < 0.01$) след проведеното имплантатно лечение. При всички пациенти има значително намаляване на остеобластната активност.

4.2 Резултати и анализ по задача №2

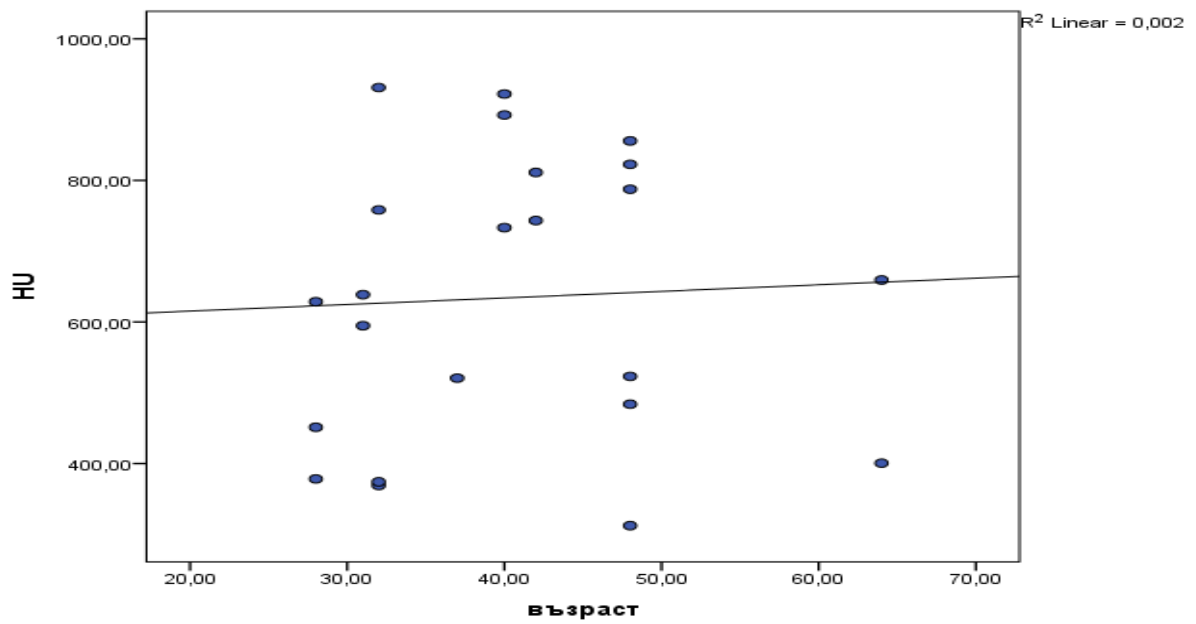
В предварително избраните за имплантиране зони на пациентите е направена оценка на костната плътност в НУ чрез СВСТ, с изработения от нас софтуерен алгоритъм. Резултатите са представени на табл. 11.

Табл. 11. Средни стойности на костната плътност [НУ]

Пациент	Позиция на имплантатите	Mean
1	26	451.26
2	46	822.66
	47	855.76
	15	523.13
	24	483.81
	25	312.26
3	46	758.27
	36	931.15
	14	368.95
	15	376.19
4	36	922.06
	37	892.37
	46	733.25
5	24	520.67
6	45	638.57
	35	594.69
7	44	743.25
	34	811.19
8	16	378.28
	45	628.59
9	36	400.56
	35	659.31
10	44	787.54

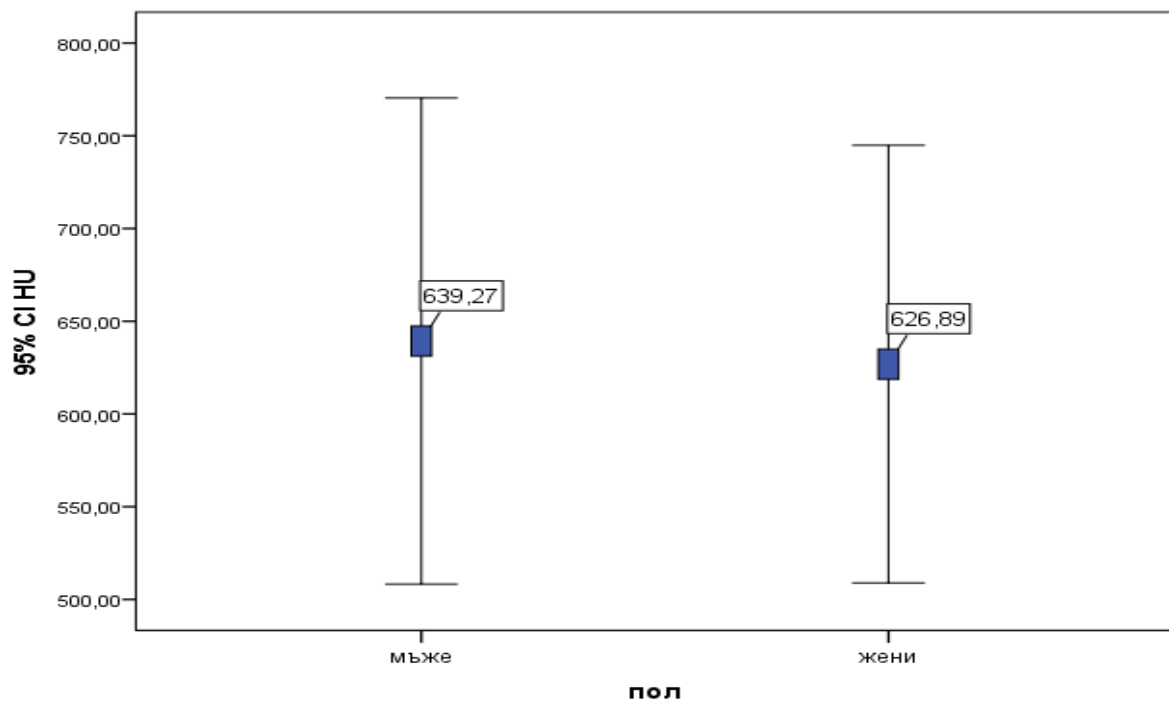
Средната стойност на костната плътност е $634.42 \text{ НУ} \pm 197.65 \text{ НУ}$, като минималната стойност е 312.26 НУ , а максималната стойност е 931.15 НУ .

Анализът на зависимостта между възрастта на пациентите и костната плътност не показва наличието на корелация, което показва липсата на системна връзка между двата показателя [Фиг. 18].



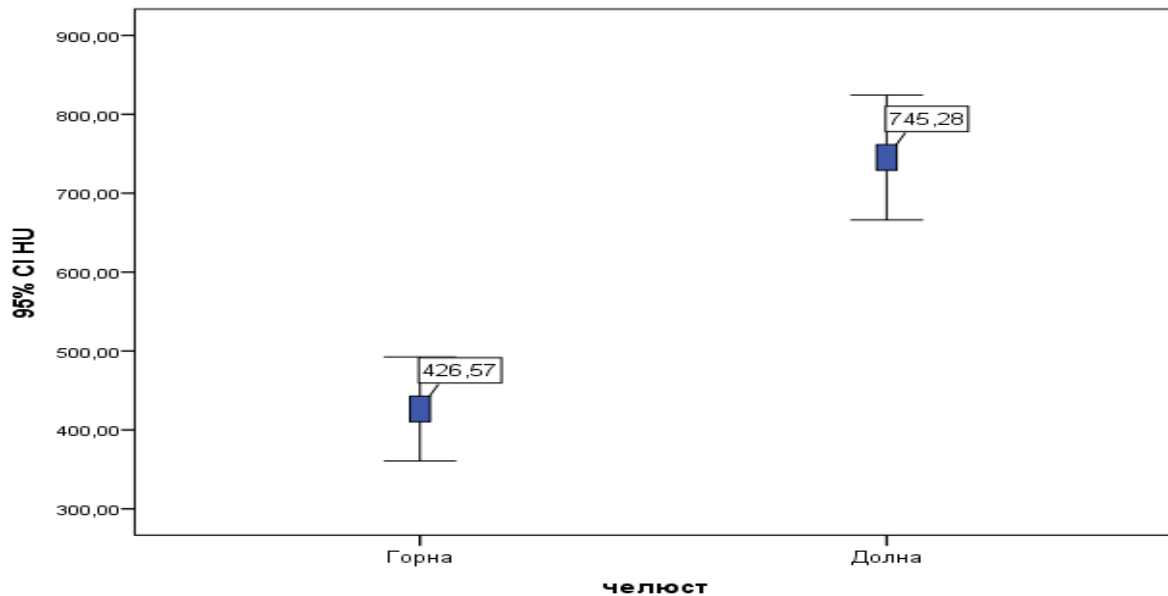
Фиг. 18. Корелационен анализ на възрастта и костната плътност

Проведеният сравнителен анализ на средните стойности на костната плътност при мъжете и жените не показва наличието на съществена разлика [$p=0.887$][Фиг. 19].



Фиг. 19. Средни стойности на костната плътност според пола на изследваните пациенти

Сравнителният анализ на костната плътност в горна и долна челюст показва сигнификантна разлика [$p < 0.001$], като средните стойности в горна челюст са значително по-ниски 426.56 ± 78.85 HU [312.26-523.13 HU] от тези в долна челюст 745.28 ± 142.92 HU [400.56-931.15 HU] [Фиг. 20].



Фиг. 20. Средни стойности на костната плътност според горната и долната челюст на изследваните пациенти

Костната плътност корелира положително с долна челюст [$r = 0.785$; $p < 0.001$], като може да се каже, че в 61.7 % от случаите костната плътност се определя от това дали челюстта е горна или долна.

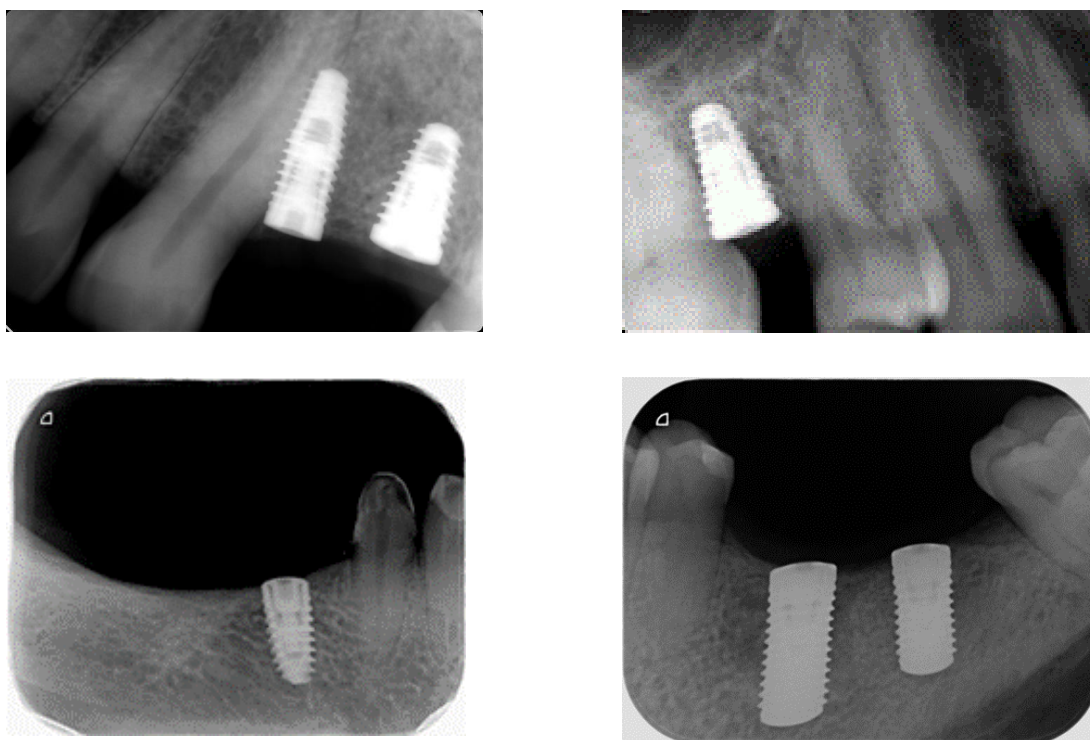
Сравнение на резултатите получени от еднофотонната емисионна компютърна томография [SPECT] с $^{99m}\text{Tc-MDP}$ и при рентгенография/ СВСТ костна плътност
Оценката на остеоинтеграцията се извърши и чрез оценяване на резултатите от еднофотонната емисионна компютърна томография [SPECT] с $^{99m}\text{Tc-MDP}$. Оценката на костната плътност в зоната преди имплантирането, извършена чрез СВСТ.
Ролята на рентгенографските изображения при имплантатното лечение е свързана предимно с първоначалната оценка на костта и наличния обем при избора на размерна на имплантата [Сн. 27].



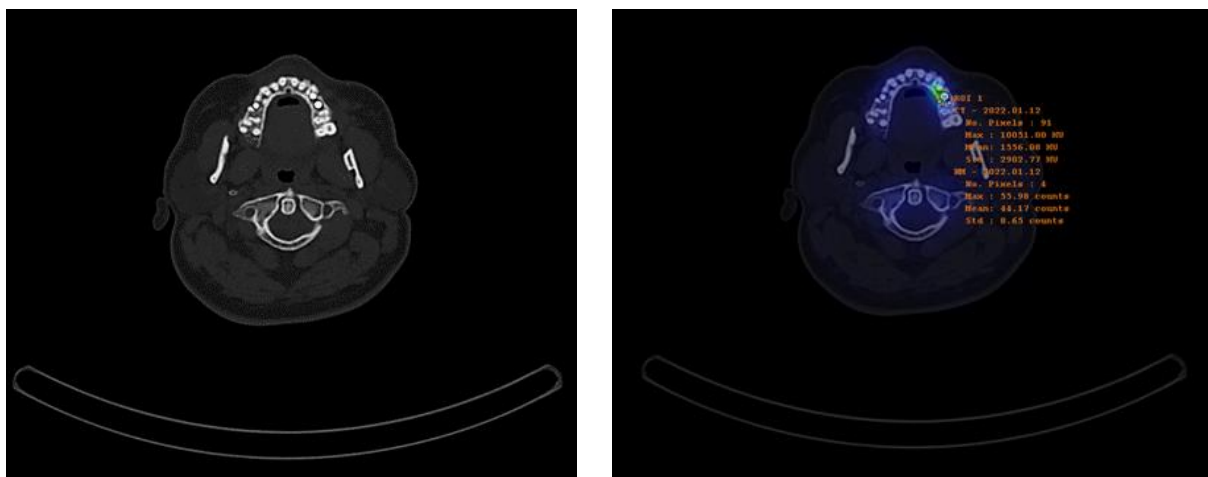
Сн. 27. Панорамна рентгенография

След провеждане на имплантатното лечение чрез рентгенографиите се оцени позицията на имплантата по отношение на пътвоначалната стабилност и определянето на прогнозата за продължителността на оздравителния процес [Сн. 28]

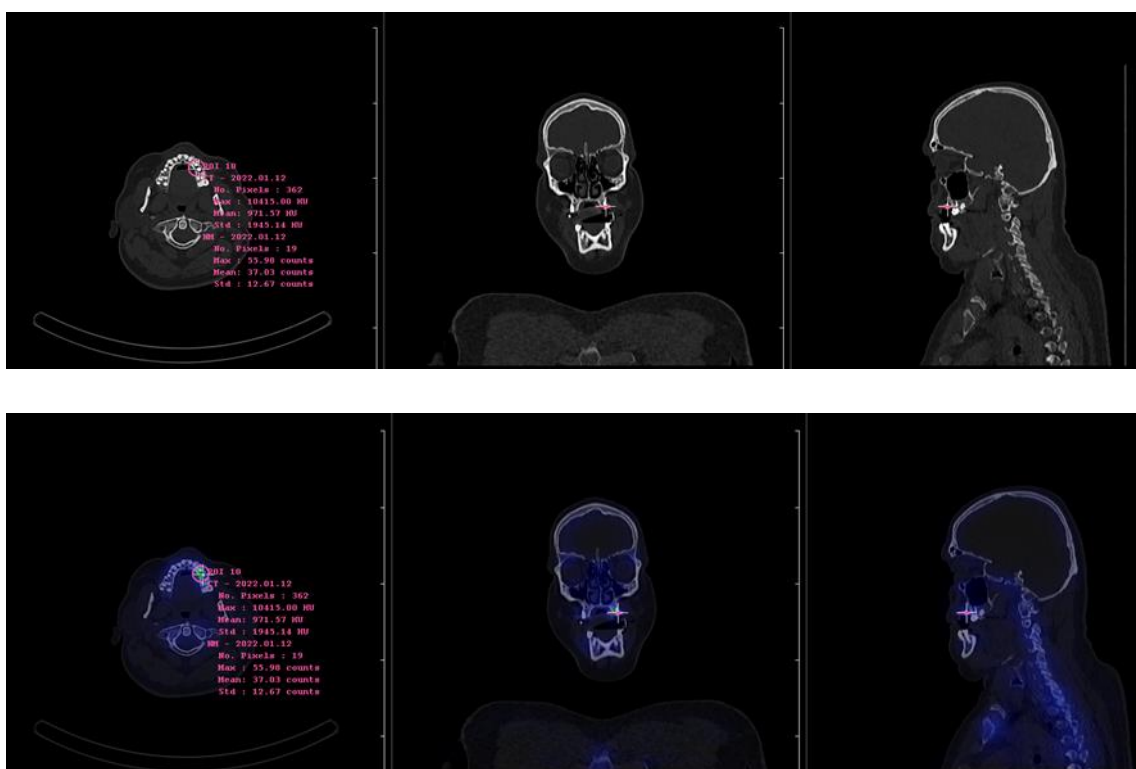
Недостатък на рентгенографиите е, че не дават възможност за обективна оценка на костната плътност и остеобластната активност, което налага провеждането на допълнителни образни изследвания.



Сн. 28. Рентгенографии на пациенти след проведено имплантатно лечение

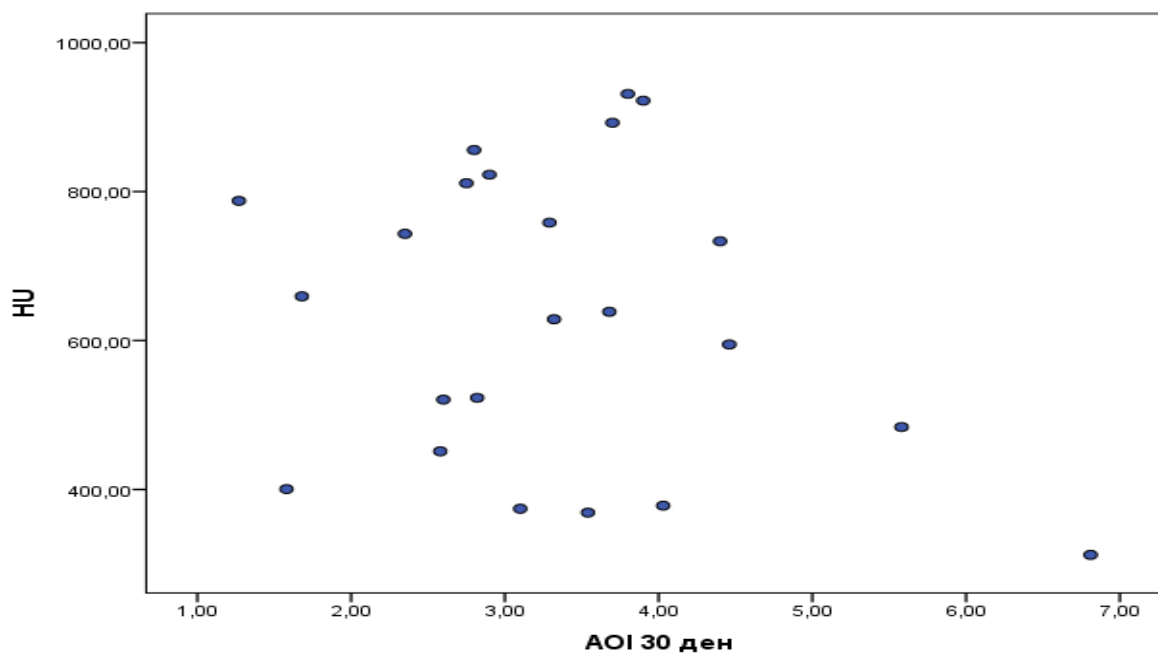


Сн.29. Образ СТ и Фюжън



Сн. 30. Образ СТ и Фюжън в три равнини

При анализа на връзката между АОІ в импантираната зона и НУ еденици в зоната преди импантиране не се установи пряка зависимост [Фиг. 21], въпреки, че поплътната кост е предпоставка за по-добра първична стабилност, която се свързва с по-добрия оздравителен процес и по-високия процент на успеваемост на имплантатното лечение.



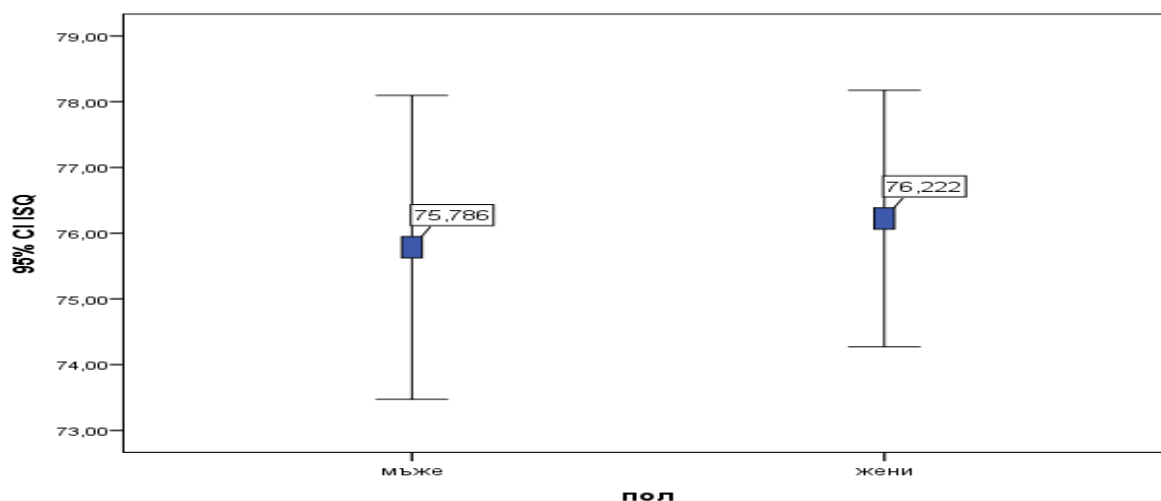
Фиг. 21. Корелационен анализ между AOI на 30-я ден и HU

От резултатите до момента се установи, че костната плътност и остеобластната активност не корелират с възрастта на пациентите. От друга страна се установи, че въпреки липсата на съществена разлика в костната плътност между мъжете и жените, при мъжете има по-високи нива на метаболитна активност.

Впечатление прави, че се установява съществена разлика в костната плътност между горна и долна челюст, като в горната челюст тя е по-малка. В същото време се установява по-висока метаболитна активност. Тези резултати още веднъж доказват, че между двата показателя не съществува пряка зависимост.

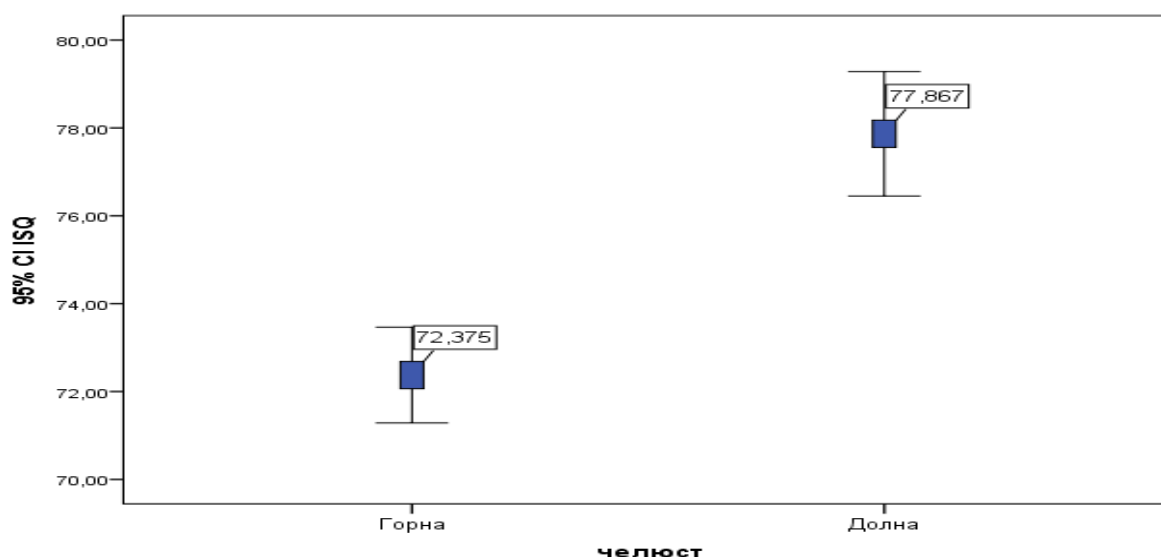
4.3 Резултати и анализ по задача № 3

При всички пациенти се установяват високи стойности на ISQ на третия месец след поставянето на имплантатите, като средната стойност на ISQ е 75.95 ± 3.44 като варира от 70.00 до 82.00. Тези стойности показват, че имплантатите са остеоинтегрирани и имат висока стабилност. Също така получените стойности са индикатор на това, че имплантатите могат да бъдат натоварени с протетичната конструкция. Не се установява съществена разлика в стойностите на ISQ в зависимост от възраст и пол, като средната стойност на ISQ при мъжете е 75.78, а при жените е 76.22 (Фиг. 22).



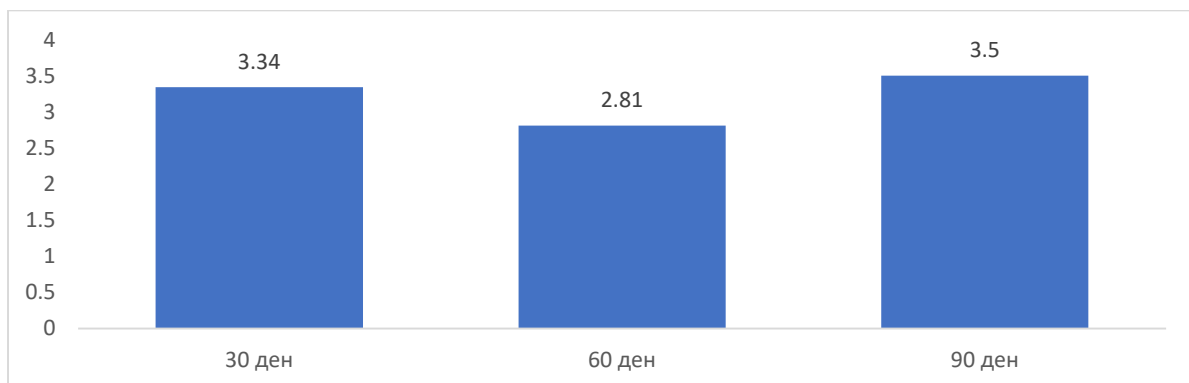
Фиг. 22. Средни стойности на ISQ според пола

Такава разлика се установява по отношение на двете челюсти, като средните стойности за горна челюст са малко по-ниски от средните стойности за долна челюст (съответно 72.37 и 77.87; $p < 0.001$) (Фиг. 23), което може да се обясни с по-ниската костна плътност в горна челюст в сравнение със същата в долна. Установена е силна зависимост между стойностите на ISQ и вида на челюстта ($r = 0.777$; $p < 0.001$). По-ниската плътност е причината за по-ниските стойности на ISQ т.е има зависимост между костна плътност и ISQ.

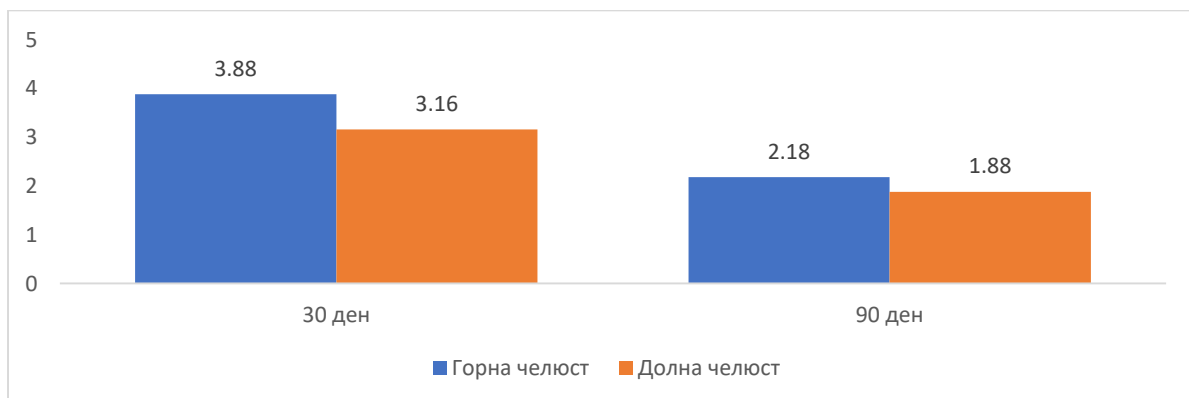


Фиг. 23. Средни стойности на ISQ според челюстта

При анализът на резултатите от резонансно-честотния анализ с тези получени от еднофотонната емисионна компютърна томография се установява значителна корелация ($r=0.829$; $p=0.002$). На третия месец от поставянето на имплантатите не се визуализира повишена фиксация на остеотропния радиофармацевтик в зоните на имплантиране, което показва липсата на сцинтиграфски данни за активен репаративен костен процес (Фиг. 24 и Фиг. 25). От тези данни може да заключим, че процесът на остеоинтеграция е приключил и имплантатите могат да бъдат натоварени. От получените стойности при резонансно-честотния анализ (средната стойност-от измерванията в двете взаимно перпендикулярни посоки) се установява висока имплантатна стабилност което е също е индикатор за постигната вторична стабилност. Двата метода изследват различни характеристики на оздравителния процес потвърждават едно и също нещо, а именно това че поставените имплантати могат да бъдат натоварени. Също така и при двата метода не се установяват съществени различия по отношение на пол и възраст.



Фиг. 24. Средни стойности на АОІ в изследвания период



Фиг. 25. Средни стойности на АОІ според вида на челюстта в изследвания период

5. Обсъждане

5.1 Обсъждане по задача № 1

Костта е васкуляризирана тъкан и активирането на тромбоцитите настъпва непосредствено след нарушаване на нейната цялост, по време на образуването на хематома. Растежните фактори, освободени от тромбоцити, действат локално на мястото на нараняване, където медиат ранни събития, свързани с възстановяването на костта. $^{99m}\text{Tc-MDP}$ се натрупва в костите основно чрез химическа адсорбция в костния матрикс, който от своя страна се влияе от факторите на околната среда. Подкиселяването на костта поради лезии, възпаление или лечебен процес, увеличава отлагането на $^{99m}\text{Tc-MDP}$ в костта и промените се визуализират лесно чрез сцинтиграфия. Остеобластната активност при използване на $^{99m}\text{Tc-MDP}$ костна сцинтиграфия достига пик през първите 4 седмици след поставянето на зъбния имплант, след което постепенно намалява за различен период от време.

Това се установява в изследванията на Kahn, Bhandari, Median, Bambini. Нашето изследване потвърди, че оздравителният процес около интраосалните остеоинтегрируеми дентални имплантати се асоциира с повишеното натрупване на специфичен радиофармацевтик в периимплантатната костна тъкан. Това се наблюдава през първият месец от поставянето на имплантатите, натрупването намалява през втория и третия месец, което показва и намаляване в остеообластната активност. Получените от нас резултати демонстрират сходство с проведените до момента изследвания. Ние смятаме, че за да може да бъде определен пика в активността на остеообластите през първия месец, трябва да бъде проведено изследване на костта преди процедурата по поставяне на имплантатите и регулярни изследвания през този месец. В проведените до момента изследвания авторите отчитат пик през втора и трета седмица след имплантирането. Достигането до изходни нива е показател за завършване на остеоинтеграцията и оздравителния процес, това от своя страна дава възможност да се продължи със следващия етап от лечението - разкриването и натоварването на имплантата. В литературата този период настъпва през 3/4 месец. Всички поставени от нас имплантати показваха активност в периимплантатната кост, което е показател за активен метаболитен процес. Ненатрупването на радиоизотоп в зоните на интерес се свързва с костна алтерация и липса на метаболитна активност последващо отпадане на имплантата. Това дава възможност SPECT изследването да бъде използвано за ранна оценка и предвидимост за изхода от лечението. Bhandari[39] документира че при

пациенти с компромисно оздравяване , натрупването на треисъра е значително по-малко отколкото в зоните с нормален оздравителен процес. Също така нуклеарно медицинската техника на изследване, има потенциала да регистрира зони с прогресивна костна загуба, на много ранен етап. Повишаването на нивата на натрупването на треисъра в края на оздравителния период, когато нивата трябва да са близки до изходните, крелира с предишни проучвания, при които повишените нива на акумуляция се докладват в региони с периимплантатно костно възпаление. В своето проучване Median Z. [235] провежда периодично сканиране на периимплантатната костна тъкан, като наблюдава постепенно понижаване на метаболитната активност достигаща изходни нива през 16та седмица. През 23-та седмица авторът отчита значително повишаване на активността без клинична изява. При прегледа се открива скъсана мостова конструкция между два импантата, която предизвиква травма. След подмяната с нова конструкция нивата на метаболитна активност се връщат отново към изходните. От казаното до тук става ясно, че методът показва висока чувствителност и може да отчете активни резорбтивни промени около имплантатите преди появата на клинични симптоми или промени в периимплантатната костна тъкан установими на рентгенография.

Установените от нас повишени нива на натрупване на радиофармацевтика в зони извън зоните на имплантиране (екстракционни рани) са показател за реактивни метаболитни промени в костта във връзка с оздравителния процес след хирургична манипулация по отстраняването на зъби неперспективни за лечение. Това потвърждава че сцинтиграфското изследване на периимплантатната кост може да бъде използвано за оценяване на оздравителния процес и ни дава уникална възможност да сравним активността в имплантирана и не имплантирана костна зона, разбира се с известни условности от гледна точка на начина на получаване на костната ложа. От етична гледна точка е недопустимо да се проведе процедура по остеотомия без последващо поставяне на имплантат. От получените резултати откриваме сходство в активността в двете зони.

Не наблюдаваме разлика в активността между лявата и дясната страна при едни и същи пациенти с една и съща зона на имплантиране, както и при изследването на Kalayci A, et al. [182]. Не установява разлика лява с дясна страна в зоната на кучешките зъби.

Еднофотонната емисионна компютърна томография, е чувствителен, не инвазивен метод, който дава възможност за регулярна проследимост във времето и

съпоставимост на резултатите при оценката на различни фактори и условия на имплантиране при отделни пациенти. В изследването не откриваме разлика в активността спрямо различната възраст на пациентите, но откриваме повишена активност в горна челюст, това се потвърждава и от изследването на Медиан 3, в което изходни нива в долната челюст се достигат на 12та седмица в сравнение с горна челюст при която това се наблюдава на 20тата седмица. Cerveli[69] също потвърждава, че метаболитната активност в горна челюст се задържа по-дълго и е по-изразена. Тези данни доказват, че горната челюст е по-метаболитно активната, което може да бъде обяснено и с по-добрата васкуларизация на челюстта. Трябва да се даде отговор на въпроса, дали по-продължителната във времето остеобластна активност е индикатор за по-бавна, но и по-качествена остеоинтеграция и дали по-бързото достигане до изходни нива, което бележи края на остеоинтеграцията, води до качествена остеоинтеграция. Тези въпроси се повдигат в контекста на времето за натоварване на имплантите.

През 2014г Yamamoto и кол[396] провеждат изследване с помощта на костна сцинтиграфия, целта на което е да се изследва влиянието на незабавното и ранно натоварване и влиянието върху динамичните промени в костния метаболизъм около зъбните имплантати. Изследователите поставят два титаниеви имплантата в дясната тибия на 21 плъха. Според времето за прилагане на натоварването, плъховете се разделят в три групи: група с незабавно натоварване(0-D), ранно натоварване 1 ден след поставяне на имплантата(1-D) и натоварване 3 дни след поставяне на имплантата(3-D). Плъховете се инжектират интравенозно с технеций-99 m-метилен дифосфонат (Tc99 m-MDP) (74 MBq/плъх) и се сканират чрез костна сцинтиграфия на 1, 4, 7, 11, 14, 21, 28 и 35 дни след поставяне. Съотношението на натрупване на Tc99 m-MDP около имплантите спрямо това на референтното място се използва за изчисляване и оценяване на костния метаболизъм. Във всяка група съотношението на усвояване се увеличава до 7 дни след прилагане на натоварването и след това постепенно намалява. То е значително по-висок от изходното ниво на 4, 7, 11 и 14 дни ($P < 0,001$). Съотношението на поглъщане в 1-D и 3-D групите е значително по-високо от това в контролната група, а също и това в 0-D групата ($P < 0,001$).

На база на получените резултати, авторите стигат до извода, че костният метаболизъм първоначално се повишава и след това постепенно намалява до изходното ниво, въпреки разликите във времето на натоварване. Увеличаването на костната метаболитна активност се различава в зависимост от времето за прилагане на

натоварването; колкото по-късно се прилага натоварването, толкова по-засилен е костният метаболизъм.

Suzuki et al. (2007) [359] твърдят, че костното ремоделиране е различно при натоварени имплантати в сравнение с ненатоварените. Тесъобщават, че имплантатите, които се натоварват веднага имат по-високпроцентен имплантатно костен контакт на 3тия месец, отколкото ненатоварените имплантати. Натоварените имплантати показват 10%-12% по-високи стойности на BIC в сравнение с , ненатоварени имплантати [373]

Vambini също наблюдава повишаване на метаболитната активност през първите 30 дни при натоварен на 48мия час имплантат и ненатоварен от контралатералната страна, която прогресивно намалява на 90 тия ден. При натоварения имплантат активността е по-висока на 30тия ден в сравнение с ненатоварения, но също така се забелязва и по-бърз спад в активността при натоварения на 90тия ден, което може да е белег за по- бърза остеоинтеграция. При имедиатното натоварване процесът на остеоинтеграция приключва по-рано отколкото при ненатоварените [39]

За да се даде отговор на този въпрос, според нас трябва да бъдат комбинирани различни изследвания като хистологично, резонансно честоно изследване и SPECT изследване.

Хистологичното изследване е златен стандарт, класически метод, който на базата на имплантатно костния контакт, осигурява обективни данни за процентното отношение между новообразуваната костна тъкан и имплантатната повърхност. Недостатъкът на метода, освен от етична гледна точка е свързан с това, че не може да осигури данни във различни етапи от хода на оздравяване, т.е не може да се използва за динамично наблюдение на остеоинтеграцията. Резонансно честотният анализ-RFA е неинвазивен диагностичен метод, който измерва стабилността на имплантата и костната плътност в различни времеви точки [240]. Abdel-Haq et al. [10]. съобщават че RFA няма корелация с %BIC

През 2007 в свое проучване Zhou. [402] анализират ролята на две не инвазивни техники за оценка на остеоинтеграцията-костната сцинтиграфия и резонансно честотният анализ(RFA) Изследователите поставят 60 имплантата в бедрените кости на 30 заека. Поставените имплантати са разпределени в две групи според различната обработка на повърхността им. Едните са обработени чрез пясъкоструене и последваща киселинна обработка, а другите са с машинно обработена повърхност. На 1, 2, 4, 6, 8 и 12 та седмица след поставянето на имплантатите се провеждат костни сцинтиграфии, също така авторите провеждат рентгенографско, резонансно честотно и хистологично

изследване .Сцинтиграфското изследване отразява активността на образуване на нова кост, но не показва разлика между имплантатите с различна обработка на повърхността.Стойностите на RFA нарастват с увеличаването на костно-имплантатния контакт по време на фазата оздравяване, което колелира с хистоморфометричните данни.Също така стойностите на резонансно честотния анализ са различни при двата повърхностна обработка на имплантатите.

През 2012 Sanchez и кол. . [315] провеждат изследване, чиято цел е да се сравни метаболитната активност на при импланти с машинно обработена и груба повърхност, като се използва костна сцинтиграфия по време на *in vivo* процеса на остеоинтеграция при зайци, както и да се установи корелация между индекса на остеобластна активност (AI) и -процент на имплантатно костен контакт (%BIC).Поставени са 24 имплантата, по два от всеки вид на 12 животни. Пред оперативно, на 15тия ден и на месечни интервали е провеждана костна сцинтиграфия технеций 99m-метилендифосфат (Tc-99m-MDP).%BIC се измерва чрез сканираща електронна микроскопия в 10 проби от всеки тип повърхност на импланта.Максималният среден AI се появява след 15 дни от имплантирането и е по-висок при машинно обработените импланти. Не са открити значителни разлики в %BIC според типа имплант.

Костната сцинтиграфия и резонансночестотния анализ позволяващи множество сравнения в рамките на един субект.

Би било интересно да се изследва как се променя метаболитната активност при поставянето на протетичната конструкция и натоварването на имплантатите. [317]

През 2008г. Sasaki и кол.п провеждат SPECT изследване върху плъхове, като целта е да се установи каква е метаболитната активност около имплантатите при поставянето им и при тяхното механично натоварване.В процеса на остеоинтеграция натрупването на трисъра се увеличава през първата седмица след поставянето на импланта и след това постепенно намалява. . В процеса на прилагане на натоварването коефициентът на поемане се увеличава с увеличаването на натоварването- 2.0- и 4.0-N; той беше значително по-висок за период от 6 седмици, отколкото преди прилагането на натоварване.Авторите правят извод, че костният метаболизъм около имплантите се увеличава с натоварването и зависи от големината и периода на натоварване.

Имайки предвид напредъкът на технологичните процеси и гоемият брой имплантатни системи с различни обработки и модификации на повърхността, би било интересно да се направи SPECT изследване за оценяване на остеобластната активност във времето при имплантати с различни характеристики на макродизайна и

имплантатната повърхност. Последното такова изследване е провеждано преди повече от 25 години, в което са използвани ножовидни и завинтващи се имплантати, при който според автора костният оздравителен процес не се повлиява от разликите в имплантатния дизайн, при постигната имплантатна стабилност в костта.

Изборът на метод за изследване в денталната имплантология във връзка с оздравителния процес и прогнозирането на успеха от проведеното лечение, трябва да е приложим при идентични условия за голям брой пациенти. Методът трябва да е с висока чувствителност и да може да се прилага в хода на оздравителния процес.

Наблюдаването на оздравителния процес около зъбните импланти винаги е било интересна тема, което е причина за провеждането на редица хистологични изследвания. Хистологичното изследване е златен стандарт, класически метод за оценка на остеоинтеграцията, определящ имплантатно костния контакт. Този тип изследване обаче не е подходящ метод в клиничната практика за наблюдение на динамичния процес на остеоинтеграция. около един и същ имплант в различни периоди [176; 333].

Методът е инвазивен и е свързан с нанасянето на травма при вземането на пробата, среща и ограничения от етична гледна точка. Хистологичният анализ не дава възможност за проследимост на резултатите във времето. [25,249] Използването на хистологични и хистоморфометрични методи [64, 170] изисква жертване на зоната на интерес заедно с имплантата.

Резонансно-честотният анализ на имплантатите се е утвърдил като надежден метод за оценка на имплантатната стабилност [18,179], но не могат да оценят костната морфология и физиологичната активност на процесите в нея.

Стойността на въртящия момент при поставянето на имплантата в първия хирургичен етап има отношение към инициалната стабилност, но не може да се използва във времето за проследяване на оздравителния процес [260].

Конвенционалната рентгенография предоставя двуизмерно морфологично количествено определяне на зоната на интерес в една равнина. [127]

Рентгенографията е рутинно средство в клиничната практика, методът има ниска чувствителност при откриването на патологичен процес и костно ремоделиране на ранен етап [54].

Конично лъчевата томография може да осигури количествено определяне на морфологичните промени във всичките три равнини, но не успява да предостави информация за физиологичната активност. [132]

Използването на нуклеарно медицинско изследване с приложението на специфичен радиофармацевтик натрупващ се селективно в костите с изразен костен обмен-остеобластна метаболитна активност и васкуларизация е метод който намира приложение в клиничната практика.[234, 44, 354]

За разлика от нечувствителната конвенционална рентгенография, Костната скintiграфия има ависока чувствителностс при ниска специфичност[364, 226]

Сцинтиграфията може да отразява физиологичните промени , в една равнина, [78] Методът показва ограничение в точния количествен анализ, свързан с изкривяване и наслагване на нежелани анатомични структури,;

SPECT изследванията осигуряват допълнително усъвършенстване в сравнение със планарната скintiграфията, като дават възможност за точен качествен и количествен анализ [105, 106].

SPECT предлага възможност за реконструкция на 3-измерни [3D] изображения с разпределение на радиофармацевтик, поет от избрани костни структури, осигурявайки точни данни за прогнозата то лечението. [32] Това изследване дава възможност за изследване на костния метаболизъм в периимплантатните зони, предоставяйки не само анатомични изображения, но и информация, свързана с физиологията и динамичните промени, които възникват по време на остеоинтеграцията. [32]

Радиоизотопната скintiграфия с помощта на технеций-99m-метилен дисфосфонат (Tc-99m-MDP) се оказа надежден метод за измерване на повишена метаболитна активност в специфични места на скелетната тъкан [8, 173, 179]

5.2 Обсъждане по задача №2

В настоящото проучване, за да се изключи субективният фактор при определянето на костната плътност се проведе изследване на пациентите с един и същ СВСТ апарат при идентични настойки, за да имаме максимална съпоставимост на резултатите. Чрез специално създаден софтуерен алгоритъм се опеделиха средните стойности на HU в изследваните зони [23 на брой] при всички пациенти.

Качеството на костта е термин ,който не е ясно дефиниран в литературата. Терминът включва различни аспекти като: костна плътност, степен на минерализация, васкуларитет и костен метаболизъм. [46, 257].

Качеството на костите може да бъде описано от фактори, различни от костната плътност, като например размери на костта, архитектура, 3-измерна ориентация на трабекулите, [151].

Влиянието на всеки един от тези фактори и връзката му с имплантатното лечение все още не е напълно изяснен. Костната плътност е един от основните фактори оказващи влияние върху първичната стабилност, която има водещо значение за бързия и качествен процес на остеоинтеграция и преживяемостта на денталните имплантати[228].

Конично лъчевата компютърна томография ,на базата на хънсфилдовите еденици, дава възможност да се определи костната плътност. Определянето на предоопертивните стойности на костната плътност в зоната на имплантиране, показва значителна корелация с първичната стабилност при имплантиране[280, 286].

Други автори също потвърждават връзката между стойностите на HU определени на компютърна томография и стабилността на имплантата при поставянето му[374, 28,108,228].

В литературата има данни за установена връзка между костната плътност и стойностите на въртящия момент при поставянето на имплантатите. Връзката е положителна: по-голяма плътност, по-голям въртящ момент[163, 164].

Получената информация за костната плътност от СВСТ може да се вземе под внимание при планирането на имплантатното натоварване[312].

Както конвенционалната компютърна томография, така и Конично лъчевата компютърна томография могат да се използват за оценка на костната плътност[66,269,367].

Други автори определят коничнолъчевата компютърна томография като ненадежден метод за изследването на костната плътност и обвързването и с първичната стабилност на имплантатите[30, 66].

Най-вероятно това се дължи на факта, че наличието на артефакти могат да затруднят измерването на костната плътност около тях. Molteni et al заявяват, че наличието на артефакти затрудняват точното определяне на стойностите на костната плътност в Хънсфилдови единици [HUs] на СВСТ. [258]

Nackaerts et al. докладват за получаването на различностойности на костна плътност, използвайки различни скенери за СВСТ анализ. [263]

Други трудности са свързани с изчисляването на средните стойности на хънсфилдовите еденици в костния обем в който ще се имплантира, както и на факта че

стойността на HU единици показващи се на монитора при движението на показалеца са за определен срез, а не за целия обем.

Според класификацията на Mish получените резултати за костна плътност на долна и горна челюст, измерена в HU може да се ксже, че изследваните пациенти попадат в група костD3.идентични резултати се наблюдават и в изследвания на други авториNorton and Gamble измерват костната плътност на 139 места във връзка с предстоящо имплантиране, установяват че средната стойност е 682 HU[270]

Вв свое проучване, Turkyilmaz и кол. изследват костната плътност при поставянето на 158 имплантата при 85 пациенти, като установяват стойности на HU от 278-1227 със средна стойност от 751.4HU [375]

Sharurian и кол. измерват стойностите за Хънсфийлдови единици [HU] във връзка с поставянето на 219 имплантата, авторите не откриват връзка между стойността на костната плътност, измерена в Хънсфийлдови единици с възрастта или пола на пациента [338].

Резултатите от нашето проучване се потвърждават от заключенията в литературата, това ни дава основание да вярваме, че избраният от нас дизайн на изследването на костната плътност може да се използва като надежден инструмент за оценка в клиничната практика, като допълнителен ориентир при планиране на имплантатното лечение от клинициста.Освен това нашият дизайн е бърз и лесен за прилагане, дава възможност за константност при измерванията, както на отделни пациенти, така и на отделни региони при един и същ пациент.Методът може да бъде използван за измервания при голям брой пациенти и да послужи за бъдещи анализи и проучвания.

Секторните рентгенографии са рутинно средство на изследване в клиничната практика, които намира приложение и в сферата на денталната имплантология. Методът дава възможност за оценка на поставения имплантат в костта непосредствено след имплантиране, отразява костната морфология, но методът има ниска чувствителност при откриване на ранно патологично и/или костно ремоделиране промени. Секторната периапикална рентгенография (рентгенография по Дик) може да се използва като изходно изследване на базата на което да се провеждат сравнителни графии във времето с цел оценка на степента на костна резорбция/загуба. Наличието на просветление (слаба сянка) между имплантата и костта е показател за липса на контакт между двете повърхности. Увеличаването на размерите на това просветление е индикатор за костна резорбция.За съжаление тези промени стават видими едва при

загубата на поне 30% от минералното съдържимо. Секторната рентгенова снимка има известно предимство пред конично лъчевата компютърна томография от гледна точка на артефактите. Лимитиращ момент за измерването и диагностицирането на евентуален периимплантит при конично лъчевата компютърна томография са металните артефакти. Те са в резултат на разсеяно лъчение и абсорбцията на нискоенергийни фотони от обекти с висок атомен номер-метал. Резултатът от това е деформация на образа и наличието на хипер-хиподензни ивици, разпространяващи се от обекта радиално в аксиална равнина. Поради тези причини метод на избор за образна диагностика при съмнение за периимплантит е интраоралната рентгенография. При нея дозата е по ниска, има по-добра разделителна способност, по-ниска себестойност и липсват метални артефакти.

Както СВСТ, така и конвенционалната рентгенография не могат да отразят функционалните промени в костта. Това се постига с еднофотонната емисионна компютърна томография. Така например метастатичната лезия може да се разкрие в области на повишена фиксация много преди костна загуба да се позитивира на рентгеново изследване.

Стойностите на радиофармацевтика бележат пик през първия месец и достигат изходни нива с приключването на процеса на остеоинтеграция, което се наблюдава през 12-та / 14-та седмица. В изследването си Median открива повишаване в натрупването на радиофармацевтика през 23та седмица, от клиничния преглед се установява скъсана мостова конструкция между два импантата, предизвиквайки травма. Повишена активност е показател за резорбтивни промени около имплантатите преди появата на клинични симптоми или промени в периимплантатната костна тъкан установими на рентгенография, това потвърждава, че

Рентгеновите методи на изследване на периимплантатната костна тъкан отразяват морфологичните промени и не могат да регистрират функционалните особености в костта. Това може да доведе до недостатъчност в диагностицирането и последващи погрешни изводи и действия свързани с лечебния процес. Пример за такова несответствие е проучване върху експериментални животни проведено от Cho и кол [74], чиято цел е да оцени възможността за използване на неинвазивната сцинтиграфия за изследването на ефекта на богатата на тромбоцити плазма за подобряване на остеоинтеграцията при имплантиране. За потвърждаване на резултата авторът провежда паралелно рентгенологично и хистологично изследване. В двата пицъла на на 4 кучета се поставят по 2 импантата-общо 16 бр. Преди имплантирането

в остеотомните кавитети в дясната страна се депозира 0.5мл PRP а в лявата половина- контролна -0.5 мл физиологичен разтвор. На контролните рентгенографии не се наблюдава разлика в процеса на осификация на периимплантатната кост между двете групи. Въпреки това сцинтиграфските находки разкриват значителна разлика в натрупването на радиоизотопа в двете групи. По-високо поглъщане се наблюдава в групата третирана с PRP на 4тата седмица, което намалява по-бързо през 8ма, 12та, 16та седмица в сравнение с контралатералната страна, това е белег за значително по-висока костна активност и по-бърза регенерация в сравнение с контролната група . Използван е коефициент на корелация на Пийърсън. Разликите се считат за значими, когато стойността на p е $<0,05$..Процентът на имплантатно-костния контакт при хистологичното изследване е по-голям в групата третирана с PRP в сравнение с контролната. Количественият хистологичен анализ корелира добре с този от сцинтиграфското изследване.

За разлика от конвенционалната рентгенография, конично лъчевата компютърна томография дава възможност за: линейни измервания, оценяване на обектите в трите равнини на пространството и за определяне костната плътност на база Хънсфилдови единици.Благодарение на разработения от нас алгоритъм, които измерва средните стойности на костна плътност в предварително определен костен обем, може да се потърси връзката между два показателя в различен етап от лечебния процес при всичките ни пациенти. За да имаме максимална точност зададеният от нас костен обем на измерване е съобразен с размера на използваните имплантати. Ние не откриваме корелация между костната плътност измерена в зоната на имплантиране преди процедурата и остеобластната активност след имплантиране. Това може да се дължи на факта, че при нашите пациенти не сме измерили костни плътности в двете крайности:D1 и D4. Вече съществуващият алгоритъм за определянето на костна плътност ще може да ни послужи, като база за сравнение при бъдещи сцинтиграфски изследвания на преимплантатната кост.

5.3 Обсъждане по задача № 3

Резонансно-честотният анализ се използва за оценяване на промените в имплантатната стабилност във времето, т.е може да се използва за измерване на първичната стабилност, оценка на стабилността при вече остеоинтегрирани имплантати, също така може да се използва, като прогностичен метод за определяне хода на остеоинтеграция. Методът също така може да се използва за определяне на

времето на натоварване на денталните имплантати- имедиатно или ранно. В България за първи път проф. Пеев въвежда резонансно честотния анализ, като метод на изследване при имедиатно натоварени имплантати.

При имплантати с ниска първична стабилност се наблюдават ниски ISQ стойности, с напредване на процеса на остеоинтеграция и измерването на ISQ непосредствено преди натоварването се забелязва значително увеличение на ISQ. При имплантати с висока първична стабилност и високи ISQ в хода на остеоинтеграцията може не само да няма съществено увеличение на тези стойности, а дори да се наблюдава и леко понижаване [241, 242, 333, 334]. По-ниската първична стабилност определя по-голямото увеличаване на ISQ във времето, а при имплантати с висока първична стабилност се наблюдава спад в ISQ стойностите. Стойностите в долна челюст обикновено са по-големи, в сравнение с горната [314]. В литературата има данни за правопрпорционална връзка между диаметъра на имплантата и стойностите на ISQ и обратнопропорционална зависимост с имплантатната дължина [218]. Също така се установява връзка между резонансно-честотния анализ и имплантатно-костния контакт. В нашето изследване проведено на третия месец след поставянето на имплантатите се установяват високи стойности на ISQ показващи висока стабилност на имплантатите и възможност за тяхното натоварване. Получените стойности не се различават статистически по отношение на пол и възраст, въпреки че в свое изследване през 2019г. Peter Andersson и кол. [27] откриват, че жените имат по-ниски ISQ стойности от мъжете, които той и колегите му приписват на по-високата честота на остеопороза при жените.

Днес RFA намира приложение в изследвания свързани с дизайна, имплантатната повърхност и влиянието им върху първичната стабилност и остеоинтеграцията [293].

5.4. Създаване на алгоритъм за оценка и проследяване на периимплантатна костна тъкан в оздравителния период след поставяне на интраосални, остеоинтегрируеми имплантати

Прегледа на литературата показва, че вече съществуват утвърдени алгоритми за клинична оценка на проведеното имплантатно лечение, като основните параметри са:

- Оценка на меките тъкани: цвят, контур, консистенция, текстура - Лигавицата около имплантата се оценява за клинични признаци на възпаление като: зачервяване, еритема

и оток, които могат да бъдат определени чрез кървене при сондиране. [250]. Няколко гингивални индекса са модифицирани и намират приложение при имплантати. [251]

- Дълбочина на сондиране - Периимплантатното сондиране със сила от 0,25 Ncm на равни интервали е важно за идентифициране и оценка на прогресията на периимплантатния възпалителен процес,. [252, 253] Увеличаването на дълбочината на сондиране би наложило по-нататъшна оценка с помощта на рентгенови снимки, за да се определи наличието на костна загуба около имплантата.[255] Дълбочината на сондиране може да варира в зависимост от дълбочината на поставяне на имплантата и силата на натиск при сондиране.

- Кървене при сондиране - кървенето при сондиране около имплантати е с по-висока диагностична точност и по-добър показател за заболяване от кървенето при сондиране около естествените зъби. [256]

- Рентгенографска оценка - Рентгенографиите, направени след поставяне на имплантата и преди натоварването с протетична конструкция, имат диагностична стойност, те служат като изходна база за сравнение с последващи рентгенографии при признаци на възпаление.[257, 258]. Ако клиничните признаци показват наличието на периимплантит, трябва да се направи нова периапикална рентгенова снимка на имплантираната зона и да се сравни с претходни графи, за да се потвърди или отхвърли костна загуба. Рентгенографските снимки имат ограничения, по отношение на костната загуба в букалната или лингвалната част на имплантата. [259]

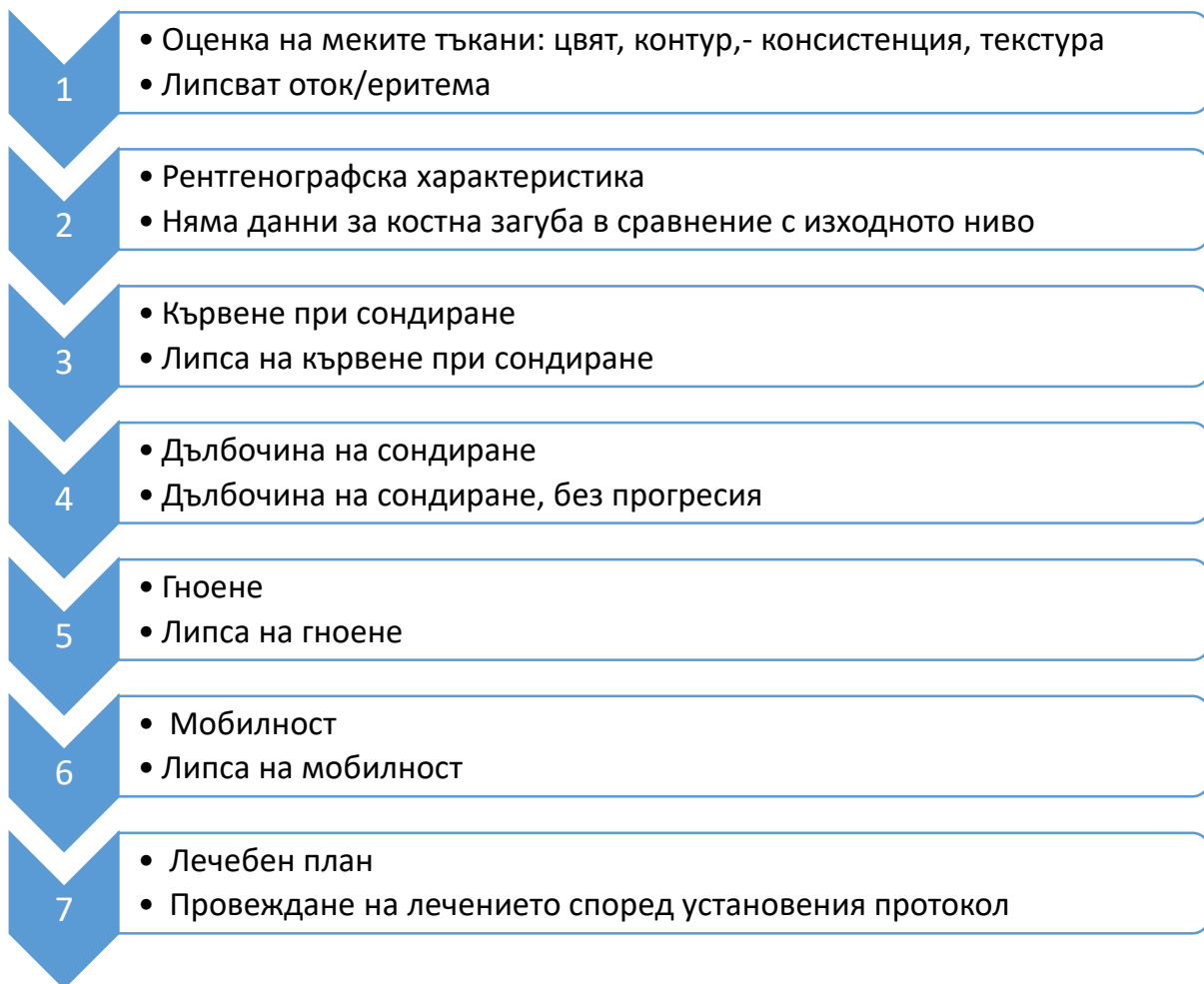
- Ексудация - наличието на гноен ексудат може да се дължи на промяна в бактериалната среда в браздата около имплантата и обикновено се свързва с периимплантютноно заболяване и загуба на кост. [258, 260, 263].

- Позиция на свободния гингивален ръб-[261, 262] Прогресивната апикална миграция на гингивалния ръб означава загуба на клинично прикрепване около имплантата и необходимост от допълнителна оценка.

- Наличие/липса на кератинизирана лигавица- Кератинизираната гингива се измерва от гингивалния ръб около имплантата до муко-гингивалната линия. За поддържане на здраве, адекватната зона от кератинизирана лигавица се определя като два или повече милиметра. [264] Няма консенсус относно важността на кератинизираната тъкан около имплантатите- някои проучвания показват, че имплантатите с по-голямо количество кератинизирана тъкан имат по-добри плак индекси и намалената загуба на алвеоларна кост, двуги автори твърдят, че няма връзка между липсата на кератинизирана тъкан и

периимплантатната костна загуба, въпреки по-голямото натрупване на плака [251, 265, 266]

- Мобилност - Подвижността на имплантата трябва да бъде оценена заедно с други клинични параметри.. Мобилният имплантат има лоша прогноза поради липса на остеоинтеграция или тежка загуба на кост около имплантата. [262]



Фиг. 26. Етапи на клиничната оценка при провеждане на имплантатно лечение

Въпреки утвърдените методи за клинична оценка на проведеното имплантатно лечение, възможни усложнения и последващ възстановителен процес, подробния систематизиран анализ показва че, липсва утвърден алгоритъм за оценка и проследяване на периимплантатна костна тъкан в оздравителния период след поставяне на интраосални, остеоинтегрируеми имплантати.

Възможностите за морфологична функционална оценка на периимплантатната кост може да бъде постигната чрез два основни метода – SPECT и хистологично изследване. От двата метода считаме, че SPECT метода намира по-широко приложение

т.к. е неинвазивен, дава възможност за регулярна повторяемост във времето, отразява промените в остеобластната активност, давайки възможност за оценяване на пика и спада на тази активност.Методът също така дава възможност за съпоставимост на резултатите при изследването на голям брой пациенти, на базата на които да се правят изводи относно връзката на клетъчната активност и процесът на оздравяване спрямо, възрастта, пола, начинът на натоварване(имедиатно/отложено), имплантатна система.

За да може да се оцени написаното по горе е необходимо да се използват унифицирани индекси, като AOI и ROI-зоните на интерес да бъдат прецизно очертавани в различните области със сходен диаметър и брой пиксели в тях,за да може да се постигне съпоставимост и проследимост на резултатите във времето.

По отношение на остеобластната активност са важни два периода – пик в активността и спад до изходни нива, което показва, че оздравителния процес е приключил и може да се продължи с последващ етап на лечението – натоварване на имплантата с протетична конструкция.

За тази цел е необходимо провеждането на регулярни SPECT изследвания, които да започнат преди имплантатното лечение за определяне на изходните нива на метаболитната активност в съответната зона, последвани от регулярни изследвания на 14-я, 30-я, 60-я и 90-я ден след имплантирането.

Протоколът за регулярно SPECT изследване и изчисляваето на остеобластната активност дава възможност да се оцени количествено напредъкът в интегрирането на импантатите.SPECT можеда обезпечи изследването на процесът на остеоинтеграция и влиянието различни имплантатни характеристики върху него като : материалът от който са направени, особености в макро дизайна и обработката на повърхността, при различни костни плътности.

Поставянето на имплатата , се предшества от оформянето на костен кавитет, костна ложа. Травмираната кост първоначално се подлага на резорбция, последвана от формирането на нова костна тъкан. Този лечебен процес може да бъде повлиян от системни и локални фактори както и от функционално натоварване. Физическите сили ще модулират вида на тъканта, която ще се образува в костния интерфейс на имплантата; а именно костна или фиброзна тъкан, или и двете. Радиоизотопната сцинтиграфия, използвайки ^{99m}Tc -MDP, осигурява надежден метод за измерването на повишена метаболитна активност в специфични зони, ^{99m}Tc -MDP се натрупва в костите, като остатъкът се екскретира през бъбреците. [29, 101, 111, 182]

SPECT използва насочено изображение с радионуклиден индикатор, базирано на откриване на гама лъчи, излъчвани от радионуклида, когато са вградени в биологични специфични съединения след интравенозно приложение. Радионуклидът излъчва гама лъчи, които могат да бъдат открити отделно чрез колимационна техника с помощта на гама камера, така известна като „изображение на единичен фотон“. Споменатата техника за изобразяване картографира триизмерните структури в двуизмерни изображения, като третото измерение се включва чрез томографска техника. Тези множество проекции се съставят с помощта на софтуер за реконструкция на изображения, за да се реконструира триизмерното изображение на зоната на интерес.

Костната сцинтиграфия е изследване оценявайки динамиката на оздравяване на периимплантната костна тъкан, докато RFA може да бъде надеждна биомеханична техника. Предложеното от нас комбиниране на тези две техники на изследване, може да улесни оценяването на остеоинтеграцията. RFA може да разграничи разлика в стабилността [159,184] при различна морфология на повърхността. Някои статии също съобщават за способността на RFA при разграничаване на различните повърхности [193]. Резонансно-честотния анализ оценява стабилността на поставения имплантат. От получените резултати може да се определи бързо и лесно, кои имплантати могат да бъдат натоварени и кои изискват допълнително време за интеграция. Също така дава възможност за сравняването на стойностите при поставянето на имплантатите и оценка на първичната стабилност с тези при разкриването им и оценка на вторичната стабилност. Оценявайки стабилността на имплантата може да бъде взето мотивирано решение за неговото натоварване.

Заклучение

Разрастването на индустрията за медицински изделия, осигурява множество нови устройства, биоматериали и технологии, които намират различно приложение в медицинската практика. От основно значение за управлението на биологичната оценка на тези материали е тестване на безопасността и ефикасността преди широко клинично приложение. Предклиничната оценка е задължителна и дава възможност да се улесни тълкуването на сложни интерфейсни реакции, кетъчни фактори и тъканни отговори, които модулират успеха или неуспеха на медицинските устройства. По този начин хистологичната оценка е незаменим реквизит за оценка на безопасността и ефикасността на костно имплантирани изделия [223]. Хистологичните тестове върху хора са ограничени, ето защо трябва да се търсят и прилагат алтернативни и по-щадящи методи на изследване. Сред тези методи приложение намира еднофотонната емисионна компютърна томография.

Еднофотонната емисионна компютърна томография е неинвзивен, високо чувствителен метод, осигуряващ не само анатомично изобразяване на изследваната област, но и количествена информация свързана с физиологичните и динамични промени, които настъпват по време на процеса на остеоинтеграция.

Едно от основните предизвикателства пред съвременната дентална имплантология е разработването на лечебни протоколи позволяващи по-кратки срокове и по-бързата рехабилитация на обезъбените очастъци. Това налага нуждата от разработването на нови имплантатни системи, изследване на нови материали и тестването на нови имплантатни повърхности. Все по-големият брой пациенти с рискови фактори, пораждаат необходимостта от оценка на процеса на остеоинтеграция и проследяването му във времето. За всичко това е нужно да се провеждат изследвания, анализиране и сравняване на резултатите от различни методи. Така както не съществува „идеалният“ материал за изработката на дентални имплантати, който да отговаря напълно на всички изисквания, така и не съществува „идеалното“ изследване, което да оценява всички променливи в хода на остеоинтеграцията: количество и качество на костта, материал за изработка на имплантата, особености в макро дизайна на имплантата, обработка на имплантатната повърхност, условия на натоварване, съпътстващи заболявания и др. За това разполагаме с различни методи на изследване, комбинацията на които може да покрие по-голям процент от тези променливи и може да ни дадат отговори на въпроси, които всички работещи в сферата на денталната

имплантология си задават. Колкото повече методи познава и прилага клинициста, толкова по-критичен ще бъде към своята работа, от това печели не само науката, но и пациентът в името на който се разработват нови протоколи на работа и алгоритми на изследване. Конвенционалните методи като тестване на въртящия момент при поставяне и перкусия са недостатъчни. Резонансно-честотния анализ и еднофотонната емисионна компютърна томография, благодарение на своята неинвазивност и специфичност могат да бъдат използвани за оценка на всички променливи в хода на лечението с дентални имплантати.

Изводи

1. Най-често имплантиранта зона е в областта на 6-тите зъби, като не се установява разлика по отношение на пол, възраст и челюст.
2. Костната плътност колерира силно с долната челюст, но не се асоциира с пол и възраст.
3. Метаболитната активност в зоната на имплантиране, показва по-силна зависимост с възрастта при мъжете
4. На 30-тия ден се установява повишена остеобластна активност във всички имплантирани зони, която намалява на втория месец след проведеното имплантатно лечение
5. На 90-тия ден не се установява повишена фиксация на остеотропния радиофармацевтик в зоната на поставение дентални имплантати.
6. Липсата на натрупването на радиофармацевтик в имплантираните зони е белег за липса на метаболитна активност в зоната и приключил процес на интеграция
7. Не се установява разлика в остеобластната активност по-отношение на зоната на имплантиране.
8. Оздравителния процес след екстракция на зъби и провеждане на кореново лечение, също могат да доведат до натрупването на радиофармацевтик в хода на оздравяване.
9. Панорамната рентгенография може да бъде използвана, за първоначална оценка на зъбно-челюстната система преди имплантирането. Резултатите от СВСТ изследването допълват диагностиката, предоставяйки информация за костният обем и плътност, а резултатите от SPECT изследването с $^{99m}\text{Tc-MDP}$ ($^{99m}\text{Tc-Methylene diphosphonate}$) могат да бъдат използвани за прогнозирането на изхода от проведеното лечение.
10. Не се установява пряка връзка между остеобластната активност в зоната на имплантиране и костната плътност в същата зоната преди имплантирането.
11. Резултатите от SPECT изследването с $^{99m}\text{Tc-MDP}$ ($^{99m}\text{Tc-Methylene diphosphonate}$) се характеризират с висока чувствителност и могат да бъдат използвани като част от алгоритъм за оценка и проследяване на изхода от имплантатното лечение.
12. Резонансно-честотният анализ е метод, който може да бъде използван за оценяване на имплантатната стабилност преди натоварването им.

13. Не се установява разлика в стойностите на резонансно-честотния анализ по отношение на пол и възраст, но се различават по вида на челюстта
14. Резонансно-честотния анализ и SPECT изследването се използват за оценка на процеса на остеоинтеграция, но я оценяват по различни показатели.
15. Съществува корелационна връзка между стойностите от резонансно-честотния анализ и нуклеарно медицинското изследване по отношение на времето за натоварването на имплантатите.

Приноси

Приноси с потвърдителен характер:

1. Потвърди се, че за оценката на остеоинтеграцията се използват различни параклинични методи (секторна рентгенография, резонансно-честотен анализ еднофотонна емисионна компютърна томография), който взаимно се допълват.
2. Потвърди се, че приложението на SPECT с $^{99m}\text{Tc-MDP}$ ($^{99m}\text{Tc-Methylene diphosphonate}$) е надежден метод за оценка остеобластната активност в периимплантатната костна тъкан в оздравителния период след поставяне на интраосални остеоинтегрируеми дентални имплантати.
3. Потвърди се че на SPECT е неинвазивен метод на изследване, който може да предвиди и оцени на ранен етап изхода от проведеното лечение с имплантати.
4. Потвърди се, че костната плътност в зоната на имплантиране може да бъде определена на СВСТ.
5. Потвърди се, че резонансно-честотния анализ и SPECT изследването се използват за оценка на процеса на остеоинтеграция.

Приноси с оригинален характер за света

1. За първи път за определянето на костната плътност на СВСТ е разработен софтуерен алгоритъм за определянето на средните стойности на хънсфилдовите единици в предварително определен костен обем.

Приноси с оригинален характер за страната

1. За първи път в България се прилага еднофотонна емисионна компютърна томография с радиофармацевтик $^{99m}\text{Tc-MDP}$ за оценка остеобластната активност в периимплантатната костна тъкан в оздравителния период след поставяне на интраосални остеоинтегрируеми дентални имплантати.
2. За първи път в България се сравни остеобластната активност с еднофотонна емисионна компютърна томография с радиофармацевтик $^{99m}\text{Tc-MDP}$ според пола и възрастта.

3. За първи път в България се изследва връзката между костната плътност в обеззъбени участъци от челюстта и остеобластната активност в тези зони след имплантиране.
4. За първи път в България се направи сравнителна оценка между стойностите от резонансно-честотния анализ и еднофотонната емисионна компютърна томография на 3-тия месец след поставянето на интраосални остеоинтегрируеми дентални имплантати

Публикации, свързани с дисертационния труд

1. Hristov I.G., Peev St.V. Chaushev B.G. EVALUATION OF THE PERI-IMPLANT BONE DURING THE HEALING PROCESS BY USING SPECT WITH 99MTC MDP. East European Scientific Journal #12(76), 2021, 32-36
2. Hristov I.G., Peev St.V. Chaushev B.G. APPLICATION OF SPECT EXAMINATION WITH 99MTC MDP IN DENTAL IMPLANTOLOGY. East European Scientific Journal #12(76), 2021, 36-42
3. Hristov I.G. IMPLANT DESIGN FACTORS THAT AFFECT PRIMARY STABILITY AND OSSEOINTEGRATION. East European Scientific Journal #1(77), 2022, 60-65