

МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА
КАТЕДРА ПО ОБРАЗНА И ОРАЛНА ДИАГНОСТИКА

Д-р Дора Димитрова Кишкилова

**АНАЛИЗ НА ТОЧНОСТТА НА ЛИНЕЙНИТЕ ИЗМЕР-
ВАНИЯ ПРИ ДОТ НА СИМУЛИРАНИ ЛЕЗИИ В
ЧЕЛЮСТИТЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертация за придобиване на
образователна и научна степен “доктор”
научна специалност:
дентална образна диагностика**

**Научен ръководител:
Проф. Д-р Христина Михайлова, дм**

София, 2018 год.

Дисертационният труд се състои от 218 страници и е онагледен с 179 фигури и 12 таблици. Библиографията включва 206 заглавия, от които 13 на български език и 193 на английски език.

Публичната защита на дисертационния труд ще се проведе на 12.11.2018 год. от 13.30 часа в I-ва аудитория на ФДМ – София, на основание чл. 32, ал.1, т.4 от Закона за висшето образование, чл.26 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в Медицински Университет – София (изм. с Решение на Академичния съвет от 06.06.2018 г.), и заповед N РК36 – 1263/ 24.07.2018 г. на Ректора на МУ – София, откритото заседание при научното жури в състав:

Председател

Проф. д-р Христина Дянкова Михайлова, дм – вътрешен член

Членове

1.Проф. д-р Васил Георгиев Хаджидеков, дм – вътрешен член

2.Доц. д-р Николета Иванова Трайкова, дм - външен член

3.Доц. д-р Камелия Захариева Генова, дм - външен член

4.Доц. д-р Георги Йорданов Йорданов, дм – външен член

Материалите по защитата са на разположение в библиотеката на ФДМ – София и са публикувани на интернет страницата на МУ - София

Забележка: Номерата на таблиците и фигурите в автореферата не съответстват на тези в дисертационния труд

СЪДЪРЖАНИЕ

I. ВЪВЕДЕНИЕ.	4
II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ	5
III. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ	7
IV. РЕЗУЛТАТИ	24
V. ОБСЪЖДАНЕ	59
VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
VII. ИЗВОДИ	91
VIII. ПРИНОСИ	92
IX. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ТАЦИОННИЯ ТРУД	ДИСЕР- 93

I. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години Дигиталната Обемна Томография (ДОТ) се наложи като един от най-важните методи в диагностиката на заболяванията в лицево-челюстна област (ЛЧО). Макар че получаването на образа при ДОТ е сравнително опростено в техническо отношение, е необходимо добро познаване на възможностите на метода и най-вече на параметрите при търсене на максимално добър образ.

През 1995г. италианците Atillo Tacconi и Pierro Mozzo, създават ДОТ за нуждите на денталната медицина. Апаратът New Tom DVT9000 произведен от QR inc във Верона е първият търговски представен апарат за ДОТ през 1999г. Бързото навлизане на метода в образната диагностика на ЛЧО се обяснява с прехода от двуизмерни 2D към обемни образи на изследваните тъкани, доброто съотношение цена/ефективност, по-ниското лъченатоварване за пациента, в сравнение с СТ и непрекъснато разширяващите се показания за назначаване на метода.

II. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

ХИПОТЕЗА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

1. Промяната във воксела няма да повлияе съществено точността на линейните и обемни измервания с ДОТ
2. Присъствието на меки тъкани при сканиране на анатомичните препарати ще повлияе съществено точността на измерванията с ДОТ.

ЦЕЛ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Цел на изследването е да се проучи точността на ДОТ при линейни и обемни измервания на симулирани дефекти в челюстите, при промяна на различните фактори, влияещи върху точността на метода ДОТ.

ЗАДАЧИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

За постигане на поставената цел бяха формулирани следните задачи:

1. Да се сравни точността на линейните измервания при ДОТ при промяна на фактор “резолюция” (STP HD/STPno, STA HD/STAno)
2. Да се сравни точността на линейните измервания при ДОТ при промяна на фактор “меки тъкани” (STP HD/STA HD, STP LD/STA no).

3. Да се сравни точността на линейните и обемни измервания на симулираните дефекти в челюстите, получени с интраорален скенер (F3Sh) и дигитализирани силиконови отливки (Fsi) с резултатите от директна остеометрия с дигитален шублер (Fi).
4. Да се сравни точността на линейните и обемни измервания при ДОТ с тези от физикалното измерване (Fi).
5. Да се формулира зона на безопасност при хирургични интервенции в ЛЧО, на базата на разликите между линейните и обемните измервания на симулираните дефекти в челюстите на образи, получени с ДОТ и физикалното измерване с дигитален шублер.

III. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Обект на изследване

Обект на изследване са диаметъра и дълбочината на 48 симулирани дефекти в челюстите на 6 свински глави, на прасета на възраст 5 месеца. Използвани са образите от 24 сканирания на същите 6 свински глави. Извършени бяха трикратни измервания на диаметъра и дълбочината на всеки дефект, общо 1152 измервания. Направени са 288 бр измервания на диаметъра и дълбочината на симулираните дефекти с дигитален шублер. На образите от сканираните с ИОС анатомични препарати са направени 288 измервания на белезите “диаметър” и “дълбочина”. На образите, получени от сканирането с ИОС на силиконовите отливки на симулираните дефекти са направени 288 измервания на диаметъра и дълбочината.

Апаратура, използвана за целите на изследването

Апаратурата, която използвахме беше: CBCT Pro Max 3D Mid (Planmeca), интраорален скенер Trios 3 (3 SHAPE), хирургичен мотор с охлаждане с физиологичен разтвор, дигитален шублер, с точност до 0.01mm. За силиконовите отливки на препарирани отвори използвахме А-силикон на фирмата 3M– EXPRESS STD Putty и коректура на същия производител– Express light body. Програмната обработка се извърши със специализирани софтуери: Romexis 3.3 (Planme-

ca), Orthoanalyzer (3 SHAPE), Microsoft Excel (Microsoft Office 2013, Microsoft). Използвахме следните компютърни конфигурации: Lenovo Intel Xeon X5570 4 Core 20GB RAM, видеокарта NVIDIA Quadro FX 4800 и монитор HP ZR30w IPS LCD с резолюция 2560x1600, MacBook pro, Retina display, резолюция на дисплея (2560x1600).

1. Материал и методи по първа задача:

Да се сравни точността на линейните измервания при ДОТ при промяна на фактор “резолюция”. (HD-STP/LD-STP, HD-STA/LD-STA).

1.1 Материал

Материалът включва 6 свински глави, на които след отпрепариране на меките тъкани бяха изработени цилиндрични дефекти с хирургичен мотор и цилиндричен ротационен инструмент (борер) с плосък връх, диаметър 2.5 mm и калибрирани дълбочини по работната част на инструмента. След репонирание на меките тъкани, главите бяха сканирани с апарат СВСТ Pro Max 3D Mid (Planmeca) с две резолюции 100 μ m и 200 μ m, при анодно напрежение 90 kV и сила на тока 9 mA.

1.2 Методи

След направени пилотни скенери със СВСТ на свински глави, които в последствие не бяха включени в анализите и определяне на най-подходящите участъци от челюстите за позициониране на отворите, главите бяха разрязани до обем, съвместим с този на човешка глава, с цел безпрепятственото им сканиране с пълен FOV. Срезове в предните участъци минават през зоната зад

временните резци и на двете челюсти, а дистално зад първия постоянен молар, който вече е заел мястото си в зъбната редица.

След отпрепарирание на вестибуларните за долната челюст и палатинално разположените за горната меки тъкани, бяха изработени 48 цилиндрични отвори, по 8бр на всяка глава. За горната челюст подходяща се оказа зоната, разположена на 15 mm медиално от срединната линия на твърдото небце, на нивото на първия максиларен временен молар. За долната челюст подходяща локация беше участък от ментума, разположен на 1.5 cm нагоре от долния ръб на челюстта, от двете страни на срединната линия на челюстта и на 2 cm встрани от нея (фиг.1a, 1b). Манипулациите върху свинските глави бяха извършени от специалист по Орална хирургия, който не е участвал в последвалите измервания на дефектите. Диаметърът на изработените симулирани дефекти беше равен или по-голям от 2.5 mm. След репониране на меките тъкани, главите бяха сканирани с два протокола при следните параметри: първи протокол – анодно напрежение kV 90, големина на тока mA 12 и размер на FOV 10x10, големина на воксела 150 nm, и втори протокол – анодно напрежение kV 90, големина на тока mA 12, размер на FOV 10x10, големина на воксел 200µm (фиг.2). Според инструкциите на производителя на апаратурата за получаване на СВСТ, която ползвахме в първия описан от нас протокол, се приема за HD (висока резолюция), а втория “normal”.

След идентификация на всички изработени симулирани дефекти (n=48) бяха извършени трикратни измервания на техния диаметър, в интервал от 3 дни (фиг.3, фиг.4). Стойностите от

повторенията бяха осреднени. Всички измервания бяха направени от екзаминатор, обучен да работи с ДОТ. Бяха



а



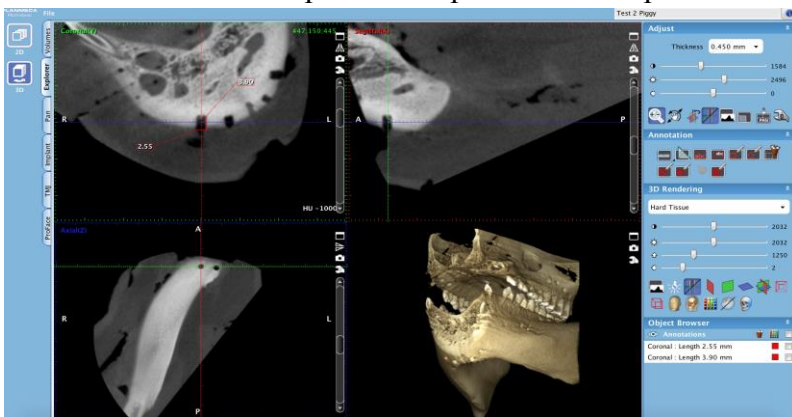
б

Фиг 1. Отпрепарирани меки тъкани на горна и долна челюст и маркирани позиции на отворите, (а) на горна челюст, (б) на долна челюст

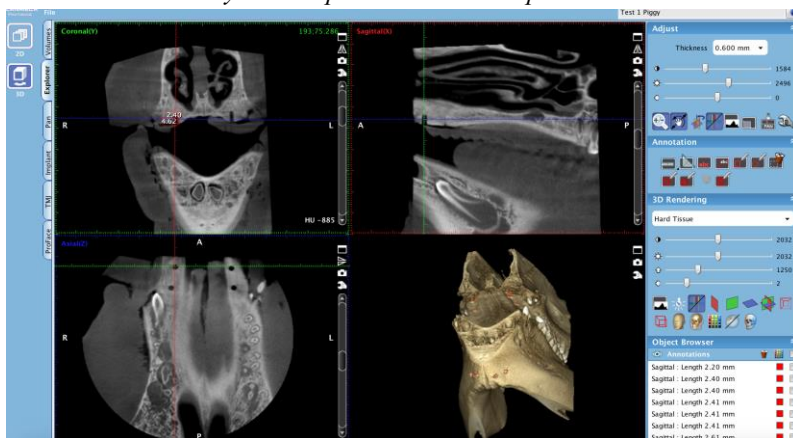


Фиг 2. Сканиране на анатомичния препарат с меки тъкани

извършени трикратни измервания на диаметъра и дълбочината на всеки отвор върху получените рентгенографски образи. Бяха изчислени средните стойности на диаметъра и дълбочината на всеки отвор. Получените средни стойности бяха представени в табличен вид. Общият брой на направените измервания беше 576.



Фиг. 3. Измервания върху рентгенографските образи, получени с протокол на сканиране STP HD



Фиг. 4. Измервания върху рентгенографските образи, получени с протокол на сканиране STPno

Изчислен беше обема на отворите с помощта на математическа формула за обем. Получените стойности бяха въведени в таблица, сравнени и статистически обработени.

2. Материал и методи по втора задача:

Да се сравни точността на линейните измервания при DOT при промяна на фактор “меки тъкани”. (STP HD/ STA HD, STP no/ STAno)

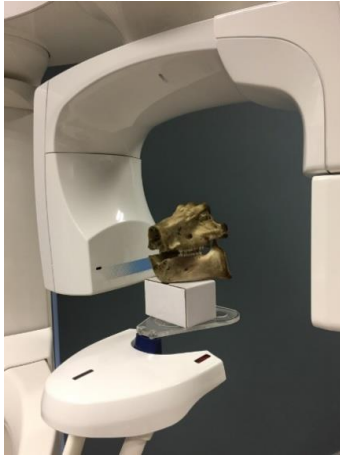
2.1 Материал

За изпълнението на втора задача беше използван същият изходен материал от задача 1.

2.2 Методи

Главите бяха термично обработени в продължение на 9 часа, за улеснено отделяне на меките тъкани. Атравматично бяха отстранени меките тъкани на всяка глава. Изсушените глави бяха сканирани отново, при параметри на изследването както следва: анодно напрежение kV 90, големина на тока mA 12, FOV 10x10 и две резолюции, 150 μm и 200 μm , именувани “HD” и “normal” (фиг.5).

Софтуерния анализ беше направен чрез специализирания софтуер Romexis 3.3 Planmeca. На базата на получените образи бяха извършени трикратни измервания на дължината и дълбочината на симулираните лезии (Фиг.6; Фиг.7). Бяха направени общо 576 измервания от един екзаминатор, през 3 дни. Получените от тикратните измервания средни стойности бяха оформени в табличен вид и беше изчислена средната стойност за всеки диаметър и дълбочина. На базата на получените резултати и с помощта на математическа формула за изчисляване на обем, беше изчислен и обема на дефектите. Направена бе статистическа обработка на резултите.



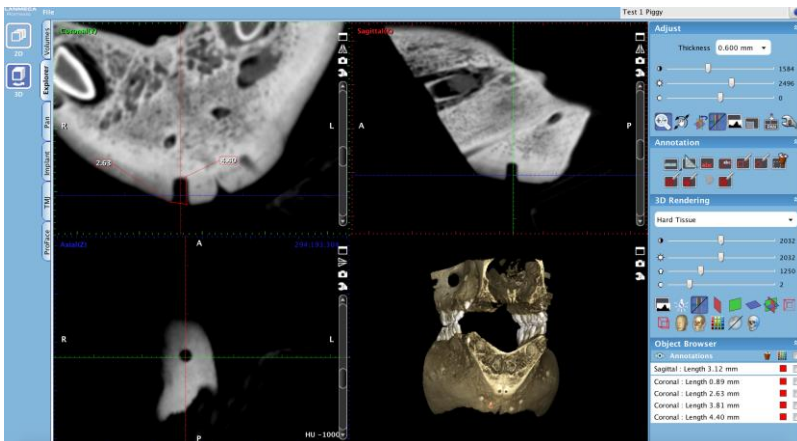
Фиг 5. Сканиране на анатомичния препарат в отсъствие на меки тъкан

3. Материал и методи по трета задача:

Да се сравни точността на линейните и обемни измервания на симулираните дефекти в челюстите, получени с интраорален скенер и дигитализирани силиконови отливки с резултатите от директна остеометрия с дигитален шублер.



Фиг. 6. Измерване на диаметъра и дълбочината върху рентгенографските образи, получени с протокол на сканиране STA HD



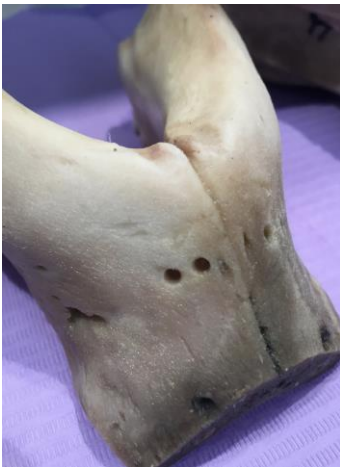
Фиг. 7. Измерване на диаметъра и дълбочината върху рентгенографските образи, получени с протокол на сканиране STAno

3.1 Материал

Материалът по тази задача включва челюстите на 6-те свински глави, подготвени по методиката за изпълнението на втора задача. Използвани бяха дигитален шублер и интраорален скенер 3 SHAPE и А силикон (3М ESPE).

3.2 Методи

Бяха приложени: директна остеометрия, осъществена с дигитален шублер с точност до 0.001mm, сканиране на препаратите с интраорален скенер 3 SHAPE и сканиране на силиконови отливки на дефектите, получени с А силикон (3М ESPE).



а



б

Фиг. 8 Снимка на симулираните дефекти в долната (а) и горната челюст (б) след отстраняване на меките тъкани

Бяха извършени трикратни измервания на диаметъра и дълбочината на всеки отвор с дигитален шублер (Фиг.8а; Фиг.

8b). Измерванията бяха направени в три различни дни от един и същ екзаминатор, общо 288 бр.

Бяха изработени силиконови отливки на симулираните дефекти в челюстите, като първоначално бе нанесена с апликатор коректурната, а върху нея твърдата маса, под формата на блокче (Фиг.9; Фиг.10). Всеки анатомичен препарат и прилежащия му силиконов отпечатък бяха потопени във вода, temperирана до 40° С, с цел улесняване полимеризацията на материала (Фиг.10). Последното се наложи поради факта, че главите бяха съхранявани във фризер и ниската им температура направи невъзможно втвърдяването на силикона.

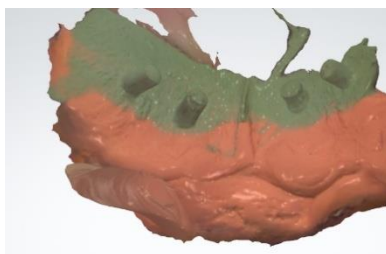


Фиг 9.Първи етап от изработване на силиконова отливка

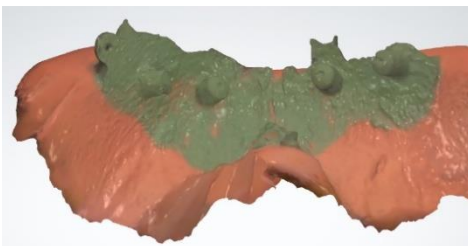
Получените двуфазни и едноетапни отпечатъци бяха сканирани с интраорален скенер TRIOS 3 (3 SHAPE) (Фиг.11).



Фиг 10.Втори етап от изработване на силиконова отливка



a



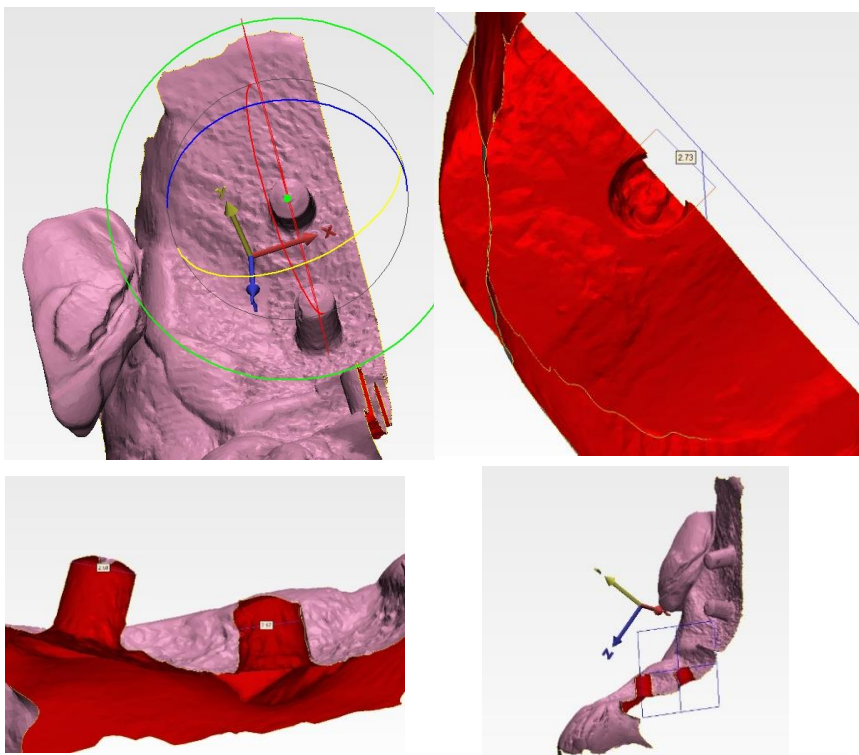
b

Фиг 11.Сканирани с ИОС силиконови отливки: (a) Долна челюст (b) Горна челюст

Получените STL файлове бяха експортирани в софтуер за планиране на имплантологично лечение SimPlant Pro (Materialise NV)

Направени бяха трикратни измервания на диаметъра и дълбочината на отливката на всеки един отвор. Общият брой на измерванията бе 288 (Фиг.12).

Участъците от челюстите, в които се намираха симулираните дефекти, бяха сканирани с интраорален скенер 3SHAPE и получените образи преобразувани в STL формат (Фиг.13).

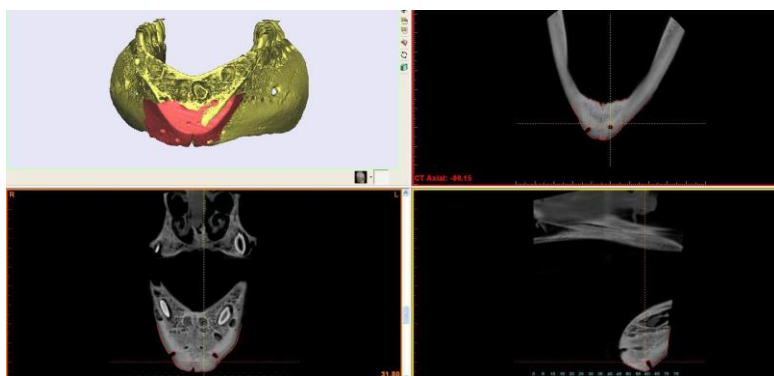


Фиг 12.Измерване върху сканираните с ИОС силиконови отливки

След наслагване на образите на анатомичните препарати, получени с ИОС с тези от ДОТ (Фиг.14) и след като се уверихме във високата степен на съответствие между тях, направихме трикратни измервания на диаметъра и дълбочината на всеки отвор. Общият брой на измерванията бе 288 (Фиг.15).



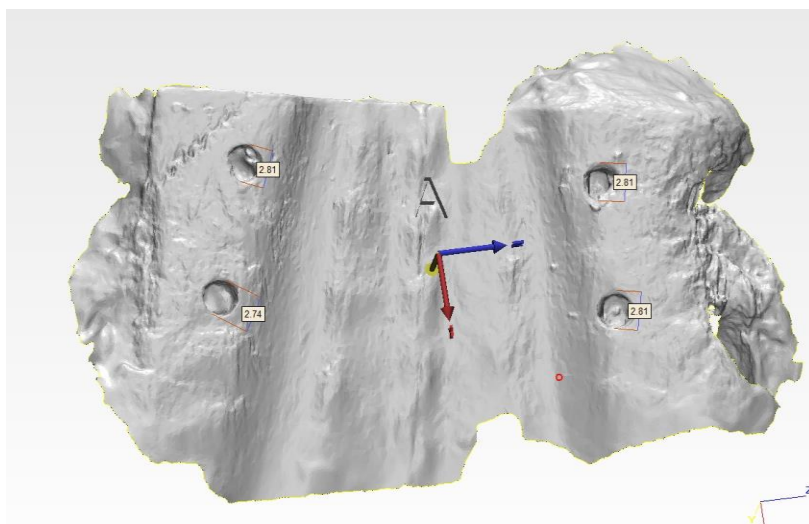
Фиг.13.Сканирани с ИОС анатомични препарати на долна и горна челюст



Фиг.14 Репониране на образите, получени при ДОТ с тези от сканираните с ИОС анатомични препарати от долна челюст

4. Материал и методи по четвърта задача:

Да се сравни точността на линейните и обемни измервания при ДОТ с тези от физикалното измерване с дигитален шублер (Fi).



Фиг.15 Измервания върху образите, получени при сканиране с ИОС на анатомичен препарат от горна челюст

4.1 Материал

Материалът по тази задача включва образите, получени при сканиране с ДОТ на шестте свински глави по описаните четири протокола и анатомичните препарати, освободени от меките тъкани.

4.2 Методи

Бе извършен сравнителен анализ между получените върху рентгенографските образи и директната остеометрия стойности на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните дефекти.

5. Материал и методи по пета задача:

Да се формулира зона на безопасност при хирургични интервенции в челюстите.

5.1 Материал

За изпълнението на поставената задача бяха използвани резултатите, получени в хода на решаването на предходните задачи.

5.2 Методи

Резултатите бяха анализирани и подложени на специфични статистически анализи с цел изпълнението на поставената задача.

Биостатистически анализ

Дескриптивна статистика

За диаметъра, дълбочината и обема на дефектите (мандибуларни, максиларни и общо), измерени на рентгенографските образи и с физикалните методи са изчислени и обобщени в таблици основните извадъчни показатели: обем на извадката (n), минимална (\min) и максимална стойност (\max), средна аритметична (mean), стандартна грешна на средната аритметична (std.err.), стандартно отклонение (STD), коефициент на вариация (CV) и медиана (Me).

Тестове за различие

Изборът за подходящ тест за различие се основава на следните критерии:

Изпълнение на условието за нормално разпределение, което беше проверено с теста на Shapiro-Wilk. В случаите с нормално разпределение, бяха използвани параметрични тестове, а в останалите – непараметрични;

Брой на извадките – две или повече от две;

Дали сравняваните извадки са независими или свързани извадки.

Приетото ниво на значимост е $\alpha = 0,05$. За достоверни се считат разликите, при които изчислената вероятност $p \leq \alpha$.

Сравняване на две извадки. При изследване на фактора „резолюция“ и „наличие/отсъствие на меки тъкани“ са използвани чифтния тест на Student (t) или теста на Wilcoxon (W).

Сравняване на повече от две извадки. Проведен е дисперсионен анализ на свързани извадки RM ANOVA или тест на Friedman. Множественото сравнение на всички двойки измервания е направено по метода на Holm-Sidak и съответно с Tukey тест. В резултатите са записани стойностите на F и χ^2 статистиките.

Различията са онагледени с колонни диаграми и графики тип „box plot“, на които са представени медианите и най-важните проценти (P₅, P₁₀, P₂₅, P₇₅, P₉₀ и P₉₅). За визуализация на сравнението по двойки, групите с доказани статистически различия са означени с различни букви.

Корелационен анализ и регресионен анализ

Връзката между стойностите на отделните измервания на диаметъра, дълбочината и обема е изследвана с помощта на корелационен и регресионен анализ. Изчислен е коефициента на корелация (r) – коефициент на Pearson, показващ силата и посоката на линейна връзка.

Резултатите са представени графично с точкова диаграма и линиите на регресия и 95% доверителен интервал, както и линията съответстваща на пълна (функционална) зависимост при $r = 1$ (line of equality).

Анализ на съответствието

Съответствието между физикалните измервания и измерванията на рентгенографските образи и приетия за

стандарт дигитален шублер е направено по метода на Bland-Altman (1983) и Krouwer (2008). Изчислени са разликите между стойностите, средната аритметична на тези разлики, долната и горната граница на 95% доверителен интервал, приети за граници на съответствието и ширината на този интервал. Представени са случаите (в брой и %), които излизат извън интервала. Тествано е дали средната разлика се различава достоверно от нула. Проверено е и за наличие на връзка между големината на разликите и стойността на белега.

Анализ на честотите

Изследвано е разпределението на честотите на отклоненията на стойностите на линейните белези спрямо тези от дигиталния шублер на интервали от 0,5 mm. Анализирана е честотата на точно измерените и клинично значимите отклонения при критерий за точност с праг 0,5 mm и 1 mm. За гранични стойности при обема на дефектите са приети най-малките разлики в обема, изчислени на базата на средните на диаметъра и дълбочината плюс/минус приетите прагове за клинична значимост.

Сравнение на точността на измерване

За всеки дефект са изчислени абсолютните разлики между всички измервания (физикални и измервания на рентгенографските образи) и дигиталния шублер. С цел сравнение на точността, те са изразени и в проценти от стойностите на бележите според стандартния метод (процентни разлики). Абсолютните и процентни разлики са представени със своите най-малки и най-големи стойности, средни аритметични, стандартни отклонения и медиани. Сравнението между интраоралния скенер 3Shape и силиконовия отпечатък е направено с чифтни тестове за различие, а сравнението на рентгенографските образи с/без

меки тъкани и с висока/нормална резолюция – с дисперсионен анализ на свързани извадки.

IV. РЕЗУЛТАТИ

Обща дескриптивна статистика на рентгенографските измервания на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните лезии

Диаметър на симулираните лезии

В табл. 1 са представени най-важните извадъчни показатели на диаметъра на дефектите, а именно извадъчните лимити (минимална и максимална стойност), средните величини (средна аритметична със стандартната грешка и медианата) и показателите на вариация (стандартното отклонение и коефициента на вариация). Най-малкият и най-големият диаметър са установени в максилата. Те са съответно 1.86 mm при наличие на меки тъкани и висока резолюция (STP HD, Mx) и 3.38 mm при протокол на сканиране без меки тъкани и ниска резолюция (STA no, Mx). Средните аритметични са в диапазона от 2.35 mm до 2.72 mm, а стандартните грешки от 0,018 mm до 0.047 mm. Процентното отношение на стандартните грешки спрямо средните е до 2%, което говори за голяма точност в оценката. Диаметърът показва слаба изменчивост в отделните групи. Всички коефициенти на вариация са под 10%, между 3.4% (STA no, Md) и 9.9% (STP no, Mx). Прави впечатление по-ниската вариация на дефектите на мандибулата, в сравнение с тази на максилата. Фиг. 16 представя в графичен вид средните \pm две стандартни

грешки на диаметъра за мандибулата, максилата и общо за всяка от обособените групи на изследването: STP HD, STA HD, STP no и STA no.

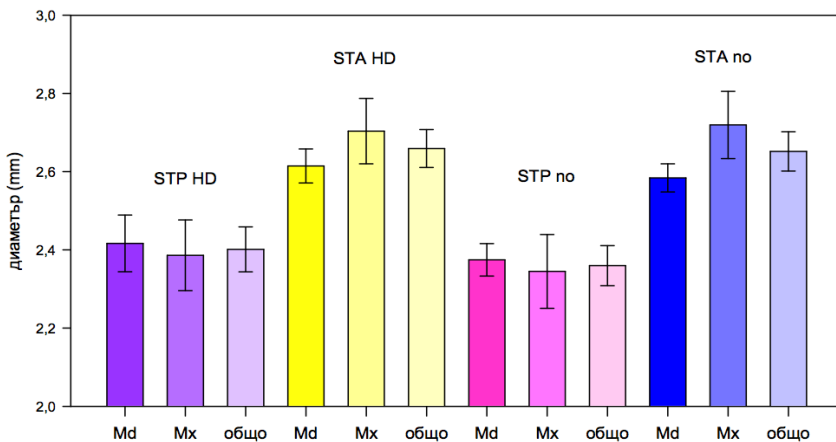
Таблица 1. Основни извадъчни показатели на диаметъра (mm) на дефектите на мандибулата, максилата и общо, измерен върху рентгенографските образи

метод	локализация	n	min	max	mean	std. err.	STD	CV	Me
STP HD	Md	24	2,12	2,95	2,42	0,036	0,18	7,3	2,36
	Mx	24	1,86	2,75	2,39	0,045	0,22	9,3	2,41
	общо	48	1,86	2,95	2,40	0,029	0,20	8,3	2,38
STA HD	Md	24	2,41	2,82	2,62	0,022	0,11	4,1	2,60
	Mx	24	2,37	3,24	2,70	0,042	0,21	7,6	2,67
	общо	48	2,37	3,24	2,66	0,024	0,17	6,3	2,61
STP no	Md	24	2,14	2,58	2,38	0,021	0,10	4,3	2,37
	Mx	24	1,87	2,89	2,35	0,047	0,23	9,9	2,33
	общо	48	1,87	2,89	2,36	0,026	0,18	7,5	2,37
STA no	Md	24	2,32	2,74	2,58	0,018	0,09	3,4	2,59
	Mx	24	2,40	3,38	2,72	0,043	0,21	7,7	2,69
	общо	48	2,32	3,38	2,65	0,025	0,17	6,6	2,62

Дълбочина на симулираните лезии

Измерванията на дълбочината на отворите бяха осъществени по начина описан при измерване на диаметъра. В Табл.2 са

представени получените средни стойности, минималната и максималната стойности, стандартната грешка, стандартно отклонение и коефициент на вариация. Най-малкият регистриран размер е измерен в мандибулата – 2.16 mm, а най-



Фиг. 16. Средни стойности (\pm стандартни грешки) на диаметъра на дефектите на мандибулата, максилата и общо, измерен върху рентгенографските образи

големият в максилата – 5.20mm. Стандартното отклонение е по-високо от това при измерения диаметър на същите отвори и варира между 0.48 mm и 0.85mm. Най-високата му стойност е установена при STP no на максилата (STPno/Mx), а най-ниската при STA HD на мандибулата (STA HD/Md). Прави впечатление и по-голямата стандартна грешка в изчислена при измерване на дълбочината на дефектите в сравнение със същата при измерване на диаметъра; от 0.099 mm до 0.174 mm. Дълбочината на дефектите в мандибулата показва по-

малка изменчивост от тези в максилата. Коефициентът на вариабилност се движи между 13.7% и 20.8%.

Фиг.17 представя в графичен вид описаните стойности. Отбелязва се по-малка разлика между измерванията на дълбочината, в сравнение с тази при измерване на диаметъра в присъствие и отсъствие на меки тъкани при различните използвани резолюции.

Най-малкият регистриран размер е измерен в мандибулата – 2.16 mm, а най-големият в максилата – 5.20mm. Стандартното отклонение е по-високо от това при измерения диаметър на същите отвори и варира между 0.48 mm и 0.85mm. Най-високата му стойност е установена при STP по на максилата (STPno/Mx), а най-ниската при STA HD на мандибулата (STA HD/Md). Прави впечатление и по-голямата стандартна грешка изчислена при измерване на дълбочината на дефектите в сравнение със същата при измерване на диаметъра; от 0.099 mm до 0.174 mm. Дълбочината на дефектите в мандибулата показва по-малка изменчивост от тези в максилата. Коефициентът на вариабилност се движи между 13.7% и 20.8%. Фиг. 17 представя в графичен вид описаните стойности. Отбелязва се по-малка разлика между измерванията на дълбочината, в сравнение с тази при измерване на диаметъра в присъствие и отсъствие на меки тъкани при различните използвани резолюции.

Обем на симулираните лезии

Обемът на всички успешно идентифицирани симулирани дефекти (n=48) бе изчислен по математическата формула за обем на цилиндър $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ на базата на получените стойности за диаметър и дълбочина за всеки

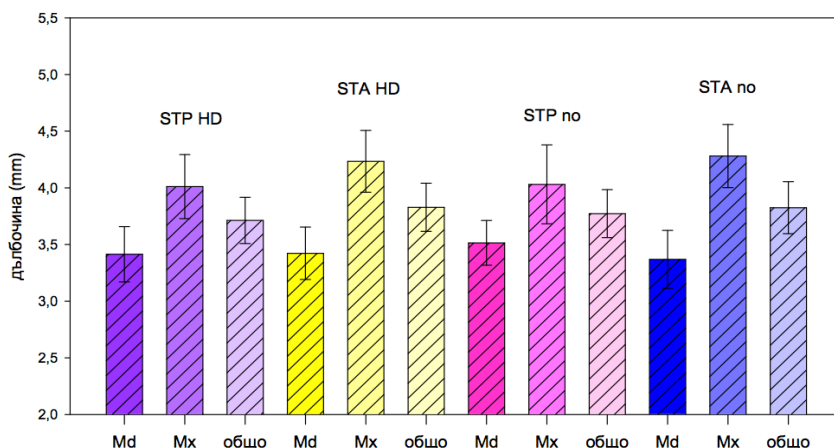
дефект поотделно. В табл.3 и фиг.18 са представени средни стойности от трикратните измервания на дефектите. Минимална стойност на обема беше регистрирана в максилата – 6.9 mm³ при STP HD, а максимална 45.8 mm³ в

Таблица 2. Основни извадъчни показатели на дълбочината (mm) на дефектите на мандибулата, максилата и общо, измерена върху рентгенографските образи

метод	локализац ия	n	min	max	mean	std. err.	STD	CV	Me
STR HD	Md	24	2,50	5,01	3,41	0,122	0,60	17,5	3,35
	Mx	24	2,50	5,01	4,01	0,141	0,69	17,3	4,11
	общо	48	2,50	5,01	3,71	0,102	0,71	19,0	3,79
STA HD	Md	24	2,16	4,42	3,42	0,116	0,57	16,6	3,41
	Mx	24	2,31	5,20	4,23	0,136	0,67	15,8	4,33
	общо	48	2,16	5,20	3,83	0,106	0,74	19,3	3,92
STR по	Md	24	2,74	4,49	3,52	0,099	0,48	13,7	3,48
	Mx	24	2,33	5,14	4,03	0,174	0,85	21,1	4,30
	общо	48	2,33	5,14	3,77	0,106	0,73	19,4	3,65
STA по	Md	24	2,27	4,54	3,37	0,128	0,63	18,6	3,29
	Mx	24	2,42	5,15	4,28	0,139	0,68	15,9	4,47
	общо	48	2,27	5,15	3,83	0,115	0,80	20,8	3,72

стойности от трикратните измервания на дефектите. Минимална стойност на обема беше регистрирана в максилата – 6.9 mm³ при STP HD, а максимална 45.8 mm³ в максилата при STA по (табл.3). Най-ниско стандартно

отклонение в размер на 2.6 mm^3 открихме в обема на мандибулата при STP no, а най-високо при обема в максилата STA HD– 6.3 mm^3 . Стандартната грешка варира между 0.53 mm^3 и 1.30 mm^3 . Коефициентът на вариабилност е по-висок от този при диаметър и дълбочина (табл.3).



Фиг. 17. Средни стойности (\pm стандартни грешки) на дълбочината на дефектите на мандибулата, максилата и общо, измерена върху рентгенографските образи

1. Резултати по първа задача

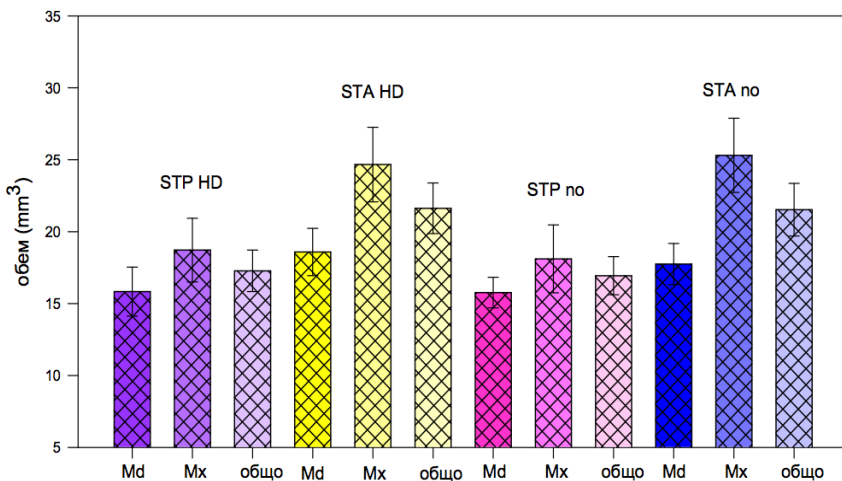
Влияние на фактор „резолюция” при измерванията, направени върху рентгенографските образи, получени при сканиране с различни резолюции и непромен фактор “меки тъкани” (STP normal/ STP HD и STA normal/STA HD)

Диаметър на симулираните лезии

В табл.4 и на фиг.19 и 20 са представени резултатите от сравнението на стойностите на диаметъра на дефектите в

Таблица 3. Основни извадъчни показатели на обема (mm^3) на дефектите на мандибулата, максилата и общо, измерена върху рентгенографските образи

метод	локализация	n	min	max	mean	std. err.	STD	CV	Me
STR HD	Md	24	10,6	27,7	15,8	0,85	4,2	26,4	15,0
	Mx	24	6,9	27,1	18,7	1,11	5,4	28,9	18,5
	общо	48	6,9	27,7	17,3	0,72	5,0	29,0	17,3
STA HD	Md	24	11,1	26,9	18,6	0,82	4,0	21,7	17,9
	Mx	24	15,1	42,8	24,7	1,30	6,3	25,7	23,8
	общо	48	11,1	42,8	21,6	0,88	6,1	28,2	20,7
STR no	Md	24	12,3	20,8	15,8	0,53	2,6	16,5	15,1
	Mx	24	7,3	28,4	18,1	1,18	5,8	31,9	18,6
	общо	48	7,3	28,4	16,9	0,66	4,6	27,1	16,9
STA no	Md	24	10,7	26,0	17,7	0,72	3,5	19,7	17,5
	Mx	24	15,0	45,8	25,3	1,29	6,3	25,0	24,9
	общо	48	10,7	45,8	21,5	0,92	6,3	29,4	20,7



Фиг. 18. Средни стойности (\pm стандартни грешки) на обема на дефектите на мандибулата, максилата и общо, изчислен върху рентгенографските образи

двете челюсти, получени при двата протокола на сканиране на анатомичните препарати при непроменен фактор “меки тъкани” и при промяна на фактора” резолюция”. Сравненията бяха направени с чифтен тест на Student в двете обособени групи (STP HD – STP no и STA HD – STA no). Наблюдават се слабо по-високи средни стойности на диаметъра в двойката STP HD-STPno, в полза на високата резолюция и в двете челюсти. При сканиране без меки тъкани, измерванията на диаметъра на мандибуларните отвори при HD са по-големи от тези с резолюция “normal”. При отворите в горната челюст, диаметърът измерен при резолюция “normal” е по-голям от този, измерен при резолюция HD.

Таблица 4 Резултати от цифрните тестове, сравняващи диаметъра (mm), измерен на рентгенографските образи при различна резолюция

метод	локализация	mean	STD	тест*	стойност	d.f.	P
STP	Md	0,042	0,197	t	1,049	23	0,305
	Mx	0,041	0,184	t	1,100	23	0,283
	общо	0,0417	0,188	t	1,534	47	0,132
STA	Md	0,030	0,116	t	1,283	23	0,212
	Mx	-0,016	0,184	t	-0,421	23	0,678
	общо	0,007	0,154	t	0,328	47	0,745

* *t* – цифрен тест на Student

Според данните няма статистически значима разлика между средните стойности от измерванията на диаметъра на симулираните дефекти в челюстите при запазване на фактор “меки тъкани” и промяна на резолюцията.

Дълбочина на симулираните лезии

В табл.5 са представени резултатите от сравнителния анализ на размерите на дълбочината на дефектите при промяна на фактор “резолюция”. Стойността, регистрирана при резолюция HD е по-ниска от тази при резолюция “normal” и за двете челюсти при сканиране в присъствие на меки тъкани (Табл.5). В групата “без меки тъкани” същото

важи при измерванията в максилата, но не и за мандибулата.

Нормалността на разпределение на данните беше първоначално оценена графично и с теста на Shapiro-Wilk. Тъй като предположението за нормално разпределение не се потвърди, използвахме теста на Wilcoxon – непараметричен тест за сравняване на резултатите.

Според направения сравнителен анализ не се откриват статистически значими разлики в измерванията на дълбочината на дефектите при промяна на фактора “резолюция” и непроменен фактор ”меки тъкани“ (табл.5).

Обем на симулираните лезии

След оценка на нормалността на разпределение на данните, приложихме чифтен тест на Student и тест на Wilcoxon. При сравняване на стойностите на обема на дефектите в групата “STP HD/STP no” се вижда, че те са по-големи при HD за мандибуларните отвори и по-ниски за максиларните (Табл.6).

В групата “STA HD/ STAno” стойностите при HD са по-големи при мандибулата и по-ниски при максилата.

Никъде няма достоверни различия в средните стойности на обема, измерен при различна резолюция.

Таблица 5 Резултати от цифрните тестове, сравняващи диаметъра (mm), измерен на рентгенографските образи при различна резолюция

метод	локализация	mean	STD	тест*	стойност	d.f.	P
STP	Md	-0,100	0,263	t	-1,872	23	0,074
	Mx	-0,020	0,470	t	-0,204	23	0,840
	общо	-0,060	0,379	t	-1,097	47	0,278
STA	Md	n/a	n/a	W	-108	n/a	0,126
	Mx	-0,047	0,324	t	0,711	23	0,484
	общо	n/a	n/a	W	-140	n/a	0,462

- *t* – цифрен тест на Student; *W* – тест на Wilcoxon

2. Резултати по втора задача

Влияние на фактор “меки тъкани” при измерванията върху образите получени при сканиране в присъствие и отсъствие на меки тъкани и еднаква резолюция (STP HD / STA HD и STP normal / STA normal)

Диаметър на симулираните лезии

При сравняване на диаметъра на отворите, измерен върху рентгенографските образи, получени с ДОТ установихме слабо превъзходство на стойностите измерени в отсъствие на меки тъкани спрямо изследването в присъствие на меки тъкани и при двете използвани резолюции (табл.7). Най-голямата разлика е регистрирана в максилата при ниска резолюция (-0.38mm). Фиг.25 и фиг.26

представят графично разпределението на средните стойности на диаметъра на дефектите.

Таблица 6. Резултати от цифрните тестове, сравняващи обема (mm^3), изчислен върху рентгенографските образи при различна резолюция в присъствие и отсъствие на меки тъкани

метод	локализация	mean	STD	тест*	стойност	d.f.	P
STP	Md	n/a	n/a	W	42	n/a	0,558
	Mx	0,612	3,147	t	0,952	23	0,351
	общо	n/a	n/a	W	-32	n/a	0,874
STA	Md	0,839	2,217	t	1,854	23	0,077
	Mx	-0,638	3,589	t	-0,871	23	0,393
	общо	0,100	3,044	t	0,228	47	0,820

t – цифтен тест на Student; W – тест на Wilcoxon

Всички диаметри, измерени с тъкани и без тъкани се различават достоверно по средните стойности (Фиг.25; Фиг.26).

Дълбочина на симулираните лезии

При сравняване на дълбочините на дефектите, установихме че във всички случаи без комбинацията STP HD/STA HD за мандибулата, измерванията в отсъствие на меките тъкани (STA) надвишават тези, получени при протокол на сканиране в присъствие на меки тъкани (STP)

Резултатите са представени в табл.8. При висока резолюция, средните на дълбочината на дефектите с тъкани и без тъкани се различават достоверно при максилите и общо. При нормална резолюция, достоверни различия има само при максилите (Фиг.27; Фиг.28).

Обем на симулираните лезии

При сравняване на обемите на симулираните лезии, измерени върху образите получени с ДОТ, средните стойности в групата STP /HD-STA HD са по-високи в отсъствие на меките тъкани за мандибулата, максилата и общо. Същото се наблюдава и в групата STP no/STA no (Табл.9). Всички обеми, изчислени с меки тъкани и без меки тъкани се различават достоверно по средните си стойности ($p < 0.0001$; табл; .9).

Таблица 7 Резултати от чифните тестове, сравняващи обема (mm^3), изчислен върху рентгенографските образи при различна резолюция в присъствие и отсъствие на меки тъкани

резолюция	локализация	mean	STD	тест*	стойност	d.f.	P
HD	Md	-0,198	0,205	t	-4,729	23	<0,001
	Mx	-0,318	0,231	t	-6,745	23	<0,001
	общо	-0,258	0,224	t	-7,965	47	<0,001
normal	Md	-0,210	0,131	t	-7,812	23	<0,001
	Mx	-0,375	0,229	t	-8,03	23	<0,001
	общо	n/a	n/a	W	1167	47	<0,001

* t – чифтен тест на Student; W – тест на Wilcoxon

Таблица 8 Резултати от цифрните тестове, сравняващи дълбочината (mm), измерен върху рентгенографските образи, получени при протоки на сканиране с и без меки тъкани

резолюция	локализация	mean	STD	тест*	стойност	d.f.	P
HD	Md	-0,008	0,328	t	-0,125	23	0,902
	Mx	n/a	n/a	W	186	n/a	0,008
	общо	n/a	n/a	W	412	n/a	0,035
normal	Md	0,146	0,421	t	1,697	23	0,103
	Mx	-0,250	0,547	t	-2,241	23	0,035
	общо	-0,052	0,522	t	-0,691	47	0,493

- *t* – цифртен тест на Student; *W*– тест на Wilcoxon

Таблица 9 Резултати от цифрните тестове, сравняващи обема (mm³), измерен върху рентгенографските образи с/без меки тъкани

резолюция	локализация	mean	STD	тест*	стойност	d.f.	P
HD	Md	-2,757	3,198	t	-4,222	23	<0,001
	Mx	-5,947	5,374	t	-5,421	23	<0,001
	общо	-4,352	4,663	t	-6,466	47	<0,001
normal	Md	n/a	n/a	W	244	n/a	<0,001
	Mx	-7,196	3,950	t	-8,925	23	<0,001
	общо	n/a	n/a	W	1094	n/a	<0,001

- *t* – цифртен тест на Student; *W*– тест на Wilcoxon

3. Резултати по трета задача:

Да се сравнят физикалните измерванията на анатомичните препарати, изпълнени с помощта на три метода за физикално измерване: сканиране с 3SHAPE, директна остеометрия с дигитален шублер F_i и сканирани силиконови отливки на симулираните дефекти F_{si}

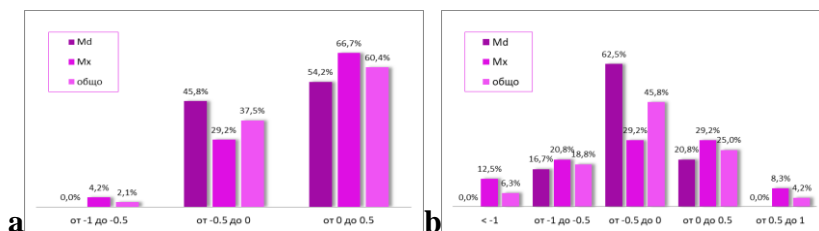
3.1 Сравняване на точността на измерванията направени с интраорален скенер 3Shape (F3Sh) с резултатите от физикално измерване с дигитален шублер (F_i)

Еднофакторният дисперсионен анализ (ANOVA) и множественото сравнение по двойки чрез метода на Holm-Sidak показва, че няма достоверни различия между диаметъра на дефектите на мандибулата и максилата, измерен с ИОС (F3sh) и този с дигиталния шублер при ниво на значимост $\alpha = 0,05$. При дълбочините, разлика открихме само при максиларните дефекти.

Връзката в изменението на стойностите на диаметъра на дефектите, измерен с ИОС и с дигитален шублер се оказва много слаба при максиларните и отсъства при мандибуларните дефекти. При дълбочините се установи силна положителна корелация при мандибуларните отвори и слаба корелация при максиларните. Анализът на Bland-Altman, показва че най-ниска средна разлика има между диаметъра на дефектите на M_x (0.02mm), следвана от тази при диаметър M_d (0.04mm). Статистически значими разлики има при дълбочина M_d и M_x . Ширината на 95% доверителен интервал при сравняване на белега “диаметър”, измерен по двата метода (F3Sh и F_i) е приблизително два

пъти по-тесен от съответния интервал при белег “дълбочина”, което прави измерването на диаметъра по-точно от това на дълбочината. При диаметър Md и дълбочина Mx се установи тенденция при малки стойности на белега измерен с дигитален шублер стойността $F3sh$ да е по-висока от F_i , а при големи стойности обратно.

Направен е анализ на честотите на отклоненията (в брой и %) на измерените диаметри с $F3sh$ спрямо F_i , на интервали с големина $0,5 \text{ mm}$ (фиг. 40), както и на абсолютните отклонения при критерий за клинична значимост с праг $0,5 \text{ mm}$ и 1 mm (фиг.41).



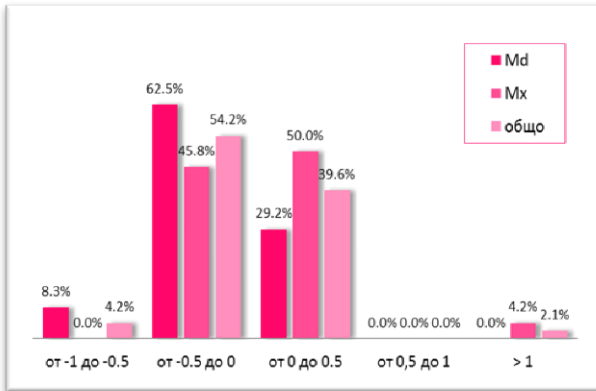
Фиг. 19 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на диаметъра(a) и дълбочината на дефектите(b), измерени с оптичен скенер спрямо тези, измерени с дигитален шублер на интервали с големина $0,5 \text{ mm}$

3.2 Сравняване на точността на измерванията, направени върху сканираните силиконови отливки на дефектите (FSi) с резултатите от физикално измерване с дигитален шублер (Fi)

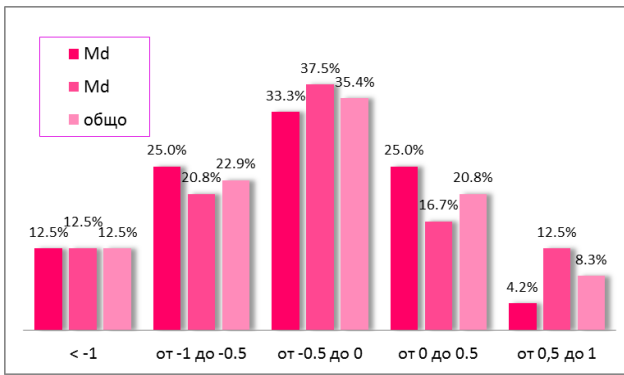
Еднофакторният дисперсионен анализ (ANOVA) и множеството сравнения по двойки чрез метода на Holm-Sidak показва, че има достоверни различия между диаметъра на мандибуларните отвори, измерен върху силиконови отливки (F_{si}) и тези, получени с дигитален шублер (F_i) при ниво на значимост $\alpha = 0.05$. Тестът на Friedman не доказва различия по средните стойности на диаметъра на максиларните дефекти, измерен върху сканираните силикони отливки този с дигиталния шублер (F_i). При дълбочините, разлика открихме при отворите и в двете челюсти.

Връзката в изменението на стойностите на диаметъра по двата метода се оказва слаба и за двете челюсти, а при дълбочините корелационният коефициент беше близък до нула. Анализът на Bland-Altman показва, че най-ниска средна разлика има при диаметър Mx (0.06mm). Ширината на 95% доверителен интервал при сравняване на стойностите на диаметъра, измерен по двата метода е близо два пъти по-тесен от същия при дълбочината.

Направен е анализ на честотите на отклоненията (в брой и %) на измерените диаметрите (Фиг.20) и дълбочините (Фиг.21) на дефектите с F_{si} спрямо F_i , на интервали с големина 0.05mm, както и на абсолютните отклонения при критерий за клинична значимост с праг 0.5mm и 1mm .



Фиг.20 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на диаметъра на дефектите, измерени на сканираните силиконови отливки спрямо тези с дигитален шублер на интервали с големина 0,5 mm



Фиг. 21 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на дълбочината на дефектите, измерени на сканираните силиконови отливки спрямо тези с дигитален шублер на интервали с големина 0,5 mm

4. РЕЗУЛТАТИ ПО ЧЕТВЪРТА ЗАДАЧА:

Сравняване на измерванията върху рентгенографските образи, получени при ДОТ с тези от физикалното измерване с дигитален шублер (Fi)

4.1 Сравняване на линейните и обемни измервания, получени върху рентгенографски образи при протокол на изследване с висока резолюция с меки тъкани (STP HD) и физикалното измерване с дигитален шублер (Fi)

Табл.10 Корелационен анализ за протокол STP HD

STP HD		(b) коеф. регресия	(r) коеф. корелация	сила на корел. връзка	достоверност	
белег	локализация				P	достов./недостов.
диаметър	Md	0,07	0,04	липсва	0,845	NS
	Mx	0,31	0,18	мн. слаба	0,397	NS
	общо	0,22	0,14	мн. слаба	0,334	NS
дълбочина	Md	0,69	0,69	силна	<0,001	Sig
	Mx	0,61	0,42	умерена	0,039	Sig
	общо	0,67	0,66	силна	<0,0001	Sig
обем	Md	0,51	0,56	умерена	0,004	Sig
	Mx	0,39	0,29	слаба	0,163	NS
	общо	0,50	0,48	умерена	0,001	Sig

Връзката в изменението на стойностите на диаметъра на симулираните дефекти, измерен върху рентгенографските образи получени при протокол на сканиране с меки тъкани и висока резолюция и с дигитален шублер се оказва слаба при максиларните дефекти ($r=0,18$, $p=0.855$) и липсва при при мандибуларните ($r=0,04$, $p=0.397$)(Табл.10). При дълбочините корелацията е силна при мандибуларните ($r=0,69$; $p<0.001$) и умерена при максиларните дефекти ($0,42$; $p=0.039$). При обемите се установи умерена корелация при мандибуларните дефекти ($r=0.56$, $p=0.004$) и слаба при максиларните ($r=0.29$; $p=0.163$).

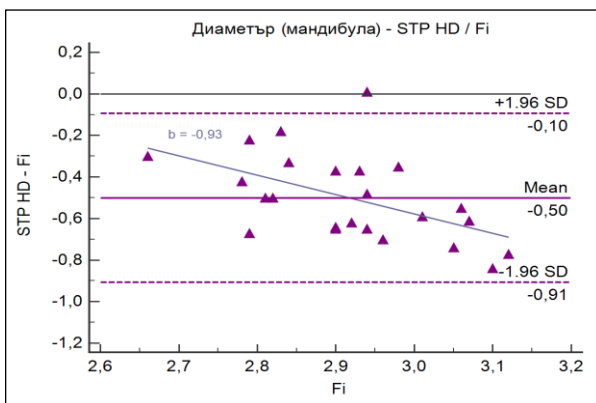
Табл.11 Анализ на съответствието за протокол STP HD

STP HD		средна разлика		95% доверителен интервал			извън интервала	
белег	локализация	стойност	P (H0: Mean=0)	долна гр.	горна гр.	ширина	брой	%
диаметър	Md	-0,50	<0,0001	-0,91	-0,10	0,81	1	4,2%
	Mx	-0,44	<0,0001	-0,91	0,02	0,93	1	4,2%
	общо	-0,47	<0,0001	-0,91	-0,04	0,87	3	6,3%
дълбочина	Md	0,30	0,005	-0,62	1,23	1,85	2	8,3%
	Mx	0,03	0,841	-1,25	1,31	2,56	3	12,5%
	общо	0,16	0,055	-0,97	1,30	2,27	5	10,4%
обем	Md	-5,06	<0,0001	-13,19	3,08	16,3	2	8,3%
	Mx	-6,38	<0,0001	-17,64	4,89	22,5	2	8,3%
	общо	-5,72	<0,0001	-15,53	4,09	19,6	4	8,3%

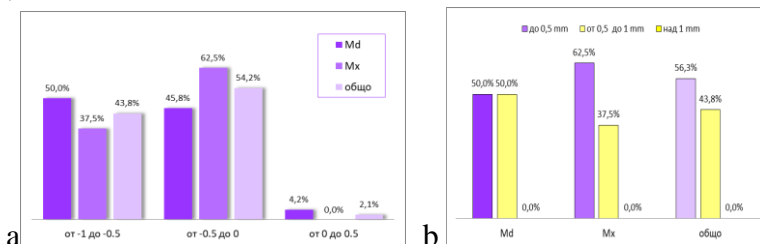
Анализът на съответствие на Bland-Altman показва (Табл.11; Фиг.22), че средната разлика при диаметрите е с отрицателен знак, -0.50mm за мандибуларните дефекти(Фиг.22) и -0.44mm за максиларните, и е достоверна. При дълбочините средната разлика за мандибуларните дефекти е 0.30mm , а при максиларните 0.003mm . При обемите се установи отрицателна средна разлика между рентгенографското и физикалното измерване с дигитален шублер и за двете челюсти, -5.06mm за мандибуларните дефекти и -6.38mm при максиларните. Ширината на доверителния интервал при диаметъра е 0.81mm за мандибуларните и 0.93mm за максиларните дефекти.

При дълбочините ширината на доверителния интервал е 1.85mm за мандибуларните и 2.56mm за максиларните. При диаметър Md и обем Md се установи тенденция с нарастване на изследвания белег регистриран по физикалния метод, да нараства и разликата между физикалното и рентгенографското измерване.

На Фиг.23 е показано процентното разпределение на отклоненията на диаметъра, измерен върху рентгенографските образи, получени при протокол на сканиране с висока резолюция и меки тъкани по средна и абсолютна стойност



Фиг. 22 Графика на Bland-Altman за съответствието между стойностите на диаметъра на дефектите на мандибулата, измерени при STP HD спрямо Fi и регресионна линия



Фиг. 23 а. Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на диаметъра на дефектите, измерени при STP HD спрямо Fi на интервали с големина 0,5 mm; б.Процент клинично точно и неточно измерените при STP HD диаметри на дефектите, при критерий за точност с праг 0,5 mm абсолютно отклонение

4.2 Сравняване на линейните и обемни измервания върху рентгенографските образи, получени при

протокол на сканиране с нормална резолюция и с меки тъкани STP no и физикалното измерване с дигитален шублер (Fi)

Връзката в изменението на стойностите на диаметъра измерен върху рентгенографските образи получени при протокол на сканиране с меки тъкани и ниска резолюция се оказва слаба за мандибуларните дефекти ($r=0.30$; $p=0.159$)(Фиг.26) и много слаба за максиларните ($r=0.10$; $p=0.646$). При дълбочините корелацията е силна за мандибуларните (Табл.12)

Табл.12 Корелационен анализ за протокол STP no

STP no		(b) коеф. регресия	(r) коеф. корелация	сила на корел. връзка	достоверност	
белег	локализация				P	достов./недостов.
диаметър	Md	0,26	0,30	слаба	0,159	NS
	Mx	0,17	0,10	мн. слаба	0,646	NS
	общо	0,23	0,17	мн. слаба	0,258	NS
дълбочина	Md	0,62	0,76	силна	<0,0001	Sig
	Mx	0,62	0,35	слаба	0,098	NS
	общо	0,61	0,57	умерена	<0,0001	Sig
обем	Md	0,41	0,73	силна	<0,001	Sig
	Mx	0,37	0,26	слаба	0,218	NS
	общо	0,42	0,44	умерена	0,002	Sig

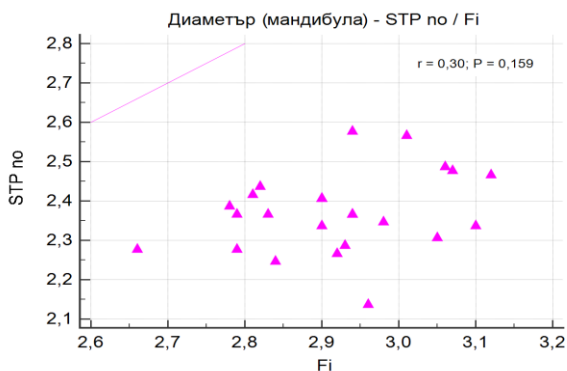
Табл.13 Анализ на съответствието за протокол STP по

STP no		средна разлика		95% доверителен интервал			извън интервала	
белег	локализация	стойност	P (H0: Mean=0)	долна гр.	горна гр.	ширина	брой	%
диаметър	Md	-0,54	<0,0001	-0,80	-0,29	0,51	1	4,2%
	Mx	-0,48	<0,0001	-0,98	0,01	1,00	1	4,2%
	общо	-0,51	<0,0001	-0,91	-0,12	0,79	4	8,3%
дълбочина	Md	0,40	<0,0001	-0,36	1,16	1,52	1	4,2%
	Mx	0,05	0,783	-1,56	1,65	3,21	2	8,3%
	общо	0,22	0,023	-1,07	1,52	2,59	2	4,2%
обем	Md	-5,12	<0,0001	-11,57	1,33	12,9	1	4,2%
	Mx	-6,99	<0,0001	-19,04	5,06	24,1	2	8,3%
	общо	-6,06	<0,0001	-15,79	3,68	19,5	2	4,2%

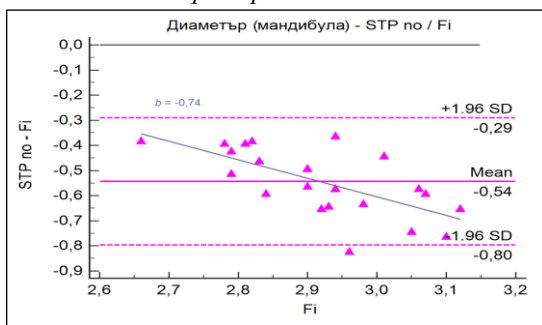
дефекти ($r=0.76$; $p<0.001$) и слаба за максиларните ($r=0.35$; $p=0.098$). Сравнителният анализ на обемите показва силна корелация при мандибуларните дефекти ($r=0.73$; $p<0.001$) и слаба при максиларните ($r=0.26$; $p=0.218$).

Анализът на съответствието на Bland-Altman показва (Табл.13; Фиг.27), че средната разлика между рентгенографските стойности и физикалното измерване с шублер е -0.54 за диаметъра на мандибуларните дефекти и 0. представя съответствието между измерените стойности. Средната аритметична на разликата е -0.54mm и -0.48 за максиларните и се различават достоверно от нула ($p<0.0001$). Ширината на 95% доверителен интервал е 0.51 за мандибуларните и 1.00 за максиларните дефекти. При анализа на дълбочините средната разлика за мандибуларните дефекти е 0.40, а 95%

доверителен интервал е с ширина 1.52. При максиларните средната разлика е 0.05, а доверителният интервал е с ширина 3.21. При диаметър Md (Фиг.26), диаметърMx, дълбочинаMd, Обем Md и Mx се установи тенденция с нарастване на белега измерен с шублер, да нараства и разликата между физикалното и рентгенографското измерване.

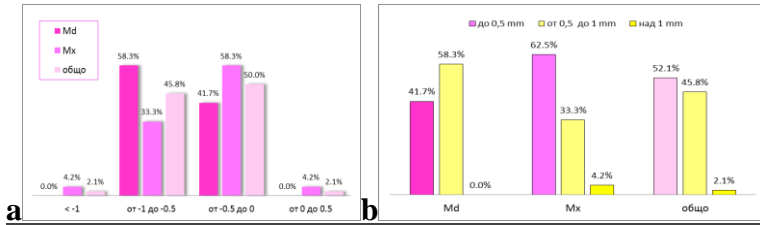


Фиг. 26 Зависимост между диаметъра на дефектите на мандибулата, измерен при STP no и Fi

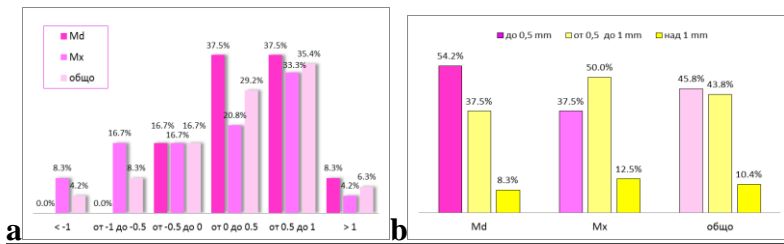


Фиг.27 Графика на Bland-Altman за съответствието между стойностите на диаметъра на дефектите на мандибулата, измерени при STP no спрямо Fi и регресионна линия

На Фиг.28 и Фиг.29 е показано процентното разпределение на отклоненията в стойностите на диаметъра и дълбочината на дефектите, измерени върху рентгенографски образи, получени при протокол на сканиране с меки тъкани и ниска резолюция



Фиг. 28 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на диаметъра на дефектите, измерени при STP спрямо F_i на интервали с големина 0,5 mm



Фиг.30 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на дълбочината на дефектите, измерени при STP по спрямо F_i на интервали с големина 0,5 mm

4.3 Сравняване на линейните и обемни измервания върху рентгенографски образи при протокол на

**сканиране с висока резолюция и с меки тъкани
STA HD и физикалното измерване с дигитален
шублер (Fi)**

Табл.14 Корелационен анализ за протокол STA HD

STA HD		(b) коеф. регресия	(r) коеф. корелация	сила на корел. връзка	достоверност	
белег	локализация				P	достов./ недостов.
диаметър	Md	0,00	0,00	липсва	0,982	NS
	Mx	0,08	0,05	липсва	0,816	NS
	общо	-0,08	0,06	липсва	0,676	NS
дълбочина	Md	0,76	0,80	силна	<0,0001	Sig
	Mx	0,28	0,20	слаба	0,350	NS
	общо	0,72	0,67	силна	<0,0001	Sig
обем	Md	0,59	0,68	силна	<0,001	Sig
	Mx	0,33	0,21	слаба	0,319	NS
	общо	0,66	0,53	умерена	<0,001	Sig

Връзката в изменението на стойностите на диаметъра на симулираните дефекти, измерен върху рентгенографските образи получени при протокол на сканиране без меки тъкани и висока резолюция и с дигитален шублер се оказва много слаба при максиларните дефекти ($r=0,10$; $p=0.646$) и слаба при мандибуларните ($r=0,30$, $p=0.159$)(Табл.14; Фиг.31). При дълбочините корелацията е силна при мандибуларните ($r=0,76$; $p<0.001$) и слаба при максиларните дефекти ($r=0,35$; $p=0.098$). При обемите се установи силна корелация при мандибуларните дефекти ($r=0.73$; $p<0.001$) и слаба при максиларните ($r=0.26$; $p=0.218$).

Анализът на съответствие на Bland-Altman (Фиг.32) показва, че средната разлика при диаметрите е с отрицателен знак, -0.30 за мандибуларните дефекти и -0.13 за максилар-

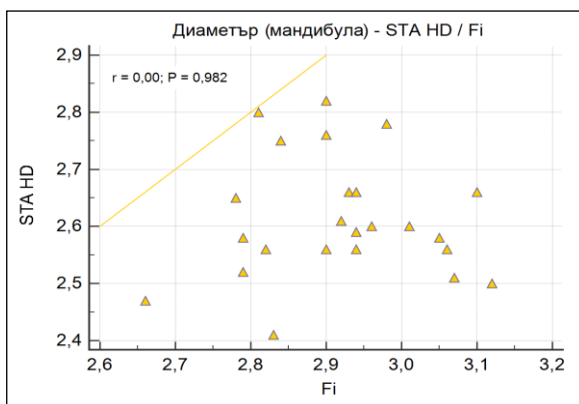
ните и е достоверна. При дълбочините средната разлика за мандибуларните дефекти е 0.31, а при максиларните 0.25.

Табл.15 Анализ на съответствието за протокол на сканиране STA HD

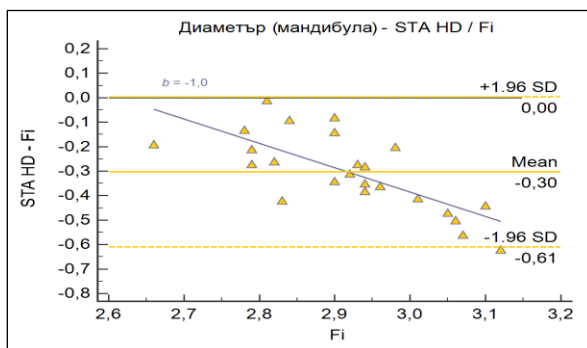
STA HD		средна разлика		95% доверителен интервал			извън интервала	
белег	локализация	стойност	P (H0: Mean=0)	долна гр.	горна гр.	ширина	брой	%
диаметър	Md	-0,30	<0,0001	-0,61	0,003	0,61	1	4,2%
	Mx	-0,13	0,02	-0,59	0,34	0,93	0	0,0%
	общо	-0,21	<0,0001	-0,64	0,21	0,86	2	4,2%
дълбочина	Md	0,31	0,000	-0,42	1,04	1,46	2	8,3%
	Mx	0,25	0,112	-1,20	1,70	2,90	1	4,2%
	общо	0,28	0,002	-0,86	1,42	2,27	2	4,2%
обем	Md	-2,30	0,004	-9,19	4,59	13,8	1	4,2%
	Mx	-0,43	0,758	-13,7	12,9	26,6	1	4,2%
	общо	-1,37	0,088	-12,0	9,27	21,3	5	10,4%

При обемите се установи отрицателна средна разлика между рентгенографското и физикалното измерване с дигитален шублер и за двете челюсти, -2.30 за мандибуларните дефекти и -0.43 при максиларните. Ширината на доверителния интервал при диаметъра е 0.61 за мандибуларните и 0.93 за максиларните дефекти.

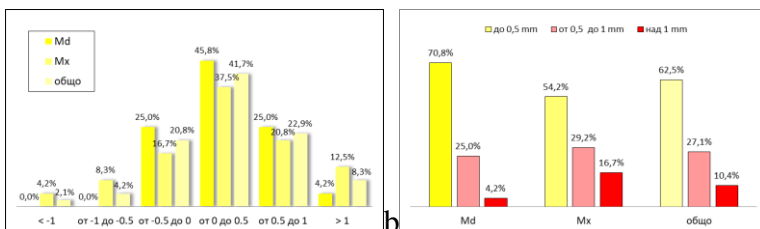
При дълбочините ширината на доверителния интервал е 1.4mm за мандибуларните и 2.90mm за максиларните. При.



Фиг. 31 Зависимост между диаметъра на дефектите на мандибулата, измерен при STA HD и Fi



Фиг. 33 Графика на Bland-Altman за съответствието между стойностите на диаметъра на дефектите на мандибулата, измерени при STA HD спрямо Fi и регресионна линия



Фиг. 34 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на дълбочината на дефектите, измерени при STA HD спрямо F_i на интервали с големина 0,5 mm; a. по средно отклонение; b. по абсолютното отклонение

диаметър Md и обем Mx се установи тенденция с нарастване на изследвания белег регистриран по физикалния метод, да нараства и разликата между физикалното и рентгенографското измерване

4.4 Сравняване на линейните и обемни измервания върху рентгенографски образи при протокол на сканиране с нормална резолюция и без меки тъкани STAno и физикалното измерване с дигитален шублер (F_i)

Връзка в изменението на стойностите на диаметъра, получен по двата метода (протокол на сканиране без тъкани и ниска резолюция STAno и измерване с шублер F_i) липсва при мандибуларните дефекти (Табл.16). Коефициентът на корелация е близък до 0 и статистически недостоверен ($r=0.03$; $p=0.872$), а при максиларните бележи слаба корелация ($r=0.30$; $p=0.149$). При дълбочините се наблюдава

Табл.16 Корелационен анализ за протокол на сканиране STA по

STA no		(b) коеф. регресия	(r) коеф. корелация	сила на корел. връзка	достоверност	
белег	локализация				P	достов./недостов.
диаметър	Md	-0,03	0,03	липсва	0,872	NS
	Mx	0,49	0,30	слаба	0,149	NS
	общо	0,05	0,04	липсва	0,804	NS
дълбочина	Md	0,81	0,76	силна	<0,0001	Sig
	Mx	0,21	0,15	мн. слаба	0,493	NS
	общо	0,76	0,66	силна	<0,0001	Sig
обем	Md	0,51	0,68	силна	<0,001	Sig
	Mx	0,56	0,37	слаба	0,079	NS
	общо	0,78	0,59	умерена	<0,0001	Sig

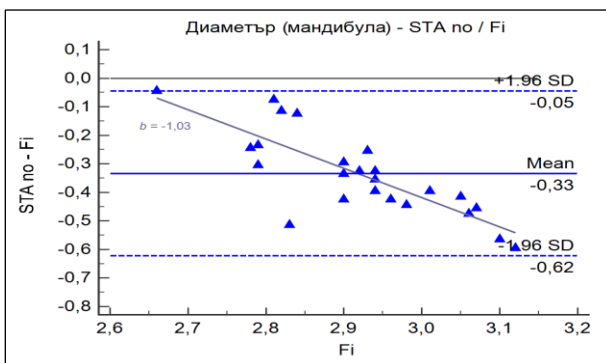
силна корелация при мандибуларните измервания ($r=0.76$; $p<0.001$) и много слаба при максиларните ($r=0.15$; $p=0.493$). Връзката между стойностите на обема определен рентгенографски и физикално е силна при мандибуларните дефекти ($r=0.68$; $p<0.001$) и слаба при максиларните ($r=0.37$; $p=0.0079$).

Анализът на съответствието на Bland-Altman (Табл.17; (Фиг.35) показва, че средната разлика между измерените върху рентгенографските образи диаметри и тези измерени с дигиталния шублер е -0.33mm за мандибуларните и -0.11mm за максиларните дефекти, а доверителният интервал е 0.58mm и 0.83mm съответно. При дълбочините разликата е 0.26mm за мандибуларните, а ширината на доверителния интервал е 0.84mm . При максиларните дефекти средната разлика е 0.30 , а 95% доверителният интервал 1.65mm . При

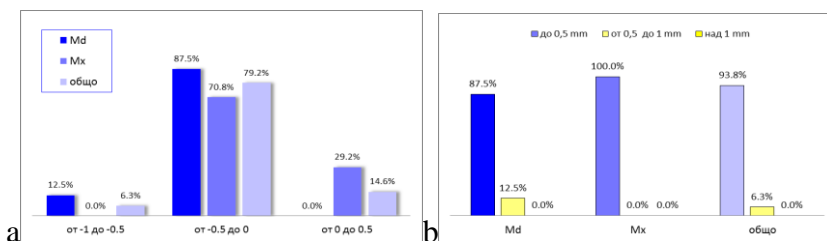
Табл.17 Анализ на съответствието за протокол на сканиране STA по

STA по		средна разлика		95% доверителен интервал			извън интервала	
белег	локализация	стойност	P (H0: Mean=0)	долна гр.	горна гр.	ширина	брой	%
диаметър	Md	-0,33	<0,0001	-0,62	0,045	0,58	1	4,2%
	Mx	-0,11	0,02	-0,52	0,31	0,83	1	4,2%
	общо	-0,22	<0,0001	-0,64	0,20	0,84	2	4,2%
дълбочина	Md	0,26	0,007	-0,57	1,08	1,65	1	4,2%
	Mx	0,30	0,073	-1,22	1,81	3,03	2	8,3%
	общо	0,28	0,003	-0,93	1,48	2,41	3	6,3%
обем	Md	-3,14	0,000	-9,90	3,62	13,5	2	8,3%
	Mx	0,21	0,871	-11,8	12,3	24,1	3	12,5%
	общо	-1,47	0,057	-11,7	8,75	20,4	4	8,3%

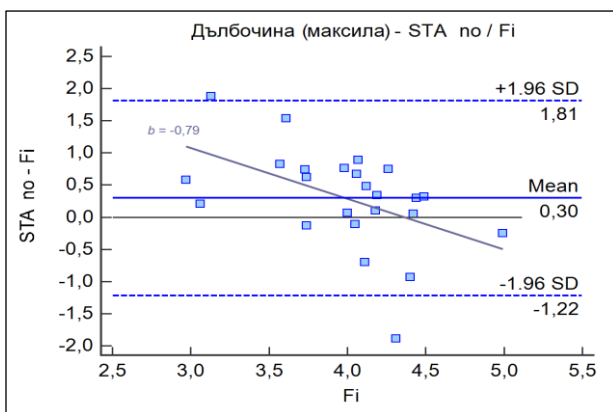
диаметър Md дълбочина Mx (Фиг.36) и обем Md се установява тенденция с анрастване мна белега измерен с шублер, да нараства разликата между рентгенографското и физикалното измерване. При дълбочина Mx, при малки стойности на белега измерен с шублер, рентгенографското измерване е по-голямо от физикалното, а при по-високи стойности на дълбочина Fi, физикалното измерване е по-голямо от рентгенографското.



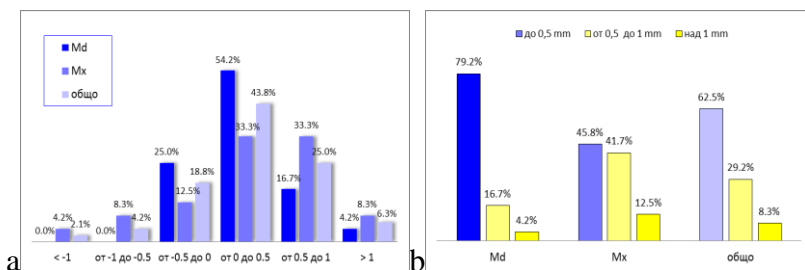
Фиг.35 Графика на Bland-Altman за съответствието между стойностите на диаметъра на дефектите на мандибулата, измерени при STA no спрямо Fi и регресионна линия



Фиг. 36 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на диаметъра на дефектите, измерени при STA no спрямо Fi на интервали с големина 0,5 mm: а. по средно отклонение, б. по абсолютно отклонение



Фиг.37 Графика на Bland-Altman за съответствието между стойностите на дълбочината на дефектите на максилата, измерени при STA по спрямо Fi и регресионна линия



Фиг. 38 Процентно разпределение на отклоненията на стойностите на дълбочината на дефектите, измерени при STA по спрямо Fi на интервали с големина 0,5 mm

V. Резултати по пета задача– формулиране на “праг на безопасност” при хирургични интервенции, на базата на направените сравнения между измерванията на симулираните дефекти в челюстите с физикалните измервания с дигитален шублер

При определянето на “праг на безопасност” при хирургични интервенции в ЛЧО избрахме максималната стойност на абсолютната разлика между рентгенографските измервания и физикалните измервания на диаметъра и дълбочината на симулираните дефекти, като използвахме данните от два протокола на сканиране на анатомичните препарати: с меки тъкани и висока резолюция (STP HD) и меки тъкани и ниска резолюция (STPno). За протокол на сканиране STP HD и на базата на средните абсолютни разлики, които изчислихме, определихме “праг на безопасност” за хоризонталните измервания 1.01mm, а за вертикалните 1.85mm. При протокол на сканиране STP HD, прагът за хоризонталните измервания е 0.93mm, а за вертикалните 1.56mm.

VI. ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

1. Обсъждане по първа задача:

да се сравни точността на линейните измервания при ДОТ при промяна на фактор “резолюция” (HD-STP/LD-STP, HD-STA/LD-STA)

Мненията относно точността на линейните и обемните измервания при ДОТ са в известен смисъл непостоянни и разнообразни (Wood). Timock съобщава за субмилиметрови разлики, което означава голяма точност. Patcas et al. говорят за граница на съгласие (limit of agreement), която е от порядъка на 2,1mm, а Sun et al. са установили че измерванията на височината на алвеоларната кост са по-ниски от анатомичната истина с 0.9mm до 1.2mm. Нашата цел беше да изследваме влиянието на факторите “резолюция” и “меки тъкани” върху точността на линейните и обемни измервания на симулирани дефекти, изработени в свински челюсти. За анализ на влиянието на voxel-а върху измерванията оформихме две групи в които да се осъществят сравненията. Първата група бе представена от протокол на сканиране с меки тъкани и висока резолюция STP HD и протокол на сканиране с меки тъкани и ниска резолюция STPno. Във втората група включихме протокол на сканиране висока резолюция и без меки тъкани STA HD и протокол на сканиране с ниска резолюция и без меки STA no. И при двете двойки протоколи на сканиране факторът “меки тъкани” остана непроменен. В така оформените групи

разгледахме сравнително трите белега, които ни интересуваха: диаметър, дълбочина и обем на симулираната лезия. Ние установихме, че стойностите на измерванията при HD е по-висока и за двете групи. Според R. Wood намаляването на voxel-а води до увеличаване на точността на измерванията. В нашите изследвания, образите получени с по-висока резолюция имаха по-добра рязкост и контраст в границите на костта и повърхностите на зъбите при сравняване на двете резолюции, и по-ясни контури при протокол на сканиране при отсъствие на меки тъкани STA HD при сравняване на образите получени с протокол на сканиране с меки тъкани STP HD. Стойностите, получени при протокол STP HD бяха по-ниски от тези при протокол STPno за мандибулата, както и при сравняване на STA HD и STA по за дефектите в максилата. След извършения сравнителен анализ можем да направим извода че няма статистически значими разлики в измерванията на диаметъра, дълбочината и обема на симулирани дефекти в челюстите при използване на двете използвани резолюции. Този резултат е важен за нас, от гледна точка на избор на протокол на сканиране, който ще доведе до по-малко лъченатоварване на пациента при голяма диагностична точност. Хипотезата ни, че няма да има съществена разлика в измерванията направени при протокол на сканиране “HD” и протокол “normal” се потвърди от резултатите, които получихме.

2. Обсъждане на резултатите по втора задача – да се сравни точността на линейните измервания при ДОТ при промяна на фактор “меки тъкани” (STP-HD/STA-HD, STP-LD/STA-LD).

Максималното пресъздаване на клиничните условия при изследвания на точността на линейните и обемни измервания при ДОТ е от голямо значение за клиничната достоверност на получените резултати. В използваната литература открихме тенденция последните години да се създават и прилагат експериментални модели, които дават възможност за използване на меки тъкани или средства, които да ги симулират. В изследванията с трупни черепи, авторите споделят за вероятно влияние на балсамиращата течност върху качеството на образа получен при ДОТ, а от там и на точността на измерванията, осъществени на базата на тези образи. Ние се постаряхме да използваме незамразени свински глави с прилежащите им меки тъкани, без употребата на каквито и да е фиксиращи препарати, подобно на други автори. Patcas et al. твърдят, че присъствието на меки тъкани води до ”подценяване” на измерванията, направени във фронталния участък на долната челюст. Други съобщават, че присъствието на меки тъкани не компрометира точността на изследването (Ganguly). Ние направихме сравнение на стойностите на измерванията при различните протоколи в двете обособени групи, поотделно. В едната група сравнихме протокол на сканиране с висока резолюция без меки тъкани STA HD с

протокол на сканиране с висока резолюция и с меки тъкани STP HD. В другата група сравнихме измерванията при протокол на сканиране с ниска резолюция и с меки тъкани STPno с протокол с ниска резолюция без меки тъкани STAno. От получените резултати се вижда, че при сравняване на диаметъра, разликите в измерванията при двата протокола имат субмилиметрови разлики и STA HD е с по-висока стойност във всички случаи (мандибула, максила и общо за двете челюсти). При дълбочината това важи за максилата, но не и за мандибулата. При сравняване на обема при всички изследвани двойки, измерването при протокол на сканиране без меки тъкани STA е с по-високи стойности от протокол с меки тъкани STP. Получените от сравнителното разглеждане резултати потвърждават хипотезата ни, че отсъствието или присъствието на меки тъкани по време на изследване с ДОТ, води до статистически значими различия в стойностите на линейните и обемни измервания.

3. Обсъждане на резултатите по трета задача – да се сравни точността на линейните и обемни измервания на симулираните дефекти в челюстите, получени с интраорален скенер и дигитализирани силиконови отливки с резултатите от директна остеометрия с дигитален шублер.

Обсъждане на резултатите, получени от измервания на диаметъра, дълбочината и обема на

дефектите с ИОС 3Shape (F3Sh) и сравнени с тези от директна остеометрия с дигитален шублер (Fi)

Точността на ИОС е била изследвана от редица автори (Ajioka, Akyalcin, Aragon, Flügge, Grunheid, Naidu, Mack, Nedelcu, Seelbach, Wiranto). Всички те са анализирали прецизността на линейните и обемни измервания при сканиране с ИОС в смисъла на тяхната клинична и диагностична стойност. Ние измерихме диаметъра, дълбочината и изчислихме производния от тях обем на симулирани дефекти в горните и долни челюсти на 6 свински глави и сравнихме резултатите с тези, получени при директна остеометрия на същите дефекти с дигитален шублер. Измерванията с дигитален шублер приехме за “златен стандарт”. Всички анатомични препарати (6 долни и 12 горни челюсти) бяха сканирани с ИОС 3Shape. Получените образи бяха конвертирани в STL формат. Измерванията осъществихме върху оцветени 3D (Фиг.12) модели от получените файлове със специализиран софтуер Materialize. Преди да пристъпим към измерванията направихме наслагане на триизмерните образи, получени с ИОС с тези от ДОТ (Фиг.14). След като се уверихме във високата степен на съвпадение между контурите на двата типа образи пристъпихме към измерванията на диаметъра и дълбочината на всеки дефект. С формулата за обем, която използвахме при определяне на обема при директната остеометрия, изчислихме обема на сканираните препарати. От получената дескриптивна статистика се вижда, че средната

разлика (Mean) е 0.02mm и 0.04mm за диаметъра на мандибуларните Md и максиларните дефекти Mx съответно. Mask et al. съобщават за средна разлика -0.17 и -0.13 за двата ИОС, които са използвали. При нас, освен положителния знак на тази разлика, т.е стойностите измерени с 3Shape са системно по-високи от тези с дигитален шублер Fi, се забелязва и чувствително по-ниската стойност на разликата. При дълбочината на дефектите резултатите ни са близки до тези на Mask, средната разлика е -0.20mm за долната челюст и -0.34mm за горната, с други думи стойностите измерени с ИОС са системно по-ниски от тези при физикалното измерване с шублер, прието за “златен стандарт”. Stevens et al. съобщават, че дължината на мандибуларната дъга във фронталния участък измерена с шублер върху гипсови модели била по-голяма с 0.40mm от тази на дигиталния модел, което не важало за цялостното измерване на същата дъга от молар до молар. Mullen et al. са открили съществени разлики в измерванията на дължината на зъбната дъга, измерена на гипсови модели и дигитални модели, стигаща до 1.5mm. Redlich et al. също са открили статистически значими разлики при измерването на дължината на мандибуларната зъбна дъга на гипсови и дигитални модели. Този извод съвпада с нашето наблюдение, че с увеличаване на стойността на даден белег при анализа за съответствие на Bland-Altman, нараства и разликата между изследваните белези. Авторите са открили статистически значими

разлики в дължината на мандибуларната дъга измерена на дигитални и гипсови модели.

Направихме анализ на зависимостта между измерванията на диаметър, дълбочина и обем на дефектите измерени с ИОС (F3Sh) и дигитален шублер (Fi). Силна корелация открихме при дълбочина на максиларните отвори (Mx) и общо (Md+Mx), както и при всички обеми (Md, Mx и общо). Използвахме анализа на Bland Altman за сравняване на двойките измервания (F3Sh и Fi) за всеки белег, отделно за максилата и мандибулата. Графичното изобразяване чрез плотовете на Bland Altman демонстрира степента на съответствие между белезите.

От фигурата се вижда, че има отчетлива регресия при сравняването на белезите. Това означава, че при малки стойности на белега (прим. дълбочина на отвора), измерването F3Sh е с по-големи стойности от измерването с дигитален шублер Fi, докато при по-големи стойности на белега резултатите от ИОС са по-ниски от тези при директната остеометрия. Нашите резултати противоречат на резултатите на Mack et al., които не са открили пропорционална разлика за никое сравнение по двойки измервания. С цел сравняване на отклоненията при измерване на рзличните белези (диаметър, дълбочина и обем), както и оценка на надеждността на различните физикални методи за измерване на симулирани дефекти, изчислихме абсолютната и процентна разлика между измерванията ри сканираните с ИОС анатомични препарати F3Sh и тези с дигиталния шублер Fi. От анализа се вижда,

че абсолютната разлика при диаметъра, измерен с F3Sh е с по-ниска от стойност от тази при измервания на дълбочината. Най-ниската процентната разлика при диаметър е регистрирана при Md – 4.6%, а при дълбочината на дефектите при Mx-10.55%. Това означава че стойността при F3Sh може да варира съответно до 4.6% и 10.55% от стойността при Fi. С други думи, при средна стойност на диаметър Md равна на 2.92mm и измерена с дигитален шублер, стойностите получени с оптичния скенер се различават от нея средно с 0.29mm и подобна субмилиметрова разлика бележи голямо сходство между двете измервания. То е много по-силно изразено в хоризонталните измервания, отколкото във вертикалните. Това разминаване частично може да се обясни с високата категоричност, с която се дефинират очертанията на диаметъра на даден дефект с цел неговото измерване върху а дигиталния модел получен с ИОС, докато при дълбочината имахме известни затруднения и не изключваме влиянието на субективизма в маркиране на точките за измерване. При прилагане на ИОС в клинични условия, нашите резултати биха се повлияли от фактори, които ги съпътстват (наличие на слюнка, меки тъкани). Разликите в светлинния сноп, като се приема обратно от скенера може чувствително да повлияе способността му да определи реалната дълбочина на даден обект (AquaIcin, Mask). Ние смятаме, че са необходими по-задълбочени изследвания на точността на ИОС за верифициране на посочените от нас

резултати, с помощта на екстраорални стационарни скенери и мощни индустриални скенери.

Обсъждане на резултатите от измерванията, направени върху силиконови отливки на дефектите, сканирани с ИОС и сравнени с тези от директна остеометрия с дигитален шублер (Fi).

Силикони отливки на симулирани дефекти или празни алвеоли са били използвани от редица автори (Ahlowalia, Liang). Те са приели метода за “златен стандарт” в техните изследвания. Ние си поставихме за цел да изследваме точността и надеждността на силиконовите отливки като метод за физикално измерване при анализ на точността на линейните обемни измервания при ДОТ. В литературата, която ползвахме не изследвания на точността на линейните измервания направени върху силиконови отливки като физикален метод при анализ на точността на измерванията при ДОТ. В повечето случаи, когато е използван силикон за получаване на позитивни отливки на дефектите (или зъбни алвеоли), обемът е бил изчислен на принципа на изчисляване на изместения обем вода в градуиран стъклен съд. Ahlowalia et al. правят още един вид изчисляване на обема - чрез посочената от производителя средна маса на отпечатъчния материал. Patel et al. изчисляват обема на силиконовите отливки по математическа формула за обем на сфера. С цел анализ на точността на линейните измервания, както и за сравняване на различните физикални методи, ние решихме да сканираме с ИОС силиконовите отливки и на получените триизмерни образи да направим

нашите измервания. Обема изчислихме по математическа формула, използвайки получената информация за диаметъра (респ. радиуса) и дълбочината на всеки отвор. Другият важен момент за нас във създаването на методиката беше формата на дефектите, с оглед точното изчисляване на обема. Те бяха изработени с цилиндричен борер с плосък връх и диаметър 2.5mm, насочен под прав ъгъл спрямо повърхността на костта. Това ни осигури пълна симетричност на стените на отворите, липса на отклонение в стойностите на дълбочината измерена медиално и дистално на дефекта, резки граници и безпрепятствено прилагане на формулата за изчисляване на обем на цилиндър. За разлика от другите автори, използвавали силикона за физикални измервания, ние не просто сравнихме резултатите от измерванията при този метод със стойностите получени от измерванията върху рентгенографските образи от ДОТ, но и сравнихме точността на измерванията върху сканирания силикон с тези от директна остеометрия с дигитален шублер. Поради тази причина няхахме голяма база за сравнение с други източници. Според Agbaje et al има статистически незначителни разлики между измервания на обема направени върху силиконови отливки и тези при ДОТ, като стойностите от физикалното измерване (Fsi) са по високи от измерването върху рентгенографските образи. Liang et al. са открили по-високи стойности при Fsi в 18% от случаите и 15% по-високи стойности при измерванията при ДОТ, въпреки че съобщават за неоткрити симулари лезии, които

съставляват 33% от общия брой на лезиите. Този факт за нас представляваше интерес от гледна точка на избора на размер при изработването на отворите. Според Patel et al. когато единия параметър на дефекта (диаметър или височина) е под 2mm, има вероятност той стане “рентгенологично невидим”. Ние се спряхме на най-ниска стойност 2.5 mm, което позиционира изработените от нас отвори над описания критичен праг и по отношение чувствителността на ДОТ в откриването на симулирани лезии можем да кажем, че открихме 100% от изработените от нас дефекти на всички получени рентгенографски образи. С оглед анализиране на клинично значимата неточност на измерванията изчислихме процентното разпределение на стойностите получени от сканираните силиконови отливки спрямо тези поучени с дигитален шублер. От Фиг.Х се вижда, че при използване на праг от 0.5mm, който да определи няколко степени на “клинично значима неточност”, 62% от измерванията на диаметъра на отворите Md с Fsi са от 0 до 0.5mm по – ниски от измервания диаметър при директна остеометрия с дигитален шублер Fi (т.е. от 0 до -0.5mm), докато за същия белег при Mx този процент е 45%. Обратно, в диапазона от 0 до 0.5mm процентите са 29.2% за Md и 50% за Mx, или това са случаите в които Fsi е с по-висока стойност от Fi. При сравняване на диаметрите на симулираните лезии в мандибулата Md стойностите от Fsi са системно по-ниски от Fi (Mean е -0.13mm), докато при диаметър Mx те са системно по-високи, макар и с много близка до 0 стойност

на Mean (0.06mm). При дълбочините на дефектите освен системно по-ниските стойности и при двете челюсти (Mean/Md=-0.35, Mean/Mx=-0.30) се забелязва и разпределение на честотите на отклонение на F_{si} от F_i във всички степени на “клинична неточност”. Това прави измерването на диаметъра на дефектите върху сканирани силиконови отливки по-точно от измерването на тяхната дълбочина. Същото установихме и при сравняване на точността на измерванията на диаметъра и дълбочината при използване на ИОС за сканиране на анатомичните препарати. Фиг.82 представя графично изчислените от нас абсолютни процентни разлики между стойностите на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните лезии в челюстите, измерени с ИОС и дигитализирани силиконови отливки и стойностите получени при директна остеометрия с дигитален шублер. От нея се вижда, че средната процентна разлика при измерване на диаметъра и дълбочината е по-ниска при измерването с ИОС в сравнение с измерването с дигитализирани силиконови отливки, като при диаметрите не надвишава 10%, а при дълбочините е по-ниска от 20%.

4. Обсъждане на резултатите по четвърта задача – да се сравни точността на линейните и обемни измервания при ДОТ с тези от физикалното измерване (F_i).

Настоящото изследване има за цел да анализира точността на линейните и обемните измервания на симулирани дефекти в челюстите върху образи, получени

при ДОТ и сравняването им със резултатите, получени при директна остеометрия. Експерименталната постановка, която избрахме ни позволи да направим физикалните измервания по начин, немислим при живи пациенти. За сравненията използвахме средната разлика на диаметъра, дълбочината и обема на дефектите между рентгенографските образи и тези от физикалното измерване с дигитален шублер. От една страна сравнихме отклоненията в хоризонталните (диаметър на дефектите) и вертикалните (дълбочина на дефектите) измервания, както и разпределението им двете челюсти, а от друга сравнихме разликите на линейните и обемните измервания. За целта сме използвали процентната разлика, като единствен начин за сравняване на различни мерни единици (милиметри и кубични милиметри).

Еднофакторният дисперсионен анализ, както и множественото сравнение по двойки по метода на Holm-Sidak показва, че няма статистически значими разлики в стойностите на дълбочината на дефектите и в двете челюсти, измерена върху рентгенографските образи получени при всички протоколи на сканиране и тези, измерени с дигитален шублер. Този ни извод е в съгласие с изводите, направени от Vani et al., Sternfeld и Ganguly. При сравняване на средните стойности на диаметрите на дефектите открихме статистически значими разлики, както при мандибуларните, така и при максиларните отвори ($\chi^2=39.353$). Подобно на нас, Стоичков и сътр. е открил статистически значими разлики в средните стойности на дължината и ширината на костта, измерена при директна остеометрия и върху рентгенографски образи, получени с ДОТ.

Vani et al. говори за коефициент на корелация между рентгенографските и физикалните измервания с шублер

близък до единица за всички протоколи на сканиране, използвани в неговото изследване (Vani). Резултатите му са сходни с тези на Stratemann и Tarazanova. Patcas et al. са установил умерена, но достоверна корелация. В нашето изследване ние също открихме силна или умерена корелация при дълбочините на симулираните лезии и в двете челюсти за всички протоколи на сканиране. При сравняване на диаметрите на дефектите установихме ниски стойности на коефициента на корелация, което бележи слаба корелация или липса на такава при всички протоколи на сканиране.

Прави впечатление, че средните разлики са с положителен знак при белега “Диаметър” и отрицателен знак при белега “Дълбочина”. По абсолютна стойност на разликите, стойностите които получихме са по-ниски от тези на Ganguly et al., който съобщава за средна абсолютна разлика $1.1 \pm 1.3\text{mm}$, $1.2 \pm 1.5\text{mm}$, $1.1 \pm 1.4\text{mm}$ при използвани три протокола на сканиране и са по-високи от тези на Waltrick et al. Последните съобщават за средна абсолютна разлика $0.23 \pm 0.2\text{mm}$. Подобни стойности са регистрирали и Loubele et al. Torres et al. са измерили средна абсолютна разлика от 0.68 до 0.72mm. Stratemann et al. са установили стойност на разликата между двата типа измервания $0.07 \pm 0.41\text{mm}$ за максилата и $0.00 \pm 0.22\text{mm}$ за мандибулата. Най-ниска абсолютна средна разлика открихме при белега “Диаметър” в максилата, ($0.19 \pm 0.15\text{mm}$) при протокол на сканиране без меки тъкани и ниска резолюция STAno, а най-високата при белега “Дълбочина” в максилата Mx и протокол на сканиране без меки тъкани и ниска резолюция STA no ($0.63 \pm 0.52\text{mm}$).

Експерименталната постановка на нашето изследване е различна от тази на последните трима споменати автори, които в опитите си са изследвали корелацията между рентгенографски измервания и тези върху сухи челюсти. Въпреки твърдението, че сканирането с меки тъкани STP дава по-ниска точност, а протокола на сканиране без меки тъкани STA е свързан с увеличаване на контрастта, а от там и с подобряване на точността на линейните измервания, според Ryan Wood тези твърдения не са подкрепени от сериозни доказателства. Според него няма разлика между резултатите от STP и STA и твърди, че средната разлика е идентична при двата протола (в случаите на използване на voxel 0.4), а при voxel 0.2 протоколът изпълнен с меки тъкани има по-голяма точност. Ние установихме голямо сходство между средната разлика (Mean) на диаметъра и дълбочината на дефектите на мандибулата при всички протоколи на сканиране, но не и при максилата. Sternfeld също са установили отрицателна средна разлика в тяхното изследване (-0.17 mm), което говори за системно по-ниски стойности на рентгенографското измерване спрямо физикалното. За подобна средна разлика съобщават и Mol and Balasundaram, които са открили слабо по-ниска стойност при ДОТ (-0.23mm). Чувствително по-ниски и статистически незначими стойности на разликите открихме при Berco et al. и Stratemann et al., -0.01 mm and -0.19 mm съответно. При измервания на черепната основа, Lascala et al. установили по-ниски стойности на рентгенографското измерване и средна разлика -6.59mm. Те направили извода, че точността на ДОТ се ограничава в рамките на лицево-челюстната област. Обратно на споменатите до тук, други автори съобщават за по-високи стойности на

рентгенографските измервания спрямо физикалните (Chen, Misch, Vandenberghe).

В създаването на методиката на нашето изследване се постаряхме да преодолеем някои недостатъци на изследвания на точността на линейните измервания при ДОТ, правени преди нас. Открихме известни затруднения при сравняване на получените от нас резултати с тези на други автори поради различия в използваните статистически методи. Повечето изследвания са използвали дескриптивна статистика и/или средствата на корелационния анализ. Според Bland-Altman сравняването на два различни метода на измерване е често срещана злоупотреба с концепцията за корелация. Според тях, целта е не толкова да се анализира сходството, колкото да се изследват разликите между двата метода и най-вече на базата на установената разлика да се прецени дали те са равнозначни или взаимозаменими. При използването на метода на Bland-Altman съпоставихме средните стойности на разликите между двата метода за всеки протокол на сканиране и за всеки белег (диаметър, дълбочина, обем) със средната стойност на физикалното измерване, анализирахме ширината на доверителния интервал, оформен между долната и горната граница на съгласие и броя на стойностите, които попадат извън него. Нашите наблюдения съвпадат с тези на Patcas et al., а именно че с нарастване на стойността на физикалното измерване на белега и по-голямата му вариабилност, се увеличава и ширината на интервала в който се разполагат разликите между сравняваните методи на измерване. В оценката на точността на даден измерване спрямо друг, приет за “златен стандарт” е важно да се обърне внимание на ширината на доверителния интервал, а не само на средната стойност на разликите между двата метода. От направения от нас анализ устано-

вихме, че няма съществени разлики в ширината на доверителния интервал при сравняване на рентгенографските измервания на белезите “диаметър” при различните протоколи на сканиране с резултатите от директната остеометрия. Доверителният интервал при анализа на Bland-Altman на дълбочините на дефектите също не показва големи различия между различните протоколи на сканиране, но открихме голяма разлика в ширината му при сравняване на диаметъра от една страна, и дълбочината от друга. При дълбочините се отчете и по-висок процент на разликите, които попадат извън границите на съответствие. Това означава, че измерването на дълбочината е значително по-неточно от това на диаметъра при всички използвани от нас протоколи на сканиране. По отношение на средната разлика, установихме различия само при сравняването на протоколите с “меки тъкани” спрямо тези “без меки тъкани”, както при диаметъра така и при дълбочината на дефектите. Този извод се потвърждава и от изводите ни по задача 2 за влиянието на фактор “меки тъкани върху точността на линейните измервания при ДОТ.

Според Patcas et al. е необходима нова формулировка на въпроса за точността при ДОТ и е важно да се прецени не толкова колко точни са измерванията, а до каква степен регистрираната неточност е клинично приемлива. Според тях, фактът че разликата между рентгенографско и физикално измерване е от порядъка на 2mm означава, че костни изменения с размер 1mm ще останат “невидими”.

В литературата не открихме единно приет критерий за “клинична точност и неточност” на измерванията при ДОТ. Според някои автори праг на клинична значимост от 1 mm е

достатъчно надежен за нуждите на хирургичното (вкл. импалнтологично) лечение и за оценка на алвеоларната кост (Ganguly, Wood). Стоичков е използвал прагове на клинична значимост на отклоненията, които оформят по-строги интервали, а именно от 0 до 0.20mm, от 0.21 до 0.5mm, от 0.5 до 1mm. При анализа на разпределение на стойностите на средните и абсолютни разлики ние решихме да използваме прагове с големина 0.5 mm, които обособиха следните класове: <-1mm, от -0.5 до 0mm, от 0 до 0.5mm, от 0.5 до 1mm и >1mm. При сравняване на средните разлики, този праг ни помогна детайлно да разгледаме разпределението на по-високите и по-ниски стойности на разликите между рентгенографските и физикалните измервания, да направим сравнение както между диаметър, дълбочина и обем, така и при сравнение на тези белези в двете челюсти.

Halperin-Sternfeld са установили тенденция към “подценяване” на рентгенографското измерване спрямо физикалното в 64% от случаите в тяхното изследване. При нас, подобен висок процент установихме при сравненията на стойностите на диаметъра, но не при дълбочините на симулираните дефекти. При дълбочините на дефектите се отчете висок процент положителни разлики между рентгенографското и физикалното измерване, което говори за “надценяване” на линейните измервания при дигитална обемна томография. По отношение на клинично точно и неточно измерените стойности (на диаметър, дълбочина и обем) разгледахме разпределението на честотите на абсолютните и процентните разлики между стойностите по двата метода (рентгенографски и физикални) за всички използвани протоколи на сканиране. Установихме по-висок процент разлики, които попадат в интервала от 0 до 0.5mm при протоколите на сканира-

не без меки тъкани (STA HD STAno) в сравнение с тези с меки тъкани (STP HD STPno), което ги прави по-точни. Halperin-Sternfeld са установили, че в 64.8% от случаите разликите са по-малки от 0.5mm, в 35.2% са в интервала между 0.5 и 1mm, а в 7.4% са по-големи от 1mm. В нашето изследване подобни проценти отбелязахме при разпределението на абсолютните стойности на разликите при диаметрите и дълбочините при протокол на сканиране с меки тъкани и ниска резолюция, но при останалите три протокола на сканиране този процент беше значително по-висок.

Анализът на абсолютната процентна разлика между рентгенографското измерване на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните лезии в челюстите при използваните от нас протоколи на сканиране и измерването с дигитален шублер показва, че при измерванията на диаметъра на дефектите е установена по-ниска процентна разлика от тази при дълбочината. От друга страна, от четирите използвани от нас протоколи на сканиране, най-висока процентна грешка е установена при протокол на сканиране с меки тъкани и ниска резолюция.

5. Обсъждане на резултатите по пета задача – да се формулира зона на безопасност при хирургични интервенции в ЛЧО, на базата на разликите между линейните и обемните измервания на симулираните дефекти на образи, получени с ДОТ и от физикалното измерване с шублер.

Сравняването на рентгенографските измервания на симулираните дефекти с тези от директната остеометрия

показа, че при всички протоколи на сканиране на анатомичните препарати, със и без меки тъкани, при висока и при ниска резолюция, хоризонталните рентгенографски измервания бележат “подценяване” (т.е. са по-ниски), а измерванията в дълбочина “надценяване” (т.е. са по-високи) спрямо измерването с дигитален шублер. “Надценяването” на измерванията представлява сериозен проблем при планирането и осъществяването на хирургично лечение в ЛЧО. Възможно е да се стигне до увреждане на важни анатомични структури, ако не се вземе под внимание потенциалната грешка в направените измервания. Една от целите на нашето изследване бе установеното “надценяване” на рентгенографските образи, в сравнение с измерванията направени с дигитален шублер да бъде “трансформирано” в “праг на безопасност” при хирургични интервенции в ЛЧО. В литературата, която ползвахме открихме няколко начина за определяне на “праг на безопасност”. Halperin-Sternfeld et al. предлагат зоната на безопасност да бъде определена отделно за хоризонталните и вертикалните измервания. За нуждите на хоризонталните измервания в тяхното изследване авторите измерват ширината на алвеоларната кост, а за вертикалните разстоянието от билото на алвеоларния гребен до горния контур на мандибуларния канал. Първото им предложение е за “праг на безопасност” да се използва най-голямата регистрирана разлика на “надценяване” на рентгенографските измервания спрямо тези с дигитален шублер, която при тях е 1.09mm. Второто им предложение да се използва най-голямата регистрирана абсолютна разлика, като

за хоризонталните измервания те посочват 1.39mm, а за вертикалните 1.42mm. Авторите предлагат и трети начин, за изчисляване на зоната на безопасност на базата на изчисленото стандартно отклонение (SD) и така определят “праг на безопасност” при хоризонталните измервания $0.53 \times 3 = 1.59\text{mm}$, а за вертикалните $0.61 \times 3 = 1.83\text{mm}$. Подобен избор са направили и Horwitz et al., сравнявайки окончателната позиция на поставен имплант с планираната предоперативна позиция и определят праг с големина 1.14mm. Подобни препоръки са направили и Buser and von Arx, и Greenstein and Tarnow, които на базата на измервания направени върху ОПГ предлагат “праг на безопасност” при хирургични интервенции от 2mm.

В нашето изследване направихме сравнение на измерванията на диаметъра, дълбочината и обема на симулирани лезии върху рентгенографските образи, получени при различни протоколи на сканиране. Присъствието на меки тъкани при сканиране на анатомичните препарати пресъздава в голяма степен реалното изследване на пациент. Меките тъкани се оказаха фактор, който достоверно променя стойностите на направените измервания, в сравнение с тези направени върху рентгенографски образи, получени при протокол на сканиране без меки тъкани. Поради тази причина ние решихме да определим “праг на безопасност”, на базата на резултатите получени при протоколи на сканиране на анатомичните препарати в присъствие на меки тъкани и различни резолюции, а именно STP HD и STP no.

Ние избрахме да използваме най-голямата абсолютна разлика между рентгенографските и физикалните измервания. При протокол на сканиране с меки тъкани и висока резолюция STP HD абсолютната стойност на разликата в хоризонталните измервания е 0.93mm, а при вертикалните 1.56mm. При протокол на сканиране с меки тъкани и ниска резолюция праговете са 1.01mm и 1.85mm, съответно за хоризонталните и вертикалните измервания. Тази разлика между праговете при двата протокола, макар и субмилиметрова не е изненада за нас, тъй като разпределението на честотите на клинично значимите отклонения показва, че при протокол на сканиране STP HD процентът на разликите попадащи под по-строгия праг на клинична значимост от 0.5mm е значително по-висок при протокол на сканиране с меки тъкани и висока резолюция STP HD, в сравнение с протокол на сканиране с меки тъкани и ниска резолюция STP по и то при дълбочините на дефектите, 79.2% и 54.2% съответно.

Освен описаните начини за определяне на “праг на безопасност” при хирургични интервенции, предлагаме използването на процентната разлика между стойностите на рентгенографските измервания и тези, получени при директна остеометрия. Процентната разлика отразява вариацията на единия белег спрямо другия. Ние изчислихме тази разлика с цел да направим сравнение между линейните и обемните измервания в нашето изследване. Обработката на данните показва, че при протокол на сканиране STP HD процентната разлика при измерване на диаметъра е 17.1% за

мандибуларните дефекти, и 15.5% за максиларните. Това означава, че при предстоящо хирургично лечение в ЛЧ и измерване от 1cm, трябва да се има предвид че реалното разстояние с 0.17cm и 0.15cm по-малко от рентгенографското. При дълбочините, или иначе казано при вертикални измервания в челюстите върху рентгенографски образи, получени с ДОТ, процентната разлика за долната челюст е 14.3%, а за горната 11.7%. Това означава, че, при вертикално измерване върху рентгенографския образ от 10mm, от получената стойност трябва да се извадят 1.4mm при в долната челюст и 1.2mm при горната. При протокол на сканиране STP по, процентните разлики за хоризонталните измервания са 18.5% и 17.0% съответно за долната и горната челюст, или 1.8mm за мандибулата и 1.7mm за максилата. При вертикалните измервания, стойностите са 16.2% и 17.2%, съответно, съответно 1.6mm за долната челюст и 1.7mm за горната.

VII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целта на дисертационния труд, състояща се в изследване на точността на линейните и обемни измервания на симулирани дефекти в челюстите върху образи получени с ДОТ е изпълнена както следва: след отпрепарирание на меките тъкани изработихме симулирани лезии в долните и горните челюсти на 6 свински глави. Главите сканирахме с апарат за ДОТ с две резолюции – HD и Normal. След термична обработка на свинските глави и отстраняване на меките тъкани ги сканирахме отново с посочените резолюции. Комбинацията от вида резолюция и присъствието или отсъствието на меки тъкани обособи и четири протокола на сканиране, които използвахме за сравнение: STP HD, STP no, STA HD и STA no. Изследвахме точността на линейните и обемни измервания върху рентгенографски образи, получени при описаните протоколи.

По първа задача анализирахме резултатите от измерванията на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните лезии върху рентгенографските образи по различните протоколи на сканиране, групирани в двойките “STP HD -STP no” и “STA HD и STA no”. От сравнителния анализ стана ясно, че няма статистически значими разлики в

средните стойности на изследваните белези при промяна на фактор “резолюция”

По втора задача сравнихме стойностите на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните лезии върху рентгенографски образи, получени по описаните четири протокола по двойки: “STP HD -STA HD” и “STP по -STA по” и установихме, че при диаметрите всички стойности се различават достоверно в присъствие и отсъствие на меки тъкани. При дълбочините статистически достоверни разлики в средните стойности има при висока резолюция с/без меки тъкани. При нормална резолюция, достоверни различия има само при максилите.

По трета задача изработихме двуфазни едноетапни отпечатъци на симулираните дефекти и ги сканирахме с ИОС. Със същия ИОС сканирахме и анатомичните препарати. На получените образи извършихме измервания на диаметъра, дълбочината и обема и ги сравнихме с резултатите от директна остеометрия с дигитален шублер. Сравнителният анализ на средните и абсолютните стойности по трите физикални метода ни помогна да оценим надеждността на ИОС и силиконовите отливки като метод за обективизиране на анатомичната истина при изследвания на точността на линейните и обемни измервания при ДОТ. След анализ на резултатите получени по трета задача, могат да бъдат направени следните **констатации:**

По отношение на точността на ИОС

- При мандибулата се прояви следната тенденция – при по-малки диаметри, измерените стойности с F3sh са по-високи от тези с дигиталния шублер, а при по-големи диаметри – съответно по-ниски.
- Точността на измерванията на диаметъра на дефектите, направени с интраорален скенер 3Shape е висока. При мандибуларните отвори, всички отклонения спрямо дигиталния шублер не достигат по-строгия праг на клинична значимост от 0,5 mm, а при максиларните отвори само едно отклонение попада в отговаря на втория праг от 1 mm.
- Точността на измерванията на дълбочината е по-ниска от тази при диаметъра. От разпределението по абсолютни стойности се вижда че при максилата 12.5% попадат в класа над 1 mm. По средни стойности, при мандибулата в 79.2% от случаите F3Sh е с по-ниска стойност от Fi, а при максилата този процент е 62.5.

По отношение точността на силиконовите отливки

- Точността на измерванията, направени върху сканираните силиконови отливки спрямо измерването с дигитален шублер е неравностойно изявена при сравняване на диаметъра и дълбочината на дефектите. При сравняване на диаметрите на дефектите, 91.7% от случаите в мандибулата и 95.8% при максилата попадат под по-строгия праг на клинична точност. При дълбочините този процент е значително по-нисък. При мандибуларните отвори едва 58.3% от случаите попадат

в класа до 0.5mm, а при максилата този процент е 54.2%. Над посочения праг на клинична значимост попадат 41.7% от мандибуларните дефекти и 45.8% от максиларните. При обемите на симуларините дефекти, измерени с дигитален шублер и върху сканирани силиконови отливки, 58.3% от мандибуларните и 62.5% от максиларните попадат под прага на клинична значимост 0.5mm. Тук също е висок процентът на клинично неточни измервания; за мандибуларните дефекти той е 41.7%, а за максиларните 37.5%

- Не се установява разлика в точността на измерванията при сравняване на дефектите на двете челюсти, но се вижда съществена разлика в точността на измерванията на диаметъра и дълбочината на дефектите. Диаметрите са по-точно измерени от дълбочините

По четвърта задача направихме сравнителен анализ на средните и абсолютни стойности на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните дефекти измерени върху рентгенографски образи, получени при четири протокола на сканиране с тези, получени с дигитален шублер. Четвърта задача разделихме на четири под-задачи, по една за всеки протокол на сканиране направихме следните **констатации**:

За протокол на сканиране STP HD:

- Анализът на честотите на разпределение на отклоненията в стойностите на диаметъра на симулираните дефекти показва, че в 95.8% от случаите в

мандибулата, рентгенографското измерване е с по-ниска стойност от това, получено при директна остеометрия.

- При диаметъра на дефектите на максилата, в 100% от случаите рентгенографското измерване е по-ниско от физикалното.
- Разпределението на честотите на отклоненията в измерването на дълбочината на симулираните дефекти сочи, че при мандибулата в 83.3% от случаите рентгенографското измерване е по-голямо от физикалното. При максилата този процент е 58.3%.
- Процентът на клинично точно и неточно измерени дълбочини на симулираните дефекти при протокол на сканиране STP HD спрямо физикалното измерване с дигитален шублер, в 79.2% от случаите в мандибилата разликите попадат под по-строгия праг от 0.5mm. При максиларните отвори този процент е 75%.
- При диаметрите на дефектите, половината от разликите в стойностите получени при рентгенографското измерване са под по-строгия праг от 0.5mm. При максиларните дефекти този процент е 62%, което означава че измерването на диаметъра на максиларните отвори е по-точно от това на мандибуларните.
- Разпределението на процентите клинично точно и неточно пределени обеми върху рентгенографските образи получени при протокол на сканиране STP HD, при критерий за точност съответстващ на 0.5mm и 1mm абсолютно отклонение на дълбочината и диаметъра са 41.7% за мандибулата и 33.3% за максилата под по-

строгия праг от 0.5mm. И в двете челюсти са регистрирани разлики, надхвърлящи прага от 1mm.

За протокол на сканиране STP по:

- Средната разлика на между стойността на диаметъра, измерен върху рентгенографския образ и този измерен с дигитален шублер е с отрицателен знак и при двете челюсти, което означава че рентгенографското измерване е системно по-малко от физикалното.
- При дълбочините на дефектите обратно, средната разлика е положителна и следователно рентгенографското измерване е по-високо от физикалното.
- При всички диаметрите на дефектите и в двете челюсти се установява тенденция с нарастване на стойността на белега Диаметър F_i , да нараства разликата между двата типа измерване (STP по и F_i).
- При максиларните отвори, се установи с тенденция при ниски стойности на стойността на дълбочината измерена с дигитален шублер, рентгенографското измерване да е по-голямо от физикалното, а при високи стойности на F_i , физикалното измерване да е по-голямо от рентгенографското.

За протокол на сканиране STA HD:

- Средните стойности на разликите на диаметъра, измерен по двата метода са с отрицателен знак и при двете

челюсти, което означава че рентгенографското измерване е системно по-малко от физикалното.

- Границите на съответствие между диаметрите измерени по двата белега оформят сходен по ширина доверителен интервал и за двете челюсти, което прави точността на рентгенографското измерване сходна при сравняване по челюсти.
- И двете челюсти се установява тенденция с нарастване на диаметъра, измерен с дигитален шублер да нараства и разликата в стойностите му по двата метода.
- При мандибуларните дефекти 100% от диаметрите измерени върху рентгенографските образи са по-малки от стойността на физикалното им измерване. При максиларните дефекти този процент е 95.8%.
- Измерването на диаметъра на дефектите и двете челюсти е точно, само 8.3% за долната и 4.2% за горната челюст са извън по-строгия праг за клинична значимост от 0.5mm.
- Разликите в стойностите на дълбочините на дефектите, измерени по двата метода са с положителен знак, което означава че рентгенографското им измерване при протокол на сканиране STA HD е системно с по-висока стойност от физикалното измерване. При мандибуларните дефекти това е факт в 75 % от случаите, а при максиларните в 70.8%.
- Измерването на дълбочините на дефектите върху рентгенографските образи STA HD е по-неточно от измерването на диаметрите на същите дефекти. Под по-

критичния праг от 0.5mm попадат 70.8% от мандибуларните и 54.% от максиларните дълбочини. И при двете челюсти са регистрирани стойности на разликите надхвърлящи втория праг на клинична значимост на отклоненията от 1mm, като техният процент е по-висок при максиларните дефекти.

За протокол на сканиране STA по:

- При мандибуларните дефекти с нарастване на стойността на диаметъра измерен с дигитален шублер F_i , нараства и разликата в стойностите измерени при двата метода.
- При мандибуларните отвори, във 100% от случаите рентгенографското измерване е по-ниско от физикалното. При максиларните отвори този процент е 85.4%.
- От гледна точка на разпределението на честоти на по-ниските и по-високи стойности и точността на измерването, диаметъра на максиларните отвори е по-точно измерен, 100% от случаите попадат под по-строгия праг за клинична значимост на отклоненията от 0.5mm. При мандибуларните дефекти този процент е 87.5%.
- Доверителният интервал при сравняване на мандибуларните дълбочини е два пъти по-тесен от този при максиларните. Последното означава, че измерването

на дълбочините на мандибуларните дефекти е по-точно от това на максиларните.

- При максиларните дефекти се установява, че при малки стойности на дълбочината измерена с дигитален шублер, рентгенографското измерване е по-голямо от физикалното и обратно– с нарастване на белега F_i , рентгенографското измерване става по-малко и разликата се увеличава.
- Измерването на дълбочината на мандибуларните дефекти е по-точно от това при максиларните. При мандибулата 79.2% от случаите са под по-критичния праг от 0.5 mm. При максиларните дефекти този процент е 45.8%.
- При измерването на дълбочината на дефектите и в двете челюсти при протокол на сканиране STA по е по-високо от стойността на физикалното измерване в 75% от случаите.
- Измерването на дълбочината на дефектите е по-точно при мандибуларните, отколкото при максиларните дефекти. При долната челюст 79.2%, а при горната 45.8% от случаите попадат под по-строгия праг за клинична значимост на отклоненията от 0.5mm.

VIII. ИЗВОДИ

1. Дигиталната обемна томография е точен метод по отношение на линейните и обемните измервания.
2. Промяната в резолюцията и използвания воксел не води до статистически значими разлики в измерването на диаметъра, дълбочината и обема на симулираните лезии в челюстите.
3. Присъствието на меки тъкани при сканиране с ДОТ дава статически значими разлики в измерването на диаметъра и в двете челюсти.
4. Сканирането на анатомични препарати с ИОС е надежден метод за обективизиране на анатомичната истина при изследвания на точността на измерванията при ДОТ.
5. Силиконовите отливки на симулираните дефекти в челюстите, използвани за изследване на точността на измерванията при ДОТ не са препоръчителен метод за обективизиране на анатомичната истина.
6. При хоризонталните измервания, стойностите получени върху рентгенографските измервания са по-ниски от стойностите при физикалните измервания.

7. При измерване на дълбочината на дефектите, което по своята същност е вертикално измерване, стойностите получени при рентгенографското измерване са по-високи от стойностите при физикалното с дигитален шублер.

IX. ПРИНОСИ

Приноси с оригинален характер

1. Създадена беше методика за изследване на точността на линейните и обемни измервания при ДОТ.
2. На базата на получените от изследванията резултати беше формулиран „праг на безопасност“ при измервания, направени върху рентгенографски образи получени с ДОТ, отделно за вертикални и хоризонтални измервания
3. Установено беше, че силиконовите отливки не са надежден метод за верифициране на антомичната истина при изследвания на точността при ДОТ.

Приноси с научно-приложен характер

1. Доказано беше, че увеличаването на воксела при сканиране с ДОТ не води до драстично увеличаване на точността на измерванията спрямо тази, при образи получени при сканиране с голям воксел.

2. Доказано беше, че присъствието на меки тъкани води до статически значими разлики в измерванията при ДОТ.

Приноси с потвърдителен характер

1. Потвърдена беше точността на метода ДОТ
2. Потвърдена беше „надценяването“ на вертикалните рентгенографските измервания спрямо директната остеометрия при ДОТ спрямо директната остеометрия.
3. Потвърдено беше „подценяването“ при хоризонталните рентгенографски измервания при ДОТ спрямо директната остеометрия.
4. Потвърдена беше точността на ИОС.

Х. НАУЧНИ ПУБЛИКАЦИИ ВЪВ ВРЪЗКА С ДИ- СЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Кишкилова Д., Ташева-Герзиева Е. – Линейни измервания на симулирани лезии при дигитална обемна томография. Рентгенология и Радиология. 2018: 57 (2);151-58
2. Kishkilova D., Borisov R. – Digital and silicon impressions vs digital caliper. Medinform. 2018; 5(2); 875-83
3. Kishkilova D. Accuracy of CBCT linear measurements, Medinform 2018;5(2); 884-889.