

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ**  
**ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА**

**КАТЕДРА ОРТОДОНТИЯ**

**Ръководител катедра**

**Проф. Д-р Владимир Петрунов, дм**

**Д-р Гергана Диянова Гургурова - Янева**

**ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД**

**НА ТЕМА**

**ПРОМЕНИ В ПЕРИМЕТЪРА НА ГОРНАТА ЗЪБНА ДЪГА ПРИ**  
**РАЗЛИЧНИ ОРТОДОНТСКИ ЛЕЧЕНИЯ**

За присъждане на образователна и научна степен “ДОКТОР“ в област на  
висше образование: 7. Здравеопазване и спорт; Професионално  
направление: 7.2 Дентална медицина; Докторска програма Ортодонтия

**Научен Ръководител**

**Проф. Грета Русанова Йорданова – Костова, дм**

**СОФИЯ, 2024**

|  |    |
|--|----|
| СЪДЪРЖАНИЕ   |    |
| СЪДЪРЖАНИЕ .....   | 0  |
| Използвани съкращения и пояснения.....   | 4  |
| I. ВЪВЕДЕНИЕ .....   | 5  |
| II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР .....  | 6  |
| II.1. Исторически преглед на методите в ортодонтията, измерващи периметъра на зъбната дъга.....  | 10 |
| II.2. Форма на зъбната дъга.....   | 12 |
| II.3. Съвременни дигитални методи за измерване на периметър .....  | 21 |
| II.4. Фактори въздействащи върху размера на зъбната дъга .....   | 24 |
| II.4.1. Ортодонтски въздействия върху зъбната дъга, които увеличават ПЗД и другите ѝ параметри (връзка между промяна в ширина, дължина на зъбната дъга и периметъра).....      | 25 |
| Протрудиране на зъби във фронталния участък .....  | 26 |
| Дистализиране на зъби в двете челюсти .....  | 28 |
| Трансверзално разширение в двете челюсти .....   | 30 |
| II.4.2. Методи за въздействие върху зъбната дъга, които намаляват периметъра ѝ .....   | 32 |
| Ретрудиране на зъби.....   | 32 |
| Лечение с екстракция на зъби .....   | 33 |
| Случаи с хиподонтия и клинично решение за подреждане на зъбните дъги само с наличните зъби .....   | 35 |
| Отротиране на зъби в страничния сегмент .....  | 35 |
| Затваряне на диастеми и треми .....  | 37 |
| Стрипинг.....  | 38 |
| II.5. Връзка между ширина на зъбната коронка и периметъра на дъгата. Корелация между периметъра на зъбната дъга и позицията на отделните зъби (инклинации, торк, ротации)..... | 39 |
| II.6. Промяна на периметъра на дъгата в зоната от канин до канин и промените в интерканиновото разстояние.....   | 41 |
| II.7. Методи за прогнозиране периметъра на зъбната дъга .....  | 43 |
| II.8. Дигитализация в помощ на ортодонтската практика .....  | 48 |
| II.9. Изводи от литературния обзор .....   | 50 |
| III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ .....  | 51 |
| IV. МАТЕРИАЛ и МЕТОДИКА .....  | 52 |
| IV.1. МАТЕРИАЛ.....  | 52 |
| IV.2. МЕТОДИКА .....   | 58 |

|   |     |
|---|-----|
| IV.2 1. Използван софтуер и методи за измервания върху дигитални модели .....   | 58  |
| IV.2.1. Биометрични измервания с дигитален софтуер .....  | 62  |
| IV.2.2. Клинично приложение на апаратите прилагани при отделните групи пациенти   | 63  |
| IV.2.2.1. Клинично приложение на апарат за протрудиране.....  | 63  |
| IV.2.2.2. Клинично приложение на апарат за бърза максиларна експанзия RME .....   | 64  |
| IV.2.2.3. Клинично приложение на апарат Pendulum .....  | 66  |
| IV.2.3. Статистически методи .....  | 67  |
| V. РЕЗУЛТАТИ .....  | 69  |
| V.1. Резултати по задача 1 .....  | 69  |
| V.1.1. Да се установи размера на увеличаване периметър на горна ЗД, чрез протрудиране и се установят взаимовръзки между характеристиките на ЗД  | 71  |
| V.1.2. Да се установи увеличението на периметъра на зъбната дъга от разширение с апарат RME.....  | 74  |
| V.1.3. Да се установи размера на повишаване периметър на дъга от дистализиране с Pendulum   | 79  |
| V.2. Резултати по задача 2 .....  | 86  |
| V.2.1. Да се установят промените в периметъра на горна ЗД в случаите лекувани с екстракция на два премолара .....   | 86  |
| V.2.2. Сравнителен анализ на корелационни зависимости между периметъра и другите характеристики на зъбната дъга между леченията с увеличаване и намаляване на ПЗД.....                | 91  |
| V.3. Резултати по задача 3 .....  | 97  |
| V.4. Резултати от задача 4 .....  | 112 |
| VI. ОБСЪЖДАНЕ.....  | 114 |
| VI.1. Обсъждане на резултатите по задача 1 .....  | 115 |
| VI.1.1. Обсъждане на промяната ПЗД при лечениа с AP .....   | 115 |
| VI.1.2. Обсъждане на промяната ПЗД при лечениа с апарат RME.....  | 117 |
| VI.1.3. Обсъждане на увеличението на периметъра на зъбната дъга при дистализиране с апарат Pendulum .....   | 123 |
| VI.2. Обсъждане на резултатите по задача 2 .....  | 126 |
| VI.2.1. Обсъждане на промяната на периметъра на зъбната дъга при провеждане на лечение с екстракция на два премолара .....  | 126 |
| VI.2.2. Обсъждане на сравнителния анализ на корелационни зависимости между периметъра и другите характеристики на зъбната дъга между леченията с увеличаване и намаляване на ПЗД..... | 129 |
| VI.3. Обсъждане на резултати по задача 3 .....  | 133 |
| VI. 4. Обсъждане на резултати по задача 4.....  | 139 |
| VII. ЗАКЛЮЧЕНИЯ .....   | 145 |

|  |     |
|--|-----|
| VII.1. Заключение по задача 1.....                       | 146 |
| VII.2. Заключение по задача 2.....                       | 147 |
| VII.3. Заключение по задача 3.....                       | 148 |
| VII.4. Заключение по задача 4.....                       | 149 |
| VIII. ИЗВОДИ ОТ НАПРАВЕНОТО ПРОУЧВАНЕ.....               | 150 |
| X.БИБЛИОГРАФИЯ .....                                     | 152 |
| XI.ПРИЛОЖЕНИЯ.....                                       | 173 |
| Приложение № 1: ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ИНФОРМИРАНО СЪГЛАСИЕ ..... | 173 |
| Приложение №2 Разрешение от Етична Комисия .....         | 178 |
| Автобиография на д-р Гергана Гургурова- Янева .....      | 179 |

## **Използвани съкращения и пояснения**

**ГЧ** - горна челюст

**ГФЗ** – горни фронтални зъби

**ДЧ** - долна челюст

**ДФЗ** – долни фронтални зъби

**ЕОА** - екстраорален апарат

**ЗД** - зъбна дъга

**ЗЧД** – зъбно-челюстна деформация

**ИОС** – интраорален скенер

**ПЗД** - периметър на зъбната дъга

**АР**- appliance for protrusion, апарат за протрудиране

**аР** - периметъра на фронталния сегмент

**СС** - интерканиновото разстояние

**CS** - crowding или spacing

**СVM** - cerebral vertebral maturation

**Ер** – сбор на медиодисталните размери на премоларите 14,24

**L** – дължина на ЗД в ГЧ

**I** – дължина на предния сегмент на ЗД

**ММ** – ширина на ГЧ в областта на моларите

**MD** – medio-distal – медико-дистален

**MD 16-26** – сбор на медиодисталните размери (ширините) на дванадесетте зъба в горна челюст

**md 13-23** - сбор на медиодисталните размери (ширините)на зъбите във фронталния сегмент.

**РА** -периметъра на горна зъбна дъга.

**РР**- ширина на ГЧ в областта на първите премолари.

**RME** – rapid maxillary expansion, бърза максиларна експанзия

**ТРА** – транспалатинална дъга

**ВТО** – virtual treatment objectives, виртуални цели на лечението

**w** - ширината на фронталния сегмент

## I. ВЪВЕДЕНИЕ

В геометрията думата периметър се дефинира като сбор от дължината на всички страни на геометрична фигура - обиколка. В денталната медицина под периметър на зъбната дъга дефинираме дължината на крива, започваща от точка (често апроксималната медиална или дистална повърхност на първи постоянен молар), минаваща по централните фисури и режещите ръбове на зъбите и стигаща до същата точка от срещуположната страна на зъбната дъга. В идеалния случай, когато зъбите са подредени без ротации, по билото на алвеоларния гребен, периметърът на зъбната дъга е равен на сбора от медио-дисталните размери на зъбите в зъбната дъга.

Периметърът на зъбната дъга се счита за един от най-важните параметри при диагностика и лечение на ортодонтските случаи. Периметърът на зъбната дъга е мястото, където трябва да се разположат в правилна позиция всички налични зъби. За целта сборът от медио-дисталният диаметър на зъбите трябва да съвпада с периметъра.

Правилното, точно и лесно за клиничната практика измерване на периметъра на зъбната дъга е еволюирало с развиването на Ортодонтията като наука и с постиженията на съвременния модерен и все по-дигитализиран свят. Наличието на различни дигитални софтуери, с които е възможно бързо и прецизно измерване на различни биометрични идентификатори, както и липсата на ясна методика за дигиталното измерване на ПЗД и възможностите за клинична приложимост, са предмет на множество проучвания. Не еднозначното дефиниране значимостта и методите за измерване на ПЗД мотивираха нашия научен интерес към разработване на настоящия дисертационен труд.

## II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

Периметърът на зъбната дъга може да включва всички налични зъби в зъбната дъга (ЗД), но традиционно ортодонтите измерват този показател от медиалната повърхност на първия постоянен молар до същата точка от срещуположната страна на зъбната дъга.<sup>215</sup> При измерването се използват контактните точки на зъбите в страничния участък, хода на централните фисури и режещите ръбове на зъбите във фронта. Следователно периметър на зъбната дъга може да се измерва още във временно съзъбие, през цялата фаза на смесено съзъбие (ранно и късно) и така до крайното оформяне на постоянното съзъбие. Тази динамика в промяната на ПЗД има своите характеристики, временни отклонения, патологични промени или лечебни възстановявания.

Временното съзъбие започва оформянето си с пробива на първите временни зъби, което се случва на възраст 6-8 месеца. За оформено временно съзъбие можем да говорим след 20-30 месец от развитието на детето, когато пробиват вторите временни молари. Това е най-ранния период, през който можем да измерим периметъра на зъбната дъга във временно съзъбие. Във временно съзъбие ПЗД се дефинира от дистална повърхност на втори временен молар до същата точка от срещуположната страна. На шест годишна възраст или с пробива на първи постоянен молар ПЗД се променя (удължава), свързано с навлизане във фазата на смесено съзъбие. Референтна точка за измерване на ПЗД в този период вече е медиалната повърхност на постоянния молар. След смяната на временните зъби с постоянни, на около 11-12 годишна възраст става възможно измерването на ПЗД в оформеното постоянно съзъбие. Ако измерването се провежда от медиалната повърхност на първи молар до същата противоположна точка, то ПЗД е с по-малка стойност от този в смесено съзъбие, поради медиализиране на първите молари в освободеното пространство от Leeway space. Често в този период измерването ПЗД се променя и измерванията се правят от дистална повърхност на първи постоянен молар до срещуположната едноименна точка. За да се направи сравнение между ПЗД в различните съзъбия (ранно смесено, късно смесено и постоянно) е удобно да се използва дисталната повърхност на втори временен молар и след това съответно медиалната повърхност на първи постоянен молар. Така стойностите биха били съизмерими. Веднъж измерен в постоянно съзъбие ПЗД не остава постоянна величина, а търпи промени, заедно с променящите се биологични структури в човешкото тяло. Освен различните размери на временните и постоянните зъби, влияние върху стойността на ПЗД, оказва и развитието на челюстите във вертикална, сагитална и трансверзална посока.

Първо завършва трансверзалния растеж, преди да е завършил пубертетния растеж. След 13-15 годишна възраст интерканиновата ширина се променя незначително. Сагиталното нарастване на ГЧ продължава до 14-15 годишна възраст за момчетата и до 18 години за момчетата. Апозицията на кост се осъществява в областта на туберите на горна зъбна дъга.

Активен растеж в смесено съзъбие има по време на първия етап, който е свързан с пробива на първи молари и смяната на резците, в първа фаза – между 6 и 7.5 години. Тогава зъбните дъги нарастват във връзка с пробива на зъбите. Постоянните резци развиват зъбната дъга в трансверзална посока. Според Владиславов<sup>340</sup> в този период областта между временните кучешки зъби нараства средно с 2.6 - 2.7 мм. Следва период на по-малка активност, свързан с развитието на зъбните корени. По време на втория етап – смяната на временните молари и кучешки зъби, активното нарастване на зъбните дъги се случва по време на втора фаза или 10.5-12 годишна възраст с формирането на корените на премоларите и пробива на кучешките зъби.

Общо между 4 и 13 години е установено нарастване на ширината на ЗД в областта на кучешките зъби с 3 мм, а в областта на премоларите – 2 мм. Това е периодът на основно физиологично разширение на ЗД.

При пробива на постоянните резци се стимулира и сагиталния растеж на челюстите. Вауме<sup>31</sup> отчита увеличение на предната дължина на ЗД (измерва се от вестибуларната повърхност на централните резци до дисталната повърхност на канините) с 2.2 мм в ГЧ и 1.3 мм в ДЧ. Физиологично процесът се развива свързано с необходимостта от нарастване размера на ЗД във връзка с по-големите размери на постоянните резци. В ГЧ разликата в размерите на временните резци и постоянните е 4 мм. Въпреки това увеличение, периметърът на сменяемата ЗД измерена до дисталната повърхност на вторите временни молари, намалява между 3 и 18 години. Това се дължи на медиализирането на страничните зъби при смяната на по-широките временни молари с по-тесните премолари. Тази разлика е 2-2.5 мм в ГЧ и 2.5-3 мм в ДЧ.

Растежът на височина завършва последен и се дължи на увеличаването на височината в областта на сутурите напред към фронталните и зигоматичните кости. Дивергиращото нарастване на алвеоларните гребени е свързано с относително ранния им растеж, което оказва влияние върху ширината на челюстта. Нарастването на алвеоларните гребени на височина продължава и след пубертета и обхваща приблизително 40% от общото нарастване на ГЧ на височина.

През всеки от изброените периоди на интензивен растеж и в дългия период на завършен зъбно-алвеоларен и скелетен растеж ПЗД е важна характеристика, чиято промяна засяга хода на ортодонтското лечение. Предвидимостта на размера на промяната на ПЗД е ключова при планиране на лечебните опции и прогноза на бъдещия лечебен резултат. Затова е важно да се познават техническите възможности за измерване ПЗД и неговата прогнозна промяна като следствие от ортодонтско лечение. В съвременното измерване ПЗД е възможно да се извърши мануално и по-често дигитално с използване на различни дентални и ортодонтски софтуери.

Измерване периметърът на зъбната дъга се извършва по два основни мануални метода: Първият е като се раздели зъбната дъга на сегменти(сравнително прави отсечки), които могат да се измерят линейно и да се събере сборът им, като получената сума е стойността на периметъра на зъбната дъга; При втория метод се контурира парче тел мануално (или дигитално на екрана на компютъра) точно по формата на зъбната дъга, след което се изправя и се измерва. Първият метод е предпочитан за мануално измерване и се счита за по-надежден. И двете методологии са достоверни, когато измерването се извършва от компютър.<sup>256</sup> По този начин се намира наличното място (X) за подреждане на зъбите в зъбната редица, което съответства на настоящия - периметър на зъбната дъга.

Следващата стъпка при ортодонтския анализ за установяване на мястото в зъбната дъга е да се предвиди необходимото място за подреждането на зъбите (Y). То е равно на сумата от медио-дисталните размери на наличните постоянни зъби – от средата на апроксималната стена (съвпадаща с края на централната фисура) или ръб до същата точка от срещуположната страна. В случаите на смесено съзъбие се налага да се предвидят размерите на постоянните зъби, които са в пробив или ще заместят временните предшественици. Това може да стане по няколко метода:

1. Ако са пробили едноименните зъби от срещуположната страна – може да се използва размера им;
2. Измерване образа на зародиша от 3D рентгенов образ;
3. Като се използва индекси (таблици) – на базата на пробилите постоянни резци, да се прогнозира размерите на канини или премолари;

При ортодонтска диагностика и планиране се прави най-често съпоставка между наличното място (X) и необходимото място (Y). Ако те са равни по стойност, то в зъбната дъга има достатъчно място за подреждането на всички постоянни зъби. Ако наличното място е по-голямо от необходимото, то ще останат незапълнени разстояния – диастеми

и трети, между постоянните зъби. Ако наличното място е по-малко от необходимото, то разликата им е недостигът на място в зъбната дъга:

Налично място (X) - Необходимо място (Y) = Недостиг на място в ЗД (Z)

Стойността на Z е реалният недостиг на място в ЗД, което ортодонтът, чрез различни клинични лечебни методи трябва да осигури, за да се нивелират зъбите в отделната зъбна дъга. На база на тази оценка става ясно дали мястото в зъбната дъга е достатъчно за правилното подреждане на зъбите в нея или е необходимо допълнително място и колко е то.<sup>33</sup>

При всяка оценка на периметъра на зъбната дъга се взима предвид дали позицията на резците е коректна – дали не са протрудирани или ретрудирани; как наличното място би се променило в следствие на растежа и компенсаторния типинг; дали всички налични зъби са с нормални размери (микро-, макродонтия) и други.

## II.1. Исторически преглед на методите в ортодонтията, измерващи периметъра на зъбната дъга

Правилната оклузия описана от Angle е възприета като норма и се използва като еталон в клиничната ортодонтия. Това поставя начало на редица измервания на параметрите на зъбната дъга, които са в помощ на ортодонтската диагностика и лечение.<sup>21, 248</sup> През 1923 благодарение на изследването на Landstrom се оценява важната роля на апикалната база и взаимовръзката и с формата на зъбната дъга.<sup>193</sup> Става ясно, че един от най-важните параметри с най-висока диагностична стойност е периметъра на зъбната дъга. Теорията на Landstrom била въведена успешно в клиничната практика от Nance през 1947. Във фундаменталната си работа Nance<sup>223</sup> описва метод за измерване на периметъра на зъбната дъга (ПЗД) с месингова тел с дебелина 0.010 инча. Измерването се прави по лабиланите и букалните повърхности на зъбите, медиално от първия постоянен молар. Въпреки, че в днешно време не се измерва „външния периметър“ на зъбната дъга, измерването на ПЗД посредством месингова тел остава чест използван метод в клиничната практика.

Huckaba<sup>130</sup> предлага ПЗД да се измерва с тел с дебелина 0.025 инча, като тя да преминава по проекциите на апроксималните контакти на зъбите в долна челюст. Измерването се прави до медиалните повърхности на първите постоянни молари. След като се установи колко тел отговаря на ПЗД, тя се отрязва, изправяла се с пръсти и се измервал периметъра.

Carey<sup>70</sup> използвал тел с дебелина 0.020 инча. Тя преминавала по букалните туберкули на временните зъби, а във фронталната зона телта преминавала по режещите ръбове на зъбите. Измерването се препоръчва да се прави от първи постоянен молар до първи постоянен молар и според Carey е точен метод за оценка на линейните параметри на костта, в която трябва да се разположат зъбите. Познат е анализ на Carey за постоянното съзъбие, който определя несъответствието между размерът на зъбите и зъбната дъга, като честа причина за деформации и анализът на Carey помага да се определи размерът на това несъответствие.

На база на несъответствието между сумата от медио-дисталния размер на зъбите наречено от изследователите „зъбен материал“ и ПЗД се определя степента на струпване.

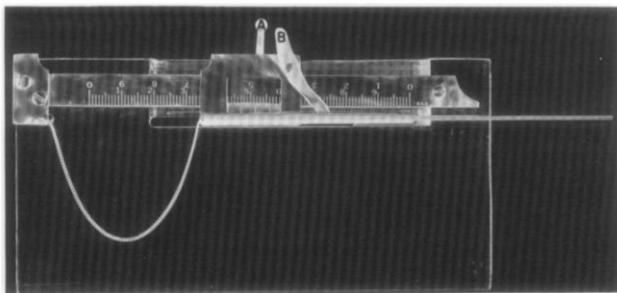
Ако разликата между зъбният материал и дължината на зъбната дъга е от 0 до 2.5 мм, означава че има малък недостиг на място и може да бъде лекувано безекстракционно – да се ползва метода на проксимален стрипинг, протрудиране или други механизми.

Според Doris<sup>93</sup>, ако недостигът е по-малък от 4 мм не може да се говори дори за струпване в зъбната дъга. Когато струпването е придружено от протрузия, тогава необходимото място е значително по-голямо, защото за осигуряване на 1 мм ретрузия на централните резци са необходими 2 мм място в зъбната дъга (по 1 мм на страна) и отделно е необходимо място за нивелиране позицията на резците.<sup>256</sup> По правило устните се ретрудират 2/3 от разстоянието, с което се ретрудират резците. Въпреки това преценката е много индивидуална, тъй като ретракцията на устните спира, когато устните се допират в спокойно положение. Това е причина максималната ретракция, която може да се получи при устните да е от 2 до 3 мм, независимо колко се ретрудират зъбите. В голям процент от клиничните казуси промяната в позицията на меките тъкани има водещо значение за определяне размера на ретракцията.

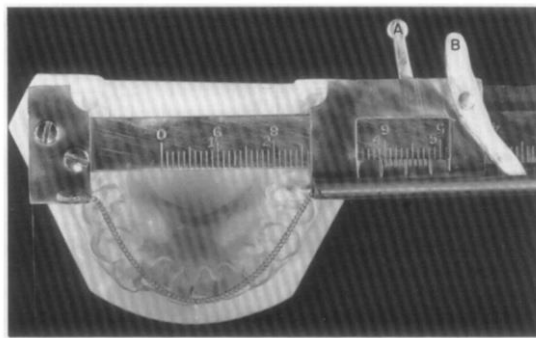
Директното измерване на периметъра, върху модели, посредством месингова тел<sup>70, 93</sup> или стоманена тел<sup>256</sup>, която минава по периметъра, и след това се измерва дължината на използваната тел е повлияно от зъбни ротации, струпване и малпозиции на зъбите. Следователно не е толкова надежден, особено за определяне на оклузалната линия, поради различия в геометричната форма и дължина на зъбната дъга и изисква допълнителна оценка за правилната форма на зъбната дъга. Moorrees<sup>220</sup> предлага друга разновидност на метода за измерване на ПЗД. Той използва тръбичка от неръждаема стомана припоена към фланг. Фланга има за цел да прикрепва телта към пластмасова плоча. Периметърът се мери медиално от първия постоянен молар, а телта която се използва е с дебелина 0.15 мм.

Musich и Ackerman<sup>220</sup> използват катанометър за директно измерване на периметъра на зъбната дъга. Методът им се счита за бърз и надежден, особено за приложение в долна челюст. Наименованието вероятно идва от немската дума „Kettmeter“ или „веригометър“, изписано на англ. като “Catanometer”.

Катанометърът е разработен като към шублер е прикрепена 90 мм златна верижка Фигура 1. Така модифицираният шублер е прикрепен към пластмасова плочка с дебелина между 3 и 6 инча. Техниката за измерване с катанометъра изисква рамената на шублера да се поставят медиално на първите постоянни молари. Гипсовият модел остава между рамената на шублера, като и модела и катанометъра са вертикално разположени, давайки свобода на златната верижка. Тя се позиционира докато максимално точно следва формата на зъбната дъга.



Фигура 1. Специално проектиран катанометър, прикрепен към плексигласова плочка.



Фигура 2. Катанометър, позициониран върху модел за измерване на периметъра на ЗД.

Методът може да се използва, както за горна така и за долна челюст. Има заключващ механизъм, който се активира след като се регулира необходимата дължина на верижката – отговаряща на ПЗД. Резултатът се отчита директно по скалата на шублера и се записва - Фигура 2.

Друг метод (без допълнително приспособление) за измерване на ПЗД е чрез разделяне на зъбната дъга на четири, пет или шест сегмента, като сумата от размера на отделните сегменти дава сумата на целия периметър на зъбната дъга. Този метод е считан за лесен и прецизен.

## II.2. Форма на зъбната дъга

Формата на зъбната дъга се е променяла по време на еволюцията на човека, което изследва Stelzer<sup>297</sup>, работейки в департамента по човешка еволюция в Лайпциг, Германия. Той изследва 97 фосила от Националния Исторически музей в Лондон и си сътрудничи с департамента по антропология. Установява, че:

- Промените са настъпили във връзка с променящата се функция – при промяната на типа хранене, мускулатурата на човека започва да функционира различно, което довежда до промяна в пропорцията на черепа, съответно и на челюстите, на апикалните бази и на зъбната дъга.
- Оценява се ефекта от размерите на челюстите и на зъбите върху формата на ЗД;
- Еволюционните промени са довели до образуването на ретромоларното пространство;

- Има генерализирана тенденция за намаляване на големината и броя на зъбите;
- Други краниофациални характеристики, които се променят в хода на еволюцията са появата на фациален прогнатизъм, поява на извивка на зигоматико-алвеоларния гребен, променят се и денталните пропорции. Промените в краниалната база дават отражение върху максиларната форма на ЗД.

Важни параметри при определянето формата на зъбната дъга са дължината, ширината и вида на фронталния участък. Тези показатели са основни и при определяне на ПЗД. Въпреки че, зад една и съща стойност, отговаряща за ПЗД, могат да стоят зъбни дъги с различна форма, много автори се стремят да оприличат ЗД с позната геометрична форма. Когато зъбите са с неправилна позиция, правилното построяване на идеалната геометрична форма, по която да се подредят би била определяща за плана на лечението. Върху тази форма се нанася необходимият периметър на зъбната дъга и се определя размера на ЗД. Ако той се разминава с действителния се търсят ортодонтски решения.

За съвременния човек формата на ЗД е описвана като полуелипса, трифокална елипса, конични участъци, парабола, овоидна, <sup>10</sup> дъговидна (крива, образувана от тел, въже или верига, висящи свободно от две точки и образуващи U-образна форма) , U-образна (срещана и като подковообразна), V-образна, трапецовидна, квадратна, форма на графично изобразяване на полином от втора до осма степен, графика на бета функция. 35, 36,41, 188, 214, 216, 224,234, 275

Един от най-ранните описания на формата на ЗД е направено от Hawley (1905) въз основа на по-ранна работа на Vonwill (1885) <sup>275</sup>. Hawley описва идеалната дъга, посредством конструиране върху равноностранен триъгълник с леки модификации. Шестте предни зъба са подредени върху дъгата на окръжност, чийто радиус се определя от комбинираната ширина на резците и кучешките зъби, с премоларите и първите постоянни молари подредени в права линия и вторите и трети кътници, обърнати навътре към средната линия.

Black (1894) <sup>275</sup> описва горните зъби като подредени в полуелипса, но Angle (1907) в подробно обсъждане на „линията на оклузия“ твърди, че тази линия представлява параболична крива. Той счита, че методът на Hawley за предсказване на формата трябва да бъде ползван като приблизително ръководство за оклузия. „Линията на оклузия“ на Angle е считана от някои ортодонти за изградена през контакта точки на зъбите, докато други смятат, че линията е преминала през центровете на короните или напречно средата на букалните повърхности.

Williams (1917)<sup>275</sup> описва дъгата на окръжност върху която лежат предните зъби, с център по средата между букалните фисури на първите молари.

При изследване върху черепи на маймуни и хора, Hellman (1919)<sup>275</sup> не успява да намери никаква връзка между размера на зъбите и формата на зъбните дъги и отхвърля теориите за връзката ѝ с размера на зъбите. Hellman критикува равностранныя триъгълник на Bonwill и стига до заключението, че математическият метод за установяване на формата на ЗД е незадоволителен. На това мнение са и Stanton (1922) и Izard (1927)<sup>275</sup>, които откриват вариации във формата на ЗД - елипса в 75%, парабола 20% и "U" или квадратна форма в 5%.

Chuk (1934)<sup>275</sup> предполага, че методът на Bonwill - Hawley трябва да се използва за конструиране на симетрични арки, които след това трябва да бъдат индивидуално променени за пациента.

McConnail и Scher (1949)<sup>275</sup> предлагат, че идеалната форма би съответствала на крива от финна верига, окачена в двата края. Scott (1957) и Musich и Ackerman (1973)<sup>275</sup> твърдят, че извивка на верижка най-добре описва формата на ЗД и всяка възможна вариация е следствие от растежа на алвеоларния израстък извън нормалните граници. Musich и Ackerman (1973) изобретяват катанометъра – шублер включващ висяща верига, който позволява измерване на формата и дължината на дъгата.

Wheeler (1950)<sup>275</sup> твърди, че биологичните форми не могат да бъдат възпроизведени с точност и Sicher (1952) го подкрепят и открива значителна вариация във формата на зъбната дъга, горната дъга е елипсовидна, а долната параболична.

Vaz (1958)<sup>275</sup> определя нормалния размер на дъгата чрез "геометрична конструкция" на основата измервания, направени директно върху лицето на пациента по метода на Hawley.

Remsden (1964)<sup>275</sup> изучава различни методи за определяне на формата на ЗД чрез измерване на дъги с „нормална“ оклузия. Той стига до заключението, че параболата най-добре представя формата на ЗД.

Kato (1964)<sup>275</sup> изследва позициите на зъбите като ги маркира. Той пренася маркировките върху стъклена плочка и координатна система. Не открива голяма разлика между половете и стига до извода, че една и съща форма на ЗД е описвана от различните учени по различен начин.

Lu (1966)<sup>191</sup> с помощта на изчисления направени с компютър, стига до извода че зъбната дъга може да бъде описана с полиномно уравнение на 4-та степен. Уравнението, което използва е следното:

$$Y = b_1X^1 + b_2 X^2 + b_3X^3 + b_4X^4,$$

където с  $b_1$  и  $b_3$  са параметри обозначаващи асиметрията ляво-дясно на зъбната дъга, а с  $b_2$  се дефинира трапецовидната или съответно  $b_4$  квадратна форма. Асиметрията не се влияе от раса и пол.

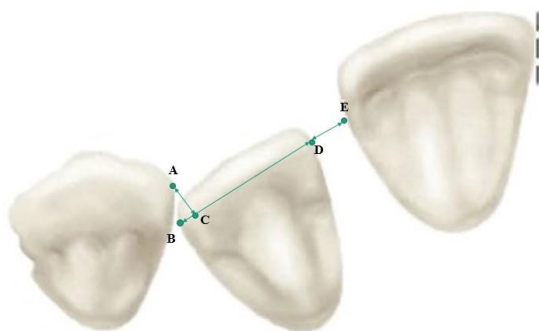
Currier (1969) <sup>275</sup> сравнява няколко геометрични криви с помощта на математически анализ и установява, че букалните повърхности в ГЧ описват елипса, а не парабола, но нито една от тези форми не описва лингвалната форма на ЗД.

Sanin (1970) <sup>275</sup> изследва размера и формата на идеалната дъга, чрез измерване на двумерни координати на медиални и дистални точки на зъбите при 160 комплекта изследвани модели. Той открива, че дължината и формата на ЗД може да се определи чрез математически функции като експоненциална, логаритмична, елиптична, параболична, хиперболична или полином. Компютърен анализ на получените координати показва, че полиномът от 4-та степен най-точно описва формата на ЗД, като потвърждава по-ранните възгледи на Lu. Това установява и Sanin:

Дължина на арката = Ширина на арката  $\times$  0.504 + дължина на дъгата  $\times$  1.525 + 14.856 mms, където ширината на дъгата е разстоянието между букалните върхове на първите временни молари или постоянни премолари; дължината на дъгата е разстояние от точка по средата между медико-инцизален ъгъл на централните резци и линията, свързваща дисталните ориентирни на временни втори молари или втори премолари. Стандартната грешка е 1.532 mms.

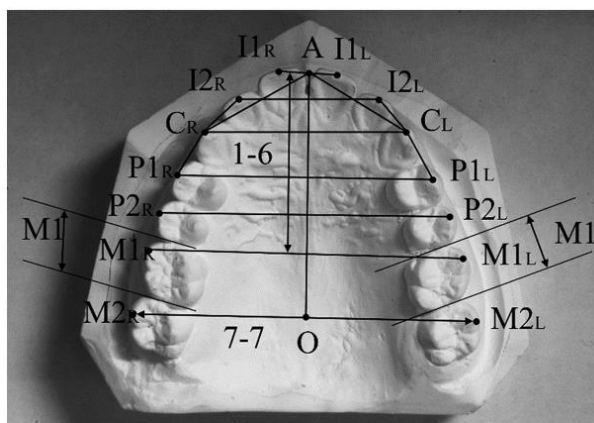
В свое изследване, Battagel <sup>30</sup> разглежда индивидуализирани дъговидни извивки и тяхното отношение към формата на зъбната дъга и периметъра. Математическият метод, по който се пресмята периметъра на зъбната дъга, посредством събиране на медио-дисталните размери на зъбите е по-точен при добре подредени зъби. Когато обаче има голямо струпване, където точно е разположена идеалната зъбна дъга и каква е формата и се определя субективно. Методът с верижка, която се опъва и се измерва периметъра, също е субективен. Авторът напасава дъговидните форми (получени с катанометър) и реалните позиции на зъбите и отчита статистически значима разлика. Дъговидната извивка, рядко може да се адаптира адекватно по формата на зъбната дъга. Обикновено зъбите са по-вестибуларно разположени от дъговидната извивка и съответно реалната стойност на периметъра е по-голяма, от отчетената с катанометър. Дори при добре подредени зъби, разликата отчитана с катанометър е 5%. По-точно се измерва периметърът на зъбната дъга посредством чисто математически изчисления, отколкото да се приближава зъбната арка до някоя от познатите геометрични форми. Авторът посочва като най-

точен методът с припокриването. По този метод от сумата на ширините на всички зъби в ЗД се изважда стойността на припокриването. Когато има разстояние между зъбите – то се пресмята като припокриване с отрицателен знак. Припокриването се пресмята по следния начин: Изчисляване на периметъра чрез сумата на индивидуалните медио-дистални размери на зъбите с метода на припокриването. Трите показани зъба представляват централен и латерален резец и канин Фигура. 3. Точка А е най-медиалната точка на канина. Точка В е най-дисталната точка на латералния резец. Точка D е медиалната контактна точка на латералния резец. Точка Е е дисталната контактна точка на централния резец. Разстоянието между А и С е перпендикуляр построен към BD. Струпването (припокриването) между латералния резец и канина е разстоянието BC. Разстоянието DE е трема между централен и латерален резец. На фигурата разстоянието BC е пример за припокриване (струпване), а разстоянието DE е пример за трема Фигура 3.



Фигура 3. Пример за припокриване и за трема.

Интересни са резултатите на Уено<sup>314</sup> и колектив, които изследват факторите, оказващи влияние върху формата на зъбната дъга. Те анализират 396 максиларни и мандибуларни модела на студенти на възраст между 18 и 26 години. От тях с нормална оклузия са 62 максиларни и 53 мандибуларни модела. Точките, които използват са заимствани от методиката на Sekikawa.<sup>285</sup> – Фигура 4.



Фигура 4. Ueno<sup>314</sup> et al. използват 16 точки при изследване на ГЗД.

Използваните 16 точки от авторите Ueno<sup>314</sup> et al. са следните: средните точки на режещите ръбове на централните и латералните резци: I1R, I1L, I2R, I2L; върха на туберкула на канините CR, CL; букалния туберкул на премоларите P1R, P1L, P2R, P2L; медиобукалния туберкул на моларите M1R, M1L, M2R, M2L; средната точка А: I1R–I1L; средна точка О: M2R–M2L. Авторите стигат до следните заключения<sup>314</sup>:

1. Трите компонента ( ПЗД, интермоларно разстояние и дължина на ЗД) са необходими за да се детерминира максиларната форма на ЗД. Четирите компонента ( ПЗД, интермоларно разстояние, постериорна ширина и профил на извивката във фронталната зона) детерминират формата на зъбната дъга в долна челюст. И двете ЗД попадат в една от четири възможни морфологични форми.

2. Дължината на ЗД е от изключително важно значение, за да се определи размера на ЗД в двете челюсти. Интеринцизалното разстояние и медио-дисталния размер на инцизиви и премолари дава отражение на дължината на ЗД. В ДЧ и медиодисталния размер на канините е пропорционално свързан с дължината на ЗД.

3. Ширината на ЗД също е определяща за морфологията на формата. От най-голямо значение са извивката на фронталния сегмент и интерканиновото, интерпремоларното и интермоларното разстояние. Най-съществено влияе интерпремоларното разстояние, докато предната ширина и задната ширина са независими и не си влияят по статистически значим начин.

4. И в двете челюсти интерканиновото разстояние се влияе от интеринцизалната ширина, интерпремоларната ширина и медиодисталния размер на инцизиви, канини и премолари.

5. Постериорната ширина се влияе от извивката на фронталните зъби.

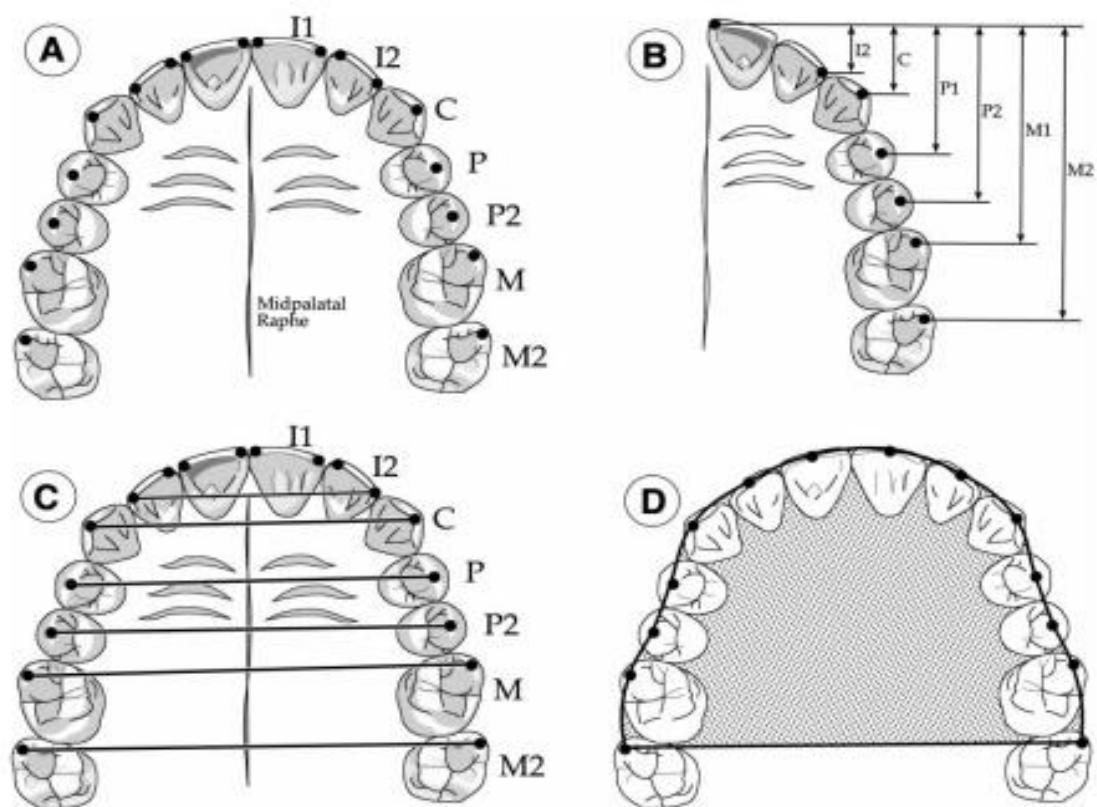
6. Извивката на фронталния сегмент се влияе от билатералното интеринцизално разстояние в максилата. И в двете челюсти то влияе на предната дължина.

7. Растежът на мандибуларната кост, влияе на дължината на ЗД в предния участък, и на ширината между моларите.

Rehman<sup>1</sup> открива зависимост между интерканиновото разстояние и формата на мандибуларната зъбна дъга, която е класифицирана като трапецовидна, овоидна и квадратна. Nogozi<sup>230</sup> доказва, че математическа бета функция - полином на шеста степен, най-добре описва формата на зъбната дъга, като уравнението може да опише ЗД независимо дали тя е трапецовидна, квадратна или заоблена. Уравнението е от вида  $y = ax^6 + bx^2$ , изчислен е корелационен коефициент за двете челюсти и могат да бъдат описвани ЗД и с нетипични форми. Стойностите на  $a$  и  $b$  са така зададени, че дъгата да минава през контактната точка на централните резци, върха на канина и дистобукалния туберкул на втория молар. Отчитат се също и ширината и дълбочината на ЗД.

Връзката между формата на ЗД и периметъра е изследвана от Kareem.<sup>148</sup> Той проучва морфологията на челюстите и връзката на различни морфологични индекси като ширина между различни зъби, дължина на ЗД, дълбочина върху периметъра и формата на ЗД. Той открива, че всички морфологични характеристики имат отношение към периметъра на ЗД и формата. За периметъра на ЗД най-голямо значение имат ширините и дължината на ЗД, а най-малко дълбочината на небцето в ГЧ.

Burris (2000)<sup>38</sup> изследва разликите в антропометричните характеристики в американската популация. На базата на 330 пациента, и осемнадесет точки по инцизалните ръбове на резците и букалните туберкули на премолари и молари и съответно измерване на линейни и ъглови зависимости между тях, доказва, че афроамериканците са със сигнификантно по-високи средни стойности на ширината на ЗД с 9% при мъжете и 11% при жените. Американците са с по-закръглена форма на ЗД, докато при афроамериканците ЗД са с по-квадратна форма. При останалите ЗД е с по-малък размер – с по-малка ширина, дължина и дълбочина. Не е изненадващо, че авторът стига до извода, че ПЗД при американците, при които и медио-дисталните размери на зъбите са по-малки е с 8% по-малка стойност отколкото при афроамериканците. Също така във всяка етническа група ПЗД е с 3% по-голям при мъжете, спрямо жените.



Фигура 5. А/Осемнадесет точки са използвани за направата на измервания на зъбната дъга. В/ Шест дължини, паралелни на средно палатиналната сатура са измерени за всеки модел С/ Шест ширини са измерени за всеки модел; D/ Използвани са 14 точки и софтуер, за да се изчисли периметъра на зъбната дъга и да се очертае формата.<sup>38</sup>

В същото изследване с компютър е измерена и площта на моделите очертана от периметъра, където за крайната стойност влияние оказва и дълбочината на небцето. Установената за афроамериканци мъже и жени площ е 2000 мм<sup>2</sup>, а за останалите мъже е 1828 мм<sup>2</sup> а при жените за и 1673 мм<sup>2</sup>.

Обобщено и сравнително, как възприятието за форма на ЗД, в горна челюст, се променя и дефинира през годините, е представено в Таблица 1.

| №   | Автор                   | Форма на ЗД                            |
|-----|-------------------------|--|
| 1.  | Angle EH(1906-07)       | Парабола                               |
| 2.  | Ramanujan S (1914)      | Елипса                                 |
| 3.  | Williams PN (1917)      | Окръжност                              |
| 4.  | Stanton FL (1922)       | Елипса/Парабола                        |
| 5.  | Izard G (1927)          | Елипса 75%, Парабола 20%, U образна 5% |
| 6.  | McConnali &Shurr (1949) | Извита верижка                         |
| 7.  | Wheeler RC (1950)       | Парабола                               |
| 8.  | Sucher H(1952)          | Елипса/Парабола                        |
| 9.  | Lu KH (1964)            | Полиномно уравнение                    |
| 10. | Mills &Hamilton (1965)  | Парабола                               |
| 11. | Brader AC (1972)        | Трифокална елипса                      |
| 12. | Herren P et all (1973)  | Сбор от прави линии                    |
| 13. | Ackerman &Musich(1973)  | Верижковидна извивка                   |
| 14. | Hechter FJ(1978)        | Парабола                               |
| 15. | Begole(1979)            | Кубична полиномна функция              |
| 16. | Rudge SJ (1982)         | Верижковидна извивка                   |
| 17. | Richmond &Jones (1989)  | Парабола                               |

Таблица 1. В таблицата в дясната колона е името на Ортодонта/коллектива изследователи, а в лявата колона на същия ред е формата на ЗД, която е приета и използвана в изследванията му.

Друг важен параметър, имащ пряка връзка с ПЗД е медио-дисталните размери на зъбите. Тяхната промяна е от изключителна важност и се отразява също на дължината, ширината и дълбочината на ЗД. Андреева<sup>337</sup> изследва един от най-стабилните характеристики на ЗД - междуканиновото разстояние.

### II.3. Съвременни дигитални методи за измерване на периметър

Дигитализацията навлиза във всяка сфера от живота на съвременния човек. В това число са медицината и в частност – денталната медицина и Ортодонтията. Иновациите и дигитализацията променят в голяма степен ортодонтската ежедневна практика. Още след първия преглед на пациента се стартира с фото документация, виртуални модели, дигитални рентгенови изследвания, често компютърно томографско изследване, които се изработват и обработват с подходящ софтуер и анализират с помощта на изкуствен интелект. Променя се начина и каналите на комуникация с пациента. Презентиране на лечебния план често включва Virtual Treatment Objectives, чрез който пациента онагледено възприема различните лечебни варианти, които ортодонта му предлага за лечение. На тази база пациентът има възможност за информиран избор и активно участие в своето лечение. Всички тези документи под формата на файлове се събират и съхраняват лесно и достъпно от всяка точка, благодарение на дигитализирането на ортодонтска документация. Целият лечебен процес минава през фазата на дигитално планиране дизайн на ортодонтските апарати, чрез който се отговаря на индивидуалните нужди във всеки един случай.<sup>346, 331</sup> Лечението се проследява чрез серия от интраорални заснемания на оклузалните съотношения и промените в нивелацията на зъбните дъги. Следователно всеки един от етапите на ортодонтското лечение е дигитализиран, особено диагностичната фаза. В диагностиката съвременния метод за измерване на периметъра на зъбната дъга е, чрез софтуер, прилаган върху дигиталните модели. Интуитивността на софтуера позволява да се измерва ПЗД от различни точки по хода на: вестибуларни туберкули, фисури или други маркери. Измерванията със софтуер би следвало да имат своя висока прецизност и ниво на достоверност.

Различните колективни автори предлагат свои модели за дигитално измерване на ПЗД. Например Rafiei и Naegian<sup>261</sup> изследват достоверността на линейните измервания получени с популярен ортодонтски софтуер (Maestro 3D ortho studio®), като ги сравняват като стойности с измервания направени на гипсови модели. Тридесет пациенти са включени в проучването, при следните критерии: напълно оформено постоянно съзъбие, да не е провеждано ортодонтско лечение, зъбите да са без структурни и морфологични аномалии, без големи ротации, без обтурации или загуба на зъбна тъкан в следствие на кариес, без фактурирани зъби. Гипсовите модели трябва да са в отлично състояние, съхранявани правилно. Сканираните файлове трябва да са коректни – без двойни образи и липсващи участъци. Измерват се медно-дисталните размери на зъбите, ПЗД, прави се

анализ по Bolton, ширина и дължина на ЗД, овърджет, овърбайт. Измерванията се правят от двама оператора, като се използват следните два метода: Предварително са направени измервания на три случая както на гипсови така и на дигитални модели от двамата оператора, като целта е да се обсъдят всички използвани точки, за да се калибрират максимално измерванията им и да се намали разлика в резултатите, поради избора на точки до минимум. Според Американският борд на Ортодонтите, разлика в измервани стойности, при отчитане на хоризонтални, вертикални и сагитални параметри, със стойност по-малка от 0.5 мм не е от клинично значение.<sup>261</sup> Резултатите от изследването<sup>261</sup> сочат, че има статистически значима разлика ( $p > 0$ ), между измерванията направени мануално върху гипсови модели и посредством ортодонтически софтуер. По-големите стойности са отчетени при мануалното измерване. Разликите в резултатите, обаче не са с клинично значим размер, за това се приема, че дигиталното измерване съответства на мануалното и е практичен и иновативен инструмент в помощ на ежедневната ортодонтическа практика.

До същите изводи достига и друг изследователски колектив – на Jiménez-Gayosso, изследвайки отново 30 модела със същия ортодонтически софтуер.<sup>139</sup> Съществуват и български публикации за качеството на гипсовите и дигиталните модели<sup>332</sup>. Техният анализ се основава на сравнение между снети алгинатни отпечатащи и виртуални модели чрез интраорално сканиране в един и същ ден от старта и лечението на пациентите. За измерване на гипсовите модели са използвали дълга лигатурна тел с дебелина 0.10. Член от екипа я налага върху гипсовия модел от горна челюст, като следва централната фигура на зъбите в страничния участък и режещите ръбове на зъбите във фронталния участък. Върху така адаптираната върху гипсовия модел тел се отбелязва с маркер края на зъбната дъга. След това телта се изправя и се нанася върху линия, където се отчита периметъра Фигура 6. Дигиталното измерване на периметъра е проведено с ортодонтически софтуер Planmeca Ortho Studio върху същите описани точки.

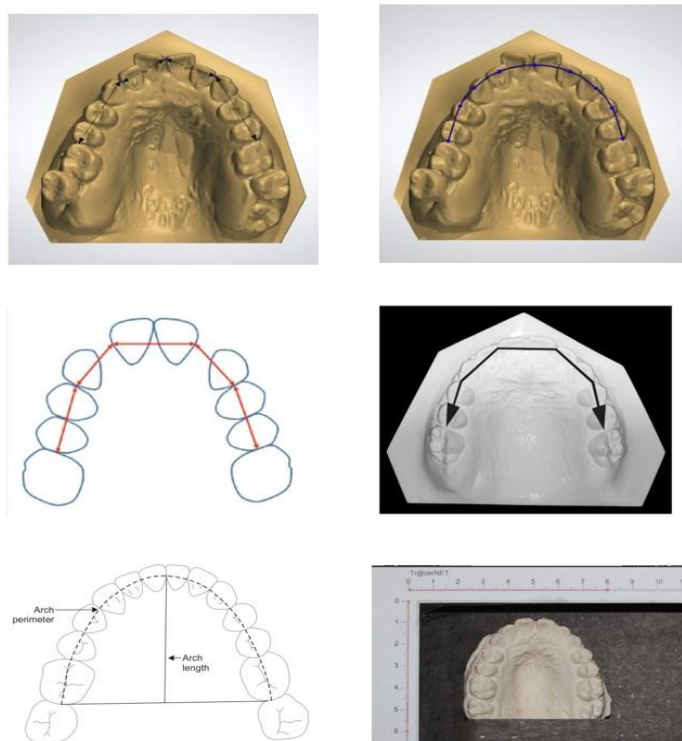


Фигура 6. Измерване на периметъра на зъбната дъга в горна челюст посредством тел 0.010 инча върху гипсов модел.<sup>332</sup>

Получените резултатите от проведеното проучване показват, че има статистически значима разлика между резултатите от двата метода (класически и дигитален), но не са с практическа насоченост<sup>332</sup>:

1. Гипсовите отпечатыци са изключително точни;
2. Класическата методика за измерване на периметъра на зъбната дъга, крие опасност от допускане на грешки от оператора, които довеждат до отклонения със статистическа значимост – повече от 0.1 мм, но не и практическа – по-малки от 1 мм;
3. Има научна обосновка да се измерват дигитални модели с подходящ софтуер.
4. Дигиталните модели и софтуер са времево ефективни и намаляват риска от грешка при измерване.

Измерването на периметъра посредством софтуер елиминира възможността на човешка грешка. Самото измерване се прави за по-малко от минута. Софтуерите позволяват да се измерва периметъра на цялата зъбна дъга (посредством поне 3 точки) или да бъдат измервани зъбни сегменти (зъбната дъга може да бъде разделена на 3 и повече сегмента) и получените резултати да се съпоставят с други параметри и характеристики на 3Д. Различните автори сегментират 3Д на различни участъци и зони, което може да се види във фигурите на техните методики представени на Фигура 7 : <sup>75, 95, 203,264, 316</sup>



Фигура 7. Различни методи за измерване ПЗД, посредством специализиран софтуер. <sup>75, 95, 203, 264, 316</sup>

## II.4. Фактори въздействащи върху размера на зъбната дъга

Периметърът на зъбната дъга може да бъде предопределено по-голям в случаите на хиперодонтия или по-малък в случаите на хиподонтия<sup>329</sup>, олигодонтия.<sup>343</sup> Зъбите в ЗД може да са с променена морфогенеза, което да е причина за развитие на зъби с нарушена морфология водещи до ортодонтски деформации.<sup>328</sup> Във всички тези случаи целта на ортодонта е да направи дългосрочна прогноза за развитието на зъбните дъги и оклузията и да синхронизира нивелирането на наличните зъби в отделната зъбна дъга, а също и на двете дъги една спрямо друга. Това е залог за правилна функция на съзъбието и постигането на удовлетворяваща естетика. Когато периметърът на зъбната дъга се увеличи заради хиперодонтия, (най-често мезиоденс) балансът се възвръща след екстрахирането на свръхбройния зъб и нивелиране на зъбите. Реално промяната в периметъра на ЗД се постига чрез хирургична манипулация и ортодонтска намеса. При случаи на хипо- и олигодонтия, промяната извършвана от ортодонта следствие на изградения от ортодонта и приет от пациента лечебен план е възстановяване целостта на съзъбието изцяло ортодонтски или ортодонтски - протетично. Следователно ПЗД се повлиява от ортодонтските или протетични процедури и действията на двама специалисти. При ортодонтски лечения на съзъбие включващи зъби с нарушена морфогенеза (например коничен латерален резец, денс евагинатус или други) се включват в лечебните процедури и терапевти. Най-често специалистите ползват бондинг процедури или фасети за постигане на желаната форма и цвят, така че тяхното лечение променя ПЗД, което е предварително планирано. Когато се касае за dens invaginated (DI), dens evaginated (DE), допълнителен туберкул, удвоен - зъб double teeth (DT) или слети зъби (fusion and gemination) състоянието може да е усложнено, защото предизвиква оклузални травми.<sup>328</sup> Предизвикателствата при тези клинични случаи е дозираната промяна в медио-дисталните и вестибуло-оралните размери на зъбите от терапевтичните въздействия и това се отразява на ПЗД. Във всички останали случаи ПЗД се променя планирано само от ортодонтското лечение и това е възможно да се контролира и предварително планира от лечителя.

#### **Ц.4.1. Ортодонтски въздействия върху зъбната дъга, които увеличават ПЗД и другите ѝ параметри (връзка между промяна в ширина, дължина на зъбната дъга и периметъра)**

Ricketts<sup>270</sup> и колектив установяват, че при разширение с 1 мм на интерканиновото разстояние, периметъра се увеличава също с 1 мм, докато 1 мм разширение в областта на моларите води до увеличаване на периметъра само с 0.25 см. Общо при разширение с 1 мм в областта на канини и молари, ПЗД в горна челюст се увеличава с 1.25мм. Методът на измерването не е публикуван. Същите автори<sup>270</sup> установяват, че промяна в положението на резците в сагитална посока променят правопрпорционално ПЗД: при протрудиране на резците с 1 мм, периметърът на фронталния сегмент на дъгата се увеличава с 2 мм.

Germane<sup>108</sup> и колектив съобщават, че в случаите когато позицията на резците е фиксирана и те не се протрудират, за всеки милиметър интерканинова експанзия печелят по 0.73 мм увеличение на периметъра на ЗД. Според авторите протрудирането е 4 пъти по-ефективен начин за увеличаване на периметъра на ЗД, от разширението докато според Chung<sup>79</sup> е 2 пъти по-ефективен.

Hunt<sup>128</sup> и колектив съобщават, че при експанзия 6 мм (по 3 мм на страна) и разширението при канини и молари е както 1.25 към 1. ПЗД се увеличава с 5.4 мм, което означава, че за 1 мм разширение ПЗД се увеличава средно по 0.9 мм. Тези стойности са по-високи от получените при Chung<sup>79</sup> и Germane<sup>108</sup>.

Различните модели на ортодонтско лечение неминуемо се отразяват на ПЗД, но това може да е в посока увеличение или намаляване. Ортодонтските зъбни и зъбно-алвеоларни движения и скелетни въздействия, които увеличават периметъра са:

- Протрудиране на зъби във фронталния участък;
- Дистализиране на зъби в дисталните участъци на двете челюсти;
- Трансверално разширение в двете челюсти.

Ортодонтските методи, които намаляват ПЗД са:

- Стрипинг;
- Екстракции;
- Отротиране на премолари и молари.

Предпоставка за успеха на повечето от тези движения дават процесите на растеж в организма на пациента. В хода на тези зъбно-алвеоларни промени се пре моделира не

само позицията на зъбите, но и самата алвеоларна кост. Във фронталният сегмент се наблюдават процеси на апозиция по външните повърхности и резорбция по вътрешните повърхности, което е в посока на протрузивните движения. Не винаги това е възможно, особено в долна челюст и свързано с индивидуалните особености и биотипа на индивида. В дисталния сегмент дистализирането е подпомогнато от процесите на резорбция по вътрешната повърхност на ъгъла и възходящия клон на мандибулата и апозиция по външните повърхности, което отваря място в ретромоларната зона. В горна челюст процесите се благоприятстват от растежа в тубер максиле. Познаването на тези биологични закономерности позволяват на ортодонтите да планират правилно зъбните премествания, съобразени с индивидуалните характеристики и нужди на пациента.

## **Протрудиране на зъби във фронталния участък**

Трябва внимателно да се оцени дали зъбите във фронталния участък са позиционирани правилно в сагиталната равнина или са инклинирани вестибуларно или орално, което увеличава или скъсява ЗД – дали се касае за променена позиция. Ако резците са орално инклинирани (ретрудирани) това често е свързано със степента на тяхното зъбното струпване. Протрузията, или протрузия и струпване, могат да са различни аспекта на един и същи проблем – недостиг на място за подреждането на зъбите в ЗД. Достоверността на тяхната променена позиция е анализ на формата на ЗД и лицето, а също и цефалометричен анализ.<sup>256</sup> Ако ортодонтското лечение налага протрудиране на зъбите във фронталния сегмент, то по време на растежа този процес се подпомага от естествените процеси на апозиция на кост по външните повърхности и резорбция по вътрешните на фронталната алвеоларна кост. С протрудирането се увеличава предната дължина на зъбната дъга и се облекчава струпването на зъби във фронталния сегмент. Наблюдава се ефекта на камуфлажно повдигане (отваряне) на оклузията, а при пациенти с хипердивергентен тип растеж може да се стигне до истинско отваряне на захапката. Ако се предприеме протрудиране само в едната челюст, това би се отразило на сагиталните съотношения в оклузията във фронталния сегмент, а най-често целта е намаляване на сагиталното отстояние. Ако се налага протрудиране и в двете челюсти, то се извършва поетапно – първо в горна челюст, последвано от долна челюст. Протрудирането на фронталните зъби се отразява и на промяна в интеринцизалния ъгъл между долни и горни фронтални зъби. Тази промяна трябва да е съобразена с физиологичната норма.

Ефект на протрудиране на фронталните зъби се наблюдава при следните клинични ситуации:

- Протрудиране вследствие от контра сила на действието на апарат за дистализиране (най-често в ГЧ);
- Протрудиране на долни фронтални зъби, вследствие от активността на мускулите медиализиращи долна челюст;
- Протрудиране на долни фронтални зъби, вследствие от активността на мускулите на езика <sup>242</sup> при Lip bumper <sup>226, 259, 281</sup>, или L- дъга; <sup>12, 287</sup>
- Целенасочено и търсено протрудиращо действие на горни и долни фронтални зъби под действие на пружинки вложени в конструкцията на механично действащи сменяеми апарати (лингвална пластинка) или в конструкцията на функционално действащи апарати ( апарат на Klamt <sup>44, 187</sup>, Bimler, Frankel <sup>81, 206</sup> и други); Насочено действие на дъгите от фиксираната техника, utility arch или сегментна техника или специално заложен активности на Алайнерите.

Процесът на протрудиране се постига сравнително бързо и без особени негативни ефекти. Ползваната в този процес опорна зона (дисталните зъби) са с голяма коренова повърхност. Те поемат и разпределят контрасилата на голяма площ с малки отклонения в стабилността си. Най-често промяна може да се наблюдава под формата на дистална инклинация при първите опорни зъби (премолари) при работа с пружини отварящи място (фиксирана техника).

Методът на протрудиране е подходящ при пациенти клас I с биретрузия или кръс-тосана оклузия във фронта. При протракция на горни фронтални зъби, при пациенти с клас II<sub>2</sub>, при пациенти клас III малоклузия с недоразвита сагитално горна ЗД. Физиологичното действие на езика върху позицията на фронталните зъби, което може да премина в патологично също причинява протрудиране, а по-късно и вестибуларно мигриране на фронталните зъби.

При протрудиране и последвалото го нивелиране на фронталните зъби е възможно леко медиално преместване на канини и премолари. Това се отразява на предната ширина на зъбната дъга.

## Дистализиране на зъби в двете челюсти

При промени на зъбната дъга в сагитална посока се освобождава повече място отколкото при трансверзални промени. Предикцията за този процес се крие в това, че сагиталния костен растеж продължава и свършва по-късно от трансверзалния.

Увеличаване периметъра на зъбната дъга, чрез дистализиране на зъби в страничните сегменти най-често е насочено към промяна на периметъра за решаване на струпването в средния или фронтален сегмент. При ортодонтско лечение движенията на зъбите медио-дистално са доста по-благоприятни от вестибуло-оралните, защото зъбите не срещат по пътя си съпротивата на компактна кост, а само тънката стена на компактата на зъбната алвеола.

В дисталните сегменти на горна челюст дистализирането се подпомага от апозицията на кост в *Tuber Maxillae*. Докато долна челюст резорбцията на кост по предната повърхност на възходящия клон е труден процес. Лимитирането в тази зона на дисталните движения са от косата посока на вестибуларната компактна стена и широката площ на трите моларни корена, които трябва да минат през нея, а също и позицията на мандибуларния канал.

При дистализиране се движат дистално стоящи зъби назад като се ползват за опора зъби от средния и от фронталния сегмент. Това движение често предизвиква контра ефект в опорната зона, където има загуба на опора и мястото намалява. През последните десетилетия към опорната зона се включват ортодонтски мини импланти, чрез които допълнително се ангажира самата небцова кост. Дистализирането на горни молари също може да бъде резултат от контра сила произведена от двучелюстни апарати за медиализиране на долна челюст. Този ефект е много полезен, защото съдейства за нормализиране на клас II съотношенията на зъбно-алвеоларно ниво.

Апаратите за дистализиране могат да се разделят на две групи според необходимостта им за кооперация от страна на пациента *Pendulum appliance*, *Pend-X*, *TPA*<sup>109, 175, 263, 264, 315</sup>, *TAD's*<sup>67, 179, 306</sup>. Те могат да бъдат интраорални (пластина с винтове за дистализиране) или използващи екстраорални сили (апарат на Клоен ЕОА<sup>113, 208</sup>, *Headgear*<sup>11, 14, 19, 60, 125, 156, 181, 301, 302, 303, 304, 318</sup>, приложен към интраорален). *Bondemark*<sup>49</sup> доказва, че интраоралните апарати са по-ефективни, резултатът се постига за по-кратко време и не зависят от кооперативността на пациента.

Апаратите, които постигат дистализиране на горни молари могат да имат активно действащ елемент в конструкцията си намиращ се палатинално, вестибуларно или от

двете страни. При палатинално разположен активен елемент, прилаганата сила преминава сравнително по-близо до центъра на съпротивление на моларите (от палатинално, поради хода на небцовия свод, центъра на съпротивление на моларите е на по-малко разстояние от канюлата на молара сравнено с вестибуларно), което предполага по-голям размер на дистализирането. Най-често ползваните апарати за дистализиране могат да се разделят в три групи спрямо този критерий:

- **палатинално** - Pendulum<sup>64,65, 323, 342</sup>, Pendulum K<sup>161</sup>, Modified Pendulum<sup>8, 160, 284</sup>, Hilgers Pendulum with uprating activation<sup>63, 102, 157, 162, 312</sup>, Bone-anchored Pendulum appliance<sup>67, 163, 164, 254</sup>, Nance appliance<sup>52, 253, 266</sup>, Distal Jet<sup>55, 69, 158, 159, 253</sup>, Distal Jet Modification<sup>72, 227, 253, 258</sup>, Magnets<sup>46, 47, 50, 273</sup>, K-loops<sup>2, 202, 288</sup>, Supercoils<sup>28, 46, 51</sup>, Nickel titanium coil<sup>48, 97, 133, 150, 236</sup>, The Keles Slider Appliance<sup>151</sup>, First class appliance<sup>27, 228, 241, 262</sup>, Frog appliance<sup>129, 182, 192</sup>, J-Molar Distalizer<sup>29</sup>, Mini screw supported EZ Slider<sup>88, 96</sup>, Mini screws<sup>32, 34, 155, 212, 335</sup>, Mini screws<sup>16</sup>, iPanda<sup>299</sup>, Zygoma-gear appliance;<sup>152, 180, 233, 246</sup>
- **вестибуларно** - Herbst appliance<sup>171, 238</sup>, вестибуларния Jones Jig<sup>58, 92, 119, 124, 244, 245, 289, 319</sup>, Modified Jig;<sup>40, 239, 240</sup>
- **едновременно вестибуларно и палатинално** - Aligners<sup>71, 324, 325, 265</sup>

Процесът на дистализиране на молари минава през две фази – първо отротирание на горните първи молари, последвано от дисталното им преместване по алвеоларния гребен. В някои случаи дори само отротирането им постига коригиране на моларните отношения и могат да се освободят до 2 мм място на страна. Това е свързано с ромбовидната им форма. Отротирането на вторите максиларни молари от своя страна отваря по 1.2 мм на страна.<sup>57</sup> В изследванията на много автори размера на постигнатото дистализиране и дистален типинг при моларите е със сходни размери. Yousef<sup>8</sup> съобщава, че с Pendulum се постига дистално преместване на моларите от 2.2 до 6.4 мм на страна. Дисталният типинг на моларите е от 6.67<sup>0</sup> до 14.5<sup>0</sup>. Загубата на опора и медиализирането на премолари и резци е средно между 1.63-3-6мм. Според същия обзор, при използване на апарат Pendulum с костна опора, средните стойности на дистализирането са от 4.8мм до 6.4 мм. Дисталният типинг на моларите с този апарат е от 9<sup>0</sup> до 11.3<sup>0</sup>. Йорданова<sup>342</sup> потвърждава резултата като получава дистализиране от 4.64 мм.<sup>9, 66, 112, 267, 286</sup>

Сагиталните денто-алвеоларни промени са подходящи при пациенти с денто-алвеоларна форма на дистална захапка-особено II<sub>2</sub> съотношения. При тези случаи дисталното преместване на горните молари променя съотношенията, а контра силата подпомага развитието и протрудирането във фронта. При пациенти с денто-алвеоларна форма II<sub>1</sub>,

трябва да сме внимателни със загубата на опора във фронталния сегмент, защото ще се увеличи протрузията.

Ефект на отротирание на молари липсва при използване на CAD/CAM апарат за дистализиране на горни молари <sup>249</sup>, изработен чрез адитивно производство. При тях работното рамо е ригидно и не позволява ротация на молара, който се движи дистално с минимална дистална инклинация. Поради факта, че апаратът се задържа чрез CAD/CAM пръстени не е необходимо предварително сепариране на зъбите, като така се намалява броя на клиничните посещения. Апаратът може да бъде активиран от пациента и родителите му.

Дистализирането на горните молари се отразява косвено и на вертикалните съотношения. Дистализирането на горните молари ги „изкачва“ по кривата на Spee, която към горна челюст е конвексна. Този процес променя вертикалните им съотношения с антагонистите, тоест процеса на дистализиране дава минимални промени и във вертикалната равнина.

Описаните сагитални промени в зъбната дъга се отразяват и върху трансверзалния размер на дъгата. Когато моларите се дистализират, те влизат в по-широки участъци на алвеоларния гребен и се увеличава междумоларното разстояние.

## **Трансверзално разширение в двете челюсти**

Разширяването на зъбните дъги в трансверзална посока се прилага в случаите, когато има компресия в едната или и двете челюсти. То може да е симетрично или асиметрично и вида на разширение зависи от конкретния клиничен случай.

Разширението на зъбната дъга е класически метод за увеличаване периметъра на дъгата и се постига чрез бърза и бавна експанзия. Бързото разширение на горната челюст се осъществява чрез прилагане на големи сили, които са способни да разделят небцовия шев. Това разширение е в резултат на комбинация от скелетно (Haas type <sup>74, 85, 321</sup>, Haas-Inspired Rapid Maxillary Expander (HIRME)<sup>84</sup>, Hyrax Type RME <sup>15, 23, 104, 210, 211, 321</sup> др.) разширение и зъбно (ортодонтско) разширение, което е в резултат от букално наклоняване на горните странични зъби. Съотношението между скелетно и зъбно движение е в зависимост от вида на използвания метод на разширение (бързо или бавно) и годините на пациента. Целта на бързата максиларната експанзия е максимална скелетна промяна и минимално зъбно движение, позволявайки физиологично приспособяване на сутурата по

време на разширението. Разширението постигнато с RME има ефект върху носната кухина и цялата горна челюст, променя въздухоносните пътища.<sup>73, 99, 232, 313, 348</sup> Съществува съпътстваща тенденция при RME е мандибулата да се ротира надолу и назад. Мандибуларните зъби си изправят лингвалния наклон, като резултат от промяна баланса между езика и буцинаторните мускули. В систематичен обзор Chutani<sup>76</sup> отчита, че прилагането на RME в ГЧ, води до задна мандибуларна ротация. ДЧ се измества надолу и назад, което увеличава долният лицев етаж.

Cossellu<sup>83</sup> съобщава за спонтанна адаптация на ДЧ след промяна на трансверзалния размер на ГЧ, която включва коригиране на наклона на зъби както в страничния така и във фронталния участък, което се дължи и на функцията и позицията на езика.

Изследвания на Laganà<sup>170</sup> сочат, че след бързата максиларна експанзия се наблюдава увеличаване в интерканиновата и интермоларната ширина и в ДЧ.

Андреева<sup>17</sup> установява, че при разширение на интерканиновото разстояние в горна челюст с 2 мм се наблюдава разширение на интерканиновото разстояние в долна зъбна дъга с 1 мм. Ефектът при лечение в смесено съзъбие със сменяем апарат - лингвална пластинка за период от 9.3 месеца средно постига увеличение на интерканиновото разстояние в горна челюст с от 1.8 до 2.4 мм. Естествено общото разширение в горна зъбна дъга от сменяемите апарати е значително по-голямо от разширението в долна. Авторът обобщава, че сменяемите апарати дават добри резултати при оформяне на зъбната дъга в ранно смесено съзъбие и това ги прави подходящи за лечение в този период<sup>173</sup>.

Развитието на CAD/CAM технологията позволи изработката на RME апарат, които са персонализирани и изключително точни, и имащи възможност за хибридно скелетно-зъбно закрепване<sup>75, 95, 203, 249, 250, 261, 264, 278, 316, 330, 346</sup>

Разбира се разширението има биологично поносими граници, които ако бъдат преминати – резултатът не би бил стабилен. Това корелира със заложения в генетиката на пациента устойчив параметър и интерканиново разстояние. Според редица изследвания, разширение в долна челюст с увеличаване на интерканиновото разстояние повече от 1 мм, води до нестабилност. За горна челюст биологичните граници, в които може да се разширява са малко по-големи, но пак са до 2.5 - 3 мм - ако искаме да гарантираме стабилност на резултата.

Периметърът на зъбната дъга се променя при трансверзално разширение. Тези ефекти са описани и изследвани от автори работещи с апарат Quad Helix<sup>110, 127, 189, 292, 309</sup>, Jackscrew expander<sup>276</sup>, Nickel Titanium Expander<sup>100, 149, 190, 221, 310</sup> Adkins и Nanda<sup>3</sup>

представят доказателства, че при лечение с Нугах appliance за всеки мм разширение в премоларната област, ПЗД се увеличава с 0.7мм.

#### **II.4.2. Методи за въздействие върху зъбната дъга, които намаляват периметъра ѝ**

Различни клинични случаи и ситуации, които намаляват ПЗД или лечението им е свързано с изброеното по-долу:

- Наличие на диастеми и треми;
- Затваряне на мястото от преждевременна екстракция на постоянен зъб във връзка с невъзможността да се повлияе на кариеса и неговите усложнения;
- Наличие на анкилозирал зъб и взето решение от страна на ортодонта и пациента (родителите му) да се екстрахира анкилозиращия зъб и лечението да се проведе със затваряне на мястото със собствени зъби;
- Преждевременна екстракция на временни зъби и медиализиране на задно стоящите;
- При отротирание на молари и премолари;
- При ЗЧН и планирани екстракционни лечения;
- Скъсяване на дъгата при хиподонтия и микродонтия;
- Лечение със стрипинг.

#### **Ретрудиране на зъби**

В клиничните случаи, чието лечение е свързано с ретрудиране на зъбите във фронта корелира със скъсяване периметъра на зъбната дъга. При преразвитие на алвеоларния израстък във фронта, ретрудирането става за сметка на диастема и треми. Когато липсват такива пространства - за успеха на ретрудирането е необходимо място. Ретрудирането може да е предшествано от стрипинг. Противоположно на протрудирането, при ретрудиране на зъбите във фронта с 1 мм, периметърът на зъбната дъга се скъсява с 2.5 мм.<sup>270</sup> Сигурен начин да се осигури място, където да се ретрудират групата фронтални зъби е екстракционна празнина в дъгата, най-често от екстракция на първи премолар двустранно. Друг механизъм за осигуряване на място за ретракция на фронталния сег-

мент е двустранното дистализиране на горни молари, последвано от дистално препозициониране на премоларите. При необходимост от ретрудиране и в двете челюсти (бипротрузия), първо се ретрудира в долна челюст и едва след това се извършва ретрудиране в горна челюст.

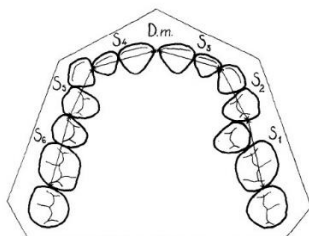
## Лечение с екстракция на зъби

В началото на 20 век (между 1900-1930 г.) ортодонтите са повлияни от концепциите на Angle <sup>198</sup> относно възможността за позициониране на всички постоянни зъби в алвеоларната кост, считайки екстракцията на премолари или други зъби за неприемлива процедура. От друга страна Calvin Case, чрез своите клинични наблюдения, защитава екстракциите на зъби при коригиране на лицеви и челюстни деформации. Според Case екстракцията е от съществено значение в 3% от случаите с малоклузия от клас I, в 5% от случаите от клас II и в 0% от Случаи от клас III. Следователно, като се има предвид честотата на тези малоклузии, само в 6 до 7% от лекуваните случаи са необходими екстракции. <sup>198</sup> Хронологично Dardengo <sup>89</sup> описва исторически промяната в лечебните концепции въведени от Tweed. Между 1950 и 1960 г. екстракциите на зъби са рутинна част от ортодонтското лечение. В този период броят на екстракциите достига върхови стойности и започва да намалява <sup>229</sup> Философията на изваждането на зъби за ортодонтски цели се обсъжда повече от сто години и в момента критериите, които доказват необходимостта от тази форма на лечение са много и включват позицията на зъбите в костната основа, развитието на лицето и скелета, развитието на меките тъкани и функциите, естетичните параметри и други (Caso, 1913) <sup>198</sup>. Факторите, необходими за вземане на решение за екстракция на зъби, включват сътрудничество на пациента, профил на лицето, скелетна възраст, наличие на зъбна асиметрия, сагитални отношения, както и наличие на патологии (Caso, 1912; Tweed, 1944; Lucro, 1994) <sup>198</sup>. В допълнение към факторите, споменати по-горе, предвиждането на стареенето на лицето също се счита за елемент, който влияе върху ортодонтското планиране, като лечения, които изискват значително ретрудиране на горните и долните резци могат да ускорят ефекта на стареене с 10 години. Въпреки това, има проучвания, които твърдят, че лечението с екстракция на зъби не влияят върху промените в мекотъканния профил с течение на времето, нито променя профила на пациента по отношение на височината на лицето (Salzmann, 1965 г.; Ruellas, 2010) <sup>198</sup>. Един от елементите, показател за екстракция в ортодонтията, е количеството място, необходимо за подреждане на зъбите или зъбно-челюстното несъответствие в съответната зъбна

дъга. През 1955 година, Anders Lundström<sup>194</sup>, отчита степента на струпването (CS - crowding или spacing) в ЗД, посредством следната формула:

$$CS = \frac{\text{ПЗД}}{\text{ширините на зъбите в ЗД}} * 100$$

Lundström измерва ПЗД, разделяйки ЗД на шест сегмента, както е показано на Фигура 8.



Фигура 8. Измерване на ПЗД, посредством разделяне на ЗД на шест сегмента.<sup>193</sup>

Резултатът за CS се отчита по десетобална скала, където стойности под 2,5 се приемат за 0, от 2.5 до 12.5 за единица, 12.5 – 22.5 за двойка и т.н. стойност четири е показател за липса на място за втори премолар двустранно. Дори в случаи, когато от рано е манифестирано струпване втора степен и повече по тази скала, авторът е срещу ранната екстракция на премолар, тъй като това може да доведе до влошаване и увеличаване на струпването. В ранна възраст могат да се приложат други методи за въздействие в ЗД, които да подпомогнат развитието ѝ и увеличаването на място.

Екстракциите са показани при несъответствие между размера на зъбите и размера, на дъгата и на костната основа – доказано зъбно-челюстно несъответствие. В случаи на скелетни малоклузии, от клас II или III, при които има нужда от компенсаторно (камouflажно) лечение, при нарушаване естетиката на профила - пациенти, които имат денто-алвеоларна протрузия или бипротрузия, екстракции включени в планове на ортодонтско-хирургично лечение.

Като последователност лечението с екстрахиране на зъби стартира с екстрахиране най-често на премолари, канините заемат тяхното място в дъгата и следва ретрахиране на фронта, в който момент се намалява периметъра на зъбната дъга. Намаляването е сумарен резултат от ретракцията на фронталния сегмент и медиализиране на зъбите в страничния (опорен) сегмент. Стабилността на оклузията след лечения с екстракция не се различава от другите типове лечения (Normando; Janson, 2017).<sup>229</sup> Според Profit<sup>256</sup> при струпване до 4 мм рядко се взима клинично решение за екстракция. При несъответствие между 5 и 9 мм (намален периметър) е възможно провеждане, както на екстракционно, така и за безекстракционно лечение. Решението зависи от характеристиките на твърдите

и меките тъкани и от контролът над финалната позиция на резците. В съвременната ортодонтия е изключително важно да се прецени нивото на опора, което устните оказват върху зъбите в конкретния случай, както и финалната удовлетворяваща естетика на пациента. Ако недостигът на място в ПЗД е повече от 10 мм има индикации за изваждане на премолари. Нивото на несъответствието обикновено се компенсира от медиодисталните размери на екстрахираните зъби. Обикновено изборът е между екстракция на първи премолари или на вторите премолари.<sup>256</sup>

Екстракционните лечения често са свързвани с по-тесни зъбни дъги в сравнение с безекстракционната терапия.<sup>165</sup> Голям проблем е намаляването на интерканиновата и интермоларната ширина след лечението. Други често споменавани негативи са наличието на черни букални коридори, хлътването на профила, кондиларно преместване и невъзможността за достигане на оптимален мандибуларен растеж.<sup>269, 272</sup>

### **Случаи с хиподонтия и клинично решение за подреждане на зъбните дъги само с наличните зъби**

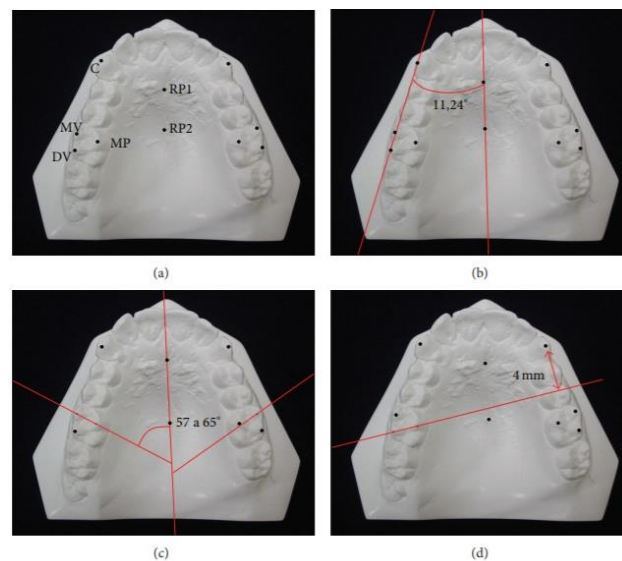
При хиподонтия и решение пациента да бъде лекуван със затваряне на разстоянията със „свои“ зъби също се наблюдава скъсяване периметъра на зъбната дъга и сагитално движение – медиализиране на задно стоящите зъби. При случаи със струпване във фронта, мястото на липсващия зъб може да се затвори както от медиализиране на задно стоящите зъби, така и на дистализиране на предно стоящите до постигане на добър апроксимален контакт. Аналогичен е случая при затваряне на пространство при хиподонтия в дисталните сегменти (най-често втори премолари). Клинично понякога се налага компенсаторна екстракция на един втори премолар при хиподонтия на другите три, което подпомага симетрията, стабилността на новата терапевтична оклузия, но скъсява ПЗД.

### **Отротиране на зъби в страничния сегмент**

Ротираните зъби в страничния участък, заемат повече място в ЗД за разлика от ротираните зъби във фронталния сегмент, които заемат по-малко място в ЗД. Когато става въпрос за ротации в страничния участък най-често и с най-голямо влияние върху периметъра на зъбната дъга са ротациите на първия постоянен молар в горна<sup>57, 146</sup> и рядко

в долна челюст. Нормалната му позиция е описана от много автори и в много класификации.<sup>147, 217, 282, 320</sup> Ricketts описва метод за оценка ротацията на горните молари.<sup>271</sup> По правило в горна челюст първи молар е с ромбовидна форма. При ротацията му, вместо да заема място, колкото е медиодисталният му размер или иначе казано колкото е страната на ромба, той заема място колкото е диагоналът му или около 1 до 2 мм повече. Често това е причина за струпване във фронталния участък, където наличното място не достига за подреждането на всички зъби. При отротирание на един постоянен молар се печелят милиметри, колкото е разликата между размерът на диагонала и страната на ромба – най-често до 1 до 2 мм. При двустранна изява общото място от тяхната нивелация е около 2 до 4 мм. Реално това е загубеният размер на Leeway space в отделната ЗД. Ако не е нужно това място и то се затвори от медиализиране на моларите, но вече с нормалното им позициониране в дъгата, то реално периметърът се скъсява.

Директна проба дали първият постоянен молар в горна челюст е ротиран може да се направи посредством три индикатора, както е показано на Фигура 9<sup>185</sup>:



Фигура 9. а) Точките са маркирани на сканиран модел. Трите индикатора са както следва :b) ъгъл на Henry; c) ъгъл на Friel ; d) линия на Ricketts<sup>185</sup>

1. Индикатор 1 (ъгъл на Henry)<sup>126</sup>: ъгълът формиран между MV-DV линията и RP1-RP2 линията. Молар с ъгъл със стойност  $11.24^\circ$  се приема за добре позициониран Фигура 9 b.
2. Индикатор 2 (ъгъл на Friel): ъгълът образуван между палатиналната рафепиларна трансверзала и MP-MV линията Фигура 9 със стойности между  $57^\circ$  и  $65^\circ$  се приемат за нормални.

3. Индикатор 3 (линия на Ricketts): <sup>271</sup>линията образувана от DV-MP туберкули на първия молар трябва да пресича дистално от туберкула на канина от противоположната страна. Фигура 9d, Моларът се приема за добре позициониран, ако разстоянието от върха на канина е до 4 мм.

Ротираните премолари също заемат повече място спрямо подредените, тъй като анатомично и при тях медио-дисталният им размер е по-малък от вестибуло-лингвалният.

Според Иванова и Арнаутска <sup>134, 135</sup> причините за ротацията при дисталните зъби и отражението им като проблеми в оклузията са:

- Промени във формата и големината на ЗД;
- Промени във формата и размера на премоларите;
- Конгенитално липсващи зъби;
- Вариации във формата на короната на първи молар;
- Генерализиран проксимален кариес във временното съзъбие;
- Ретенция на канини и премолари.

Ротациите водят до:

- Стесняване на ЗД;
- Струпване във фронталния участък;
- Медиална миграция на постериорни зъби;
- Отстояние във фронта;
- Блокиране на мястото за пробива на кучешкия зъб;
- Ръбцова оклузия;
- Увеличаване на покритието във фронталния участък.

Следователно ротацията на горни молари и съответната медиална инклинация на долночелюстните молари се отразява значително както на отделната зъбна дъга и периметъра ѝ, така и на оклузалните съотношения. Това налага да бъде своевременно лекувана.

### **Затваряне на диастеми и трети**

Диастема и трети в зъбната дъга могат да се наблюдават при зъбно-челюстно несъответствие, а също и при казусите с микродонтия на единични или група зъби. В плана на ортодонтското лечение се включва „затваряне“ на разстоянията, с което да бъдат постигнати плътни междузъбни и оклузални контакти, като част от процеса на постигане на

добра интеркуспидация между двете челюсти и по-голяма „стабилност“ в съзъбието. Формата на „арка“ или с други думи на елипса в ГЧ и парабола в ДЧ е водещ фактор и за правилно преразпределяне на дъвкателното натоварване. При налични апроксимални контакти налягането се преразпределя равномерно, а не се поема индивидуално от един зъб. При тези клинични случаи ортодонтското лечение е свързано с намаляване ПЗД. Затварянето на разстояния във фронта може да е съчетано с ретракция на целия фронтален сегмент и ще се промени (намали) предната дължина на зъбната дъга. Затваряне пространства при зъби в страничния сегмент също е свързано със сагитални движения на страничните зъби и цялостна промяна на ПЗД и дължината на дъгата.

## Стрипинг

Интерапроксималната емайлова редукция<sup>172</sup> е процедура, включваща редуциране и анатомична реконструкция, както и протекция на апроксималните емайлови повърхности при постоянни зъби. John Sheridan<sup>291</sup> описва, че може да се отнеме до 50% от апроксималния емайл. Ако това се направи при 8 апроксимални контакта (0.8 мм/контакт) в страничния участък ще се освободи място от 6.4 мм. Във фронталния сегмент може да се постигнат 2.5 мм пространство от отнемане в 5 anteriорни контакта (0.5 мм/контакт).

Така кумулативно постигнатото място в ЗД нараства до 8.9 мм в рамките на една дъга. В една зъбна дъга се постига лечебно място от 6-8 мм, вместо да се екстрахират два премолара, които ще освободят място от 14-16 мм, голяма част от което ще бъде загубено по време на лечението.

Други автори<sup>101</sup> описват, че допустимата интерпроксимална редукция е 0.6 мм на резците и канина в горна челюст и 1.2 мм за премолари и молари или общо 10.2 мм за горна челюст. В ДЧ посредством апроксимална емайлова редукция може да се осигури 8.6 мм (от резци и канини по 0.4 мм, от премолари и молари 0.6 мм). Стойностите са по-големи от посочваните от John Sheridan.

Клиничните съображения при решение за ARS метода са: големината на клиничните корони, формата на зъбите, индивидуалните, половите и расовите признаци.

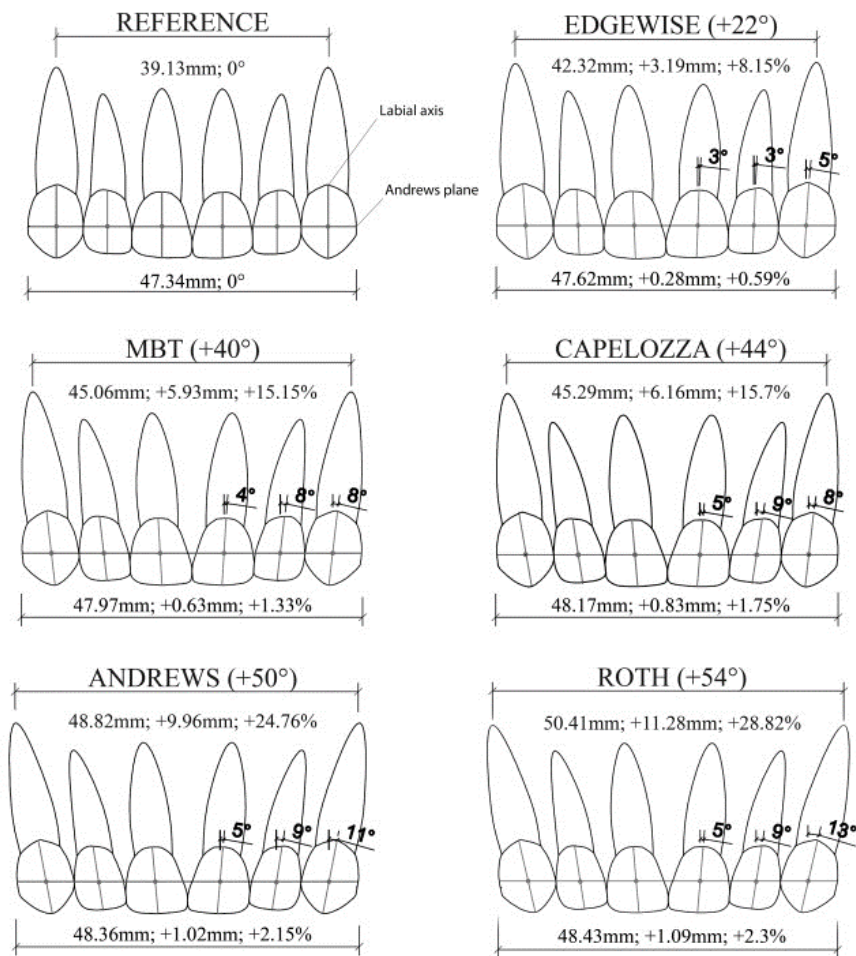
Динкова<sup>341</sup> изследва ползите от IPR, при пациенти лекувани с ДЕНТ@ЛАЙН. Методът е ефективен при решаване на проблема със зъбното струпуване, като се явява успешна алтернатива на екстракционната терапия, без да се повишава рискът от кариес. Изведен е протокол за IPR. Посредством дигитално планиране може да се предвиди точно колко ще се скъси периметъра на зъбната дъга. Софтуерът позволява да се направи

виртуален модел на резултата, да се изследва оклузограма, която показва силата на новите оклузални контакти между зъбите от горната и долната зъбна дъга в новите им позиции.

## **Ц.5. Връзка между ширина на зъбната коронка и периметъра на дъгата. Корелация между периметъра на зъбната дъга и позицията на отделните зъби (инклинации, торк, ротации)**

През 1909 година Pont<sup>145</sup> извежда правопрпорционална зависимост между ширината на ЗД и сумата от медио-дисталните размери на четирите резеца. Следователно и ПЗД е в зависимост от медио-дисталните размери и на резците и тяхната промяна. Техният размер може да се променя планирано или в хода на лечението, чрез стрипинг, бондинг или позицията им (медио-дистална инклинация, ротация или отротирание и други фактори). Ротациите могат да се установят както при зъби във фронталния сегмент така и в страничния участък. Във фронталния сегмент, всяка ротация води до измерване на периметър с по-ниска стойност, което означава, че планираното ортодонтско лечение е свързано с увеличаване ПЗД.

Luana Pontes<sup>255</sup> изследва как ангулацията, заложена в прескрипцията на брекетите се отразява на ПЗД. Изследваните системи са Edgewise bracket system, Straight-wire systems: MBT, Capelozza, Andrews и Roth. С помощта на СВСТ и Autocad 2011 се създават виртуални дентални модели на зъбите и корените им. Това дава възможност зъбите да се подредят виртуално с нулеви ангулации и да се изследва необходимото място. Добре нивелираните резци и канини, без заложена в прескрипцията ангулация се подреждат в 47.34 мм място от ПЗД коронарно и 39.13 мм пространство за корените в апикалната база. При позициониране на брекетите с ангулацията съответстващи на прескрипцията на съответната система са направени измервания, които показват че при всички системи брекетите се увеличават използваното място за подреждането на зъбите в ПЗД както следва: Edgewise system увеличава с 0.28 мм коронарно до 3.19 мм в апикалната база; при Roth увеличението е съответно 1.09 мм коронарно и 11.28 мм в апикалната база. Промените могат да се видят на Фигура 10 по автора.



Фигура 10. Ангулация, заложена в прескрипцията на брекетите.<sup>255</sup>

Колкото по-голяма ангулация е заложена в прескрипцията на брекетите толкова повече зъбите заемат място в ПЗД. Основно се увеличава необходимото място в областта на корените. При увеличаване на медиалния наклон зъбът заема повече място в дъгата. Ако това се случи при всички зъби в дъгата – то ще се постигне нейното цялостно удължаване. За да се получат междузъбни контакти и балансирана оклузия по Andrews<sup>18</sup> в съзъбия с повече трети може да се увеличи ангулацията. Този лечебен механизъм повлиява ПЗД.

## **II.6. Промяна на периметъра на дъгата в зоната от канин до канин и промените в интерканиновото разстояние**

Периметърът на зъбната дъга показва най-стабилни параметри в зоната от канин до канин. Според Ricketts и колектив, при разширение с 1 мм на интерканиновото разстояние, периметърът се увеличава също с 1 мм.<sup>270</sup> St. Braun и W. Hnat<sup>56</sup> извеждат цифрова интеграция за математически взаимоотношения между интерканиновата ширина, периметъра на предния сегмент, дължината на предния сегмент на дъгата и промяната в ангулацията на мандибуларните резци.

През 2008 Paulino<sup>317</sup> предлага метод за определяне на периметъра на зъбната дъга спрямо интерканиновото разстояние:

$$\text{Периметър на ЗД} = (1.36 \times \text{интерканинова ширина}) + 29.39$$

В свой мета анализ Burke<sup>62</sup> и колектив изследват промяната на интерканиновата ширина в долна челюст. Според това изследване при лечение на пациенти Class II<sub>1</sub> безекстракционно - интерканиновото разстояние средно е увеличено с 0.81 мм, при Class II<sub>2</sub> безекстракционно с 2.02 мм. Увеличението на интерканиновото разстояние при всички случаи е между 0.8 до 2 мм. След лечението се отчита констрикция на интерканиновото разстояние средно между 1.2 и 1.9 мм, независимо от класа на деформацията и дали е провеждано екстракционно или безекстракционно лечение. Авторите на мета анализа застават зад концепцията да се провежда ортодонтско лечение, без да се променя интерканиновото разстояние в долна челюст.

Bishara<sup>43</sup> прави проучване върху стабилността на интерканиновото разстояние при пациенти лекувани с екстракции на четири премолара и дистализиране на кучешките зъби. По този начин канините преминават в по-дистален и съответно по-широк участък от зъбната дъга. Сравняват се стойности на интерканиновото разстояние преди лечение, непосредствено след лечение и след известен ретенционен период, където интерканиновото разстояние SS се е увеличило с 3%.

Андреева<sup>337</sup> отчита промяна в интерканиновата ширина. В ГЧ интерканиновото разстояние SS по време на лечение нараства с 0.91 мм. След края на ретенционния период (2 години) се променя с 0.5 мм (0.42 мм). Общата промяна отчетена от началото на лечението до периода след края на ретенцията е 1.33 мм. В ДЧ<sup>337</sup> отчита увеличение на интерканиновото разстояние по време на лечението с  $1.81 \pm 2.28$  мм. От края на ортодонтското лечение до завършването на ретенцията увеличение по-малко от 0.5 мм ( $0.20 \pm 3.05$  мм). От началото на лечението до края на ретенционния период, т.е. между 4–7

год., отчетената промяна е  $2.01 \pm 3.40$  мм. Отчетената средна промяна на ширината на горната зъбна дъга е от  $31.65 \pm 10.86$  мм в началото на ортодонтското лечение до  $38.42 \pm 3.51$  мм. След повече от 5 г. след завършване на ретенционния период промяната е незначителна – до  $38.49 \pm 2.29$  мм. Този факт се определя от широкия диапазон на стандартното отклонение в началото на ортодонтското лечение, където има пациенти в активен растеж. За лица с оформено постоянно съзъбие промяната в ширината на зъбната дъга е увеличение на зъбната дъга е от  $2.9 \pm 3.01$  мм. В края на периода на ретенцията се забелязва намаление на ширината, което е по-малко от 1 мм –  $0.3 \pm 1.12$  мм. Или общата промяна на ширината на ЗД е от  $2.6 \pm 2.9$  мм.

В изследване на Nakan Gurel<sup>120</sup>, върху стабилността на интерканиновото разстояние след разширение с RME и задържане на резултата с фиксирана ретенция се установява, че рецидива е в размер на 37% от интерканиновата ширина, 19% от интерпремоларната ширина и 17% от интермоларната ширина в края на проследявания период.

James McNamara<sup>205</sup> отчита нарастване в периметъра на зъбната дъга след лечение с RME - в максилата със 6.3 мм, а в долна челюст с 3.9 мм. След активното лечение с RME Haas Type е постигнато 7.5 мм разширение, от които след свалянето на апарата се наблюдава рецидив в рамките на 1.5 мм. В ДЧ началният резултат е увеличение с 5 мм и рецидив от 0.5 мм. Недостигът на място в ГЧ с това увеличение на ПЗД е постигнато напълно в 80% от случаите, а в ДЧ увеличението на ПЗД е напълно достатъчно за решение на ЗЧН. RME във всички случаи се използва като средство за решаване на тежко струпване. След лечението се наблюдава леко намаляване на ширината на ЗД в ГЧ (максиларното интерканиново разстояние намалява с 1.5 мм в пост ретенционния период) и ДЧ, докато в ПЗД се установява значително намаляване. В ГЧ ПЗД намалява с 3.5 мм, а в ДЧ с 2.5 мм. Финално увеличението в ГЧ е средно 4.5 мм, а в ДЧ е 1 мм.

Доказано е от Vishara<sup>42</sup>, че след 13 годишна възраст интерканиновото разстояние слабо, но сигурно намалява. Това явление се наблюдава както при ортодонтски лекувани, така и при нелекувани пациенти. Научното обяснение е, че въздействието на дъвкателната мускулатура и артикулирането с *m. orbicularis oris*, се отразява върху интерканиновото разстояние, като го намалява.

Според Elhini<sup>95</sup> за всеки 1 мм увеличение на ПЗД е необходимо увеличение на интерканиновата ширина с 2 мм в ГЧ и 0.5 мм в ДЧ, докато при интермоларната ширина увеличението е с 0.8 мм в ДЧ.

## II.7. Методи за прогнозиране периметъра на зъбната дъга

Метод на Moyers – прогноза за мястото в зъбната дъга, необходимо за непроби-лите все още постоянните премолари и кучешки зъби. За измерване на наличното раз-стояние, Moyers използва месингова тел, която след това разпъва и мери с шублер на Voley.<sup>215</sup> Методът на Tanaka и Johnston<sup>305</sup> се основава на принципа на пропорционал-ността. Единственото необходимо условие за използването му е да може да се измери медио-дисталния диаметър на резците в долна челюст, за да се предвиди размера на неп-робилите канини и премолари. При формиране на периметъра се използват медио-дис-талните размери на резците, а когато те липсват техните размери могат да се прогнозира-т с метода на Tonn, Bansal<sup>25</sup>, Nahidah<sup>222</sup>.

Много автори работят по задачата да изведат математическа зависимост между ПЗД - дължина или ширина.<sup>7, 279, 317</sup> Al-Khatieebet<sup>7</sup> предвижда ПЗД спрямо ширината на ЗД, измерено при всяка двойка зъби в горна и долна челюст. Чрез дигитализиране на модели, които отговарят на критериите за включване са измерени шест ширини за всяка зъбна дъга, както и дължината на зъбната дъга. Доказана е много силна зависимост между дължината на зъбната дъга и ширината при централните резци в горна челюст. В долна челюст най-силна връзка е доказана между ширината между първите премолари и дължината на зъбната дъга. Уравнението, описващо зависимостта в ГЧ е:

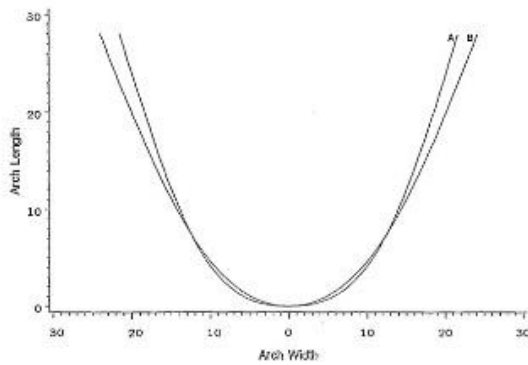
$$35.07 + 2.59(R1-L1) + 0.18(R2-L2) + 0.03(R3-L3) + 0.10(R4-L4) + 0.003(R5-L5) + 0.10(R6-L6),$$

$$\text{а в ДЧ: } 15.66 + 4.19 (R1-L1) + 0.21(R2-L2) + 0.05(R3-L3) + 0.47 (R4-L4) + 0.23(R5-L5) + 0.10 (R6-L6)$$

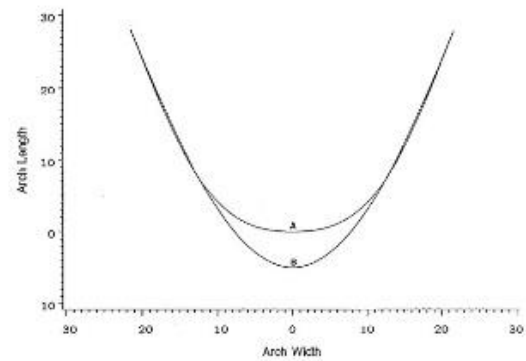
Germane<sup>108</sup> и колектив в своето изследване проследява динамиката на промяната в периметъра на ЗД при лечение с апарати за разширение и създава математически мо-дел, чрез математическите формули за парабола.

$$P_i = P_{i-1} + \sqrt{((x_i - x_{i-1}))^2 + (y_i - y_{i-1})^2}$$

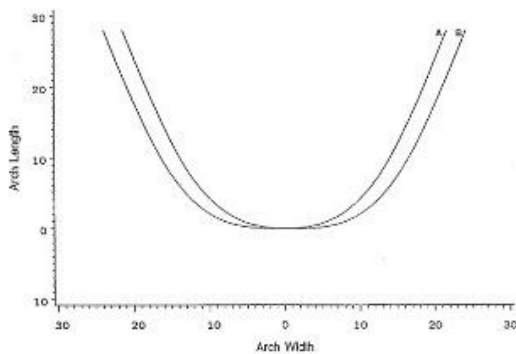
Както е показано на Фигура 11<sup>108</sup>, Р е периметърът на зъбната дъга измерван между две моларни точки. X, Y са съответно числата по осите, които съвпадат с местата на точките в координатна система преди и след експанзията.



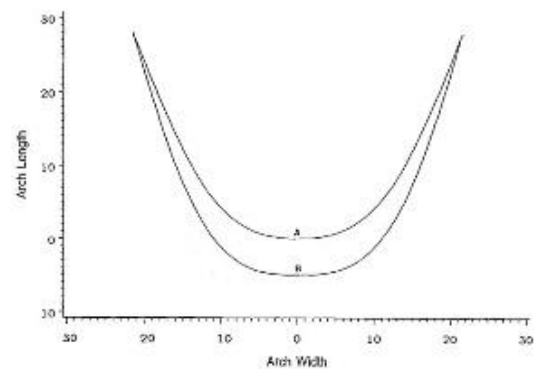
Фигура 11.1. Долна зъбна дъга с фиксирана позиция на канини и инцизиви (крива А) и с 5 мм интермоларна експанзия (крива В).<sup>108</sup>



Фигура 11.2. Мандибуларна зъбна дъга с фиксирани позиции на молари и канини (крива А) и (крива В) и 5 мм увеличен периметър на ЗД при протрудиране на резците.<sup>108</sup>



Фигура 11.3. мандибуларна ЗД с фиксирана позиция на инцизивите (крива А) и (крива В) при 5 мм експанзия при канини и молари.<sup>108</sup>



Фигура 11.4. мандибуларна ЗД с фиксирана позиция на моларите (крива А), и 5 мм експанзия при канините и 5 мм протрудиране на резците (крива В).<sup>108</sup>

Резултатите от изследването на Germane at al. сочат, че:

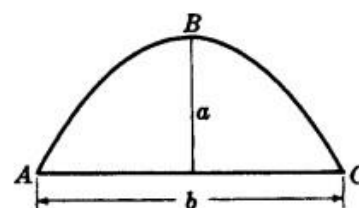
- Когато положението на резците и ширината при канините не се променят, първоначалното разширение с 1 мм води до увеличаване на периметъра с 0.27 мм. Вторият милиметър разширение води до увеличаване на периметъра с 0.31 мм, а петия милиметър интермоларно разширение води до увеличаване на периметъра с 0.41 мм.
- Когато позицията на резците е стабилна, милиметър интерканинова експанзия води до 0.73 мм увеличаване на периметъра на зъбната дъга, два милиметра съответно 1.62 мм.

- Когато за да се увеличи периметъра на зъбната дъга в долна челюст се използва и протрудиране на резците, увеличението е 4 пъти по-ефективно, отколкото ако се разширява само интермоларната зона.

Според Currier <sup>86</sup> елипсата най-добре описва зъбните дъги в горна и долна челюст, особено когато точките, по които се очертава са по вестибуларната повърхност на зъбите. F.J. du Raan <sup>260</sup> в научния си труд, изследващ периметъра на ЗД при пациенти с втори клас оклузия извежда уравнение за периметър на полуелипса по Spiegel <sup>219</sup>, като изчислява ПЗД с помощта на следното уравнение Фигура 12 :

$$\text{Area} = \frac{2}{3} ab$$

$$\text{Arc length } ABC = \frac{1}{2} \sqrt{b^2 + 16a^2} + \frac{b^2}{8a} \ln \left( \frac{4a + \sqrt{b^2 + 16a^2}}{b} \right)$$



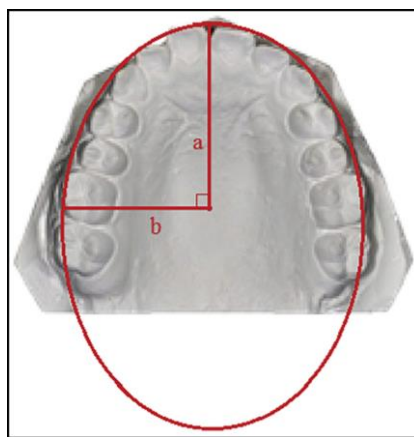
Фигура 12. Уравнение за пресмятане на част от парабола, където L=ПЗД, a= дължина на аксиална ос ( дължината на ЗД), b= дължината на перпендикулярната хорда( интермоларната ширина).

Други автори използват уравнението на Рамануџан <sup>79, 307</sup> за пресмятане периметъра на елипса за изчисляване ПЗД.<sup>257</sup> В този случай обаче се приема, че зъбната дъга е с форма на полуелипса. <sup>293</sup> Фигура.13

Периметърът на елипсата се изчислява по уравнението:

‘P’=  $\pi(a+b) \{1 + (3h/(10 + \sqrt{4-3h}))\}$ , където

$h = (a-b)^2 / (a+b)^2$ . За да се изчисли периметъра на зъбната дъга се пресмята  $\frac{1}{2}$  от периметъра на елипсата: (CP) =  $\frac{1}{2}$  P.



Фигура 13. Форма на ЗД – полуелипса, където *a* е дължина на главната полуос, *b* е дължина на малката полуос. <sup>307</sup>

Qadri <sup>257</sup>, използвайки уравнението на Ramanujan достига до следните изводи, при доверителен коефициент в проучването 1.281%:

- За всеки милиметър междумоларна експанзия ПЗД нараства с 0.684 мм;
- За всеки милиметър протрудиране на резците ПЗД нараства с 1.035 мм;
- За всеки милиметър инцизална ретракция ПЗД намалява с 0.661 мм;
- За всеки милиметър намаляване на междумоларна ширина ПЗД намалява с 0.27 мм.

Според изследване на Chung и Wolfgramm <sup>79</sup> уравнението на Ramanujan може да бъде използвано за изчисление на периметъра на зъбната дъга в горна челюст с голяма точност (само 1.2% вероятност за грешка). Може да се предвиди точно промяната в периметъра спрямо експанзията и протрузията, като се добавя към стойностите на *a* и *b* във формулата. По този начин учените откриват, че за всеки милиметър интермоларна експанзия ПЗД се увеличава с 0.73 мм. За всеки милиметър инцизална протрузия периметърът се увеличава с 1.66 мм.<sup>79</sup> Тези данни съвпадат с резултатите получени от Adkins <sup>3</sup> и колектив. Те откриват, че ПЗД средно се увеличава с 4.7 мм при моларна експанзия от 6.5мм. Това корелира със стойността 0.72 получена от Chung.

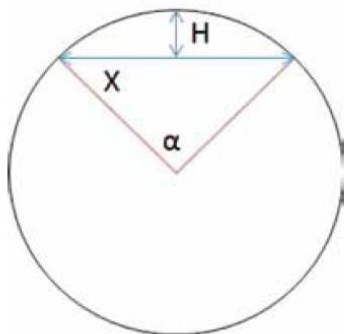
Nadia Basim Al-Ansari, Suha Ali Abdul Ameer и Mohammed Nahidh<sup>6</sup> извеждат формули за изчисляване ПЗД в горна и долна челюст при пациенти в постоянно съзъбие, I зъбен клас и по-малко от 3 мм струпване. Измерванията са правени с дигитален шублер с 0.01 мм точност и ПЗД е сума от пет сегмента. След статистически анализ се доказва, че интерканиновото и интерпремоларното разстояние са в пряка връзка с ПЗД в ГЧ. Също така интермоларното разстояние и дължината на ЗД са отново в пряка зависимост с ПЗД. Според резултатите интерканиновата ширина и дължината отговарят за 67.7 % от промените

в ПЗД. За ДЧ същите променливи са отговорни за 74.2% от стойността на ПЗД. Изведените формули представят пряката взаимовръзка между променливите и са база да се предскаже необходимият ПЗД за правилното подреждане на зъбите в двете челюсти.

Sanin <sup>279</sup> и колектив достигат до следната зависимост, която е приета като точен метод за определянето на периметъра на зъбната дъга.

$$ПЗД = (\text{ширината на ЗД} \times 0.504) + (\text{дължината на ЗД} \times 1.525) + 14.856.$$

Shkarin <sup>290</sup> и кол. разработват математически модел за точно изобразяване и изчисляване на периметъра на зъбната дъга. В основата на метода е заложена индивидуалността на формата на ЗД на всеки пациент и стабилността на интерканиновото разстояние. Те доказват, че чрез техния модел се коригират и отстраняват редица неточности на досега използваните методики за графично изобразяване ПЗД.



Фигура 14. Намиране на периметъра посредством дължината на хордата X и височината на сегмента H и ъгъл α. <sup>290</sup>



Фигура 15. Маркиране на ЗД за графично изобразяване на предния сегмент.

Noroozi <sup>231</sup> и колектив разработват компютърна програма, с която може много точно да се предвижда периметъра на зъбната дъга. Въвеждат се четири параметъра:

Wm – разстоянието между дисталните контактни точки на вторите молари;

Wc- разстоянието между дисталните контактни точки на канините;

Dm – разстоянието от контактната точка на централните резци до линията свързваща дисталните повърхности на вторите молари;

Dc - разстоянието от контактната точка на централните резци до линията свързваща дисталните повърхности на канините.

Формулата, заложена в програмата, с която се пресмята периметъра на цялата зъбна дъга и на фронталния участък (от канин до канин) преди и след лечение, представлява полином от шести ред. Например, ако периметърът на зъбната дъга би нараснал от 113 мм на

114.3 мм, а периметърът на фронталния участък от 25.4 мм на 27.4 мм знаейки това, ортодонтът може да прецени дали това увеличение е достатъчно да се реши проблемът със струпването във фронта.

Авторите представят програма, чрез която се прогнозира с оптимална точност промяната в периметъра на фронталната област, на целия периметър, новата трансверзална ширина след ползването на RME. Така лесно може да се предвиди дали само с разширението ще се осигури достатъчно място в периметъра на зъбната дъга за подреждането на зъбите. Коефициентът на грешка е под 0.8 мм, което доказва, че методът е много точен и надежден. Методът би бил много полезен в граничните случаи, когато клинично трябва да се вземе решение между екстракционна или безекстракционна терапия.

## **II.8. Дигитализация в помощ на ортодонтската практика**

Навлизането на нови технологии във всяка сфера на живота се налага като тенденция. Това подпомага ежедневната работа на ортодонта, като му осигурява по-лесен начин за водене и съхранение на подробна медицинска документация за всеки пациент и му осигурява повече клинично и диагностично време.

Интраоралните скенери (ИОС) са устройства за заснемане на директни оптични отпечатащи в денталната медицина.<sup>197</sup> Те проектират светлина (лазерна или структурирана светлина) върху обекта за сканиране - зъби, зъбни дъги. Изображения на зъбно-гингивалните тъкани (както и надстройки на импланти), заснети от сензори за изображения се обработват от софтуер за сканиране, който генерира облаци от точки. След това тези облаци от точки се триангулират от същия софтуер, създаващ 3D повърхностен модел (мрежа). 3D моделите са резултат от оптичен отпечатък и са „виртуалната“ алтернатива на традиционни гипсови модели. 3D моделите дават възможност за бързо, лесно и точно измерване на различни параметри на ЗД - периметър, дължина, ширина. На практика клиницистът, посредством ортодонтски софтуер за измерване, би могъл да измери всеки един параметър, който е обект на клиничен интерес.

Развитието на оралното сканиране през последните 30 години е благодарение на софтуерното инженерно мислене сред денталната гилдия<sup>280 168 201 22</sup> и напълно заменя неудобството от отливане и изрязване на гипсови модели, както и необходимостта те да се съхраняват във физическо пространство. В съвременното специализирано може да гледа зъбите на екрана на компютъра и да работи върху 3D моделите на различни устройства,

което допълнително улеснява комуникацията.<sup>294</sup> Редица проучвания изследват точността на интраоралните модели в сравнение с дигиталните.<sup>53, 90, 138, 154, 176, 296, 326</sup> Изследват се следните аспекти: идентифицират предимствата/недостатъците на дигиталните отпечатъци в сравнение с конвенционалните; проучва се точността на дигиталните отпечатъци в сравнение с конвенционалните; оценяват се разликите между наличните в момента в търговската мрежа<sup>111</sup> ИОС; дефинират се текущи клинични приложения/ограничения при използването на ИОС.<sup>197</sup> Точността на виртуалните модели позволява да се създадат чрез CAD (Computer-aided Design)/CAM(Computer-aided Manufactory) системите персонализирани ортодонтски апарати.<sup>111, 116, 131, 141, 142, 143, 177</sup> Всичко това е в подкрепа на цялостното дигитализиране на ортодонтската практика. Важен аспект в тази насока е цялостното дигитализиране на досието на пациентите. Съхранението на 3D модели е сигурно, не изисква физическо пространство и позволява достъп от различни локации. Дигиталните измервания са възможни по време на всеки етап от ортодонтското лечение. Така получените лечебни резултати могат да бъдат следени и анализирани.

## II.9. Изводи от литературния обзор

Един от най-важните параметри в ортодонтската диагностика е ПЗД. През годините са разработвани много методи за измерването му и са правени прогнози за очакваните му нормални стойности. Най-бързо и най-точно в съвременната ортодонтска практика е дигиталното му измерване върху сканирани модели със специализиран софтуер. Навлизането на пазара множество системи за интраорално заснемана (сканиране) и предлаганите заедно с тях софтуери за разчитане позволиха ортодонтите да измерват данни в различни посоки и криви. Затова все още няма стандартизиран метод за точките в които се измерва периметър на зъбна дъга.

От анализираната достъпна литература става ясно, че са изведени редица връзки между промяната след ортодонтско лечение в ПЗД и промените в позицията на зъбите, трансверзалния и/или сагитален размер на ЗД. Тези анализи са провеждани в миналото при ортодонтски лечения с група апарати, които в днешно време не са често използвани (например лингвална пластинка, ЕОА, сменяеми функционални апарати и други) и често с мануални методи. Ние смятаме, че е необходим нов съвременен анализ на зависимостите и то изследвани при апарати и с методи най-често прилагани в съвременната ортодонтска практика. Недостатъчно са проучени съвременните възможности за оценка и измерване на периметъра на зъбната дъга. Няма публикувани математически зависимости (уравнения) приложими в практиката за прогнозиране промените в периметъра и другите показатели на ЗД в динамиката на ортодонтските лечения. Няма изведени доказателства за достоверност, предимства или недостатъци на различните софтуери за ортодонтски анализ.

Всичко това ни даде основание дигитално да измерим и проучим промяната на ПЗД при работа със съвременна ортодонтска апаратура, да удостоверим с математически модел (уравнение) намерените зависимости, което ще ни помогне при планиране на бъдещи ортодонтски решения и лечения.

### III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящия дисертационен труд е да се определи степента на промяна в периметъра на горната зъбна дъга, след ортодонтско лечение с различни методи и апарати в горната зъбна дъга.

За изпълнение на така формулираната цел е необходимо да се изследват и анализират следните задачи:

1. Да се установи промяната в размера на горната зъбна дъга след бърза експанзия, протрудиране на фронтални зъби и дистализиране на горни молари, като първи етап от ортодонтското лечение.
  - 1.1. Да се установи степента на промяна на периметъра на дъга от разширение;
  - 1.2. Да се установи степента на промяна на периметър на дъга от протрудиране;
  - 1.3. Да се установи степента на промяна на периметър на дъга при дистализиране.
2. Да се установят промените в периметъра на горната ЗД в случаите лекувани с екстракция на два премолара и да се направи сравнителен анализ между леченията с увеличаване и намаляване на ПЗД.
3. Да установи промяната в ПЗД във фронталния сегмент в ГЧ във всяка от изследваните групи: пациенти лекувани с апарат за протрудиране, пациенти лекувани с бърза максиларна експанзия, пациенти лекувани с Pendulum, пациенти лекувани с екстракция на два премолара.
4. Да се провери има ли клинично значима разлика при измерване на биометрични параметри върху дигитални модели с различен софтуер.

## СОБСТВЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

### IV. МАТЕРИАЛ и МЕТОДИКА

#### IV.1. МАТЕРИАЛ

##### **1. Материал за изследване и единици за наблюдение - документация на ортодонтски пациенти**

За изпълнение на поставената цел и задачи е проведено проспективно клинично-епидемиологично проучване, обхващащо ортодонтската документация на 132 пациента, които са диагностицирани и ортодонтски лекувани от дисертанта и научния му ръководител през последните 5 години.

Критерии за включване на пациентите в изследването е след оценяване пълнотата на тяхната документация:

1. Пълна документация във всеки етап (инициална фаза, завършена първа лечебна фаза, завършен втори етап, край на лечението, ретенционна фаза);
2. Информирано съгласие, презентирани, обсъдени и приети лечебни планове (безекстракционен или екстракционен) удостоверено с подпис от пациента (или настойник);
3. Задължително проведена втора фаза на лечение или проследяване формирането на постоянно съзъбие след прилагане апарати променящи размера и формата на зъбната дъга, включени в изследването (при апарат за протрудиране – проследяване развитието до постоянно съзъбие или втора лечебна фаза; при апарат за дистализиране на горни молари – Пендулум, принтиран апарат за бърза максиларна експанзия със зъбна опора – задължително проведена втора лечебна фаза; при екстракционни лечения – проведено основно коригиращо лечение);
4. Включените в изследването пациенти са с постоянно (групите лекувани с екстракции, Pendulum) и със смесено съзъбие (групите лекувани с апарат за протрудиране и част от пациентите лекувани с бърза максиларна експанзия);
5. Стриктно спазен протокол на лечение, без пропуснати контролни прегледи;
6. Дигитална документация преди и след всеки етап и в края на лечението (за дигиталните модели се изисква да са без двойни образи, всички зъбни повърхности да се виждат, да няма пропуснати участъци при сканирането).

Включените в изследването пациенти не съобщават за налични придружаващи заболявания.

В изследването е включена документацията на 132 пациента. Изследваният контингент по пол се разпределя по следния начин: 55 (41.7%) мъже и 77 (58.3%) жени,

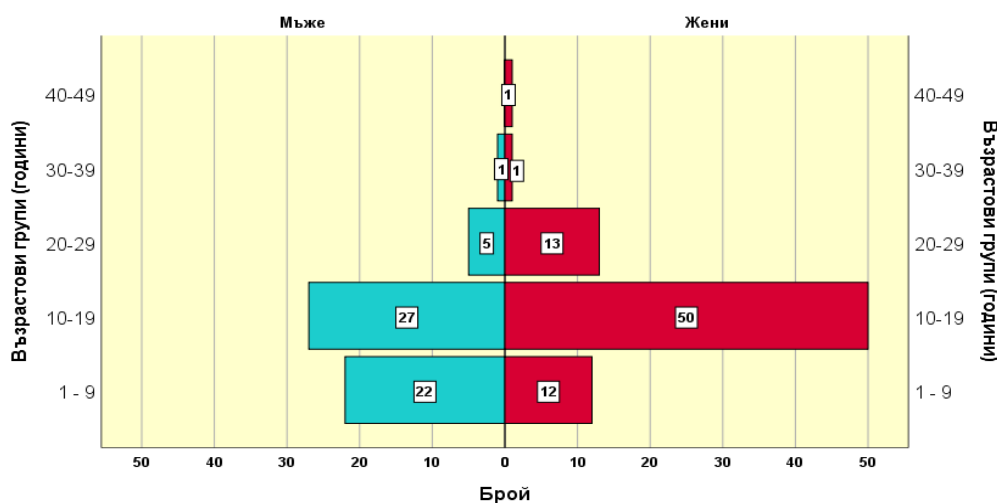
представено на Фигура 16. Пациентите са на средна възраст  $13.91 \pm 6.49$  години в интервала между 6 и 49. Пациентите са разделени в пет декади: от 1 до 9 години; от 10 до 19 години; от 20 до 29 години; от 30 до 39 години; и от 40 до 49 години - Таблица 2 и Фигура 17.



Фигура 16. Честотно разпределение на изследвания контингент по полова принадлежност.

| Възрастова група | Мъже брой | Жени брой |
|------------------|-----------|-----------|
| 1-9              | 22        | 12        |
| 10-19            | 27        | 50        |
| 20-29            | 5         | 13        |
| 30-39            | 1         | 1         |
| 40-49            | -         | 1         |
| Общ брой         | 55        | 77        |

Таблица 2. Разпределение на участниците в проучването по пол и възрастови групи.



Фигура 17. Разпределение на участниците в проучването по пол и възраст.

Ако разгледаме пациентите по установените възрастови групи ще видим, че:

- И при двата пола най-голям брой пациенти включени в изследването са тези на възраст 10-19 години. Това е възраст, при която се формира постоянното съзъбие

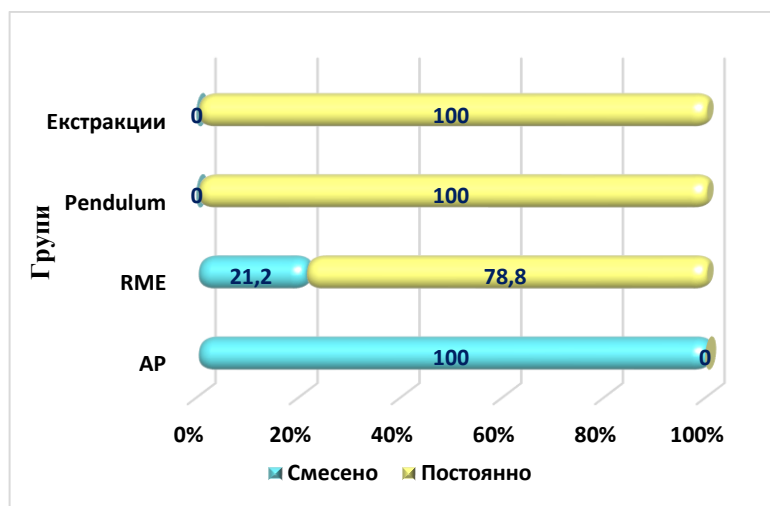
(късно смесено до оформено постоянно) и най-подходяща за провеждане на ортодонтско лечение. В другите възрастови групи също се наблюдава почти пропорционално присъствие на двата пола;

- С най-голяма численост (27) при мъжете са от възрастова група 10-19 години, следвани от 1-9 години с 22, а най-малко (0) – 40-49 години;
- При жените с най-голяма численост (50) са от възрастова група 10-19 години, следвани от 20-29 с 13. Най-малко (по 1) са от възрастови групи 30-39 и 40-49 години.

Апаратите, чиито ефекти се изследват в настоящето проучване се прилагат най-често при пациенти в стадия на късно смесено и формирано постоянно съзъбие (апарат за дистализиране, апарат за бързо разширение, лечения с екстракции), което обяснява голямата численост на контингента в периода на 10-19 години. Изключение прави апаратът за протрудиране, подходящ в периода на ранно смесено съзъбие (възраст до 9 години), а също и леченията с екстракции, които могат да се провеждат до късна възраст. При тях е необходим пробив на постоянните зъби. В групата лекувана с бърза максиларна експанзия 7 от пациентите са със смесено съзъбие (21.2%) а 26 са с постоянно (78.8%). В групите лекувани с Pendulum всички пациенти са с постоянно съзъбие. Затова сред целия проучван от нас контингент с по-голямата численост са пациенти с постоянно съзъбие (69,7%), докато само 1/3 или 30,3% от изследваните пациенти са във фаза на смесено съзъбие. Разпределението на пациентите по видове съзъбие (постоянно и смесено) е визуализирано графично на Фигура 18 и Фигура 19.



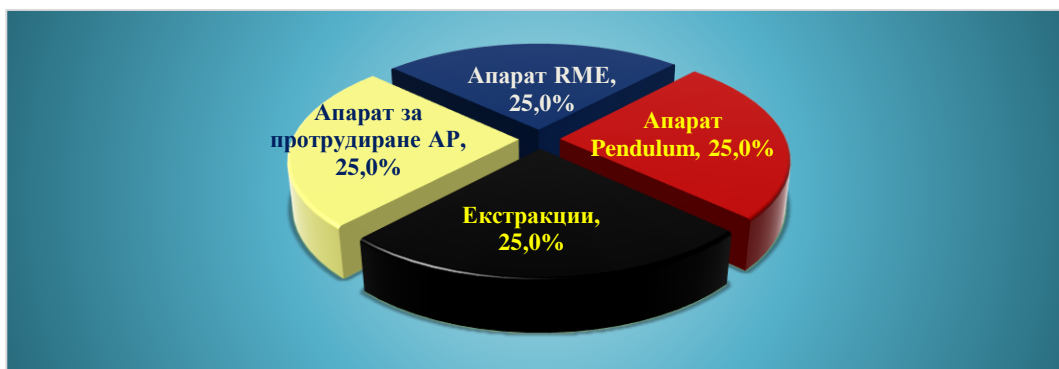
Фигура 18. Честотно разпределение на изследвания контингент по вид на съзъбието.



Фигура 19. Честотно разпределение на изследваните групи по вид на съзъбието.

Пациентите включени в изследването са лекувани най-често в две лечебни фази, като в първата лечебна фаза са ползвани различни апарати. Само при пациенти с доказана необходимост от екстракционна терапия, лечебната фаза е една. Според това условие ги разделяме в четири групи Фигура 20. Всеки от апаратите има показание за прилагане според деформацията, вида на съзъбието и периода на скелетен растеж на пациента. Участниците в проучването са разделени на четири групи (пациенти лекувани с апарат за протрудиране, с бърза палатинална експанзия, с апарат за дистализиране на горни молари или чрез екстрахиране на два горни първи премолара. Всяка от групите се състои от равен брой пациенти.

- Група 1 – апарат за протрудиране AP (n=33 или 25,0%);
- Група 2 – апарат RME (n=33 или 25,0%);
- Група 3 – апарат Pendulum (n=33 или 25,0%);
- Група 4 – екстракции (n=33 или 25,0%).



Фигура 20. Разпределение на участниците в проучването по групи на изследване.

Средната възраст на пациентите в различните групи варира, в зависимост от апарата и неговата ефективност в различните фази от човешкото съзъбие, като разпределението е показано в Таблица 3.

Групата пациентите лекувани с апарат за протрудирание **AP** са на средна възраст 7.48 години.

Групата пациентите лекувани с **RME** са на средна възраст 13.39 години, от тях в период на формиране на постоянно съзъбие са 26 (78.8%), а в смесено съзъбие 7 (21.2%). Лечението при тази група пациенти е зависимо освен от трансверзалните оклузални съотношения, така и от етапа на вкостяване на небцовия шев, което определя предела на възрастта.

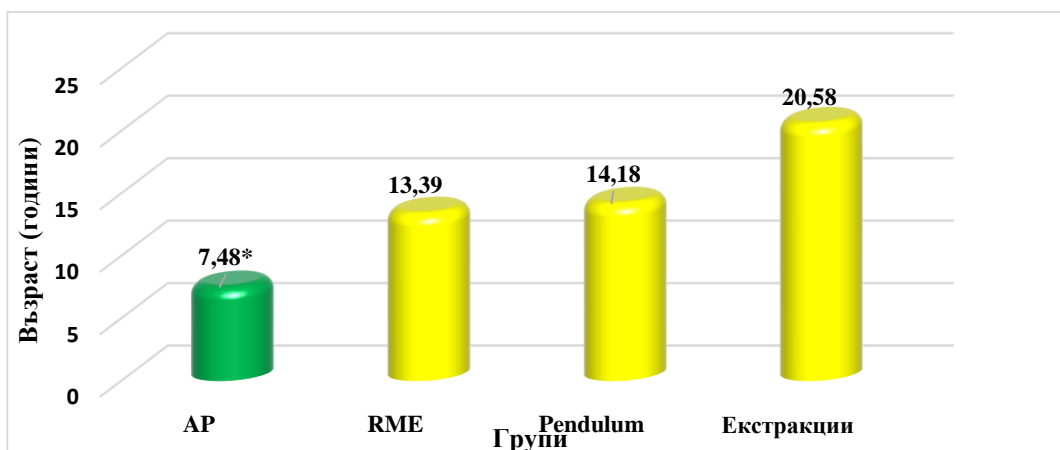
Пациентите лекувани с апарат **Pendulum** са с формирано постоянно съзъбие, както и тези лекувани с екстракция на два премолара. Средната възраст на пациентите лекувани с апарат Pendulum е 14.18 и е близка до средната възраст на пациентите лекувани с RME, която е 13.39 години. Близката средна възраст на пациентите от групата с RME (група 2) и тези с Pendulum (група 3) е сигнификантно по-висока от тази на група 1 (групата лекувана с AP) и статистически достоверно по-ниска от тази на група 4. Визуално това сравнение е демонстрирано на Фигура 21.

Групата пациенти лекувани с **екстракции** е със средна възраст 20.58 години. В тази група всички пациенти са в постоянно съзъбие.

| Показател                           | AP (n=33)                | RME (n=33)               | Pendulum (n=33)          | Екстракции (n=33)        |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Средна възраст ± SD</b> (години) | 7.48 <sup>a</sup> ±1.00  | 13.39 <sup>b</sup> ±3.97 | 14.18 <sup>b</sup> ±3.78 | 20.58 <sup>c</sup> ±7.27 |
| <b>Пол – брой (%)</b>               |                          |                          |                          |                          |
| Мъже                                | 22 (66.7 <sup>a</sup> )  | 12 (36.4 <sup>b</sup> )  | 12 (36.4 <sup>b</sup> )  | 9 (27.3 <sup>b</sup> )   |
| Жени                                | 11 (33.3 <sup>a</sup> )  | 21 (63.6 <sup>b</sup> )  | 21 (63.6 <sup>b</sup> )  | 24 (72.7 <sup>b</sup> )  |
| <b>Съзъбие – брой (%)</b>           |                          |                          |                          |                          |
| Смесено                             | 33 (100.0 <sup>a</sup> ) | 7 (21.2 <sup>b</sup> )   | 0 (0.0 <sup>c</sup> )    | 0 (0.0 <sup>c</sup> )    |
| Постоянно                           | 0 (0.0 <sup>a</sup> )    | 26 (78.8 <sup>b</sup> )  | 33 (100.0 <sup>c</sup> ) | 33 (100.0 <sup>c</sup> ) |

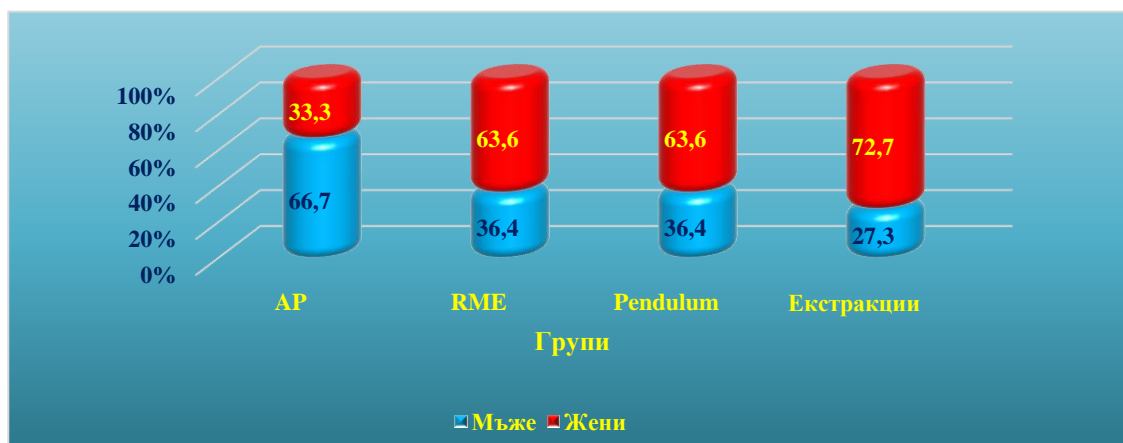
\* еднаквите букви по хоризонталите означават липса на сигнификантна разлика, а различните – наличие на такава (p<0,05).

Таблица 3. Статистически характеристики (пол, възраст, съзъбие) на участниците в проучването от четирите изследвани групи.



Фигура 21. Сравнителен анализ на изследваните групи по средна възраст ( $p < 0.05$ ).

Пациентите и в четирите групи са по равен брой, но не са в корелация в отделните групи и междугрупово по пол - Фигура 22. Разпределението в групите по пол е както следва: в група 1 - лекувани с AP мъжете са 22 (66.7%), а жените са 11 (33.3%); в група 2 - лекувана с RME и в група 3 - лекувана с Pendulum, разпределението е еднакво: 12 мъже (36.4%) и 21 жени (63.6%). В групата лекувани с екстракции разпределението е в полза на жените: 24 жени (72.7%) и 9 мъже (27.3%)



Фигура 22. Честотно разпределение на изследваните групи по полова принадлежност.

Мъжете в група 1 са със сигнификантно по-голям относителен дял от тези в останалите три групи, които не се различават статистически помежду си, а респективно относителният дял на жените в група 1 е статистически достоверно по-малък от тези на останалите три групи Фигура 22.

## IV.2. МЕТОДИКА

### IV.2.1. Използван софтуер и методи за измервания върху дигитални модели

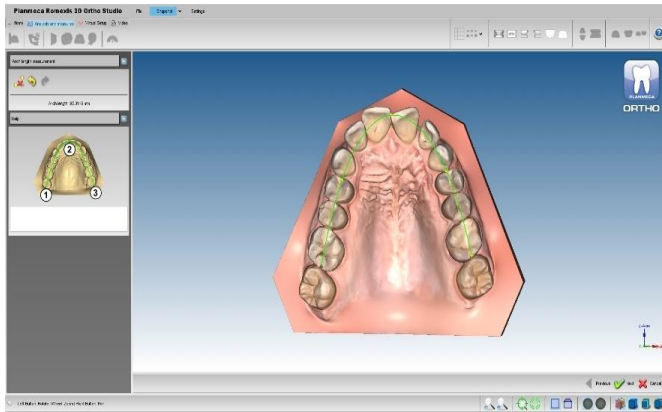
Всички пациенти са сканирани с интраорален скенер и са генерирани 3D модели, съхранени в STL формат. Сканирането е проведено преди стартиране на лечение, след всяка завършена фаза и в края на ортодонтското лечение. За целта са използвани интраорални скенери Planmeca Emerald S и Medit i700.

За измерванията е използван ортодонтският панел Planmeca Romexis 3D Ortho studio и Medit Design app 2.1.4, Measurement Mode. И двата софтуера имат технически възможности за измерване показателите включени в изследването. Това позволява да се планира съпоставяне между възможностите на различни софтуери при анализ на едни и същи обекти (дигитални ортодонтски модели). И двата използвани софтуера позволяват измерването на всякакви параметри, зададени от клинициста. Няма ограничения за измерване на постоянни и временни зъби в използвания софтуер.

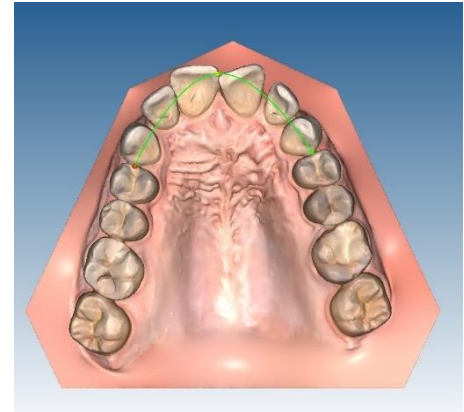
Използвани са **503 дигитални модела**. Общо са направени **3960 дигитални измервания** на различни параметри на ЗД. На всички дигитални модели от участващите в изследването 132 пациента са измерени следните параметри:

- **РА** -периметъра на горна зъбна дъга (на дванадесетте зъба), измерен с Ortho панел Фигура 23. За измерването на ПЗД разработихме метод посредством 5 точки:
  - **1т.** Средата на дисталната апроксимална повърхност на първи десен постоянен молар 16.
  - **2т.** Средата на медиалната апроксимална повърхност на първи премолар в дясно 14 или на първи временен молар 54.
  - **3т.** Контактната вестибуларна точка между централните резци. Когато не са в контакт се използва най-медиалната точка по инцизалната повърхност на зъб 21.
  - **4т.** Средата на медиалната апроксимална повърхност на първи премолар в ляво 24 или на първи временен молар 64.
  - **5т.** Средата на дисталната апроксимална повърхност на първи ляв постоянен молар 26.

- **aP** - периметъра на фронталния сегмент – от дисталната повърхност на кучешки до дисталната повърхност на срещулежащия кучешки – шест зъба преди лечението измерен с Ortho - Фигура 23. В случаите, когато не е възможно измерването на канините (13, 23, 53, 63) се използва средата на апроксималната повърхност на зъб 14 и 24 или 54, 64.
- **MD 16-26** – сбор на медиодисталните размери (ширините) на дванадесетте зъба в горна челюст – от първи десен молар до първи ляв молар включително (12 зъба) – Фигура 24. Измерването се прави на наличните зъби, независимо дали са временни или постоянни, т.к. се проследява ПЗД в конкретен момент от развитието на ЗД. Ако липсва зъб, но едноименния зъб от срещуположната страна е наличен, то медиодисталния размер на наличния се удвоява.
- **md 13-23** - сбор на медиодисталните размери (ширините) на зъбите във фронталния сегмент – от десния канин до левия канин включително (шест зъба) – Фигура 24. Измерването се прави на наличните зъби, независимо дали са временни или постоянни, т.к. се проследява ПЗД в конкретен момент от развитието на ЗД.
- **PP**- ширина на ГЧ в областта на първите премолари - Фигура 25. Точките се разполагат в средата на централната фисура, под вестибуларния туберкул. Ако първите премолари не са налични – параметърът не се измерва.
- **MM** – ширина на ГЧ в областта на моларите – Фигура 25. Точката се разполага в централната фисура, в медиалната ямка, под медиовестибуларния туберкул.
- **L** – дължина на ЗД в ГЧ, измерва се от точка по вестибуларната повърхност на централните резци до права свързваща точки в средата на дисталната повърхност на първи постоянен молар – Фигура 26
- **I** – дължина на предния сегмент на ЗД, измерва се от точка по вестибуларната повърхност на централните резци до права свързваща точки в средата на медиалната повърхност на първи постоянен премолар или първи временен молар, в случаите със смесено съзъбие– Фигура 26. В групата лекувана с екстракции на два първи премолара, в края на лечението, правата се построява до точки в средата на медиалната апроксимална повърхност на вторите премолари.
- **w** - ширината на фронталния сегмент – права отсечка свързваща точки в средата на медиалната повърхност на първи постоянен премолар - Фигура 26. В смесено съзъбие се използват точки в средата на медиалната апроксимална повърхност на първи временен молар.

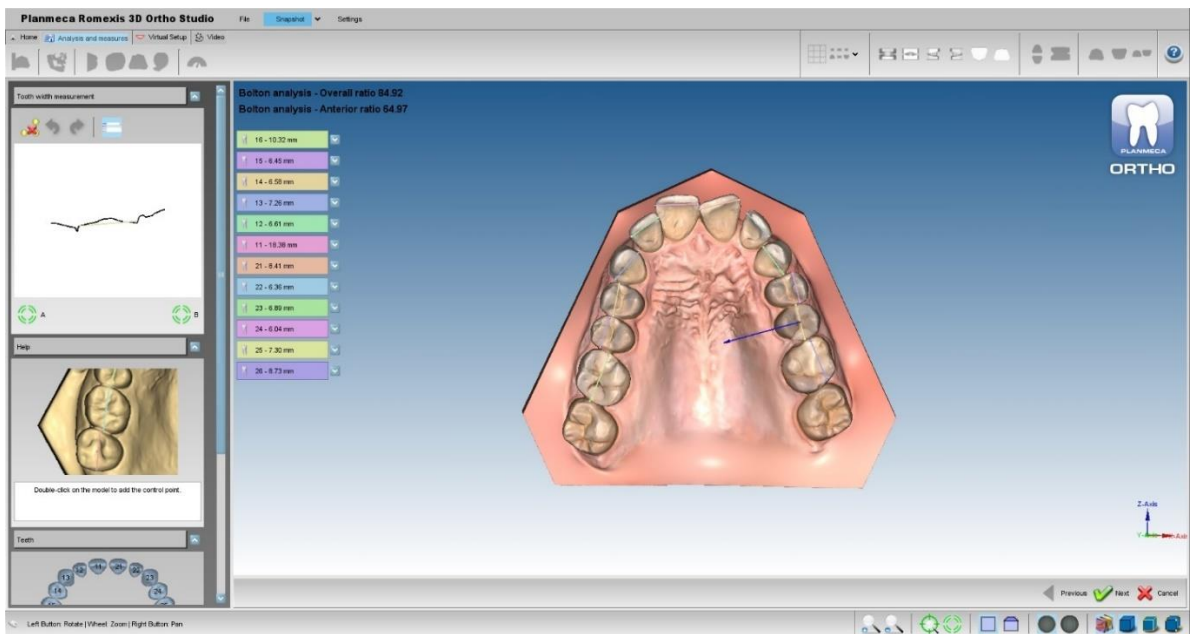


А/ Дигитално измерване на ПЗД.

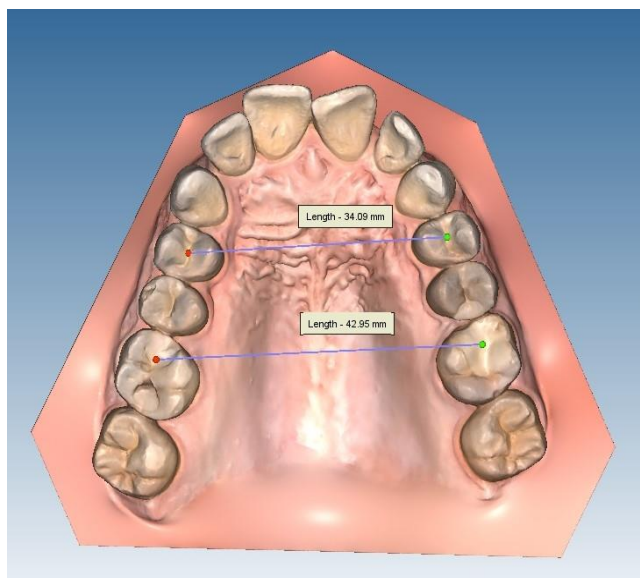


Б/ Дигитално измерване на ПЗД във фронталния сегмент.

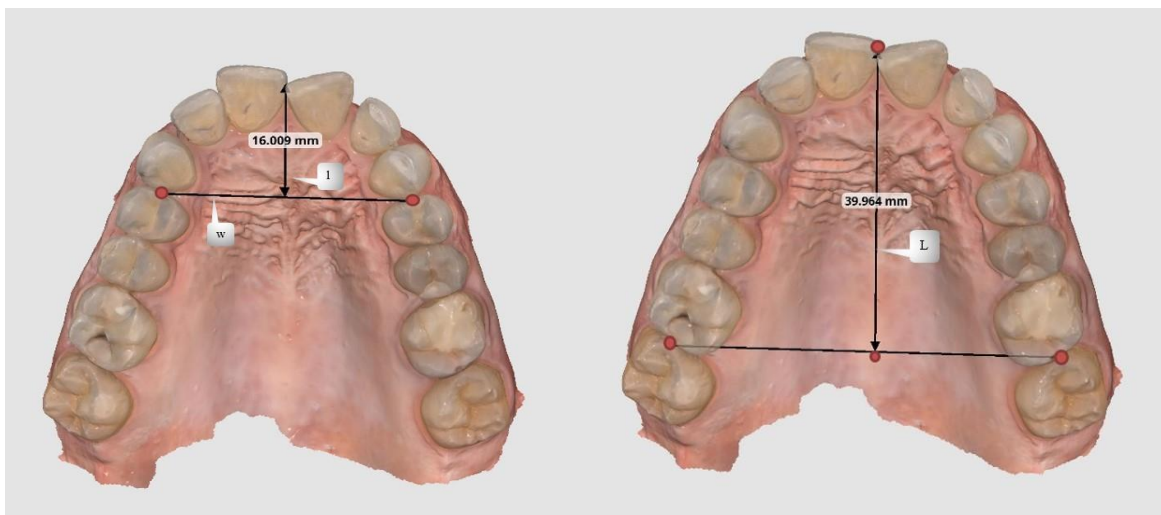
Фигура 23. Измерване със софтуер Planmeca Ortho панел:



Фигура 24. Измерване медио-дисталните размери на дванадесетте зъба в ГЧ (от 16 до 26), посредством ортодонтически софтуер - Planmeca Ortho panel.



Фигура 25. Измерване трансверзалния размер в ГЧ в областта на премолари и молари, посредством ортодонтически софтуер - Planmeca Ortho panel.



Фигура 26. Измерване на предна дължина на ЗД – I и дължина на ЗД –L посредством софтуер Medit. w – предна ширина на фронталния сегмент на ЗД (aP).

Описаните параметри са измерени идентично през фазите на лечение и означени както следва: преди началото на лечение (1); в края на първа фаза (2) и в края на лечението (3). За да се диференцират еднотипните измервания в различните етапи приемаме следното обозначение: цифрова индикация след буквите показват фазата: 1 – преди лечението (например - PA1, aP1, PP1, MM1, L1, I1); 2 - фазата след първия апарат, когато има такъв (например - PA2, aP2, PP2, MM2, L2, I2); 3 - края на лечението (например - PA3, aP3, PP3, MM3, L3, I3).

При лечението с екстракция на два премолара, липсва първа фаза. При тази група (4) пациенти допълнително се измерва показателя Ер – сбор на ширините на двата премолара. При тези пациенти са измервани показатели само с цифрова индикация 1 и 3.

При пациенти от четирите групи се измерват задължително следните параметри: MD 6-6, който сбор се съпоставя с размера на ПЗД и това определя дискрепанса в зъбната дъга; PA с цел оценка на неговата промяна; L, за да се оцени промяната в дължината на зъбната дъга в хода на различните лечебни етапи; MM и PP с цел да се оцени промяната в ширината на зъбната дъга в хода на лечебните етапи; дължината и ширината на фронталния сегмент (l и w) и неговата промяна през различните фази на ортодонтската терапия.

#### **IV.2.1. Биометрични измервания с дигитален софтуер**

За целите на първа задача, са проведени следните дигитални биометрични измервания преди лечение и след първа фаза, а сред пациентите от група 4 и група 3 след финализиране на лечението (фаза 3):

- При пациенти от група 1 (AP) – PA, aP, md 13-23, l;
- При пациенти от група 2 (RME) – PA, MM, PP, L;
- При пациенти от група 3 (Pendulum) – PA, aP, L, l, MM, PP;
- При пациенти от група 4 (Екстракции) – PA, aP, Ep, MD 16-26.

За целите на втора задача, са проведени следните дигитални биометрични измервания при всички групи пациенти:

На всички пациенти се измерват, посредством софтуер медиодисталните размери на постоянните зъбите от 16 до 26 включително. При наличие на временни зъби се измерват техните размери (при зъби, които са необходими за изследването). Изследванията на динамиката на ПЗД се извършва в кратки интервали от време и при нито един от включените в изследването пациенти не е настъпила смяна на зъби. Коментира се ПЗД и неговата динамика в кратки интервали, колкото трае съответната фаза на лечение.

За изпълнението на задача 3 са направени и сравнени 260 измервания на едни и същи параметри с два различни софтуера. За сравнение е използвано измерването на параметъра междумоларното разстояние MM, измервано в средата на централната фисура, точно под медиалния вестибуларен туберкул на първи молар. Този параметър е измерен върху 3D модел. За получаване на първата стойност е използван 3D model получен със скенера на Planmeca – Emerald и софтуера към него – Planmeca Ortho panel - Ortho studio. За второ измерване същия параметър е измерен от същия оператор върху 3D модел получен със скенера Medit i 700 и софтуера към него – Medit design.

## IV.2.2. Клинично приложение на апаратите прилагани при отделните групи пациенти

### IV.2.2.1. Клинично приложение на апарат за протрудиране

За целите на изследването се използва фиксиран, функционален апарат, с който се протрудират фронталните зъби в ГЧ. Дизайнът на апарата за протрудиране – АР, включва две пластмасови назъбни капи, които обхващат напълно зъбите в страничния участък. Те са направени от хипоалергична пластмаса с дебелина от 2 мм, достатъчна за дезартикулиране на оклузията. При фиксиране на апарат в зоната на назъбните капи се отблокират оклузалните контакти при фронталните зъби. Това позволява ГФЗ да се протрудират, „да се разминат“ с долните фронтални зъби. За по-голяма стабилност, двете назъбни капи са свързани с транс палатинална дъга, от тел с дебелина 0.8 мм. Във фронталния участък, от назъбните капи излиза палатинално протрудираща пружина, от тел 0.7 мм. За да се увеличи ефективността ѝ, пружината се срязва по средата и се покрива с шлаух Фигура. 27.



Фигура 27. Апарат за протрудиране, използван в изследването.



Фигура 28. Кръстосана оклузия при цял фронтален сегмент и при отделен зъб - интраорални снимки преди и след лечение на пациенти лекувани с апарат за протрудиране.

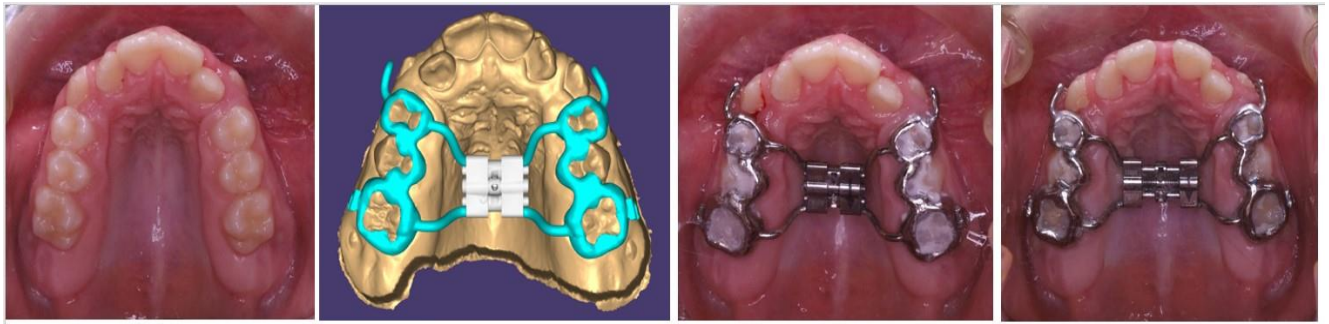
Протрудирането се извършва основно функционално от езика, който „избутва“ ГФЗ. Тъй като те са „отблокирани“ от кръстосаната оклузия с ДФЗ, няма препятствие пред тях и те успяват да достигнат новата си позиция, като по този начин се променя формата на ЗД и се променя ПЗД.

Протрудирането може да бъде допълнително „подпомогнато“ при активиране на протрудиращата пружина. Ефектът с апарата се постига за период от 3 месеца - Фигура 28. Пациентите се адаптират бързо към апарата, още в рамките на деня на поставяне. Артикулирането на езика не е затруднено и не се наблюдава ефект на промяна на говора.

Апаратът не повлиява и на функцията преглъщане. Дизайнът на апарата го прави комфортен и стабилен по време на хранене. На пациентите се забраняват само най-твърдите храни. След промяна в позицията на горните резци до нормално сагитално съотношения с долните, апаратът се сваля и се разчита на стабилността от постигнатите нормални съотношения. Проследява се ерупцията на постоянните зъби и при необходимост при формиране на постоянното съзъбие се провежда основно коригиращо ортодонтско лечение на останалите проблеми.

#### **IV.2.2.2. Клинично приложение на апарат за бърза максиларна експанзия RME**

Апаратът за бърза максиларна експанзия – RME, използван в изследването е фиксиран, механично действащ апарат - Фигура 29. Изработва се индивидуално за всеки пациент, върху дигитален модел получен от интраорално сканиране на горна челюст. Дигитално се проектира дизайна на апарата. За опора се използват страничните зъби в ГЧ, които са обхванати от металната конструкция на апарата. Винта се разполага симетрично на зъбите в лявата и дясната половина, по-близо разположен до моларите. Дигиталното планиране позволява проверка на планираната конструкция в трите равнини, което улеснява позициониране на винта на ниво на центъра на съпротивление на моларите, което предопределя тяхното по-близо да корпусно движение. Цялостно конструкцията отстои на няколко милиметра от небцето. Изработва се посредством САМ технология от кобалт-хромна сплав, като се използва метална пудра Wirobond C+ (BEGO Medical GmbH) със състав Co-64%, Cr-25%, V-5%, Mo-5% и лазер-синтеровъчна машина “Truprint 1000” (Trump Group). За дизайна на апарата е използван софтуер Exocad DentalCAD 3.0 Galway.



А/

Б/

В/

Г/

Фигура 29. Апарат за бърза максиларна експанзия – RME, използван в изследването. А/ Интраорална снимка преди стартиране на лечението; Б/ Дигитален дизайн на апарата; В/ Интраорална снимка на ГЧ от деня на поставяне на апарата за разширение; Г/ Интраорална снимка на ГЧ от деня на сваляне на апарата, вижда се диастемата получена вследствие на разширението.

Пациентите се адаптират лесно към апарата. Говорната функция не е нарушена, тъй като зоната, в която артикулира езика при говор – зад ГФЗ е свободна и езикът не се затруднява да извършва движенията си. Дъвкателната функция също не е нарушена, тъй като апаратът е фиксиран здраво към опорната зона и пациентите го усещат стабилен и комфортен. Успяват да почистят лесно винта и частта на небцето, за което благоприятства заложеното в дизайна отстояние на лингвалната част на конструкцията от небцето.

Апаратът остава фиксиран за период от 3 месеца след последната активация. В един и същи ден, апаратът се сваля, оформя се цялата дигитална документация (фотопротокол, интраорално сканиране, рентгенографии) и се поставя фиксираната техника, с която се провежда втория лечебен етап. Измерванията се правят в деня на сваляне на апарата, непосредствено преди поставяне на брекетите. На пациентите се поставя ТРА за запазване на постигнатия трансверзален размер на горна челюст.

### IV.2.2.3. Клинично приложение на апарат Pendulum

Апаратът Pendulum е фиксиран, механично действащ апарат. Състои се от опорен елемент – бутон на Nance, изработен от хипоалергична пластмаса, който много точно ляга върху небцето, без да го травмира. От него излизат 4 греди от стоманена тел с дебелина 0.7 мм, насочени към премоларите, които са опорни зъби, при приложението на апарата. Така се сформира опорната част на апарата. От бутона на Nance, излизат и активните елементи – 2 пружини от ТМА, с размер 0.032“.

На моларите 16, 26 са фиксирани два пръстена с палатинални и вестибуларни канюли. В лингвалните канюли влизат пружините на апарата. Чрез активиране на хеликс извивките на пружините и поставянето им в лингвалните канюли се активира апаратът и се дистализират моларите.



Фигура 30. Интраорална снимка на апарат Pendulum, използван в лечението.



Фигура 31. Интраорални снимки на пациент лекуван с апарат Pendulum: горен ред- снимка дясна оклузия, ГЧ и лява оклузия преди лечението; долен ред – снимка на дясна оклузия, с ГЧ с апарата и лява оклузия в деня на сваляне на апарата и приключване на I фаза.

Ефектът с апарат Pendulum постига за около 5 месеца. В деня на сваляне на апарата се прави пълна дигитална документация на постигнатото в първия лечебен етап (интраорално сканиране на челюстите, интраорални фотоснимки и рентгенови изследвания). В същия ден се поставя фиксираната техника и се стартира втория лечебен етап.

### IV.2.3. Статистически методи

Данните са въведени и обработени със статистическите пакети IBM SPSS Statistics 25.0. и MedCalc Version 19.6.3. За фигурите е използван и Excel на Microsoft Office 2021. За ниво на значимост, при което се отхвърля нулевата хипотеза бе прието  $p < 0.05$ .

Бяха приложени следните методи:

1. *Дескриптивен анализ* – в табличен вид е представено честотното разпределение на разглежданите признаци.
2. *Графичен анализ* – за визуализация на получените резултати.
3. *Bland Altman анализ* – графичен анализ за търсене на съгласуваност между измервания на количествени признаци по два метода.
4. *Fisher-Freeman-Halton exact test, Fisher's exact test и тест  $\chi^2$*  - за проверка на хипотези за наличие на зависимост между категорийни променливи.
5. *Непараметрични тестове на Shapiro-Wilk* – за проверка на разпределението за нормалност.
6. *T-критерий на Student's t-test* - за проверка на хипотези за различие между средните аритметични на две независими извадки.
7. *Непараметричен тест на Mann-Whitney* – за проверка на хипотези за различие между две независими извадки.
8. *Непараметричен тест на Wilcoxon* – за проверка на хипотези за различие между две зависими извадки.
9. *Корелационен анализ* - за проверка на хипотези за наличие на зависимост между количествени признаци.
10. *Еднофакторен линеен регресионен анализ* – за определяне параметрите на уравнението на линейната зависимост между два количествени признака.

#### Скала за оценка на числен корелационния анализ:

$0 < R < 0.3$  – слаба корелация;

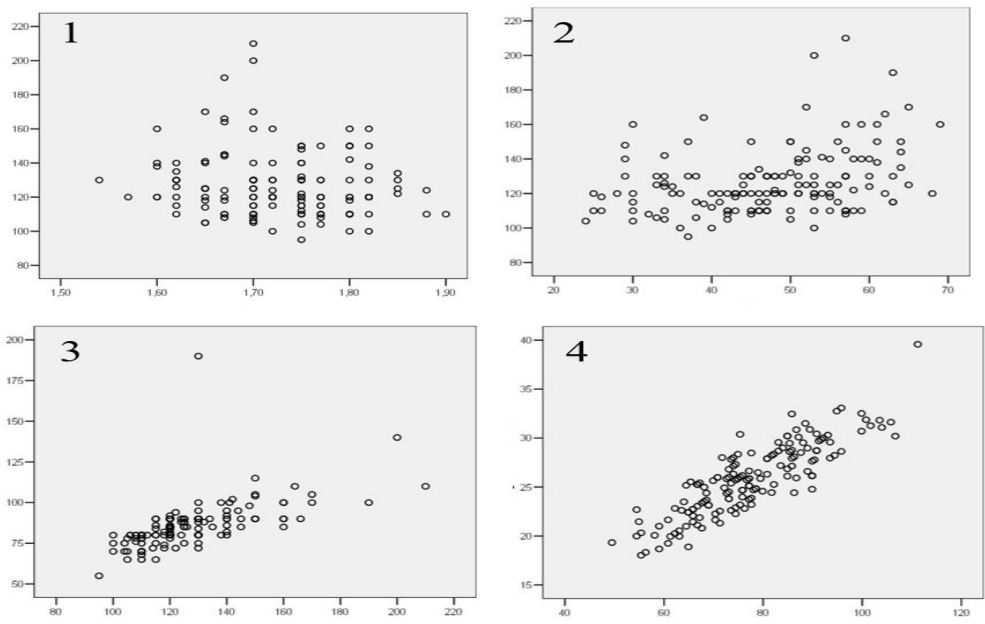
$0.31 < R < 0.5$  – умерена корелация;

$0.51 < R < 0.7$  – изразена корелация;

$0.71 < R < 0.9$  – силна корелация;

$0.91 < R < 1$  – много силна корелация.

Графично скалата използвана за оценка на корелация демонстрираме чрез следните ситуационни модели - Фигура 32.



Фигура 32. Графична скала за оценка на резултати от корелационен анализ: 1/Липса на корелация; 2/ Умерена корелация; 3/ Изразена корелация; 4/ Силна корелация.

## V. РЕЗУЛТАТИ

### V.1. Резултати по задача 1

#### 1. Да се установи промяна в периметъра на горната зъбна дъга след бърза експанзия, протрудиране на фронтални зъби и дистализиране на горни молари, като първи етап на ортодонтско лечение

Ортодонтските лечения гарантират своя успех, когато още при планирането еднозначно е решен проблема с мястото в ЗД. Най-често мястото се компенсира от зъбно - алвеоларни промени в сагитална и трансверзална посока. Периметърът нараства или намалява в корелационна връзка с движението на зъбите в тези две равнини. Ако ортодонтът може да прогнозира нивото на взаимовръзка в съотношенията между дължина, ширина и ПЗД и как се променят с всеки апарат, би планирал много по-прецизно лечението си.

Резултатите от промяната в ПЗД последователно от началото, след първа фаза и в края на лечението при трите групи пациенти са представени в Таблица 4.

| Група    | MD 6-6 | PA1   | PA2    | PA3  |
|----------|--------|-------|--------|------|
| AP       | 96.76  | 93.66 | 98.31  | -    |
| RME      | 95.12  | 92.3  | 96.28  | -    |
| Pendulum | 97.12  | 93.43 | 104.73 | 97.9 |

Таблица 4. Средни стойности в милиметри на ПЗД, при различен тип лечение.

Знакът (-) означава, че няма съответната фаза или не е изследвана.

При всеки от трите типа лечения има промяна в периметъра, като той се увеличава като стойност. Динамиката е различна при отделните апарати и може да се опише по следния начин:

- ПЗД - PA1 при лечение с апарат за протрудиране (AP) в началото е със средна стойност 93.66 мм. След приключване на лечението PA2 е 98.31 мм. Следователно се установява увеличение ПЗД с 4.56 мм.
- ПЗД - PA1 при лечение с RME стартира със средна стойност 92.3 мм. След фазата на бърза експанзия ПЗД - PA2 е 96.28 мм. Достоверно отчитаме, че ПЗД е увеличен с 3.98 мм.

- ПЗД при лечение с апарат Pendulum - PA1 е със средна стойност 93.43 мм. След приключване на лечебната фаза ПЗД PA2 е 104.73 мм. ПЗД е средно увеличен с 11.3 мм.

| Вид апарат  | Периметър на ЗД (mm) |                    |      | P     |        |
|-------------|----------------------|--------------------|------|-------|--------|
|             | n                    | $\bar{X}$          | SD   | 2     | 3      |
| 1. AP       | 33                   | 4.64 <sup>a</sup>  | 1.96 | 0.092 | <0.001 |
| 2. RME      | 33                   | 3.99 <sup>a</sup>  | 2.84 |       | <0.001 |
| 3. Pendulum | 33                   | 11.30 <sup>b</sup> | 5.64 |       |        |

\* еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлика, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ ).

Таблица 5. Сравнителен анализ на увеличението на периметъра на ЗД при използване на различните ортодонтски апарати.

Групите 1, 2, 3, са лекувани двуфазово, като в първата фаза се използва апарат, които променя периметъра на ЗД, нейната форма и се увеличава мястото за нивелиране на зъбите във фронталния или средния сегмент средно от 3.99 до 11.3 мм - Таблица 5.

Проведеният сравнителен анализ за лимитите на промяна ПЗД, при използване на различните ортодонтски апарати установи, че изследваният показател има сигнификантно по-висока средна стойност в групата лекувана с апарат Pendulum спрямо тези на групите лекувани с другите два апарата, чиито средни стойности не се различават статистически помежду си (3.99 – 4.64) видно от Таблица 5. С апарат за протрудиране, използван в смесено съзъбие, периметъра на ЗД се увеличава средно с 4.64 мм в изследваната група. При провеждане на лечение с апарат за бърза максиларна експанзия, използван в смесено и ранно постоянно съзъбие, увеличението на периметъра на ЗД е средно с 3.99 мм. При лечение с апарат Pendulum, използван в постоянно съзъбие, увеличението на ЗД е средно 11.3 мм (или по 5.65 мм на страна).

Резултатите показват, че и при трите групи апарати ефективността е доказана и трите типа лечебни протоколи може да се използват като ортодонтски механизъм за увеличение ПЗД, но с различен размер.

### **V.1.1. Да се установи размера на увеличаване периметър на горна ЗД, чрез протрудиране и се установят взаимовръзки между характеристиките на ЗД**

От проведените измервания на биометрични идентификатори на пациентите лекувани с апарат за протрудиране (АР) са измерени промяната в следните показатели: PA2-PA1, aP2-aP1, l2-l1, L2-L1, MM2-MM1. Средноаритметичните стойности на получените промени са отчетени в милиметри и са показани в Таблица 6.

| Група | PA2-PA1 | aP2-aP1 | l2-l1  | L2-L1  | MM2-MM1 |
|-------|---------|---------|--------|--------|---------|
| АР    | + 4.64  | + 3.27  | + 2.52 | + 2.74 | + 0.2   |

Таблица 6. Средни стойности на промяна в показателите за периода от инициалното състояние до приключване на първа лечебна фаза, отчетено в милиметри.

Има увеличение при всички показатели при ортодонтската терапия на тази група пациенти - Таблица 6. ПЗД се увеличава средно с 4.64 мм. Във фронталния участък отчетената стойност на повишение на ПЗД е средно 3.27 мм. Променя се дължината на ЗД, като за фронталния участък са отчетени стойности на средно увеличение от 2.54 мм, а цялата дължината на ЗД се увеличава средно с 2.74 мм. Следователно се отчита минимално движение при дисталните опорни зъби. Ширината на ЗД не се променя при действие на апарата за протрудиране. Получената стойност от 0.2 мм е незначимо малка и е в диапазона на допустимата техническа грешка.

В таблиците, изведени след статистическа обработка на данните с (\*\*\*) са отбелязани силните корелационни връзки. С (\*\*) са означени средните по сила връзки. С (\*) са означени слабите корелационни връзки. Съответно е в сила:

(\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$ ).

Проведена е статистическа обработка на данните от измерените стойности на Таблица 7 - дължината и ширината на зъбната дъга (L1, L2, l1, l2, MM1 и MM2), преди и след провеждане на ортодонтско лечение, за да се установи зависимост между тези параметри.

Целта е да се намери характерната форма на ЗД, при пациенти, нуждаещи се от протрудиране на зъбите във фронталния сегмент и зависимостта между параметрите

описващи точно тази деформация. Анализът показва, че всички статистически достоверни корелации са правопрпорционални:

- L1 корелира изразено по сила с L2, I1 и I2, а умерено с MM1;
- L2 корелира допълнително умерено с I1, MM1 и MM2, а изразено с I2;
- I1 корелира допълнително изразено с I2;
- MM1 корелира допълнително много силно с MM2.

| Показатели | L2       | I1       | I2       | MM1    | MM2      |
|------------|----------|----------|----------|--------|----------|
| L1         | 0.643*** | 0.654*** | 0.512**  | 0.356* | 0.333    |
| L2         |          | 0.474**  | 0.691*** | 0.412* | 0.358*   |
| I1         |          |          | 0.650*** | 0.250  | 0.235    |
| I2         |          |          |          | 0.305  | 0.280    |
| MM1        |          |          |          |        | 0.983*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 7. Корелационен анализ между индивидуалните показатели L1, L2, I1, I2, MM1 и MM2 в групата с апарат AP.

От Таблица 7 се вижда, че силната корелационна връзка (\*\*\*) и реална промяна се наблюдава само при едни и същи параметри, но от двете фази (удължава се цялата зъбна дъга – L2 спрямо L1, а също и нейния фронтален сегмент I2 спрямо I1 и се потвърждава, че промените само във фронталния сегмент рефлектират върху цялата ЗД. Установените зависимости за липса на промяна в опорната зона, обхващаща дисталните зъби и първите постоянни молари в таблицата са показани без (\*) или само с една степен, което говори за липса на зависимост и промяна. Между параметрите MM1 и MM2 се установява идентична висока корелация, поради дублиране на техните стойности (няма клинична промяна в ширината на ЗД).

Проведеният корелационен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, I2-I1, PA2-PA1 Таблица 8 в групата лекувана с апарат AP установи, че апаратът постига своя ефект, чрез удължаване на ЗД, основно във фронталния участък със зъбно-алвеоларно ремоделиране инклинацията на фронталните зъби (резци) и алвеоларния гребен. Този ефект косвено се отразява и на ПЗД, като го увеличава и в него се отваря ново място.

| Група     | Показатели | L2-L1  | I2-I1    | PA2-PA1 |
|-----------|------------|--------|----------|---------|
| Апарат AP | MM2-MM1    | -0.219 | 0.032    | -0.345* |
|           | L2-L1      |        | 0.753*** | 0.274   |
|           | I2-I1      |        |          | 0.135   |
|           | PA2-PA1    |        |          |         |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 8. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, I2-I1, PA2-PA1 в групата лекувана с апарат AP.

От Таблица 8 се вижда, че изведените корелации са в следните посоки:

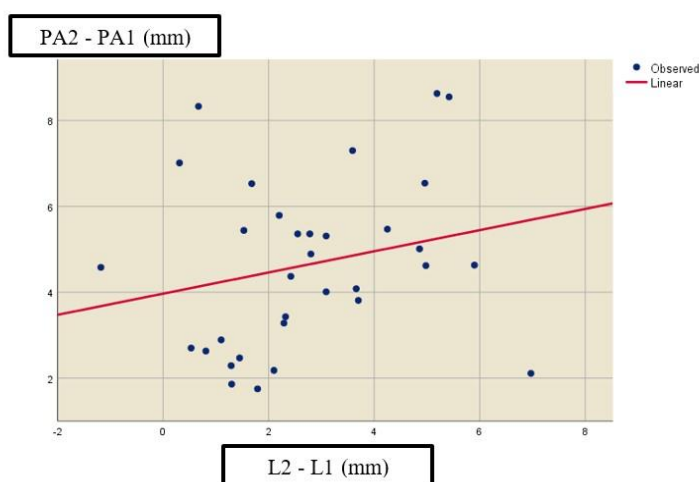
- L2-L1 и l2-l1 корелират правопрпорционално и изразено по сила - \*\*\* При увеличаване дължината на ЗД, правопрпорционално се увеличава дължината на фронталния участък и на цялата ЗД.

- PA2-PA1 допълнително корелира с aP2-aP1 правопрпорционално и изразено по сила. При увеличаване периметъра на ЗД във фронта, правопрпорционално се увеличава и периметъра на цялата ЗД.

При прилагане на линеен регресионен анализ за групата лекувана с апарат за протрудиране са изведени връзки между променливите (PA2-PA1) и (L2-L1). Проведеният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между PA2-PA1 и L2-L1 съществува **сигнификантна** ( $p=0.0197$ ) линейна зависимост, която може да се представи със следното уравнение:

$$PA2-PA1 = 0.247 \times (L2-L1) + 3.967,$$

което е онагледено с Фигура 33.



Фигура 33. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PA2-PA1 и L2-L1.

На база на разпределението на резултатите на пациентите в координатната система е изведено линейно уравнение, посредством статистически софтуер SPSS Statistics 25.0.

От изведените зависимости и уравнение, клинично значението е, че периметъра (PA) се увеличава при лечение с апарат за протрудиране AP, като се променя формата на зъбната дъга (елипсата) – увеличавайки се сагиталния диаметър (L), а трансверзалния диаметър не се променения. Така трансверзалния диаметър (MM) спрямо новата дължина на ЗД изглежда по-малък (L).

## V.1.2. Да се установи увеличението на периметъра на зъбната дъга от разширение с апарат RME

От проведените измервания на биометрични идентификатори на пациентите лекувани с експандер (RME) са измерени промените в следните показатели: PA2-PA1, aP2-aP1, I2-I1, L2-L1, MM2-MM1. Средноаритметичните стойности, на получените промени са отчетени в милиметри и са показани в Таблица 9.

| Група      | PA2-PA1 | aP2-aP1 | I2-I1  | L2-L1  | MM2-MM1 | PP2-PP1 |
|------------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|
| <b>RME</b> | + 3.99  | + 2.29  | - 0.54 | - 0.52 | + 4.41  | + 3.3   |

Таблица 9. Средноаритметичните стойности на PA2-PA1, aP2-aP1, I2-I1, L2-L1, MM2-MM1.

От резултатите в Таблица 9 се отчита увеличение в ПЗД и ширината на ЗД.

Средностатистически постигнатото разширение е от 4.41 мм в зоната на моларите и 3.3 мм в областта на премоларите. Докато ПЗД се увеличава средно с 3.99 мм. Във фронталния участък също се отчита стойност на повишение на ПЗД средно с 2.29 мм.

Параметри, които намаляват по стойност са дължината на ЗД, като за фронталния участък е отчетено средно намаление от 0.54 мм, а цялостно дължината на ЗД намалява с 0.52 мм. Положителните и отрицателните промени в характеристиките определят посоката на промяна формата на зъбната дъга следствие на този тип ортодонтска терапия.

| Показатели | L2       | I1       | I2       | MM1    | MM2      | PP1    | PP2      |
|------------|----------|----------|----------|--------|----------|--------|----------|
| L1         | 0.860*** | 0.739*** | 0.635*** | 0.055  | 0.108    | -0.092 | -0.018   |
| L2         |          | 0.701*** | 0.765*** | -0.056 | -0.054   | -0.083 | -0.011   |
| I1         |          |          | 0.907*** | 0.299  | 0.179    | 0.181  | 0.179    |
| I2         |          |          |          | 0.215  | 0.014    | 0.082  | 0.037    |
| MM1        |          |          |          |        | 0.736*** | 0.293  | 0.228    |
| MM2        |          |          |          |        |          | 0.261  | 0.323    |
| PP1        |          |          |          |        |          |        | 0.914*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 10. Корелационен анализ между показателите L1, L2, I1, I2, MM1, MM2, PP1, и PP2 в групата с апарат RME.

Проведеният корелационен анализ между показателите L1, L2, I1, I2, MM1, MM2, PP1, и PP2 в групата с апарат RME установи, че Таблица 10.

- Всички статистически достоверни корелации са правопрпорционални;
- L1 корелира силно с L2 докато I1 е изравнено по сила с I2;
- L2 корелира допълнително силно с I1 и I2;
- I1 корелира допълнително много силно с I2;
- MM1 корелира силно с MM2;
- PP1 корелира единствено, силно с PP2.

Силни корелационни връзки са установени при дължината на ЗД в началото L1 и дължината на фронталния участък - I1 в началото. Това означава, че има силна зависимост в отношението L1/I1 в групата лекувана с апарат RME или иначе казано, предната дължина на ЗД, която е с очаквано компенсаторно намален трансверзален размер в тази група е в правопрпорционална зависимост с дължината на цялата ЗД. Друга очаквано силна връзка се установява между L2 и I2. Параметрите са намалени правопрпорционално, спрямо началните им стойности. Това е отразено статистически и при изследване на взаимодействието между L1/L2 и I1/I2.

Друга очаквано силна корелация е между MM1 и MM2. Средната разлика има числова стойност, която за цялата изследвана група е в определен диапазон и предопределя силната корелационна връзка между стойностите на междумоларното разстояние преди и след фазата проведена с апарат RME.

| Група      | Показатели | PP2-PP1  | L2-L1  | I2-I1    | aP2-aP1  | PA2-PA1  |
|------------|------------|----------|--------|----------|----------|----------|
| Апарат RME | MM2-MM1    | 0.628*** | -0.051 | -0.098   | 0.662*** | 0.535**  |
|            | PP2-PP1    |          | -0.018 | 0.044    | 0.551**  | 0.385*   |
|            | L2-L1      |          |        | 0.714*** | 0.337    | 0.119    |
|            | I2-I1      |          |        |          | 0.351*   | 0.220    |
|            | aP2-aP1    |          |        |          |          | 0.667*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 11. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата лекувана с апарат RME.

Според резултатите от корелационния анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат RME Таблица 11.

- Промяната на ширината MM2-MM1 – корелира правопрпорционално и изразено по сила с PP2-PP1, aP2-aP1 и PA2-PA1;
- PP2-PP1 корелира допълнително с aP2-aP1 еднопосочно и изразено, а с PA2-PA1 – еднопосочно, умерено;

- L2-L1 корелира единствено с l2-l1 – правопрпорционално и силно;
- l2-l1 корелира допълнително с aP2-aP1 еднопосочно и умерено;
- aP2-aP1 корелира допълнително с PA2-PA1 еднопосочно и изразено по сила.

Промяната на ширината на ЗД, отразена от параметъра MM2-MM1 се увеличава правопрпорционално с увеличението на ПЗД, което е означено от параметъра PA2-PA1. При провеждане на статистически тест се установява сила корелационна връзка между променливите. Силна зависимост се наблюдава както за цялата ЗД, така и във фронталния участък, което е отразено в таблицата с корелационна връзка между параметрите l2-l1, PP2-PP1 и aP2-aP1. Връзката между l2-l1 и aP2-aP1 е слаба. Това означава, че промяната в ПЗД се повлиява в по-голяма степен от увеличението на ширината на ЗД, в групата лекувана с RME. В същото време се установява връзка, макар и слаба и с компенсаторната промяна на дължината на ЗД. Това за пореден път доказва взаимосвързаността между изследваните параметри.

| Група  | Показатели | PP2-PP   | aP2-aP1  | PA2-PA1  |
|--------|------------|----------|----------|----------|
| Апарат | MM2-MM     | 0.719*** | 0.726*** | 0.932*** |
| RME    | PP2-PP     |          |          | 0.960*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 12. Коефициенти В, получени при линейният регресионен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат RME.

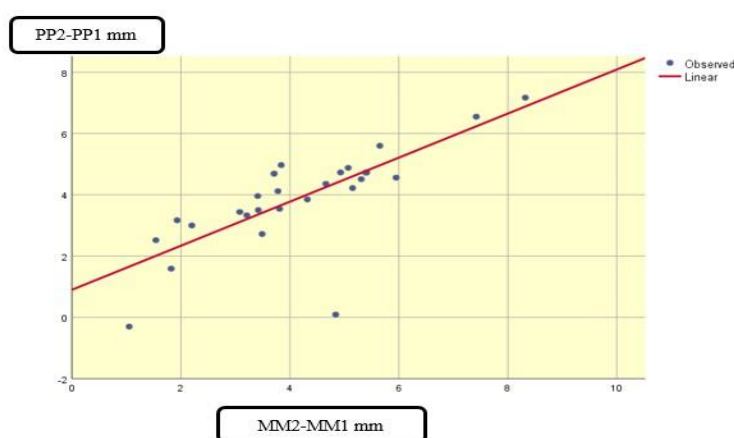
От Таблица 12 става ясно, че MM2-MM1 корелира сигнификантно с PP2-PP1, aP2-aP1 и PA2-PA1, което дава основание да се потърси наличие на линеен регресионен модел и оцени среднестатистическата промяна на зависимите променливи от MM2-MM1.

Всички установени до тук зависимости, а също и резултатите от корелационния анализ между показателите PP2-PP1 и MM2-MM1 в групата с апарат RME показват, че корелацията между тях е правопрпорционална и изразена по сила, което може да се види от Таблица 12. Силна корелационна връзка има между промяната в ширината на ЗД MM2-MM1 и ПЗД във фронталния участък aP2-aP1. Средна по сила корелационна зависимост има между PP2-PP1 и MM2-MM1. В дизайна на апарата RME, е заложено разширителния винт да е равно отдалечен от зъбите в страничните участъци. За това модела на разширение е в по-голяма степен в зоната на моларите и по-малко в зоната на премоларите, но и в двете зони разширението следва един и същи симетричен модел.

За да се удостовери напълно тази зависимост е проведен допълнително регресионен анализ (Curve estimation), който установи, че между PP2-PP1 и MM2-MM1 съществува сигнификантна ( $p < 0.001$ ) линейна зависимост, която може да се представи със следното уравнение :

$$PP2-PP1 = 0.719 \times (MM2-MM1) + 0.900$$

Коефициентът 0.719 пред независимата променлива (MM2-MM1) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива PP2-PP1 се увеличава среднестатистически с около 0.7 нейни мерни единици, т.е. 0.7 мм. Нивото на разсейване и линеен регресионен модел между PP2-PP1 и MM2-MM1 са графично представени с диаграма Фигура 34.



Фигура 34. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PP2-PP1 и MM2-MM1 в групата с апарат RME.

На Фигура 34 , всички пациенти от групата лекувана с апарат RME са разположени в координатната система. На база на разпределението на пациентите в координатната система е изведена линейна зависимост.

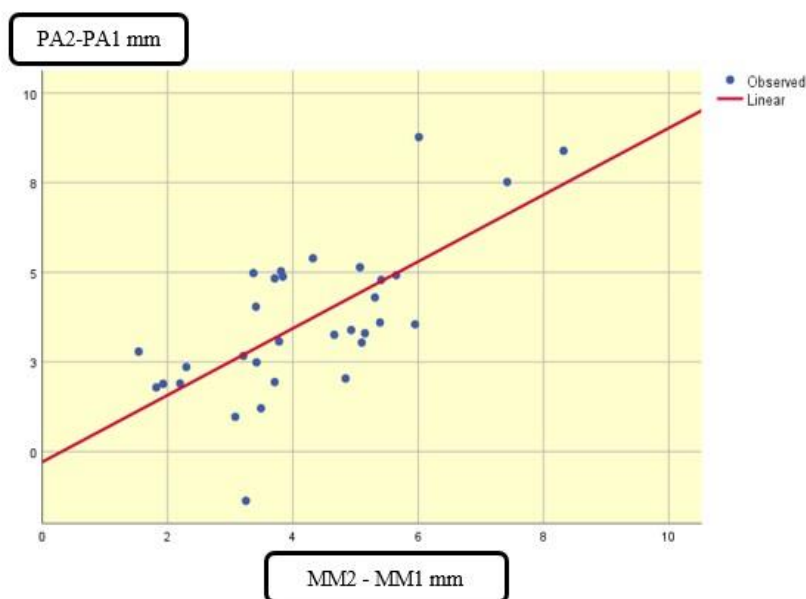
Изведеното уравнение и визуализацията на Фигура 34 показва, че зъбната дъга се разширява хармонично в дисталните сегментни (при молари) и средните сегменти (при премолари) в съотношение 1: 0.7.

За да се проследи динамиката на промяната на PA2-PA1 като следствие от промяната на MM2-MM1 е изведено регресионно уравнение със статистически достоверност ( $p < 0.001$ ).

$$PA2-PA1 = 0.932 \times (MM2-MM) - 0.289$$

Коефициентът 0.932 пред независимата променлива (MM2-MM1) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива PA2-PA1 се увеличава среднестатистически с около 1 нейни мерни единици,

т.е. 0.9 мм. Онагледяването на тази зависимост е показана на Фигура 35:



Фигура 35. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PA2-PA1 и MM2-MM1.

Както се вижда от Фигура 35, на база на разпределението на пациентите в координатната система, изведената зависимост е линейна.

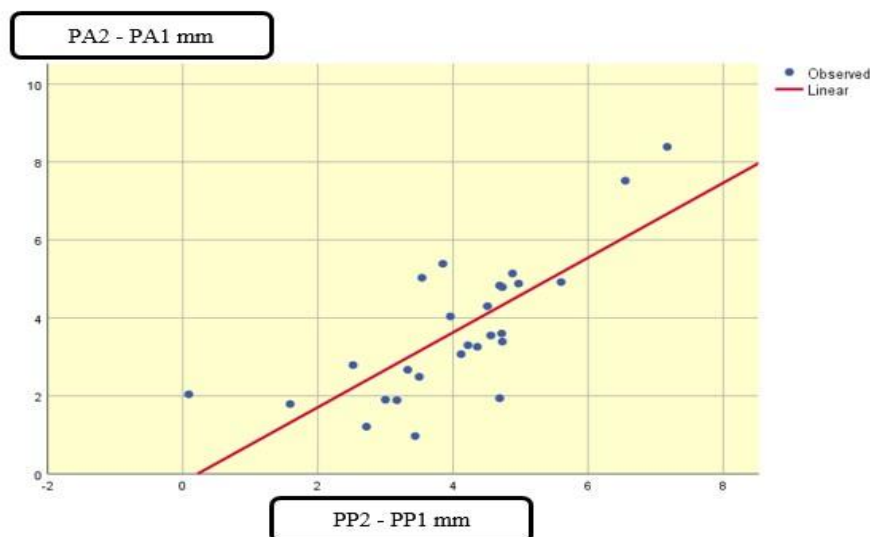
За да се проследи динамиката на промяната на PA2-PA1 и PP2-PP1 е изведено регресионното уравнение със статистически достоверност ( $p < 0.001$ ).

$$PA2-PA1 = 0.960 \times (PP2-PP1) - 0.212$$

Коефициентът 0.932 пред независимата променлива (MM2-MM1) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива PA2-PA1 се увеличава среднестатистически с около 1 нейни мерни единици, т.е. 1 мм.

Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PA2-PA1 и PP2-PP1 Фигура 36.

Следователно ПЗД се увеличава с половината на размера на постигнато разширение при молари и много по-малко от постигнатото разширение при премоларите.



Фигура 36. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PA2-PA1 и PP2-PP1 на пациентите от групата лекувана с апарат RME.

### V.1.3. Да се установи размера на повишаване периметър на дъга от дистализиране с Pendulum

Очаквано и при тази група пациенти, ПЗД се увеличава и то най-много, чрез удължаване двустранно на дисталните участъци. Средните стойности на показателите отчитащи промените в ЗД в групата на пациентите лекувани с апарат Pendulum са с „положителни или отрицателни“ стойности и отчетени в милиметри, представени са в Таблица 13:

| Група    | PA2-PA1 | MM2-MM1 | PP2-PP1 | aP2-aP1 | L2-L1 | I2-I1 |
|----------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|
| Pendulum | +11.3   | +2.92   | +2.5    | -0.38   | +4.25 | -0.47 |

Таблица 13. Средни стойности в милиметри на показателите (PA2-PA1, MM2-MM1, PP2-PP1, aP2-aP1, L2-L1, I2-I1) изследвани при пациенти лекувани с апарат Pendulum.

След фазата на лечение на активно растящи пациенти с апарат Pendulum средното увеличение на ПЗД е 11.3 мм. В същото време във фронталния участък, който е част от опорната зона, ПЗД е с намалена стойност средно – 0.38 мм. Тази негативна стойност се дължи на медиалната миграция на премоларите (зъби от опорната зона), което води до фронталното скъсяване. Същите промени се наблюдават и при дължината на ЗД - L е увеличена средно с 4.25 мм, докато дължината на фронталния участък намалява средно с 0.47 мм.

При движението си дистално моларите навлизат в дивергиращи участъци на алвеоларните гребени и следователно ширината на ЗД се увеличава като абсолютна средна стойност както следва: в зоната на моларите с 2.92 мм, а в зоната на премоларите с 2.5 мм. По принцип действието на ТМА пружините е на принципа на махалото, от където идва и името на апарата Pendulum. При активирането на ТМА пружините те отиват „назад“ и „Навътре“ към медио-палатиналната сутура. Така освен дистализиране на първите постоянни молари, има ротираща компонента. Ако не се неутрализира с освен дистализиране ще се прови и ефект на ротация на клиничните корони, при което се намаля интермоларното разстояние и може да се отвори оклузията, т.к. те „провисват“ надолу след ротацията. За да се осигури движението на моларите по билото на алвеоларните гребени, и да се избегне медиовестибуларна ротация на клиничната корона на първи постоянни молари и намаляване на междумоларната ширина се прави антиротационна извивка на частта от ТМА пружината, влизаща в палатиналната канюла на пръстена на първи постоянен молар. Точното продвигване по билото на алвеоларните гребени се следи внимателно от клинициста и при нужда може да се регулира и от U –образната компенсаторна извивка.

| Показатели | L2    | L3      | 11      | 12       | 13       | MM1     | MM2      | MM3      | PP1     | PP2      | PP3      |
|------------|-------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|
| L1         | 0.253 | 0.387*  | 0.549** | 0.483**  | 0.384*   | 0.528** | 0.234    | 0.351*   | 0.367*  | 0.431*   | 0.453**  |
| L2         |       | 0.554** | 0.548** | 0.727*** | 0.427*   | 0.279   | 0.073    | 0.196    | 0.085   | 0.161    | 0.403*   |
| L3         |       |         | 0.246   | 0.356*   | 0.889*** | 0.271   | 0.121    | 0.222    | 0.191   | 0.145    | 0.481**  |
| 11         |       |         |         | 0.829*** | 0.263    | 0.178   | 0.024    | -0.004   | 0.335   | 0.400*   | 0.191    |
| 12         |       |         |         |          | 0.384*   | 0.288   | 0.033    | 0.052    | 0.249   | 0.491**  | 0.266    |
| 13         |       |         |         |          |          | 0.304   | 0.155    | 0.222    | 0.327   | 0.168    | 0.378*   |
| MM1        |       |         |         |          |          |         | 0.610*** | 0.765*** | 0.523** | 0.658*** | 0.668*** |
| MM2        |       |         |         |          |          |         |          | 0.712*** | 0.367*  | 0.429*   | 0.440*   |
| MM3        |       |         |         |          |          |         |          |          | 0.386*  | 0.469**  | 0.700*** |
| PP1        |       |         |         |          |          |         |          |          |         | 0.740*** | 0.529**  |
| PP2        |       |         |         |          |          |         |          |          |         |          | 0.496**  |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.00$

Таблица 14. Корелационен анализ между показателите L1, L2, L3, 11, 12, 13, MM1, MM2, MM3, PP1, PP2 и PP3 в групата с апарат Pendulum.

Резултатите от корелационния анализ между показателите L1, L2, L3, I1, I2, I3, MM1, MM2, MM3, PP1, PP2 и PP3 в групата с апарат Pendulum са отразени в Таблица табл. 14

- Всички статистически достоверни корелации са правопрпорционални;
- L1 корелира умерено с L3, I2, I3, MM3, PP1, PP2 и PP3, а изразено с I1 и MM1;
- L2 корелира изразено с L3 и I1, силно с I2 и умерено с I3 и PP3;
- L3 корелира допълнително умерено по сила с I2 и PP3, а силно с I3;
- I1 корелира допълнително силно с I2 и умерено с PP2;
- I2 корелира допълнително умерено с I3 и PP2;
- I3 корелира допълнително умерено с PP3;
- MM1 корелира допълнително изразено с MM2, PP1, PP2 и PP3, а силно с MM3;
- MM2 корелира допълнително силно с MM3, а умерено с PP1, PP2 и PP3;
- MM3 корелира допълнително умерено по сила с PP1 и PP2, а силно с PP3;
- PP1 корелира допълнително силно с PP2, а изразено с PP3;
- PP2 корелира допълнително умерено с PP3.

В Таблица 14 силни корелационни зависимости са установени между L2 и I2, както между L3 и I3. Това означава, че при резултатите отчетени в края на фазата с апарат Pendulum съществува силна взаимовръзка между дължината на цялата ЗД и промяната във фронталния участък. При провеждане на фазата, дължината на ЗД - L2 е увеличена, а предната дължина е компенсаторно намалена (поради контрасилите при работа с апарата и загуба на опора във фронталната зона). Такава силна връзка между дължината на цяла ЗД и фронтален участък е отчетена и в края на провежданото лечение. Силна е и корелационната връзка между L1 и L2, I1 и I2, което е доказателство, че промените в дължината на ЗД се случват по определен модел.

Силна корелационна връзка е установена и между MM2 и MM3. Стойността на променливата в двете фази (втора и трета) се променя минимално, което е обусловено от медно-дисталното движение на моларите по алвеоларните гребени.

Силна корелационна връзка е установена и между PP1 и PP2. Разликата в стойностите между тези две променливи се дължи на промяна в позицията на премоларите, която е следствие на минималната загуба на опора в зоната на премоларите.

Силна корелационна връзка е установена и между PP3 и MM3. В края на лечението, при постигната оптимална позиция на зъбите и форма на ЗД има силна корелационна зависимост между ширината при премолари и молари.

Средна по сила връзка е отчетена при L1 и I1, което доказва наличието на право-пропорционална връзка между параметрите.

Средна по сила връзка е отчетена и при L1 и MM1, което означава, че между ширината и дължината на ЗД има корелационна връзка преди началото на лечението. Друго корелационно взаимодействие, отчетено преди началото на лечението е между параметрите PP1 и MM1, което доказва зависимостта между ширината на ЗД в двата измервани участъка – в областта на премоларите и при моларите. Разликата между двете отчетени стойности е пропорционална. Тези зависимости описват формата на ЗД, която се нуждае от увеличение чрез дистализация.

Същата по сила връзка има и при I2 и PP2 и между L3 и PP3, което е показател за право-пропорционалната и средна по сила корелационна зависимост между параметрите.

Ширината на ЗД отчетена в началото на лечение PP1 и след фазата, проведена с апарата PP2 е в право-пропорционална зависимост с ширината на ЗД при премоларите в края на лечението PP3. Промяната в ширината на ЗД в случая е компенсаторен, а не търсен ефект при лечението с апарат Pendulum.

Слаба по сила връзка доказваща право-пропорционална корелационна връзка между параметрите е отчетена при дължината на ЗД в началото на лечението L1 и ширината на ЗД измерена при премоларите в началото на лечението PP1.

Наличие на слаба корелационна връзка е намерено и при ширината на ЗД между премоларите, измерена в края на лечението PP3 и предната дължина на ЗД в края на лечението I3.

След фазата с апарата Pendulum е открита слаба корелационна връзка между ширината на ЗД, измерена при моларите MM2 и ширината на ЗД при премоларите PP2.

| Група           | Показатели | PP2-PP1 | L2-L1  | I2-I1   | aP2-aP1  | PA2-PA1  |
|-----------------|------------|---------|--------|---------|----------|----------|
| Апарат Pendulum | MM2-MM1    | 0.190   | 0.098  | -0.371* | -0.176   | -0.066   |
|                 | PP2-PP1    |         | -0.010 | 0.128   | 0.041    | 0.128    |
|                 | L2-L1      |         |        | 0.360*  | 0.329    | 0.872*** |
|                 | I2-I1      |         |        |         | 0.625*** | 0.198    |
|                 | aP2-aP1    |         |        |         |          | 0.233    |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 15. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

Проведеният корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum (Таблица 15) установи, че:

- Промяната на ширината ММ2-ММ1 – корелира единствено с l2-l1, но обратнопропорционално и умерено по сила;
- РР2-РР1 не корелира с никой от включените в таблицата показатели;
- L2-L1 корелира с l2-l1 еднопосочно и умерено, а с РА2-РА1 правопропорционално и силно;
- l2-l1 корелира допълнително с аР2-аР1 еднопосочно и изразено.

В Таблица 15 се вижда силната корелационна зависимост между промяната в дължината на ЗД L2-L1 и промяната в ПЗД, съответно РА2-РА1. При лечението с апарат Pendulum, увеличението на ПЗД се дължи на дистализиране на моларите, което се отразява пряко с промяната на дължината на ЗД L2-L1. Промяната на дължината се дължи отчасти на протрудиране на резците. Загубата на опора в изследваната група е с пренебрежимо малка стойност ( това се отразява от параметъра l2-l1 и е резултат от медиализиране на зъби в опорния сегмент), то силна е и връзката между промяната на предната дължина на ЗД и ПЗД във фронталния сегмент аР2-аР1.

Със слаба по сила корелационна зависимост са връзките между предна дължина на ЗД l2-l1 и цяла дължина на ЗД L2-L1. Клинично това се онагледява с факта, че при увеличаване на дължината на цяла ЗД (при дистализиране на моларите) настъпва макар и минимално намаляване на предната дължина на ЗД, което се дължи на медиализиране на зъбите от опорната зона под действие на контрасилата действаща в системата.

Предна дължина на ЗД l2-l1 и ширина на ЗД ММ2-ММ1 също са със слаба корелационна зависимост, което потвърждава, че съществува връзка между параметрите ширина и дължина на ЗД.

| Група           | Показатели | аР2-аР1  | РА2-РА1  |
|-----------------|------------|----------|----------|
| Апарат Pendulum | L2-L1      |          | 0.893*** |
|                 | l2-l1      | 1.082*** |          |

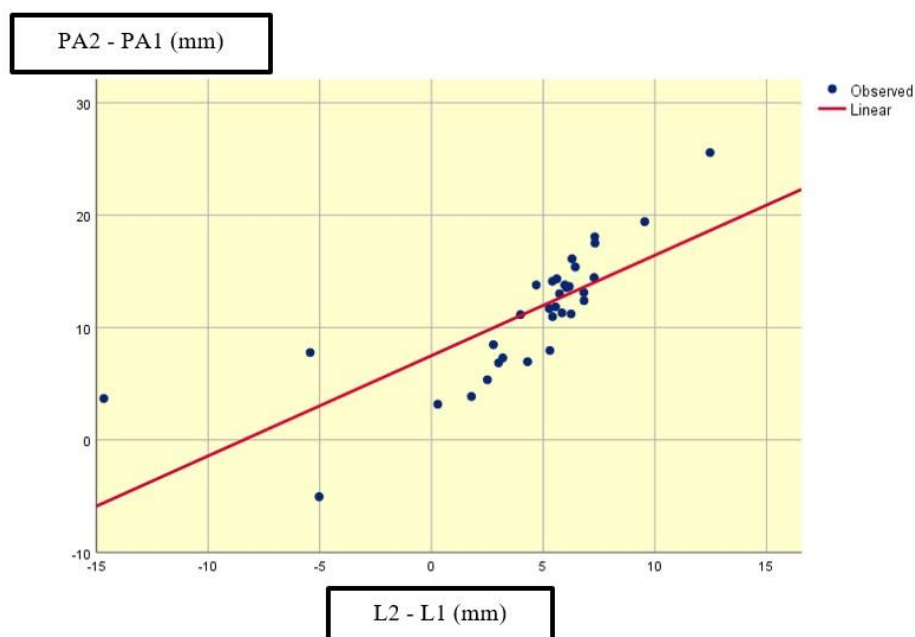
\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 16. Коефициенти В, получени при линейния регресионен анализ между показателите L2-L1, l2-l1, аР2-аР1 и РА2-РА1 в групата с апарат Pendulum.

Резултатите от корелационния анализ между показателите L2-L1, l2-l1, аР2-аР1 и РА2-РА1 в групата с апарат Pendulum показват, че корелацията между L2-L1 и РА2-РА1, а също и между l2-l1 и аР2-аР1 е правопропорционална и изразена по сила, Таблица 16.

Тази силна корелационна връзка дава основание за провеждане на регресионен анализ между променливите.

Онагледяването на тази зависимост е показана на Фигура 37:



Фигура 37. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PP2-PP1 и L2-L1.

На Фигура 37 с единични тъмносини точки в координатната система е разположен всеки един от получените при изследването на групата резултат. На база на тяхното разпределение е изведена линейна зависимост – като линия с червен цвят, която онагледява изведеното уравнение.

Допълнително проведенят регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между PA2-PA1 и L2-L1 съществува сигнификантна ( $p < 0.001$ ) линейна зависимост, която може да се представи със следното уравнение:

$$PA2-PA1 = 0.893 \times (L2-L1) + 7.504$$

Коефициентът 0.893 пред независимата променлива (L2-L1) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива PA2-PA1 се увеличава среднестатистически с около 0.9 мм.

Доказано ПЗД значимо се увеличава от промяната в дължината на дъгата и този метод на ортодонтска терапия е препоръчителен.

Както се доказва и при трите използвани апарата се постига ефект на увеличение на ПЗД веднага след прилагане на апарата. Проследихме динамиката в промяната в ПЗД до края на лечението, което след действие на изследваните апарати, продължава във втора фаза с фиксирана техника. Затова сравнихме параметрите PA1, PA2, PA3. Такова сравнение е възможно при пациенти от група 2 и 3 (Pendulum и RME). При пациенти група 4 директно се стартира с фиксирана техника, докато при пациентите в група 1 след протрудирането се наблюдава естествено развитие на ЗД.

| Вид разлика | Периметър на ЗД (mm) |                    |      | РА     |        |
|-------------|----------------------|--------------------|------|--------|--------|
|             | n                    | $\bar{X}$          | SD   | 2      | 3      |
| 1. PA2– PA1 | 33                   | 11.30 <sup>a</sup> | 5.64 | <0.001 | <0.001 |
| 2. PA2– PA3 | 33                   | 6.83 <sup>b</sup>  | 5.49 |        | <0.001 |
| 3. PA3– PA1 | 33                   | 4.47 <sup>c</sup>  | 3.70 |        |        |

\* еднаквите букви означават липса на сигнификантна разлика, а различните – наличие на такава ( $p < 0.05$ )

Таблица 17. Сравнителен анализ на промените на периметъра на ЗД при използването на Pendulum

В Таблица 17 е представена картината на динамично променящия се ПЗД след първа и втора фаза от ортодонтското лечение с Pendulum последвано от фиксирана техника. В групата се установяват следните зависимости:

- Статистически значимо най-висока средна стойност има промяната на ЗД в групата лекувана с апарат Pendulum. Веднага след фазата с апарат Pendulum е отчетено: PA2 – PA1 (11.3 мм), следвана от PA2 – PA3 (6.83 мм). Реално сумарната промяна в ПЗД до финалното излекуване на пациента е PA3 – PA1 (4.47 мм). Интерпретирайки този резултат, отчитаме че след първата фаза (лечение с Pendulum) сме получили повече място, отколкото реално е необходимо за подреждането на зъбите. Зъбните движения се извършват спокойно и до края на лечението се губи част от това място. Загубата е естествена, защото се дължи на рецидива от дистализиране на моларите и начина на тяхното стабилизиране в новата дистална позиция.

- Средната стойност на PA3 – PA1 е 4.47 мм. Следователно периметъра на ЗД, в края на лечението е с по-голяма стойност от периметъра на ЗД в началото на лечението и това е осигурило достатъчно място за нивелиране на зъбите от зоната на струпване въпреки рецидива от дистализирането на горни молари.

## V.2. Резултати по задача 2

### V.2.1. Да се установят промените в периметъра на горна ЗД в случаите лекувани с екстракция на два премолара

Периметърът на ЗД, намалява при изваждане на два премолара. Проследява се корелационна връзка между параметрите при движението на зъбите в две равнини, като целта е възможността за по-рецизно планиране в началото на лечението. Резултатите от промяната в ПЗД последователно от началото, след първа фаза и в края на лечението при трите групи пациенти са представени в Таблица 18.

| Група      | MD 6-6 | PA1  | PA2 | PA3   |
|------------|--------|------|-----|-------|
| екстракции | 98.7   | 93.4 | -   | 83.74 |

Таблица 18. Средни стойности в милиметри на ПЗД, при различен тип лечение. Знакът (-) означава, че няма съответната фаза или не е изследвана.

ПЗД при лечение с екстракции на два премолара в инициалната фаза PA1 е със средна стойност 92.3 мм. След края на лечението ПЗД е средно 83.74 мм. ПЗД намалява средно с 9.66 мм.

В групата на пациенти лекувани с екстракция на два премолара, лечението директно стартира с брекети, което се равнява на втора лечебна фаза. При тези пациенти лечението започва с „отнемане“ (екстрахиране) на част от зъбите, формиращи периметъра (2 премолара) и естественото му скъсяване.

Средните стойности на показателите свързани с промените в ЗД в групата на пациентите лекувани с екстракция на два премолара са отчетени в милиметри и представени на Таблица 19:

| Група      | MD 6-6 | Ер    | PA3-PA1 | MM3-MM1 | L2-L1  | I2-I1 |
|------------|--------|-------|---------|---------|--------|-------|
| екстракции | 98.7   | 13.91 | 9.66    | - 1.78  | - 4.55 | 0.78  |

Таблица 19. Средни стойности на показатели отчетени в група пациенти лекувани с екстракции измерени в милиметри.

От данните в таблицата се вижда, че сборът на медиодисталните размери на зъбите в ЗД, преди провеждане на лечението е средно 98.7 мм. Сборът на медиодисталните размери на първите премолари, които в последствие ще бъдат извадени е 13.91 мм. Процентно това е 14.1% от сбора от медико-дистални размери на зъбите MD6-6.

- ПЗД след провеждане на лечението се е намалило средно с 9.66 мм.
- Ширината на ЗД в областта на моларите е намаляла средно с 1.78 мм.

- Дължината на ЗД е намаляла с 4.55 мм. Във фронталния сегмент дължината на ЗД е увеличена средно с 0.78 мм, което се дължи основно на нивелиране на зъбите във фронталния сегмент.

| Показатели | L3    | I1       | I3       | MM1     | MM3      | PP1     | PP3      |
|------------|-------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|
| L1         | 0.171 | 0.635*** | 0.194    | 0.097   | 0.069    | 0.035   | 0.256    |
| L3         |       | 0.080    | 0.911*** | 0.444** | 0.262    | 0.530** | 0.490**  |
| I1         |       |          | 0.070    | -0.123  | -0.236   | 0.064   | -0.052   |
| I3         |       |          |          | 0.350*  | 0.220    | 0.371*  | 0.457**  |
| MM1        |       |          |          |         | 0.666*** | 0.233   | 0.485**  |
| MM3        |       |          |          |         |          | 0.110   | 0.740*** |
| PP1        |       |          |          |         |          |         | 0.477**  |

\* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

Таблица 20. Корелационен анализ между показателите L1, L3, I1, I3, MM1, MM3, PP1 и PP3 в групата с екстракции.

Резултатите от корелационния анализ между показателите L1, L3, I1, I3, MM1, MM3, PP1 и PP3 в групата с екстракции показват (Таблица 20), че:

- Всички статистически достоверни корелации са правопрпорционални;
- L1 корелира изразено с I1;
- L3 корелира много силно с I3, умерено с MM1 и PP3, а изразено с PP1;
- I3 корелира допълнително умерено с MM1, PP1 и PP3;
- MM1 корелира допълнително изразено с MM3, а умерено с PP3;
- MM3 корелира допълнително силно с PP3;
- PP1 корелира допълнително умерено с PP3.

В Таблица 20 силни корелационни връзки има между L1 и I1, L3 и I3, както и при MM3 и PP3. Те доказват взаимовръзката в параметрите едни спрямо други във всяка от изследваните фази. Силни корелационни връзки между началната и финалната фаза на лечението са открити при изследване на ширината на ЗД преди и след лечение в областта на премоларите PP1 и PP3, и в областта на моларите MM1 и MM3 .

В Таблица 20 средни по сила връзки между параметрите са открити между параметри в края на проведеното лечение, съответно при L3 с PP3 и при I3 с PP3.

Тъй като ПЗД в края на лечението PA3 е с по-малка стойност от ПЗД в началото на лечението PA1, в групата лекувана с екстракции, се разглежда разликата PA1-PA3. Целта е да се изследва абсолютната стойност на промяната в ПЗД.

Според резултатите от корелационния анализ между показателите MM3-MM1, PP3-PP1, L3-L1, PA1-PA3 и aP3-aP1 в групата с екстракции, Таблица 21 се установява, че:

- Промяната на ширината ММ3-ММ1 – не корелира с никой от включените в таблицата показатели;
- РР3-РР1 корелира с РА1-РА3 и аР3-аР1 еднопосочно и умерено;
- L3-L1 корелира изразено и правопрпорционално с РА1-РА3 и аР3-аР1;
- РА1-РА3 корелира допълнително с аР3-аР1 еднопосочно и силно.

| Група      | Показатели | РР3-РР1 | L3-L1  | РА1-РА3  | аР3-аР1  |
|------------|------------|---------|--------|----------|----------|
| Екстракции | ММ3-ММ1    | 0.337   | -0.326 | 0.015    | 0.075    |
|            | РР3-РР1    |         | -0.133 | 0.407*   | 0.350*   |
|            | L3-L1      |         |        | 0.575*** | 0.694*** |
|            | РА1-РА3    |         |        |          | 0.862*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 21. Корелационен анализ между показателите ММ3-ММ1, РР3-РР1, L3-L1, РА1-РА3 и аР3-аР1 в групата екстракции.

Според резултатите от корелационния анализ между показателите ММ3-ММ1, РР3-РР1, L3-L1, РА1-РА3 и аР3 - аР1 в групата с екстракции, Таблица 21 се доказва, че:

- Промяната на ширината ММ2-ММ1 – не корелира с никой от изследваните показатели;
- РР3-РР1 корелира с РА1-РА3 и аР3-аР1 еднопосочно и умерено;
- L3-L1 корелира изразено и правопрпорционално с РА1-РА3 и аР3-аР1;
- РА1-РА3 корелира допълнително с аР3-аР1 еднопосочно и силно.

Дължината на ЗД, като цяло се скъсява при екстракционните лечения. Това е отразено от параметъра L3-L1. L3-L1 е в силна корелационна зависимост с промяната ПЗД отразен с променливата РА1-РА3 и ПЗД във фронталния участък аР3-аР1.

В Таблица 21 слаби корелационни връзки са отчетени между параметъра отразяващ промяната в ширината на ЗД в зоната на премоларите РР3-РР1 и периметъра както на цялата ЗД РА1-РА3, така и във фронталния сегмент аР3-аР1 .

Показателят РА1 - РА3 корелира статистически достоверно единствено с L3-L1 и не корелира с ММ3-ММ1 Таблица 21, поради което може да се очаква линейна регресионна зависимост само с L3-L1 – Таблица 22.

| Група      | Показатели | РА1-РА3 |
|------------|------------|---------|
| Екстракции | ММ3-ММ1    | 0.015   |
|            | L3-L1      | 0.384*  |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 22. Линеен регресионен анализ между показателите ММ3-ММ1, L3-L1 и РА1-РА3 в групата екстракции.

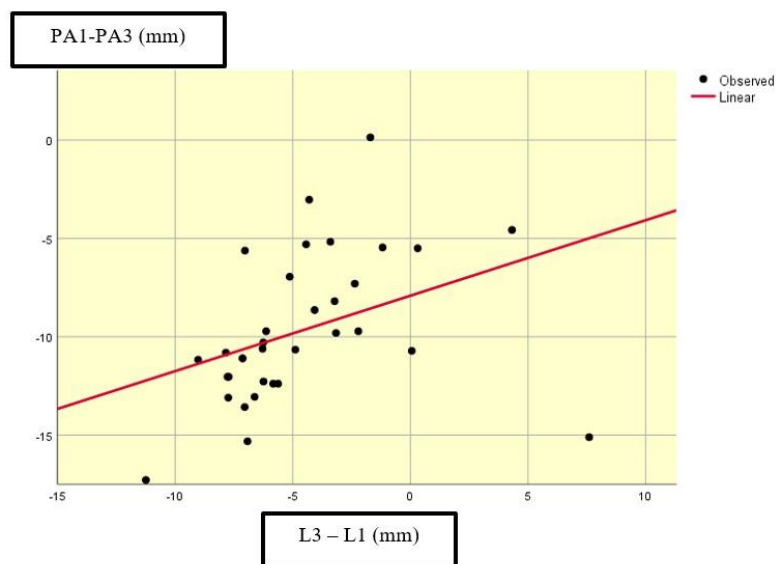
Допълнително проведеният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между PA1-PA3 и MM1-MM3 не съществува статистически значима ( $p=0.935$ , Фигура 38) линейна зависимост.

Проведеният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между PA1-PA3 и L3-L1 съществува статистически значима ( $p=0.031$ ,) линейна зависимост, която може да се представи със следното уравнение:

$$PA1-PA3 = 0.384 \times (L3-L1) - 7.913$$

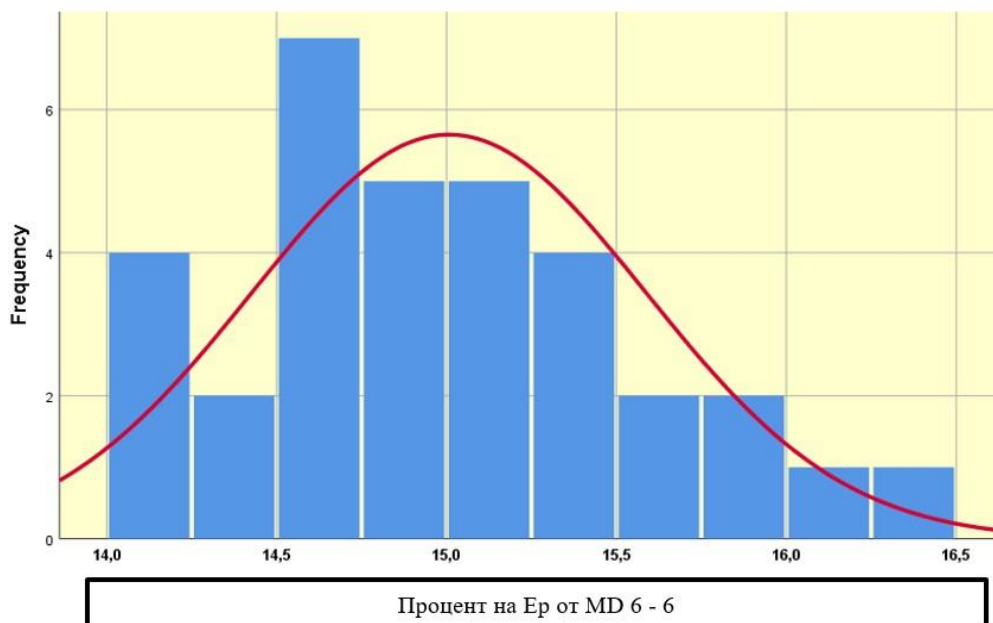
Коефициентът 0.384 пред независимата променлива (L3-L1) означава, че при нейното намаляване с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива PA1-PA3 се намалява средностатистически с около 0.4 мм.

Онагледяването на тази зависимост е показана на Фигура 38:



Фигура 38. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PA1-PA3 и L3-L1.

Проведено е изследване на зависимостта между сбора – Ер на екстрахираните премолари (директно освободеното място в ЗД) и сбора на медиодисталните размери на дванадесетте зъба в горната ЗД – от 16 до 26 включително.



Фигура 39. Хистограма и крива на нормалното разпределение на процента на сбора Ер от сбора от ширините на екстрахираните премолари MD6-6 (Shapiro-Wilk  $p=0.598$ ).

Проведеният вариационен анализ в групата с екстракции, цели да установи колко процента е Ер от MD6-6. Получените резултати варират в интервала 14.07-16.31 при средна стойност и стандартно отклонение  $15.01 \pm 0.58$ . Разсейването около средната стойност  $V=3.86\%$  е с много малка величина Таблица 23. Тестът на Shapiro-Wilk ( $p=0.598$ ) показва, че процентът има нормално разпределение Фигура 39.

| <b>n</b> | $\bar{x}$ | <b>SD</b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> | <b>V (%)</b> |
|----------|-----------|-----------|------------|------------|--------------|
| 33       | 15.01     | 0.58      | 14.07      | 16.31      | 3.86         |

Таблица 23. Вариационен анализ на групата с екстракции по процента на сбора Ер от сбора от ширините на екстрахираните премолари MD6-6.

## V.2.2. Сравнителен анализ на корелационни зависимости между периметъра и другите характеристики на зъбната дъга между леченията с увеличаване и намаляване на ПЗД

Изведени са зависимости между всички параметри на ЗД: периметър, ширина, дължина. Тъй като РА3 няма стойности в групата лекувана с апарат за протрудиране и бърза максиларна експанзия, а РА2 – в групата, лекувана с екстракции, не са правени корелационни зависимости за тези показатели в съответните групи.

| Група           | Показатели | MD6 - 6  |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | РА1        | 0.630*** |
|                 | РА2        | 0.741*** |
|                 | РА3        | -        |
| Апарат RME      | РА1        | 0.361*   |
|                 | РА2        | 0.311    |
|                 | РА3        | -        |
| Апарат Pendulum | РА1        | 0.611*** |
|                 | РА2        | 0.409*   |
|                 | РА3        | 0.801*** |
| Екстракции      | РА1        | 0.544**  |
|                 | РА2        | -        |
|                 | РА3        | 0.871*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 24. Корелационен анализ между показателите MD6-6, РА1, РА2 и РА3 в изследваните групи.

При провеждане на корелационен анализ между сбора MD6 - 6 на медиодисталните размери на дванадесетте зъба в ГЧ от 16 до 26 включително и ПЗД в изследваните групи по време на всяка от измерените фази са намерени следните взаимовръзки - Таблица 24.

- В групата с апарат AP MD6-6 (сбора на медиодисталните размери на наличните зъби в ГЧ) корелира правопрпорционално и изразено с РА1, а силно и еднопосочно с РА2;
- В групата с апарат RME, MD6-6 корелира само с РА1 правопрпорционално и умерено;
- РА3 няма стойности в групи 1 и 2, а РА2 – в група 4;

- В групата с апарат AP, MD6-6 корелира правопрпорционално и изразено с PA1, а силно и еднопосочно с PA2;
- В групата с апарат RME, MD6-6 корелира само с PA1 правопрпорционално и умерено;
- В групата с апарат Pendulum, MD6-6 корелира правопрпорционално и изразено с PA1, еднопосочно и умерено с PA2, а силно и еднопосочно с PA3;
- В групата с екстракции, MD6-6 корелира правопрпорционално и изразено с PA1, а силно и еднопосочно с PA3.

Клинично силната връзка между MD6-6 и ПЗД се наблюдава като струпване на зъби най-често във фронталния сегмент.

В групата лекувана с апарат за протрудиране има силна корелационна зависимост между сбора на медиодисталните размери на зъбите и ПЗД в началото на лечението и след проведената лечебна фаза. Тази връзка е по-силна след лечебната фаза, тогава стойностите на двата параметъра са по-близки, т.к. ЗД е с променена форма.

В групата лекувана с RME апарат има слаба корелационна връзка между ПЗД в началото на лечението и параметъра MD6 – 6. В случаите, когато се налага лечение с RME, дефицитът в трансверзалния размер на челюстта се извява със струпване във фронталния участък.

В групата лекувана с апарат Pendulum, силна корелационна връзка има между параметъра MD6 – 6 и ПЗД в началото и края на лечение, а слаба корелационна връзка има във втора фаза на лечение (непосредствено след сваляне на апарат Pendulum). Осигуряването на място в ЗД в сагитална посока, чрез дистализиране на странични зъби, се прилага при решаване на проблема със струпването на зъби във фронталния сегмент.

В групата лекувана с екстракции, силна корелационна връзка има между параметъра MD6 – 6 и ПЗД, в края на лечението, а средна по сила връзка между параметъра MD6 – 6 и ПЗД в началото на лечението. В края на лечението, проблемът с липса на място във фронталния сегмент е решен, зъбите са подредени и ЗД е с нормализирани и хармонизирани параметри.

В Таблица 25 е представен корелационен анализ между показателя MD6-6-PA1, представящ недостига на място в ЗД преди стартиране на лечението и параметрите PA1-PA3 и PA2-PA1, отразяващи промените в ПЗД след проведените лечебни фази в изследваните групи.

| Група           | Показатели | MD6-6-P1  |
|-----------------|------------|-----------|
| Апарат AP       | PA1-PA3    | -         |
|                 | PA2-PA1    | 0.537**   |
| Апарат RME      | PA1-PA3    | -         |
|                 | PA2-PA1    | 0.166     |
| Апарат Pendulum | PA1-PA3    | -0.755*** |
|                 | PA2-PA1    | 0.159     |
| Екстракции      | PA1-PA3    | 0.848***  |
|                 | PA2-PA1    | -         |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 25. Корелационен анализ между показателите MD6-6-PA1, PA1-PA3 и PA2-PA1 в изследваните групи.

Уточняваме, че PA1-PA3 няма стойности в групата лекувана с апарат за протрудиране и в групата лекувана с бърза максиларна експанзия, а PA2-PA1 – в групата лекувана с екстракции на два премолара в ГЧ.

От Таблица 25 става ясно, че:

- В групата с апарат AP MD6-6-PA1 корелира правопрпорционално и изразено с PA2-PA1. Видно е, че недостиг на място в ЗД преди началото на лечението, MD6-6-PA1 и мястото получено в ЗД след лечение с апарат за протрудиране са зависими помежду си със средна по сила корелационна зависимост.
- В групата лекувана с апарат RME, MD6-6-PA1 не корелира с никой от разглежданите показатели;
- В групата лекувана апарат Pendulum, MD6-6-PA1 корелира единствено с PA1-PA3 разнопосочно (с отрицателна стойности) и силно; (крайния ПЗД намалява спрямо измерения във фаза 2). Доказана е силна корелационна връзка между недостига на място в ЗД преди началото и мястото получено в ЗД след лечение с апарат Pendulum;
- В групата с лекувана екстракции MD6-6-PA1 корелира правопрпорционално и силно с PA1-PA3.

Установява се силна корелационна връзка между недостига на място в ЗД преди началото на лечението и разликата в ПЗД след проведеното лечение PA1-PA3.

ПЗД се измерва по контура на полуелипса, чиито диаметри са ширината и дължината на полуелипсата ЗД. За да се установи наличието на зависимост между тези показатели преди провеждане на лечение е направен корелационен анализ. Във всеки един

от етапите (фаза 1, фаза 2, фаза 3) са изследвани зависимостите на ПЗД и неговата дължина и ширина, за да може да се оцени дали тези параметри си влияят в динамиката на лечението.

В Таблица 26 е представен корелационен анализ на параметрите периметър, дължина и ширина на ЗД, във всяка от изследваните групи, преди да се стартира лечението.

| Група           | Показатели | РА1      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | L1         | 0.568**  |
|                 | MM1        | 0.608*** |
| Апарат RME      | L1         | 0.807*** |
|                 | MM1        | 0.206    |
| Апарат Pendulum | L1         | 0.868*** |
|                 | MM1        | 0.538**  |
| Екстракции      | L1         | 0.586*** |
|                 | MM1        | 0.464*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 26. Корелационен анализ между показателите РА1, L1 и MM1 в изследваните групи във фаза 1.

Точно тези взаимовръзки определят формата на зъбната дъга при различните ортодонтични деформации, които изискват различни лечебни подходи. Например: една ЗД със скъсен фронтален участък и нуждаеща се от протрудиране има форма (различна ширина и дължина) различаваща я от ЗД на пациент нуждаещ се от бърза експанзия. В същото време тази ЗД е къса, но различно къса от ЗД, която се нуждае от увеличение в дисталния сегмент (Pendulum).

Резултатите от връзката между ПЗД и нейните дължина и ширина, в началния диагностичен етап на лечението (фаза 1), са показани в Таблица 26:

- В групата с апарат AP корелира правопрпорционално и изразено по сила с L1 и MM1;
- В групата с апарат RME корелира единствено с L1 правопрпорционално и силно;
- В групата с апарат Pendulum корелира правопрпорционално и силно с L1, а изразено по сила и еднопосочно с MM1;
- В групата с екстракции корелира правопрпорционално и изразено по сила с L1, а умерено и еднопосочно с MM1.

| Група           | Показатели | РА2      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | L2         | 0.939*** |
|                 | MM2        | 0.486**  |
| Апарат RME      | L2         | 0.752*** |
|                 | MM2        | 0.296    |
| Апарат Pendulum | L2         | 0.887*** |
|                 | MM2        | 0.155    |
| Екстракции      | L2         | -        |
|                 | MM2        | -        |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 27. Корелационен анализ между показателите РА2, L2 и MM2 във фаза 2.

Установените зависимости във фаза 2 - Таблица.27, могат да се опишат по следния начин:

- В групата с апарат AP корелира правопрпорционално и много силно с L2, а умерено по сила и еднопосочно с MM2. В тази група промяната в ПЗД се дължи основно на промяна на дължината на ЗД, посредством протрудиране на горните фронтални зъби. Ширината на ЗД и ПЗД са пропорционално обвързани, което се доказва от наличието на средна по сила връзка;

- В групата лекувана с апарат RME и Pendulum, РА2 корелира само с L2 правопрпорционално и силно, както и във фаза 1. Промяната в дължината на ЗД е основния променен параметър във втора фаза в групата лекувана с апарат Pendulum, затова е очаквано че ПЗД и L2 нарастват с правопрпорционална зависимост;

- В групата с екстракции реално няма междинна фаза и затова тази група пациенти не участва в сравнението.

Аналогичният анализ в края на лечението, на зависимостите между разглежданите променливи корелационния анализ дава следните резултати Таблица 28.

| Група           | Показатели | РАЗ                  |
|-----------------|------------|----------------------|
| Апарат AP       | L3         | -                    |
|                 | ММЗ        | -                    |
| Апарат RME      | L3         | -                    |
|                 | ММЗ        | -                    |
| Апарат Pendulum | L3         | 0.936 <sup>***</sup> |
|                 | ММЗ        | 0.408 <sup>*</sup>   |
| Екстракции      | L3         | 0.791 <sup>***</sup> |
|                 | ММЗ        | 0.553 <sup>**</sup>  |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 28. Корелационен анализ между показателите РАЗ, L3 и ММЗ във фаза 3.

Корелационния анализ във фаза 3 дава следните резултати Таблица 28:

- В групите лекувани с апарат AP и RME в трета фаза показателите нямат стойности, защото не са измервани;
- В групата лекувана с апарат Pendulum, РАЗ корелира правопрпорционално и много силно с L3, което е доказателство за обвързаността на тези два параметъра. Умерена по сила и еднопосочна е корелационната връзка с ММЗ;
- В групата лекувана с екстракции, РАЗ корелира правопрпорционално и силно с L3, а изразено по сила и еднопосочно с ММЗ. Резултатът е очакван, т.к както в горния случай, промяната в ПЗД е силно обвързана с L3, който се променя с дистализирането на моларите, тук L3 отново е основна променлива с компонента, само че с медиализиране на зъби в страничния участък. Независимо от реципрочността на действието (дистализиране при Pendulum и медиализиране, в групата лекувана с екстракции) се запазва тенденцията за силна корелационна връзка.

Следователно лечението с екстракции и Pendulum много повече се отразява на дължината на ЗД, и нейният периметър е силно зависим от тази промяна.

Промените в ширината на дъгата нямат голямо отражение върху ПЗД. При Pendulum моларите навлизат в по-дистални и по-широки зони, но това не е свързано с голяма промяна в ПЗД и съответно освободено място в нея. При лечения с екстракции, обратно - моларите се медиализират в различен обем и се преместват в по-тесни участъци на ЗД.

### V.3. Резултати по задача 3

#### 3. Да установи промяната в ПЗД във фронталния сегмент в ГЧ във всяка от изследваните групи: пациенти лекувани с апарат за протрудиране, пациенти лекувани с бърза максиларна експанзия, пациенти лекувани с Pendulum, пациенти лекувани с екстракция на два премолара

Струпването на зъби е най-изразено във фронталния сегмент и промените по време на лечение са най-значително в зоната от канин до канин. Всяко въздействие в отделната зъбна дъга се отразява на параметрите на фронталния сегмент (дължина и ширина) и съответно на периметъра на фронталния сегмент - аР. Промените от всяка лечебна фаза на изследваните показатели: l, w и аР са представени в Таблица 29.

| апарат     | md 3-3 | aP1   | aP2   | aP3   | l1    | l2    | l3    | w1    | w2    | w3    |
|------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| AP         | 45.44  | 42.16 | 45.42 |       | 11.23 | 13.75 |       |       |       |       |
| Pendulum   | 44.56  | 44.78 | 44.4  | 48.37 | 14.48 | 14.01 | 15.23 | 31.75 | 34.25 | 37.5  |
| RME        | 46.29  | 44.04 | 46.33 |       | 14.29 | 13.75 |       | 27.85 |       | 31.15 |
| Екстракции | 49.51  | 44.9  |       | 48.92 | 14.52 |       | 15.33 | 32.83 |       | 36.51 |

Таблица 29. Средни стойности на параметрите изследващи фронталния участък на ЗД, измерени в милиметри.

При лечение с апарат за протрудиране промените са основно в аР. В групата 1- AP периметъра на ЗД във фронталния участък в се увеличава от 42.16 мм до 45.42 мм, средно с 3.26 мм, докато ширината на предния участък на ЗД не се променя. Липсата на промяна в ширината на зъбната дъга се дължи на факта, че конструкцията на апарата обхваща и блокира зъбите в дисталния сегмент, като част от опорната зона и не е възможна тяхната промяна. Предната дължина на ЗД се увеличава от 11.23 мм до 13.75 мм средно с 2.52 мм, което е основен ефект при този тип лечения.

В групата лекувана с апарат Pendulum сборът от медиодисталните размери на зъбите във фронталния сегмент е 44.56 мм. Периметърът на ЗД във фронталния участък аР1 се променя от 44.78 мм преди лечението до 44.4 мм след сваляне на апарата, поради медиално насочената контрасила, която дори може да утежни струпването във фронта. В последната фаза от лечението периметъра на ЗД е увеличен до 48.37 мм. Средната стойност на дължината на фронталния сегмент в тази група намалява от 14.48 мм преди поставяне на апарат Pendulum до 14.01 мм след свалянето му. Това съгъстяване се дължи на медиализиране на премоларите от опорната зона. В края на лечението този параметър е със

средна стойност 15.23 мм. Средната стойност на ширината на ЗД (w) варира от 31.75 мм преди поставянето на апарат Pendulum, до 34.25 мм след свалянето на апарат Pendulum и в края на лечението достига стойност 37.5 мм.

В групата пациенти лекувани с RME, средната стойност на сбора от медиодисталните размери на зъбите във фронталния участък е 46.29 мм. Средните стойности на периметъра на ЗД във фронталния сегмент преди провеждане на лечението е 44.04 мм, след сваляне на апарат RME са 46.33 мм. Отчетена е промяна в ПЗД от 2.29 мм. Дължината на предния сегмент – I, преди лечението с RME е средно 14.29 мм, а след сваляне се скъсява до 13.75 мм, поради промяна във формата на дъгата. Ширината на ЗД – w, се увеличава като средна стойност както следва: от 27.85 мм средна стойност преди поставянето на апарата до средна стойност 31.15 мм след свалянето на апарата. Следователно средно увеличението в ширината на ЗД е 3.3 мм.

В групата лекувана с екстракции на два премолара сборът на медиодисталните размери на зъбите във фронталния участък е 49.51 мм. Периметърът на ЗД във фронталния участък е 44.9 мм преди лечението и 48.92 мм след лечението, от нивелиране на резците. Предната дължина на ЗД се променя като средна стойност от 14.54 мм преди лечението до 15.33 мм след лечението. Ширината на ЗД се променя средно от 32.83 мм преди лечението до 36.51 мм след лечението.

За изследване на зависимостите между различните характеристики на зъбната дъга са проведени корелационни анализи между тях в различните лечебни фази от лечението. Сравнени са вече описаните показатели. Като за всеки един показател е търсена зависимостта му с останалите. Резултатите са показани в поредица от таблици (30 - 43).

В Таблица 30 е представен корелационен анализ между показателите md 3-3 (сбор на медиодисталните размери на зъбите във фронталния участък в ГЧ включително и наличните канини) спрямо PA1, PA2 и PA3 в изследваните групи. В групата лекувана с апарта за протрудиране са измерени временните канини 53, 63. Във всички останали групи са измерени размерите на постоянните канини – 13, 23.

| Група           | Показатели | md 3-3               |
|-----------------|------------|----------------------|
| Апарат AP       | PA1        | 0.505 <sup>**</sup>  |
|                 | PA2        | 0.615 <sup>***</sup> |
|                 | PA3        | -                    |
| Апарат RME      | PA1        | 0.217                |
|                 | PA2        | 0.213                |
|                 | PA3        | -                    |
| Апарат Pendulum | PA1        | 0.504 <sup>**</sup>  |
|                 | PA2        | 0.445 <sup>**</sup>  |
|                 | PA3        | 0.753 <sup>***</sup> |
| Екстракции      | PA1        | 0.455 <sup>**</sup>  |
|                 | PA2        | -                    |
|                 | PA3        | 0.828 <sup>***</sup> |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 30. Корелационен анализ между показателите md 3-3, PA1, PA2 и PA3 в изследваните групи.

Показателят md 3-3 взаимодейства със силна връзка с ПЗД след проведената лечебна фаза с апарат за протрудиране PA2 и корелира със средна по сила връзка с PA1. Това е очаквано, предвид факта, че с апарата за протрудиране се въздейства основно на зъбите във фронталния сегмент.

В групата пациенти, лекувани с апарат Pendulum, силна корелационна връзка има между md 3-3 и PA3, а средна по сила корелационна връзка е отчетена при md 3-3 спрямо PA1 и PA2. Това показва, че зъбите във фронталния участък са в правопрпорционална взаимовръзка с ПЗД във всяка от изследваните фази, силите от действието на поредните апарати променя тяхната позиция.

В групата лекувана с екстракции има средна по сила връзка, между md 3-3 и PA1. Преди началото на лечението струпването във фронта, в тази група пациенти и несъответствия между реалния ПЗД и необходимия ПЗД, за тяхното нивелиране са корелационно свързани. След приключване на лечението, когато параметрите вече са хармонизирани и зъбите са подредени в ЗД, се отчита силна корелационна връзка между md 3-3 и PA3.

Разглежда се зависимостта между md 3-3 и периметъра на цялата дъга във всяка една фаза. Анализът на корелациите Таблица 30 между показателите md 3-3 и PA1, PA2 и PA3 в изследваните групи пациенти показват, че:

- В групата, лекувана с апарат AP, md 3-3 корелира правопрпорционално и изразено с PA1 и PA2 (няма фаза 3);
- В групата, лекувана с апарат RME, md 3-3 не корелира с никой от разглежданите показатели;
- В групата, лекувана с апарат Pendulum, md 3-3 корелира еднопосочно и изразено с PA1, правопрпорционално и умерено с PA2, а силно и еднопосочно с PA3;
- В групата, лекувана с екстракции, md 3-3 корелира правопрпорционално и умерено с PA1, а силно и еднопосочно с PA3 (няма фаза 2).

Според резултатите от корелационния анализ между PA1 и PP1 и I1 (периметъра на ЗД и премоларна ширина и предна дължина в началната фаза) в четирите групи са отразени в Таблица 31:

| Група           | Показатели | PA1      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | PP1        |          |
|                 | I1         | 0.285    |
| Апарат RME      | PP1        | -0.219   |
|                 | I1         | 0.650*** |
| Апарат Pendulum | PP1        | 0.450**  |
|                 | I1         | 0.735*** |
| Екстракции      | PP1        | 0.614*** |
|                 | I1         | 0.422*   |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 31. Корелационен анализ между показателите PA1, PP1 и I1 в изследваните групи (преди стартиране на лечение).

- В групата, лекувана с апарат AP, AP1 не корелира с PP1 и I1 (PP1 е константа равна на нула);
- В групата, лекувана с апарат RME, PA1 корелира само с I1 правопрпорционално и изразено по сила, което доказва, че ПЗД преди стартиране на лечението е в силни корелационни отношения с дължината на ЗД във фронталния сегмент;
- В групата, лекувана с апарат Pendulum, PA1 корелира правопрпорционално и умерено с PP1, а изразено и еднопосочно с I1. Това е очаквано, тъй като ПЗД в тази група преди лечението е силно зависим от дължината на ЗД във фронталния сегмент, където често се отчита намален размер поради медиализиране на горни странични зъби. Взаимодействието между ПЗД и премоларната ширина преди стартиране на лечението е със

средна по сила корелационна зависимост, поради позицията на първи горен молар в по-медиален и тесен участък;

- В групата, лекувана с екстракции, PA1 корелира правопрпорционално и изразено с PP1, а умерено и еднопосочно с I1.

Корелационният анализ между PA2 и PP2, I2 (периметъра на ЗД и премоларна ширина и предна дължина във втора фаза) в изследваните групи показва зависимости, които се представени в Таблица 32:

| Група           | Показатели | PA2      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | PP2        |          |
|                 | I2         | 0.459**  |
| Апарат RME      | PP2        | 0.248    |
|                 | I2         | 0.571**  |
| Апарат Pendulum | PP2        | 0.290    |
|                 | I2         | 0.683*** |
| Екстракции      | PP2        | -        |
|                 | I2         | -        |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 32. Корелационен анализ между показателите PA2, PP2 и I2 в изследваните групи.

- В групата лекувана с апарат AP, PA2 не корелира с PP2, която е константа равна на нула, но корелира умерено и правопрпорционално с I2. Промяната във формата на ЗД в изследваната група се дължи основно на протрудиране на ГФЗ и следователно на увеличаване на предната дължина на ЗД. Следователно умерената силна корелационна връзка между I2 и PA2;

- В групата лекувана с апарат RME, PA2 корелира само с I2 правопрпорционално, със средна по сила корелационна връзка;

- В групата лекувана с апарат Pendulum, PA2 корелира с I2 правопрпорционално и изразено по сила и свидетелства за обвързаността между ПЗД и предната дължина на ЗД;

- В групата с екстракции PA2, PP2 и I2 нямат стойности.

Корелационният анализ между същите показатели (PA3 и PP3, I3) във финалната част от лечението при четирите групи са показани в Таблица 33:

| Група           | Показатели | РАЗ      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | PP3        | -        |
|                 | I3         | -        |
| Апарат RME      | PP3        | -        |
|                 | I3         | -        |
| Апарат Pendulum | PP3        | 0.643*** |
|                 | I3         | 0.816*** |
| Екстракции      | PP3        | 0.680*** |
|                 | I3         | 0.812*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 33. Корелационен анализ между показателите РАЗ, PP3 и I3 в изследваните групи.

- В групите с апарат AP и RME трите разглеждани в анализа показатели нямат стойности;
- В групите с апарат Pendulum и екстракции, РАЗ корелира правопрпорционално и изразено с PP3, а еднопосочно и силно с I3.

Същите корелации в поредните лечебни фази са направени за фронталния периметър спрямо характеристиките във фронталния сегмент (ширина - PP и дължина - I), резултатите са представени в Таблица 34.

| Група           | Показатели | aP1      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | PP1        | .        |
|                 | I1         | 0.477**  |
| Апарат RME      | PP1        | 0.539**  |
|                 | I1         | 0.771*** |
| Апарат Pendulum | PP1        | 0.371*   |
|                 | I1         | 0.811*** |
| Екстракции      | PP1        | 0.449**  |
|                 | I1         | 0.753*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 34. Корелационен анализ между показателите aP1, PP1 и I1 в изследваните групи.

Според резултати от Таблица 34 излиза, че зависимостите на aP1 с другите величини са:

- В групата лекувана с апарат AP, aP1 корелира с I1 умерено и еднопосочно, а PP1 е константа равна на нула. Средната по сила корелационна връзка потвърждава зависимостта между стойностите на параметрите PA1 и I1 преди стартиране на лечението;
- В групата лекувана с апарат RME, aP1 корелира с PP1 и I1 правопрпорционално, като силата на корелацията с първия показател е изразена, а с втория силна;

- В групата лекувана с апарат Pendulum, aP1 корелира правопрпорционално, но умерено с PP1, и силно с I1;
- В групата лекувана с екстракции, aP1 корелира правопрпорционално, умерено с PP1, и силно с I1;
- Резултатите свидетелстват за силната корелационна зависимост между aP1 спрямо I1 и aP1 във всяка от изследваните групи.

Зависимостите между aP2 ( периметъра на ЗД във фронталния участък след втора лечебна фаза) спрямо PP2 и I2 са представени в Таблица 37.

| Група           | Показатели | aP2      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | PP2        | -        |
|                 | I2         | 0.696*** |
| Апарат RME      | PP2        | 0.564**  |
|                 | I2         | 0.648*** |
| Апарат Pendulum | PP2        | 0.706*** |
|                 | I2         | 0.872*** |
| Екстракции      | PP2        | -        |
|                 | I2         | -        |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 35. Корелационен анализ между показателите aP2, PP2 и I2 в изследваните групи.

Спрямо данните отразени в Таблица 35 се установяват следните зависимости в изследваните групи:

- В групата лекувана с апарат AP, aP2 корелира с I2 изразено и еднопосочно, а PP2 е константа равна на нула;
- В групата лекувана с апарат RME, aP2 корелира с I2 правопрпорционално, изразено по сила в Таблица 35 и със средна по сила корелационна връзка с PP2;
- В групата лекувана с апарат Pendulum, aP2 корелира правопрпорционално и силно с PP2 и I2. Доказва се силна правопрпорционална корелационна зависимост между ПЗД, ширина и дължина;
- В групата лекувана с екстракции aP2, PP2 и I2 нямат стойности.

Резултатите от последната лечебна фаза и зависимостта между aP3 и PP3, I3 са изведени и представени в таблица 36:

| Група           | Показатели | aP3      |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат AP       | PP3        | -        |
|                 | I3         | -        |
| Апарат RME      | PP3        | -        |
|                 | I3         | -        |
| Апарат Pendulum | PP3        | 0.749*** |
|                 | I3         | 0.378*   |
| Екстракции      | PP3        | 0.457**  |
|                 | I3         | 0.311    |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 36. Корелационен анализ между показателите aP3, PP3 и I3 в изследваните групи.

От Таблица 36 се вижда, че:

- В групите лекувани с апарат AP и RME трите разглеждани в анализа показатели нямат стойности;
- В групата лекувана с апарат Pendulum, aP3 корелира правопрпорционално и силно с PP3, а еднопосочно и умерено с I3;
- В групата лекувана с екстракции, aP3 корелира единствено с PP3 правопрпорционално и умерено.

Намерените зависимости между стойностите на параметрите, отчитащи промяната в хода на ортодонтските лечение (промяна на показателите и техните зависимости между две лечебни фази) са презентирани в таблица 37. Резултатите са получени от регресионен анализ и са описани само тези отразяващи динамиката и установяващи взаимовръзка (правопрпорционална или обратнопрпорционална).

| Група     | Показатели | L2-L1  | I2-I1    | aP2-aP1 |
|-----------|------------|--------|----------|---------|
| Апарат AP | MM2-MM     | -0.219 | 0.032    | -0.115  |
|           | L2-L1      |        | 0.753*** | 0.433*  |
|           | I2-I1      |        |          | 0.377*  |
|           | PA2-PA1    |        |          | 0.564** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 37. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, I2-I1 и aP2-aP1 в групата с апарат AP.

При прилагане на линеен регресионен анализ за групата лекувана с Апарат за протрудиране се изведе силна връзка между променливите (aP2- aP1) и (I2-I1).

- aP2-aP1 корелира статистически достоверно с три от показателите - L2-L1, l2-l1 и PA2-AP1;
- Силна корелационна връзка има между L2-L1 и l2-l1.

| Група     | Показатели | aP2-aP1 |
|-----------|------------|---------|
| Апарат AP | MM2-MM1    |         |
|           | L2-L1      | 0.330*  |
|           | l2-l1      | 0.366*  |

\* - p<0.05; \*\* - p<0.01; \*\*\* - p<0.001

Таблица 38. Коефициенти B, получени при линейният регресионен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, l2-l1, и aP2-aP1 в групата с апарат AP.

Очаквано периметъра на фронталния сегмент се променя свързано с промяната на периметъра на цялата дъга, но най-изразено с промяната на дължината на фронталния сегмент, което е основния ефект от действието на апарата за протрудиране. Допълнителната детайлна обработка на данните в Таблица 38 извежда стойности, които позволяват да се формулира линейно регресионно уравнение за този показател. Графично зависимостите от уравнението може да се представят с диаграми на разсейването Фигура 42 и 43.

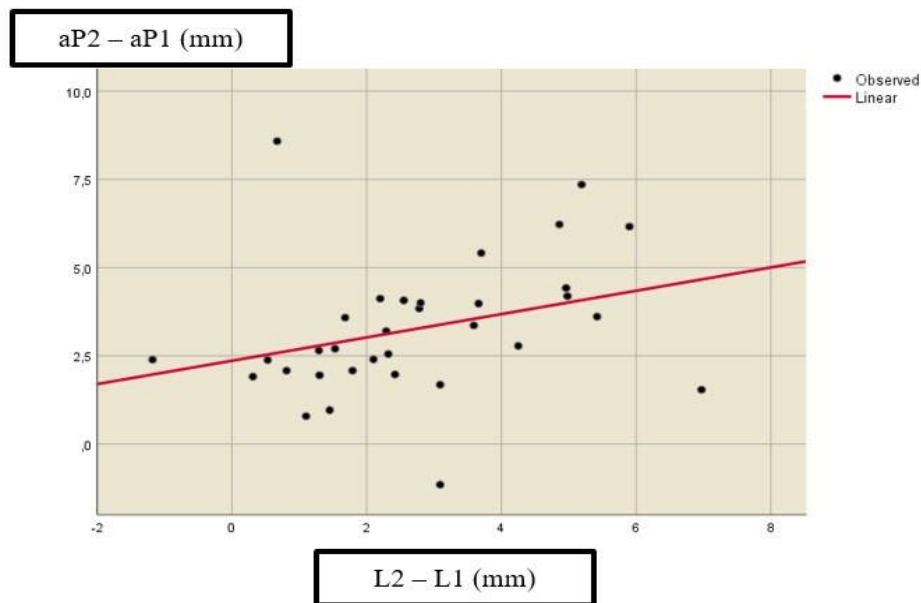
Такова линейно регресионно уравнение с гранична статистическа значимост (p<0.1) е изведено за показателите L2-L1 и l2-l1 (съответно p=0.076 и p=0.053). Изведените линейни уравнения дават възможност за предвидимост на лечебния резултат, при използване на апарат за протрудиране.

$$aP2-aP1 = 0.330 \times (L2-L1) + 2.360$$

$$aP2-aP1 = 0.366 \times (l2-l1) + 2.344$$

Клиничната значимост на линейните уравнения е възможността за предвидимост на лечебния резултат, при използване на апарат за протрудиране.

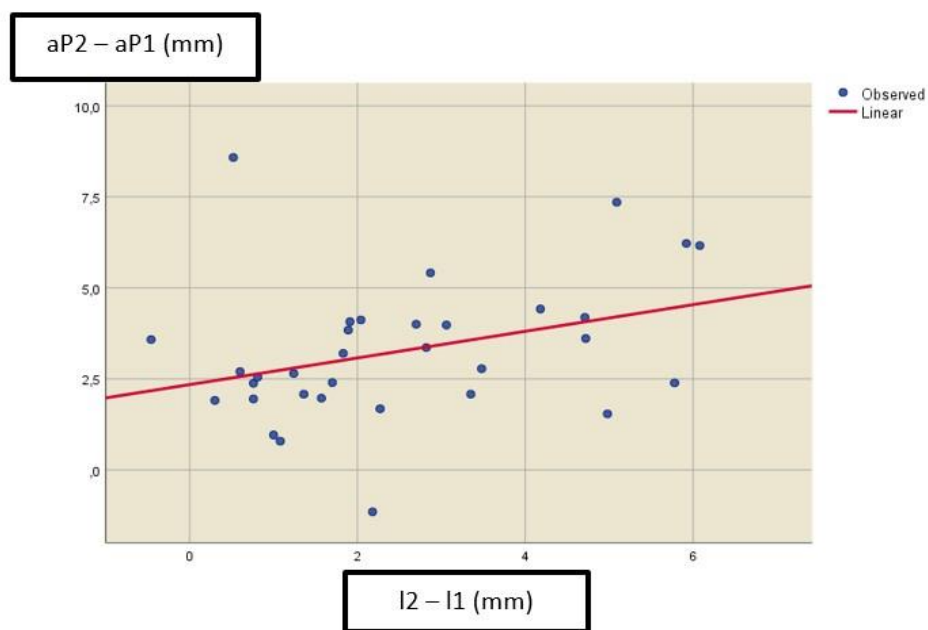
Онагледяването на тази зависимост е показана на Фигура. 40:



Фигура 40. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между aP2-aP1 и L2-L1 в групата лекувана с апарат за протрудиране.

На Фигура 40 в координатната система са разположени всички обекти в изследваната група. Разпределението на данните е обработено статистически и в съответствие с изведена линейна зависимост на разпределението на получените резултати и е означена графично с линия в червен цвят на Фигура 40.

Онагледяването на зависимостта между aP2-aP1 и l2-l1 е показано на Фигура 41.



Фигура 41. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между aP2-aP1 и l2-l1 в групата лекувана с апарат за протрудиране.

На Фигура 41 в координатна система са разположени всички обекти в изследваната група (сини точки). Разпределението на данните е обработено статистически и е изведена линейна зависимост на разпределението на получените резултати, която е означена с линия в червен цвят.

Същият тип анализ е направен за пациентите лекувани с RME Таблица 39 и 40 като при тях aP2-aP1 корелира сигнификантно с PP2-PP1 и MM2-MM1. Това дава основание да се потърси наличие на линеен регресионен модел и оцени средностатистическата промяна на зависимите променливи от MM2-MM1. Изведено е регресионното уравнение, което е статистически значимо и онагледено също с диаграма на разсейване Фигура 42.

| Група      | Показатели | PP2-PP1  | L2-L1  | I2-I1    | aP2-aP1  |
|------------|------------|----------|--------|----------|----------|
| Апарат RME | MM2-MM1    | 0.628*** | -0.051 | -0.098   | 0.662*** |
|            | PP2-PP1    |          | -0.018 | 0.044    | 0.551**  |
|            | L2-L1      |          |        | 0.714*** | 0.337    |
|            | I2-I1      |          |        |          | 0.351*   |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 39. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат RME.

В Таблица 39 силни корелационни връзки са установени между MM2-MM1 и PP2-PP1, между MM2-MM1 и aP2-aP1 и между L2-L1 и I2-I1. Това доказва силната връзка в тази група между промяната в ширината и дължината на ЗД. Интерес представляват установените зависимости със силна корелационна връзка между ПЗД и периметъра във фронталния участък, а също и силното взаимодействие между промяната в дължината на цяла ЗД L2-L1, както и промяната в дължината на фронталния сегмент I2-I1.

Средна по сила корелационна зависимост е отчетена между параметрите PP2-PP1 и aP2-aP1. Това е доказателство за силата на промяната на ширината на ЗД, в областта на премоларите и промяната на ПЗД във фронталния сегмент.

Между промяната в дължината на ЗД във фронталния сегмент (I2-I1) и промяната на ПЗД във фронталния сегмент (aP2-aP1) съществува значима корелационна връзка, която доказва, че параметрите на ПЗД ширина и дължина на ЗД са неразделно повлияващи се още при формиране на съзъбието.

В Таблица 40 са изведени коефициенти, получени при линейният регресионен анализ между показателите MM2-MM, PP2-PP, aP2-aP1 в групата с апарат RME.

| Група      | Показатели | PP2-PP1 | aP2-aP1  |
|------------|------------|---------|----------|
| Апарат RME | MM2-MM1    | 0.671** | 0.726*** |

\* -  $p < 0.05$ ; \*\* -  $p < 0.01$ ; \*\*\* -  $p < 0.001$

Таблица 40. Коефициенти В, получени при линейният регресионен анализ между показателите MM2-MM, PP2-PP, aP2-aP1 в групата с апарат RME.

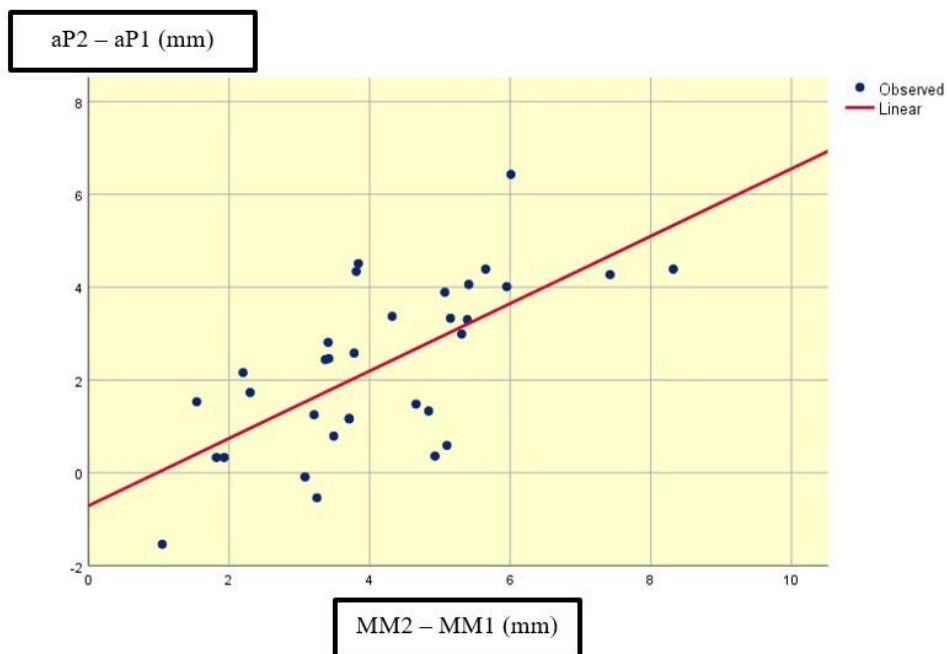
При тази група пациенти се установи до сега силна връзка между ПЗД спрямо промяната в ширина на моларния сегмент. Данните от Таблица 40 доказват, че съществува същата силна връзка и между промяната на aP в следствие от промяната в MM.

За aP2-aP1 регресионното уравнение също е статистически значимо ( $p < 0,001$ ):

$$aP2-aP1 = 0.726 \times (MM2-MM1) - 0.712$$

Според това регресионно уравнение увеличението на ширината MM2-MM1 с 1 мм води до средностатистическо увеличение на фронталния периметър aP2-aP1 с около 0.7 мм Фигура 42.

Онагледяването на тази зависимост е показана на Фигура 42



Фигура 42. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между aP2-aP1 и MM2-MM1 в групата лекувана с RME апарат.

Дадени са подобни корелационни зависимости и при леченията, проведени с апарат Pendulum Таблица 41 и 42, където се установи, че I2-I1 корелира статистически значимо и силно с aP2- aP1. Това дава основание да се изведе наличие на линеен регресионен модел и оцени средностатистическата промяна на зависимата променлива. Създадено е уравнение за правопрпорционалната зависимост в промяната на фронталния периметър вследствие промяната на предната дължина на зъбната дъга от движенията на зъбите в опорната зона. Онагледяването е на Фигура 43.

| Група           | Показатели | PP2-PP1 | L2-L1  | I2-I1   | aP2-aP1  |
|-----------------|------------|---------|--------|---------|----------|
| Апарат Pendulum | MM2-MM1    | 0.190   | 0.098  | -0.371* | -0.176   |
|                 | PP2-PP1    |         | -0.010 | 0.128   | 0.041    |
|                 | L2-L1      |         |        | 0.360*  | 0.329    |
|                 | I2-I1      |         |        |         | 0.625*** |
|                 | aP2-aP1    |         |        |         |          |

\* - p<0.05; \*\* - p<0.01; \*\*\* - p<0.001

Таблица 41. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

В групата, лекувана с апарат Pendulum, при разглеждане на фронталния сегмент, е установена силна корелационна зависимост между промяната в предната дължина на ЗД I2-I1 и промяната в ПЗД във фронталния сегмент aP2-aP1.

Силната връзка установена между промяната на дължината на ЗД във фронталния сегмент I2-I1 и промяната в ПЗД във фронталния сегмент aP2-aP1 е причина да се проведе допълнителна статистическа обработка на данните и да се изведе коефициент В от линейния регресионен анализ между показателите L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum, който е представен на Таблица 42.

| Група           | Показатели | aP2-aP1  |
|-----------------|------------|----------|
| Апарат Pendulum | L2-L1      |          |
|                 | I2-I1      | 1.082*** |

\* - p<0.05; \*\* - p<0.01; \*\*\* - p<0.001

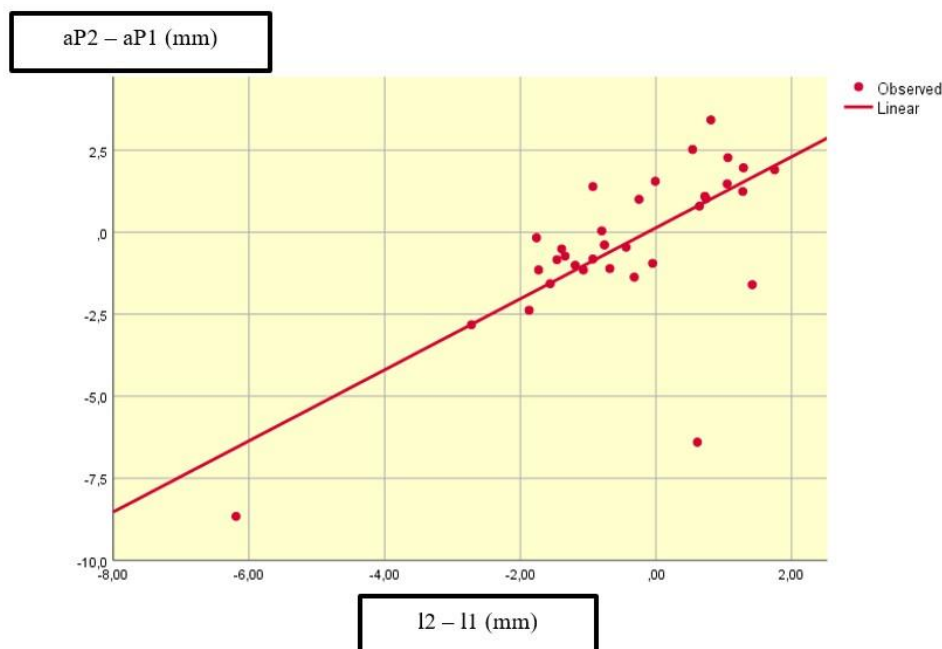
Таблица 42. Коефициенти В, получени при линейния регресионен анализ между показателите L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

Проведеният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между aP2-aP1 и I2-I1 съществува сигнификантна (p<0.001) линейна зависимост, която може да се представи със следното уравнение :

$$aP2 - aP1 = 1.082 \times (I2-I1) + 0.133$$

Коефициентът 1.082 пред независимата променлива (I2-I1) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива aP2 - aP1 се увеличава средностатистически с около 1.1 мм.

Онагледяването на тази зависимост е показана на Фигура 43.



Фигура 43. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между aP2 - aP1 и I2-I1, в групата лекувана с апарат Pendulum.

Видно е, че точките са съсредоточени в една зона, което е доказателство за силна връзка между двата показателя. Показателите и връзките помежду им за групата лекувана с екстракции, са показани на Таблица 43.

| Група      | Показатели | PP3-PP1 | L3-L1  | aP3-aP1  |
|------------|------------|---------|--------|----------|
| Екстракции | MM3-MM1    | 0.337   | -0.326 | 0.075    |
|            | PP3-PP1    |         | -0.133 | 0.350*   |
|            | L3-L1      |         |        | 0.694*** |
|            | PA1-PA3    |         |        | 0.862*** |

\* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$

Таблица 43. Корелационен анализ между показателите MM3-MM1, PP3-PP1, L3-L1, PA1-PA3 и aP3-aP1 в групата екстракции.

Силни са корелационните връзки между L3-L1 и aP3-aP1, което доказва, че промяната на ПЗД във фронталния сегмент се влияе от промяната на дължината на цялата ЗД. Другото отчетено силно корелационно взаимодействие е между PA1-PA3 и aP3-aP1,

което не е изненадващо, тъй като по-драстичната промяната на ПЗД във фронталния сегмент оказва влияние върху промяната на цялата ЗД. Статистически значима корелационна зависимост е отчетена между PP3-PP1 и aP3-aP1, което доказва свързаността между промяната в ширината на ЗД и промяната на ПЗД във фронталния сегмент.

Според резултатите от корелационния анализ между показателите MM3-MM1, PP3-PP1, L3-L1, PA1-PA3 и aP3-aP1 в групата с екстракции Таблица 43:

- Промяната на ширината MM3-MM1 – не корелира с никой от включените в таблицата показатели;
- PP3-PP1 корелира с PA1-PA3 и aP3-aP1 еднопосочно и умерено;
- L3-L1 корелира изразено и правопрпорционално с PA1-PA3 и aP3-aP1;
- PA1-PA3 корелира допълнително с aP3-aP1 еднопосочно и силно.

#### V.4. Резултати от задача 4

##### Има ли клинично значима разлика при измерване на различни биометрични данни върху дигитални модели с различен софтуер

Генериране на виртуални модели е функция на софтуера, който се използва за интраорално сканиране. В зони на струпване (особено при резци) някои от софтуерните сами конструират образа на резците, което може да доведе до отклонения. Инструментите за измервания на данните си приличат в различните софтуери, но има някой малки различия.

Затова в проучването са анализирани и сравнени резултати получени от софтуер на IOS- Emerald и IOS –Medit. Един и същи оператор измерва ширината на ЗД – отбелязана с ММ, върху 259 виртуални модела първо с единия, а след това с другия софтуер. Получените стойности са записани и трикратно проверени. Резултатите показват, че има статистически значимаразлика между стойностите, измерени с двата скенера, но тя няма клинично значение Таблица 44. Статистически значимо по-висока средна стойност се установява при измерените стойности в милиметри със скенер Emerald – 44.87 спрямо Medit i 700 – 44.77. Реално отчетената разлика е 0.10 мм, което е статистически установима стойност, но за практиката е незначителна.

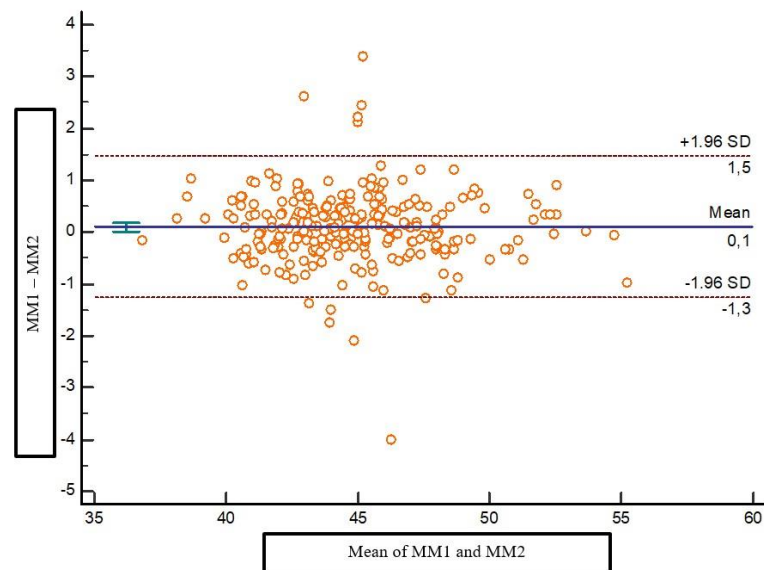
| n   | Emerald (MM) |      | Medit i700(MM2) |      | P     |
|-----|--------------|------|-----------------|------|-------|
|     | $\bar{x}$    | SD   | $\bar{x}$       | SD   |       |
| 259 | 44.87        | 3.10 | 44.77           | 3.12 | 0.004 |

Таблица 44. Сравнителен анализ на резултатите получени със скенери Emerald и Medit. Стойностите в таблицата са отчетени в милиметри.

Получената средна разлика в измерванията с двата софтуера е в диапазона от (-4.02 мм) до (+ 3.39 мм), което е показано в Таблица 45.

| n   | $\bar{x}$ | SD   | Min   | Max  | Range |
|-----|-----------|------|-------|------|-------|
| 259 | 0.10      | 0.69 | -4.02 | 3.39 | 7.41  |

Таблица 45. Вариационен анализ на разликата на резултатите получени със скенер Emerald и Medit i700. Данните в таблицата са в милиметри.



Фигура 44. Графика на Bland-Altman за съгласуваност при измерване между MM1 и MM2.

На Фигура 44 е представена графика на Bland-Altman за съгласуваност. В координатната система са разположени всички резултати от проведеното изследване. Изобразени са от оранжеви точки в координатната система.

За целта по абсцисата ос се отчитат средните стойности измерени с двата скенера MM1 и MM2, а по ординатната ос се отчита параметъра MM1-MM2. Разпределението на данните е обработено статистически и резултатите са ограничени от използваните стойности за стандартна девиация, която е означена с прекъснати линии с тъмночервен цвят, а средната стойност от изследването е представена с линия в тъмно син цвят.

Целият обхват на интервала на стойностите на разликата в измерванията на двата скенера е 7.41 мм, а средната стойност е само 0.1 мм Таблица 45.

Проведеният графичен анализ на Bland-Altman за съгласуваност при измерването между MM1 и MM2 (измерванията на двата скенера) установи, че средната аритметична на разликите в измерванията (Mean) е със стойност близка до нулата, което ни дава основание да твърдим, че има съгласуваност (идентичност) между резултатите от двата скенера Фигура 44. На Фигура 44 се вижда, че данните от измерванията на почти всички от изследваните модели са концентрирани в зоната на идентичната точност и малката статистически средна разлика от 0.1 мм между двата софтуера е статистически значима стойност, но не е с клинично значение.

## VI. ОБСЪЖДАНЕ

В ортодонтската литература се установява консенсус по въпроса, че промяната ПЗД е фактор, определящ благоприятния ход на лечението при случаите на струпване или протрузия/ретрузия в ЗД. Струпването е израз на несъответствието в размера на зъбите и дължината на ПЗД (TSALD = Tooth size and Arch length (perimeter) discrepancy)<sup>186</sup>. Поради това е важно ортодонтът да може да определи разликата между реалния периметър на дъгата и прогнозния му размер следствие на предвидената ортодонтска терапия. Тази предикция по време на диагностиката и планирането залага успеха на лечението. В клиничната практика и по време на епидемиологичните проучвания, ефективното измерване на ПЗД е от изключителна важност.

Няма стандартизиран метод за дигитално измерване периметъра на зъбната дъга и много автори предлагат свои собствени методики.<sup>75, 139, 261, 264, 332</sup> На базата на направените цифрови измервания се извеждат зависимости между параметрите и се създава модел за прогнозиране на периметъра, най-често под формата на уравнение.<sup>3, 7, 79, 86, 95, 108, 231, 293, 317,</sup>

Получените от авторите корелационни зависимости между анализирани параметри и ПЗД са представени с математически уравнения, които са лесни за прилагане дори в ежедневната практика и особено в диагностичната фаза.

В настоящото изследване, всички изследвани промени на параметрите са на базата на интраорално сканиране, където няма деформация на изображението и данните са точни. Намалена е вероятността от човешка грешка и са елиминирани и вариациите, дължащи се на деформация на физическия модел, които настъпват с материала във времето – свиване или нарушена физическа цялост. Достоверността на получените резултати е гарантирана от факта, че включените в изследването пациенти са без придружаващи заболявания и не попадат в рискови групи, тъй като има редица изследвания доказващи влиянието на медикаменти и рискови фактори върху скоростта на ортодонтското лечение.<sup>338, 339</sup>

## **VI.1. Обсъждане на резултатите по задача 1**

### **VI.1.1. Обсъждане на промяната ПЗД при лечението с АР**

Използваният при пациентите включени в изследването апарат за протрудиране е ефективен и надежден за решаване на проблема кръстосана захапка във фронталния участък в периода на ранно смесено съзъбие. Подобен метод с фиксиран апарат използван в клиничната практика, при пациенти с кръстосана оклузия във фронта е системата брекети 4x2.<sup>94</sup> Според авторите с този апарат, проблемът се решава средно за 8-10 месеца.<sup>204</sup> Действието на АР е основно върху фронталните зъби, но се отразява и на цялата зъбна дъга и най-вече върху нейния периметър. Променя се позицията на резците чрез вестибуларното им транслиране и инклиниране, като резултатът е увеличение на ПЗД на фронталния сегмент, което корелира с цялостното увеличение на ПЗД. Ширината на ЗД не се променя. Зъбите в страничния участък са включени в опорната зона и при тях не се отчитат промени. Увеличението на ПЗД основно се изразява в увеличение на предната дължина на ЗД, а от там и на цялата дължина на ЗД. За да се отдиференцира ефектът на инклинация и трансляция вестибуларно на резците върху промяната в размера на ПЗД е необходимо да се направи анализ на цефалометрични показатели върху профилна телерентгенография направена преди и непосредствено след сваляне на апарата за протрудиране. Такъв метод се прилага и е описан в литературата.<sup>122</sup>

Установената в изследването промяна в ПЗД измерена дигитално на модели е средно 4.64 мм. Основно промяната е в ПЗД във фронталния участък – 3.27 мм. Дължината на ЗД се променя правопрпорционално на периметъра на ЗД, като увеличението се дължи основно на увеличение на предната дължина на ЗД, средно 2.52 мм., а цялата дължина на ЗД се увеличава средно с 2.74 мм.

Струпването във фронталния участък нарушава естетиката и води до променени оклузални съотношения. Най-често се наблюдава кръстосана оклузия във фронта, поради скъсения горен фронтален участък. При тези лечения се отблокира оклузията и се дава шанс за нормалното развитие на лицевочелюстната област. Това е превенция към развитие на тежки лицево-челюстни деформации.<sup>334</sup> В нашия анализ се установи колко милиметра могат да се постигнат в ПЗД на базата на протрудирането и се изведе линейна зависимост, което позволява да се прогнозира дали само с този апарат, използван като първа фаза на ортодонтското лечение, ще се реши и съпътстващия кръстосаната оклузия проблем с недостига на място в ЗД. Ако тази прогноза показва, че в новия периметър на ЗД няма да има достатъчно място за нивелиране на зъбите в горна челюст, то плана на

лечение би трябвало да включи и следващ етап за тази корекция. В следващите лечебни фази е необходимо да се предвиди допълнителен лечебен метод.

При изследване на зависимостта между дължината и ширината на зъбната дъга (L1, L2, I1, I2, MM1 и MM2), анализа показва, че всички статистически достоверни корелации са правопрпорционални – всяко увеличаване на дължината се отразява и на формата на ЗД.

Проведеният корелационен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, I2-I1, PA2-PA1, в групата лекувана с апарат AP установи, че апаратът постига своя ефект, чрез удължаване на ЗД, основно във фронталния участък със зъбно-алвеоларно ремоделиране. Този ефект пряко се отразява и на ПЗД.

Проведеният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между PA2-PA1 и L2-L1 съществува сигнификантна ( $p=0.197$ ) линейна зависимост, която може да се представи на база изведеното линейно уравнение. Клинично, то служи, за да се предвиди с точност, какво увеличение на дължината на ЗД, се постига посредством апарат за протрудиране.

След проведено лечение на кръстосаната оклузия, с апарат за протрудиране, с отблокиране на челюстите се елиминира блокиращия фактор, който възпрепятстващ нормалното развитие на ГЧ. При проследяване на излекуваните пациенти, се наблюдава, че голям процент от тях развиват деформация клас II подклас 1. За превенция на развитие на други деформации по време на късната фаза на смесено съзъбие, може да се препоръча носене на миофункционален апарат Т4К. Д-р В. Богданов<sup>45</sup> в свое изследване съобщава за ефективността му в късно смесено съзъбие.

## VI.1.2. Обсъждане на промяната ПЗД при лечението с апарат RME

При лечение, провеждано с RME апарат, се установи увеличение на периметъра на ЗД с средно 3.99 мм, а ширината между моларите се увеличава средно с 4.14 мм, а между премоларите – средно с 3.3 мм. Дължината на цялата зъбна дъга намалява средно с 0.54 мм.

Аккауа<sup>5</sup> изследва промените в ПЗД при бавно и бързо максиларно разширение. Отчетеният резултат между първите молари е 9.05 мм, а периметърът на дъгата се увеличава с 5.91 мм. Тези резултати са с по-големи стойности, отколкото в настоящото изследване, но съотношението между тях е в близки стойности, получени в нашия анализ.

Souza<sup>87</sup> изследва промените в зъбната дъга, при прилагане на RME и открива значително увеличение на ПЗД с увеличаване на ширината на дъгата в областта на канини, премолари и молари. Според проучването ПЗД се увеличава с 3.2 мм, докато останалите параметри се увеличават както следва: Ширината на ЗД в областта на канините се е увеличила с 2.9 мм, между първите премолари се е увеличава с 3.2 мм, междумоларно се увеличава с 4.4 мм. Същото изследване доказва намаление на дължина на дъгата с 1.8 мм, което потвърждава резултатите, получени в настоящото изследване. Установената от нас промяна в дължина на ЗД намалява средно с 0.52 мм за фронталния сегмент и 0.54 мм за цяла ЗД, което е по-малко от стойностите на Souza<sup>87</sup>, но връзката между параметрите е същата. Тази обратнопропорционална корелационна зависимост показва, че не само се променят идентификационните параметри на зъбната дъга, но вследствие бързата експанзия се променя и нейната форма – дъгата става по-широка и малко по-къса. Това означава, че тя се окръгля като форма. Най-често при пациенти с трансверзална недостатъчност зъбната дъга е определяна като триъгълна и е нормално да се наблюдава промяна във формата ѝ.

В областта на премоларите, различното ниво на разширение при РР и ММ е зависимо от местоположението на винта на RME апарата, който по-често е по-близо разположен до моларите. Горната челюст е триизмерна структура. При разширение с RME, тя се разширява по V – образен модел, както сагитално, така и вертикално погледнато. Това е причина за отчетеното разширение при моларите. Такива данни са публикувани и от д-р В. Петров<sup>344</sup> в предходни негови проучвания.

Получените от нас резултати по тези параметри са с близки стойности с резултатите получените от Woowon Jang стойности<sup>137</sup>, както и с тези на редица ортоданти, занимаващи се с изследване на промените на ширината на ЗД, при прилагане на RME апарат.<sup>27,68, 82, 132</sup>

Adkins открива, че периметърът на максиларната дъга се увеличава приблизително 0,7 мм за всеки 1 мм милиметър промяна в ширината при първия премолар.<sup>3</sup> Berlocher съобщава за увеличение на периметъра на зъбната дъга със същата величина каквото е увеличението на максиларната ширина.<sup>39</sup>

McNamara в ретроспективно изследване на базата на документацията на 112 пациента, лекувани с RME, последвано от фиксирани техника, проследява промените в размерите на зъбните дъги. Проучването е с високо клинично значение и дава пълна информация за всички параметри на зъбната дъга. Методиката е описана подробно и изследва всички параметри на зъбната дъга.<sup>205</sup> Според авторите след активната фаза с апарат RME периметърът на зъбната дъга се увеличава със 7.5 мм. При дългосрочно проследяване на стабилността се оказва, че увеличение от 6 мм на периметъра на зъбната дъга в горната челюст е стабилно във времето. Използваният RME апарат е от типа Haas. Разширителният винт е винаги на едно и същото място, избрано от зъботехника. Разликата в дизайна на апарата ползван при лечение на пациенти включени в настоящото проучване е, че дигиталното планиране дава възможност за индивидуално поставяне на разширителния винт според клиничните нужди. Винта може да се позиционира прецизно в три измерения (трансверзално, сагитално и вертикално), а опциите за мащабиране дават отлична визуализация от различни гледни точки. Компютърният проект позволява да се включат различни елементи в дизайна на апарата, които да бъдат използвани след постигане на разширяването (канюли, куки за екстаорална маска, куки подпомагащи ортодонтска тракция на ретинирани зъби и др.).<sup>121, 123, 330, 327, 346</sup> Допълнителни елементи, вградени в дигиталния лазерно-синтерован RME, позволяват отделни контролирани движения на зъбите в периода след постигане на основния ефект на разширение.<sup>327</sup> В настоящото проучване използваният RME е дигитално моделиран и отпечатан на 3D принтер. Този процес осигурява максимална точност на апарата и го прави максимално удобен за пациентите.<sup>331</sup> така използвания апарат е възможно най-индивидуализиран и съобразен със специфичните нужди на пациента.

Най-близки до резултатите в настоящето изследване са тези на Geran.<sup>107</sup> В проспективно проучване авторът е направил оценка на ефектите от бързото максиларно разширение в ранното смесено съзъбие, при 51 пациента. Той съобщава, че периметърът на

зъбната дъга в горната челюст се увеличава с 4 мм, което съвпада с резултатите от настоящото изследване. Използвана е методологията на измерванията, описана в изследването на Mc Namara.<sup>205</sup> Доказва, че резултатите са надеждни и стабилни във времето.<sup>107</sup> Типа на RME използван от Geran е с акрилна опорна част, за разлика от използвания от Mc Namara - Haas-Туре RME.

Друга разлика в резултатите идва от факта, че във всички наблюдавани случаи на McNamara<sup>205</sup> разширителният винт е активиран равен брой пъти, което осигурява 10.5 мм увеличение на палатиналната ширина. В проучването на Geran<sup>107</sup>, активирането на разширителния винт е със значително по-малък брой.

В настоящото проучване винтът се активира веднъж на ден, докато се постигнат клиничните нужди – докато се реши проблема с кръстосаната захапка в дисталната област.

Трансверзалното разширение е широко използван метод в клиничната практика, но трябва да се предприема по строго определени клинични показания, а не като самостоятелен метод за увеличаване на периметъра на зъбната дъга, тъй като има методи, с които може да се постигне по-голямо увеличение. Разширението в трансверзална посока, за да е чисто ортодонтски метод, а не хирургично-ортодонтски е подходящ, преди напълното вкостяване на небцовия шев. Вкостяването (матурирането) на шева, най-коректно се установява рентгенографски или по-точно със СВСТ. Това доказват Angelier и McNamara във фундаментално проучване<sup>18</sup>. Клинично тези процеси се манифестират с диастема, която се появява при активното разширение и след приключване на процеса се самозатваря.

Постигнатото място в ПЗД, след лечение с апарата RME, е изключително важно в граничните случаи, когато клиничното решение е между екстракционно и безекстракционно лечение. Естествено при тези решения се вземат по внимание и растежните (костни и зъбно-алвеоларни) процеси на организма и неговия компенсаторен потенциал.

От проведения корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1, се вижда, че промяната на междумоларната ширина корелира правопрпорционално и изразено по сила с PP2-PP1 (промяна на премоларната ширина), aP2-aP1 (промяна на ПЗД във фронталния сегмент) и PA2-PA1 (промяна на периметъра на ЗД). Това е логично предвид механиката на действие на апарата. Колкото се увеличава междумоларното разстояние, толкова се променя и премоларното и ПЗД като цяло, но интензитетът може да не е еднакъв. Всичко това е следствие от спецификата в

разцепването на небцовия шев и триизмерността на костните структури и дизайна на апарата, в който винтът се разполага симетрично спрямо зъбните редици, но може да варира спрямо зоната на премолари и молари. Мястото в ЗД се получава непосредствено с активирането, но част от него може да бъде загубено до края на лечението, ако не се осигури стабилност на страничните сегменти, докато между небцовите израстъци – Palatine process of maxilla не се образува нова кост и резултатът не стане фиксиран. За целта след постигане на желания резултат с апарата за бърза експанзия може да се използват различни методи като например: апаратът да остане още известно време, като целта му е само да запазва полученото място (да поддържа новата ширина на ЗД). Това е улеснено при използване на индивидуално принтирани апарати за бърза максиларна експанзия, към чиито дизайн са добавени канюли и брекети и могат да се ползват и по време на лечението с фиксирана техника. В настоящето изследване, апаратът остава пасивен в устата 3 месеца след като приключи активирането. Друг метод за запазване на ширината, след сваляне на апарата е използването на ТРА с удължени рамена до премоларите. Дъгата се използва пасивно, докато лечението не достигне етап, в който ширината на ЗД може да се запази по алтернативен начин – чрез съответните ортодонтски дъги.

Полученият резултат от корелационния анализ показва, че  $aP2 - aP1$  корелира допълнително с  $PA2-PA1$  еднопосочно и изразено по сила. Налага се логичният извод, че с увеличаването на ПЗД като цяло увеличава и този във фронталния участък. Установената корелация между  $PP2-PP1$  и  $aP2-aP1$  еднопосочно и изразено, се налага извода че ПЗД във фронта е силно зависим от ширината на ЗД в зоната на премоларите.

Корелационния анализ между показателите  $PP2-PP1$  и  $MM2-MM1$  в групата с апарат RME показва, че корелацията между тях е правопрпорционална и изразена по сила. Силната корелация между промяната на ширината на ГЧ в областта на премолари и молари, показва, че апарата трудно би постигнал ефект само в определена дистална зона. Потвърждение на това съждение дава изведената линейна зависимост между тези два параметъра под формата на уравнение.

Установените взаимовръзки между изследваните параметри и техните изменения доказват, че действието на апарата RME с дентална опора засяга както палатиналния шев, така и постига дентално-алвеоларни промени като променя формата и периметъра на зъбната дъга. С изведените корелационни зависимости и спазването на стриктен лечебен протокол е възможно да се предскажат промените, които ще подпомогнат планирането на ортодонтското лечение.

Очакванията от дигитално планиране в ортодонтията са да се намалят екстракционните случаи. Това е възможно с разширените възможности за планиране и прогнозиране на резултатите от лечението. В тази връзка всяка изведена линейна зависимост между параметрите на зъбната дъга позволява прогнозиране на резултатите от приложения план за лечение.

Границите на апарата могат да бъдат очертани по-точно, чрез по-добрата визуализация увеличение (zoom) на работната зона.<sup>331, 346</sup> Прецизното позициониране на разширителния винт в трите равнини – сагитална, трансверзална и вертикална, позволяват да се предскажат резултатите и да се направи подходът по-индивидуален за всеки клиничен случай.

Лимитиращ фактор на настоящият труд се налага от вида на използвания апарат. Принтираният RME е само със зъбно закрепване и може да лекува пациенти с неосифицирал среднопалатален шев. Този критерий за включване ограничават пациентите с матурирал среднопалатален шев.<sup>20</sup> За тези пациенти е необходим апарат с костна опора, например чрез минивинт.

Допълнителните ефекти на RME апарата, върху околните структури и върху основни функции като дишане, го правят съвременно средство с широко приложение и обект на изследване на специалисти от различни области.<sup>313</sup>

Околните структури - носната кухина и дихателните пътища (назо, оро- фаринкс) се повлияват от разширението на горната челюст.<sup>73, 59, 99, 105, 232, 313</sup> Според проучванията има статистически значимо увеличение на орофарингеалните и назофарингеалните размери и подобрене на проходимостта на дихателните пътища в случаите, лекувани с апарат RME.<sup>99</sup> Също така, този тип терапия може да елиминира сънната апнея, да възстанови и подобри нормалния назален въздушен поток.<sup>13, 99, 136</sup> Чрез увеличаване на костните максиларни структури, по време на разширение, обемът на носната кухина се увеличава, което се отразява на дишането.<sup>54, 105, 235, 298</sup>

Васцети at al<sup>24</sup> описват спонтанната задна ротация на ДЧ вследствие разширение с RME в ГЧ.

В изследване Chhutani<sup>76</sup> също доказва, че прилагането на RME в максилата води до задна мандибуларна ротация. Мандибулата е изместена надолу и назад, което увеличава долната лицева височина. Наблюденията са направени веднага след активната фаза на лечение с RME и благоприятстват лечението на скелетен клас III. Това съобщава и д-р В. Петров<sup>345</sup> в свое проучване.

При пациенти със скелетен клас II се наблюдава медиализиране на долната челюст, но това е ефект отчетен след 6 и повече месеца след лечение с RME апарат и е следствие от адаптацията на ДЧ и мускулатурата към новата ситуация.<sup>118, 167</sup>

Cossellu<sup>83</sup> съобщава за спонтанна адаптация на долната челюст, след промяна в трансверзалния размер на максилата, която включва корекция на наклона на зъбите както в страничните, така и във фронталните области. Този ефект се дължи и на промяна в баланса между езика и буцинаторните мускули. Докладвани са спонтанни корекции при ротации на предните зъби на горната челюст и ротация обратно на часовниковата стрелка и медиализация на долната челюст. Спонтанна корекция на малоклузия от клас III е описана и от други автори.<sup>26, 98, 310</sup>

Всички описани ефекти, превръщат апарата RME в съвременно средство за лечение с клинично значение и са причина много автори от различни области ( ортоданти, УНГ специалисти, невролози, пулмолози, специалисти по медицина на съня, специалисти вътрешни болести, кардиолози и др.) да продължат с изследванията на постигнатите резултати и ефекти.

Необходими са по-прецизни изследвания, за да се задълбочат наблюденията и научно подкрепените изводи за тази връзка.

При пациентите включени в това изследване клиничният протокол е следвал следната последователност: В първа фаза се постига трансверзален резултата с RME, който се запазва през втора лечебна фаза с ТРА дъга с удължени рамена и при финализиране на коригиращото лечение са използват вакуум формовани ретенционни апарати. Критичен момент е, че използването на термоформован ретайнер не може да осигури стабилността на моларите, тъй като еластичността и се увеличава в дисталните участъци. Това е доказано от Проф. В. Петрунов и д-р В.Богданов в клинично изследване.<sup>347</sup> Авторите отчитат намаляване на интермоларното разстояние с 2.03 мм след 18 -20 месеца, при пациенти използвали термоформовани ретейнери и препоръчват ретенционния апарат да притежава по-голяма твърдост в дисталните участъци, какъвто е Hawlay ретейнерът, благодарение на пластмасата разположена в областта на небцето.

### **VI.1.3. Обсъждане на увеличението на периметъра на зъбната дъга при дистализиране с апарат Pendulum**

При лечение с апарат Pendulum, увеличението на ЗД е средно 11.3мм (или по 5.65 мм на страна). Тази техника е приложима, когато няма пречки за активирането на пружините на Pendulum (налични медиално инклинирани трети кътници в костта, ниско разположен пневматичен синус, други механични пречки пред движението на зъбите – кисти, анкилозирали зъби и т.н.). Техниката осигурява милиметри в страничния участък на ЗД. Често струпването на зъби и недостигът на място е във фронталния сегмент. Това налага последователното дистализиране на премолари и канини, докато мястото се освободи в желания участък. Има рискове от загуба на опора, медиализиране на предния сегмент вследствие на въздействие на контра силата от дистализирането. Лечението се удължава с няколко месеца, но методът се явява като успешна алтернатива на екстракционната терапия.

При лечение с екстракции средното реално използвано място за подреждането на зъбите е 9.66 мм. Сумата на двата екстрахиранни премолара е средно 13.90 мм. Това означава, че при екстракционната терапия средно 4.24 мм се губят по време на хода на лечение и зъбите се подреждат като екстракционното пространство се заема 2/3 от предно стоящите зъби (където е струпването) и 1/3 от задно стоящите. Прави впечатление, че милиметрите, които се използват за подреждане на зъбите в ЗД, при лечение с екстракции, се равняват на средната стойност на постигнатите милиметри за удължение на ЗД с апарат Pendulum. Това потвърждава, че ортодонтското лечение с апарат Pendulum е успешна алтернатива на екстракционната терапия, освен в случаите, когато има противопоказания за провеждането му. Нито един от останалите методи не показва стойности близки до тези, постигнати при дистализиране и в частност с апарат Pendulum. След статистическа обработка на данните, получени в групата лекувана с апарат Pendulum, се забелязва обратнопропорционална зависимост между увеличението на междумоларното разстояние (което се дължи на промяната в позицията на първите молари) и предната дължина на зъбната дъга.

При използване на апарат Pendulum средно постигнато място е 11.3 мм., което е сумарно от движенията при дистализиране на моларите, така и на медиализиране на опорните зъби, където действа контрасилата на дистализирането. Индикатор за това е промяната в средните стойности на изследваните показатели ПЗД, ММ2-ММ1, РР2-РР1 и L2-L1.

При дистализирането на моларите, се отчита средно повишаване ширината на ЗД в тази зона от 2.92 мм. Моларите, при дистализиране се изместват в по-задни и дивергиращи участъци на ЗД. Измерването е направено при първите молари. Същият ефект се очаква и при ММ2. Освен чисто корпусно дистализиране, понякога има и ротираща компонента при първите молари – медико-вестибуларно, което променя разстоянието между точките на измерване на ММ. Евентуален вестибуларен наклон може също да бъде фактор за увеличаване на средната стойност на ММ2-ММ1.

Премоларите са включени в опорната зона при лечението с апарат Pendulum. В идеални условия при тях не би се отчела промяна. В реална обстановка обаче, контра силата от дистализирането, която измества два до три многокоренови зъба се противопоставя на опорна зона включваща по два премолара от всяка страна и бутон на Nance. Това довежда до клинично медиализиране на опорния сегмент. Преминавайки в друг участък на ЗД се променя и ширината при премоларите – средно намалява с 2.5 мм.

Най-ясно ефект от действието на апарата се вижда при анализ на стойностите на промяна на дължината на ЗД. Цялата дължина на ЗД (L) **се увеличава средно с 4.25 мм**, докато предната дължина на ЗД намалява – средно с 0.47 мм. Ефектът на скъсяване е в резултат на медиализиране на премоларите – променящи медиално позицията на РР линията. Малката стойност на намаляване на дължината на ЗД във фронталния участък ни показва, че прилагайки постоянни не твърде големи сили, негативните ефекти на контра силата са сведени до минимум и не може да се говори за значима загуба на опора. Данните съвпадат с тези, получени от Проф. Г.Йорданова и представени в дисертационния и труд „Клинични възможности при лечение с апарата –Pendulum“<sup>342</sup>, където посочената стойност за медиализиране на първи премолар с 0.56 мм. Мястото получено от дистализиране на първите молари в научния труд на Проф. Г. Йорданова е **4.46 мм** (групата на изследвани пациенти включва и такива с пробил три молара). В изследването си, Проф. Г. Йорданова прави измерване на дистализирането, което е съпоставимо с увеличаването на дължина на ЗД (L) в настоящето изследване, тъй като и тук отчитаме дължината спрямо позицията на първи постоянен молар. Получената в настоящето изследване стойност от **4.25 мм** е с 0.5 мм по-малка от получената от Проф. Г. Йорданова **4.46 мм**, което означава че получените от нас данните имат потвърдителен характер.

При лечение с апарат Pendulum, данните измерени в деня на свалянето на апарата показват увеличение на периметъра средно с 11.3 мм, а в края на лечението разликата между началния и крайния периметър е средно само 4.47 мм, което най-често е равно на зъбния дискрепанс. Това означава, че е получено повече място, отколкото е необходимо

за подреждането на зъбите и има загуба на място в хода на лечението. Наличието на повече от необходимото място в ЗД е гарант за възможността да се придвижват останалите зъби без риск. Средно 6.83 мм е промяната в ПЗД между втора фаза и финала на лечението. Част от тази промяна е следствие ретракцията на фронталния сегмент, при пациенти с изразена протрузия.

При провеждане на сравнителен анализ на промените на периметъра на ЗД при използването на Pendulum се вижда, че средната стойност на PA1 – PA3 е отрицателна. Това е очаквано, тъй като в началото на лечението в повечето случаи периметъра на ЗД не достига за подреждането на всички зъби, което е довело до ротирането или протрудването им.

Проведеният корелационен анализ между показателите L1, L2, L3, I1, I2, I3, MM1, MM2, MM3, PP1, PP2 и PP3 в групата с апарат Pendulum показва, че всички статистически достоверни корелации са правопрпорционални. Това за пореден път доказва взаимосвързаността между параметрите в ЗД. Според корелационния анализ L1 корелира изразено с I1 и MM1. Това е показателно за връзката между ширина и дължина на ЗД, и демонстрира посоката на ремоделиране на нейната форма съотнесено с размера ѝ.

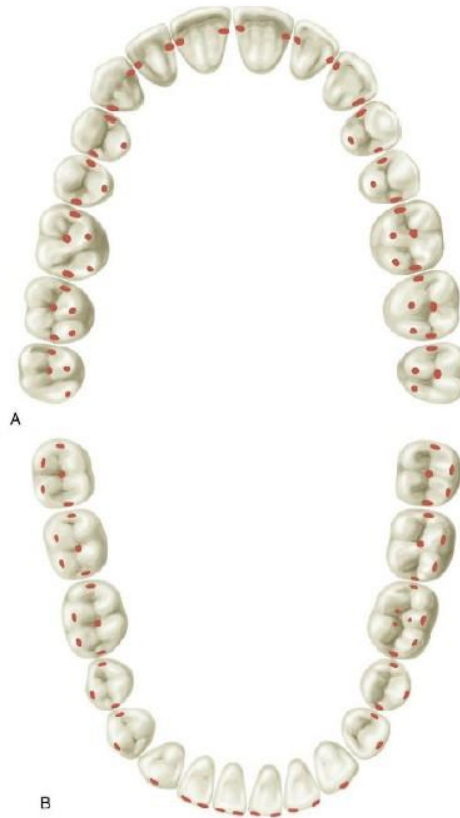
Допълнително проведенният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между PA2-PA1 и L2-L1 съществува сигнификантна ( $p < 0.001$ ) линейна зависимост, по която е изведено уравнение, където коефициентът на корелация е много висок и увеличава среднестатистически с около 0.9 периметъра. Изведеното линейно уравнение прави възможно да се предвиди увеличението в ПЗД, спрямо увеличението на дължината на ЗД. В случаите, когато с апарат Pendulum се действа симетрично в лявата и дясната страна на ЗД, увеличението на дължината на ЗД е съпоставимо с размера на дистализиране на първите молари.

## **VI.2. Обсъждане на резултатите по задача 2**

### **VI.2.1. Обсъждане на промяната на периметъра на зъбната дъга при провеждане на лечение с екстракция на два премолара**

В групата на пациенти лекувани с екстракции, сборът на медио-дисталните размери на дванадесетте зъба в ЗД е 98.7 мм. Сборът на медиодисталните размери на първите премолари, които в последствие ще бъдат извадени е 13.91 мм. Процентно това е 14.1% от сбора от медиодисталните размери на зъбите MD6-6. Намалявайки броя на зъбите в ЗД се намалява и дъвкателната площ, от което следва и намаляване на дъвкателната ефективност. Сравнението може да бъде направено единствено с хипотетичната възможност, същите тези пациенти да са излекувани без екстракция на зъби, а зъбите да са подредени в ЗД и да са доведени до нормални оклузални отношения. Много често при ЗЧД наличието на всички зъби в ЗД не означава, че те се използват ефективно.

Дъвкателната функция е по-добра при добре подредени ЗД и нормални оклузални съотношение, дори и с намален брой премолари, в сравнение с пациент преди провеждане на ортодонтско лечение.<sup>106, 114, 115, 149, 218, 300</sup> Има изследвания, че дъвкателната функция е по-ефективна при пациенти с терапевтичен клас I оклузия в сравнение с пациенти с малоклузия.<sup>195</sup> Hellman<sup>209, 225</sup> съобщава за 138 контактни оклузални точки между зъбите в двете ЗД, при нормална оклузия. Върху оклузалната повърхност на премоларите в ГЧ и ДЧ има 12 оклузални контакта по 3 броя на премолар. За сравнение върху моларите се падат както следва върху зъб 17 – 5 контакта, върху зъб 16 -5 контакта, върху зъб 36- 5 контакта и върху зъб 37- 5 контакта. При пациентите с малоклузия, броя на оклузалните контакти върху тези зъби е значително по-малък или липсват. След постигане на терапевтичен I клас оклузия, броя на оклузалните контакти е увеличен спрямо началната ситуация, което довежда до по-ефективна дъвкателна функция с по-малък брой зъби в края на лечението, отколкото с по-голям брой зъби в началото на лечението – Фигура 45.



Фигура 45. Идеализирана схема за всички контакти. (А) Максиларна дъга. (В) Мандибуларна дъга.<sup>225</sup>

Причината е, че добрата оклузия е залог за по-симетрични и ефективни дъвкателни движения.<sup>251, 295, 311</sup> Пациентите с правилна оклузия са и с по-добро храносмилане, тъй като храната е обработена до по-малки частици<sup>103</sup>, което улеснява по-нататъшната и обработка в храносмилателната система. Редица проучвания показват, че ортодонтското лечение довежда до по-симетрични дъвкателни движения и съответно по-ефективна функция.

При лечение с екстракции ПЗД намалява средно с 9.66 мм. Това е стойност с 4.25 мм по-малка от получената при екстракцията на двата премолара. Мястото използвано за подредбата на зъбите - средно 9.66 мм се приближава по стойност с това получено при лечение провеждане с апарат Pendulum, което е средно 11.3 мм. Това ни води до извода, че лечението с апарат Pendulum е адекватна алтернатива на екстракционното лечение, когато няма противопоказания за провеждането му и е основание да се направи по-задълбочен анализ върху показателите, получени при лечение с двата метода.

В края на лечението проведени с Pendulum, е отчетена загуба на постигнатото в първа фаза място средно с 6.83 мм, докато при лечение с екстракции загубата е средно 4.25 мм. При лечението с Pendulum активно действат трансденталните фибри, които подпомагат

естествените движения дистално на премоларите, но и медиализират вече дистално преместените молари. При леченията с екстракции са прекъснати трансденталните фибри между съседните зъби от тази зона и основно се разчита на механичните сили.

Проведен е корелационен анализ между показателите L1, L3, I1, I3, MM1, MM3, PP1 и PP3, в групата с екстракции, който показва, че всички статистически достоверни корелации са само правопрпорционални.

Според резултатите от корелационния анализ между показателите MM3-MM1, PP3-PP1, L3-L1, PA1-PA3 и aP3-aP1, в групата с екстракции L3-L1 корелира изразено и правопрпорционално с PA1-PA3 и aP3-aP1. Това означава, че намаляването на дължината на ЗД, видно от промяната в параметъра L3-L1 е правопрпорционално обвързан с намаляването на ПЗД, както на цялата дъга, така и на фронталния участък.

Извършените регресионни анализи (Curve estimation) между PA1-PA3 и MM1-MM3 и PA1-PA3 и L3-L1 дадоха основание за извеждане на уравнения за линейна зависимост.

Тези линейни уравнения дават на клинициста възможност да предвиди как ще се трансформира ПЗД, в зависимост от промените, които са възможни в ширината и дължината на ЗД при екстрахиране на първите премолари в горната зъбна дъга.

## **VI.2.2. Обсъждане на сравнителния анализ на корелационни зависимости между периметъра и другите характеристики на зъбната дъга между лечението с увеличаване и намаляване на ПЗД**

Корелационният анализ между медиодисталните размерите на зъбите, формиращи дадената зъбна дъга и стойностите на ПЗД в различните лечебни етапи при изследваните групи пациенти показва:

В групата с апарат AP сборът на медиодисталните размери на зъбите в ЗД корелира правопрпорционално с ПЗД в началото на лечението, а съответно след сваляне на апарата зависимостта е силна и еднопосочна, което означава, че недостигът на място в ЗД в началото корелира с полученото място в ЗД, след проведената с апарата лечебна фаза.

- В групата с апарат RME, сборът на медиодисталните размери на зъбите в ЗД корелира правопрпорционално и умерено с ПЗД в началото на лечението;

- В групата с апарат Pendulum, сборът на медиодисталните размери на зъбите в ЗД увеличава зависимостта си с ПЗД с хода на лечението (корелира правопрпорционално и изразено с PA1, еднопосочно и умерено с PA2, а силно и еднопосочно с PA3), което е доказателство, че проблемът с недостигът на място в ЗД преди началото на лечението е еднозначно решен в края на лечението;

- В групата с екстракции, сборът на медиодисталните размери на зъбите в ЗД корелира правопрпорционално и изразено с PA1 и се увеличава с приключване на лечението (силно и еднопосочно с PA3), което още веднъж доказва, че проблемът с недостигът на място в ЗД преди началото на лечението е еднозначно решен в края на лечението.

Преди старта на лечение е проведен корелационен анализ между параметрите на ЗД – периметър, дължина и ширина, който има за цел да провери наличните връзки между тези параметри и как е променена формата на дъгата от деформацията. Резултатите от проведения анализ между показателите PA1, L1 и MM1 в изследваните групи показва, че:

- В група 1 (пациенти лекувани с апарат AP), нуждаещи от лечение с протрудиране на горни резци ПЗД корелира правопрпорционално и изразено по сила с L1 и MM1, което означава, че има силна правопрпорционална зависимост между изследваните параметри, дъгата е достатъчно широка, но къса;

- В група 2 пациенти нуждаещи се от трансверзално разширение (лекувани с апарат RME), ПЗД корелира с L1 правопрпорционално и силно, от което стигаме до извода, че пациентите с намалена ширина на ЗД, които се нуждаят от лечение, при което да се увеличи трансверзалния размер на ЗД, компенсаторно са с увеличена дължина на ЗД;

- В група 3 пациенти с медиализирани горни странични зъби и имащи нужда от дистализиране на горни молари (лекувани с апарат Pendulum), ПЗД корелира правопрпорционално и силно с L1, а изразено по сила и еднопосочно с ММ1. И в тази група има силна взаимовръзка между изследваните променливи: дъгата е къса, което я прави и псевдо тясна;

- В групата с екстракции, ПЗД корелира правопрпорционално и изразено по сила с L1, а умерено и еднопосочно с ММ1. Недостигът в ПЗД се решава за сметка на екстракции, което в най-голяма степен се отразява на дължината L на ЗД. И тук присъства значима зависимост между изследваните параметри.

Във втора лечебна фаза се изследва зависимостта между параметрите РА2, L2 и ММ2 в разглежданите групи. Резултатите от корелационния анализ показват, че:

- В групата с апарат AP, ПЗД корелира правопрпорционално и много силно с L2, а умерено по сила и еднопосочно с ММ2. В тази фаза най-силно е повлияна (увеличена) дължината на ЗД, което директно се отразява на ПЗД;

- В групите с апарат RME и Pendulum, ПЗД корелира само с L2 силно: при RME обратнопрпорционално (L се скъсява), а при Pendulum правопрпорционално (L се увеличава);

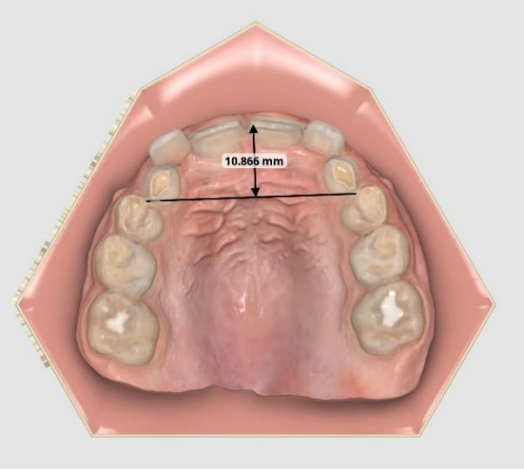
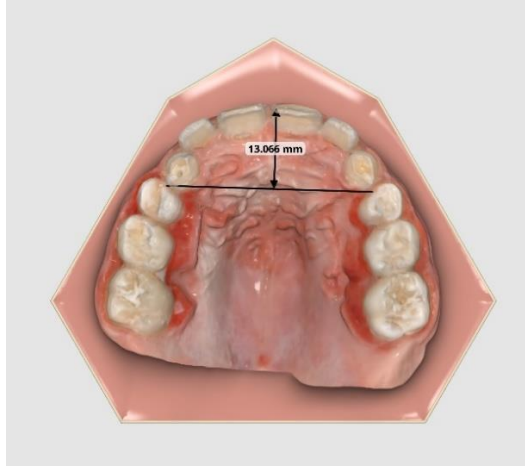
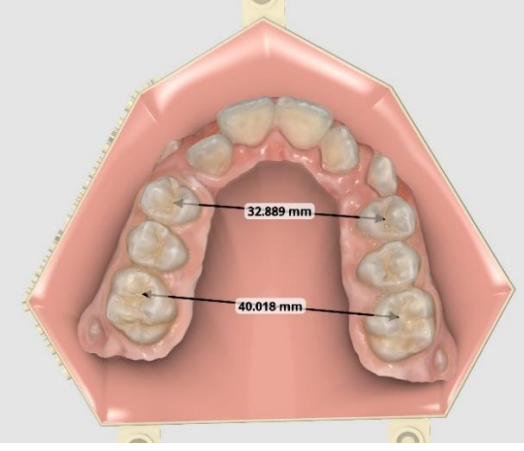
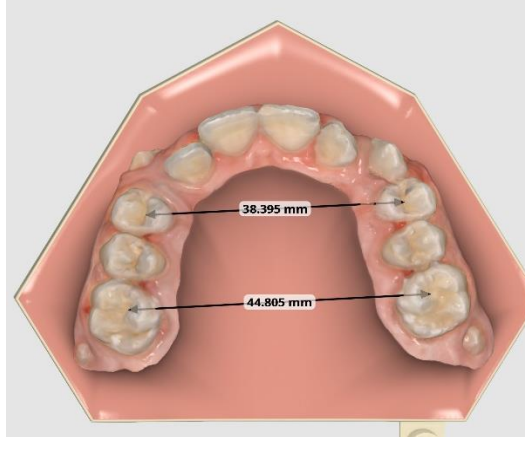
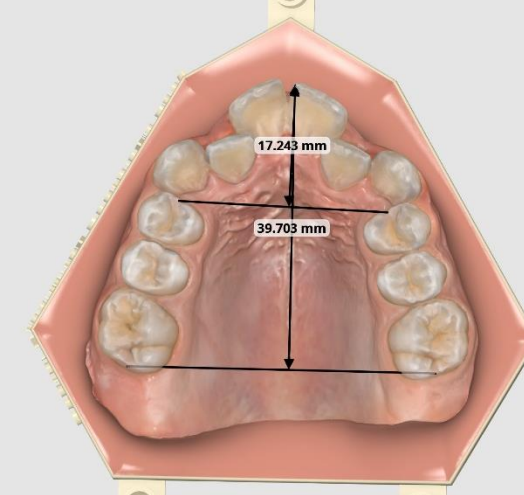
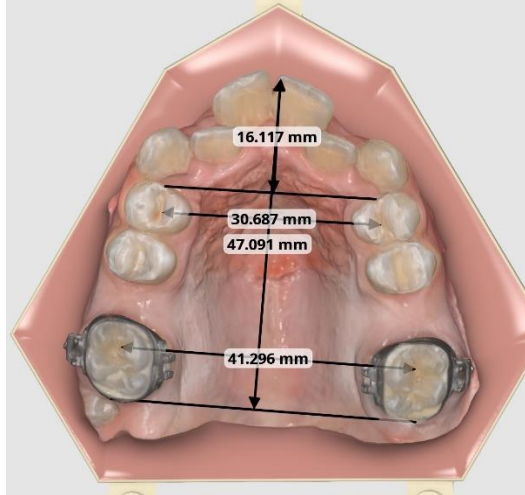
- В групата с екстракции реално няма междинна фаза и затова тази група пациенти не участва в сравнението.

В трета лечебна фаза корелационен анализ между показателите РА3, L3 и ММ3, в изследваните групи показва, че:

- В групата с апарат Pendulum, РА3 корелира много силно с L3, но обратнопрпорционално (L се скъсява), а умерено по сила и еднопосочно с ММ3 (защото моларите отново се медиализират);


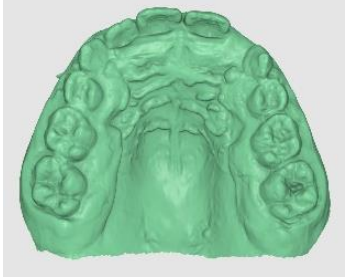
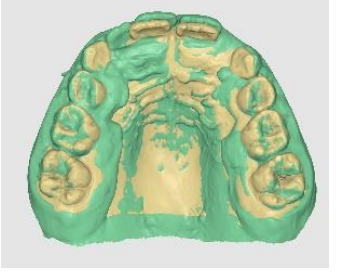
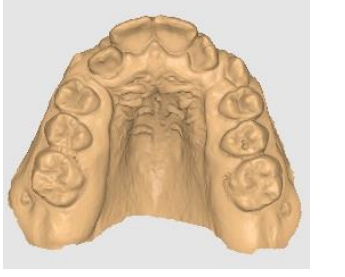
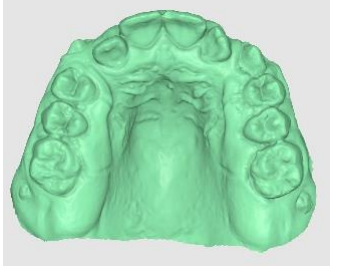
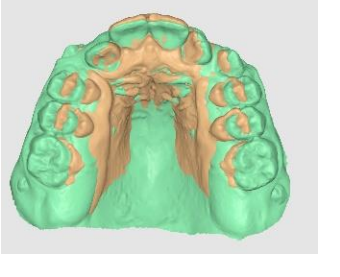
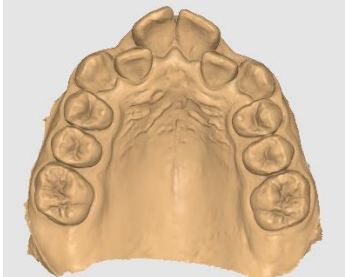
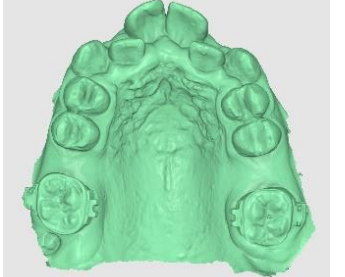
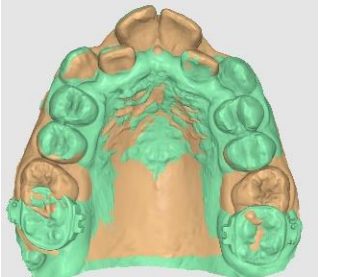
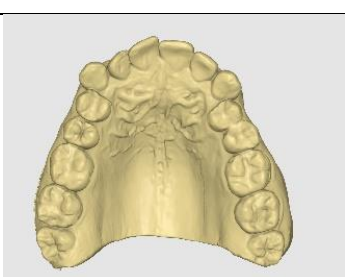
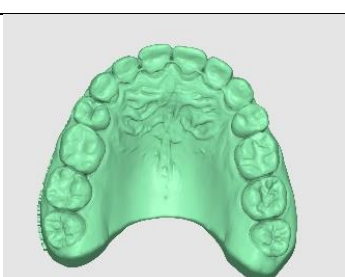
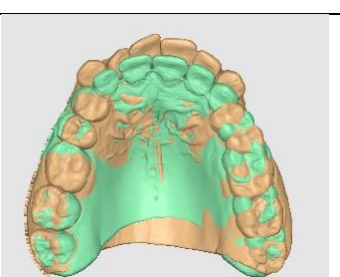
- В групата лекувана с екстракции, РА3 корелира правопрпорционално и силно с L3 и ПЗД и L3, се скъсяват, а изразено по сила и еднопосочно с ММ3.

Следователно независимо от това в коя фаза се направи корелационния анализ между изследваните параметри, се установява значима връзка между ПЗД, дължината и ширината на ЗД.

|          | Преди лечение   | След приключване на I фаза   |
|----------|---|--|
| AP       |    |    |
| RME      |   |   |
| Pendulum |  |  |

Фигура 46. Измерване на дигитални модели в групите пациенти с междинен етап.

На Фигура 46 са показани дигитални модели преди лечение и след края на I лечебна фаза, за да се проследи и онагледи промяната във формата и в параметрите на ЗД.

|            | Преди лечение   | След приключване   | Комбиниран изглед   |
|------------|---|--|---|
| AP         |    |    |    |
| RME        |    |    |    |
| Pendulum   |   |   |   |
| Екстракции |  |  |  |

Фигура 47. Дигитални модели преди в след лечение/ след проведена фаза на лечение и комбиниран образ, за да се проследят и оналедят промените в 3Д, настъпващи във всяка от изследваните групи.

Всички деформации дават отражение върху параметрите и формата на 3Д Фигура 47, като клинично характерните форми ни ориентират за вида на деформацията. Всяко лечение коригира параметри и характеристики, като пре моделира формата на 3Д. Някои характеристики на 3Д са устойчиви и слабо повлияващи се (непроменливи) – такъв параметър е интерканиновото разстояние.

### **VI.3. Обсъждане на резултати по задача 3**

**Да установи промяната в ПЗД във фронталния сегмент във всяка от изследваните групи: пациенти лекувани с апарат за протрудиране, пациенти лекувани с бърза максиларна експанзия, пациенти лекувани с Pendulum, пациенти лекувани с екстракция на два премолара**

При лечение с апарат за протрудиране промените засягат фронталния сегмент. ПЗД във фронталния участък се увеличава от 42.16 мм до 45.42 мм, средно с 3.26 мм, докато ширината на предния участък на ЗД не се променя. Липсата на промяна в ширината на зъбната дъга се дължи на конструкцията на апарата. Предната дължина на ЗД се увеличава от 11.23 мм до 13.75 мм средно с 2.52 мм, което е цел при този тип лечения.

От данните получени при пациентите лекувани с апарат за протрудиране сборът на медио-дисталните размери на зъбите във фронталния участък – от канин до канин включително са със средна стойност 45.44 мм. Периметърът на ЗД във фронталния участък е с по-ниска средна стойност 42.16 мм. По-високата стойност се дължи на факта, че леченията се провеждат в ранно смесено съзъбие. Трябва да се обърне внимание на факта, че кучешките зъби са все още временни и с по-малък медио-дистален размер. В част от случаите латералните резци са временни, като има и пациенти с непробили постоянни латерални резци. На това се дължи тази по-малката средна стойност, отчетена за ПЗД в тази група. Очаквано предната дължина на ЗД, при пациентите лекувани с апарат за протрудиране се увеличава средно с 2.52 мм. Това е резултат, както от промяна на наклона на резците, така и на корпусното им преместване. Периметъра на ЗД на фронталния участък, в тази група се увеличава от 42.16 мм до 45.42 мм с 3.26 мм.

В групата, лекувана с апарат Pendulum сборът от медиодисталните размери на зъбите във фронталния сегмент е 44.56 мм. Периметърът на ЗД във фронталния участък aP1 се променя от 44.78 мм достига aP2 44.4 мм, след сваляне на апарата. В края на лечението е отчетен aP3 48.37 мм. Средната стойност на дължината на фронталния сегмент, в тази група намалява от 14.48 мм преди поставяне на апарат Pendulum до 14.01 мм след свалянето му. Това намаление се дължи на медиализиране на премолар от опорната зона в размер средно 0.47 мм, което говори за добър контрол в опорната зона по време на дистализиране на моларите. В края на лечението периметъра на фронталния сегмент е със средна стойност 15.23 мм, т.е. увеличен с 0.75 мм спрямо началния и с 1.22 мм спрямо

междинната фаза. Това се дължи на нивелирането на зъбите във фронталния сегмент по време на втория етап от лечението с фиксирана техника.

Средната стойност на ширината на ЗД ( $w$ ) във фронталния сегмент отново прогресивно нараства в хода на лечението, като варира от 31.75 мм преди поставянето на апарат Pendulum, до 34.25 мм след свалянето на апарат Pendulum и в края на лечението достига стойност 37.5 мм.

В групата лекувана с RME, средната стойност на сбора от медиодисталните размери на зъбите във фронталния участък е 46.29 мм. Средните стойности на периметъра на ЗД във фронталния сегмент aP1 преди провеждане на лечението е 44.04 мм, след сваляне на апарат RME aP2 е 46.33 мм. Отчетена е промяна в ПЗД от 2.29 мм.

Дължината на предния сегмент – 1, преди лечението с RME е средно 14.29 мм, а след сваляне се скъсява до 13.75 мм, поради промяна във формата на дъгата.

Ширината на ЗД –  $w$ , се увеличава като средна стойност в следния порядък: от 27.85 мм средна стойност преди поставянето на апарата до средна стойност 31.15 мм след свалянето на апарата. Следователно средно увеличението в ширината на ЗД е 3.3 мм. Естествено в хода на следващия лечебен етап при тези пациенти се очаква нова промяна.

В групата лекувана с екстракции на два премолара сборът на медиодисталните размери на зъбите във фронталния участък е 49.51 мм. Периметъра на ЗД във фронталния участък е 44.9 мм преди лечението и 48.92 мм след лечението, от нивелиране на резците. Предната дължина на ЗД се променя като средна стойност от 14.54 мм преди лечението до 15.33 мм след лечението. Ширината на ЗД се променя средно от 32.83 мм преди лечението до 36.51 мм след лечението.

От изнесените до тук резултати е видно, че при пациентите чието лечение е свързано с решаване на струпването във фронталния сегмент (разширение, дистализиране или екстракции), най- голямо струпване (разлика между  $md$  3-3 и фронталния периметър aP1) е отчетено при групата пациенти лекувани с екстракции Таблица 46.

| Групи лечения    | md 3-3 | aP1   | md 3-3 - aP1 |
|------------------|--------|-------|--------------|
| Група RME        | 46.29  | 44.04 | -2.25        |
| Група Pendulum   | 44.54  | 44.78 | -0.24        |
| Група екстракции | 49.51  | 44.90 | -4.61        |

Таблица 46. Средни стойности на параметрите изследващи фронталния участък на ЗД преди лечение, измерени в милиметри.

Аналогично и тук се разглежда зависимостта между md 3-3 и периметъра на цялата дъга във всяка една фаза. Анализът на корелациите между показателите md 3-3 и PA1, PA2 и PA3, в изследваните групи пациенти показват, че:

- В групата с апарат AP, md 3-3 корелира правопрпорционално и изразено с PA1 и PA2 (няма фаза 3);
- В групата с апарат RME, md 3-3 не е открита силна корелация с никой от разглежданите показатели;
- В групата с апарат Pendulum, md 3-3 корелира еднопосочно и изразено с PA1, правопрпорционално и умерено с PA2, а силно и еднопосочно с PA3 (двете величини md 3-3 и PA2 се доближават по стойност, а в трета фаза се изравняват);
- В групата с екстракции md 3-3 корелира правопрпорционално и умерено с PA1, а силно и еднопосочно с PA3 (двете величини md 3-3 и PA3 (няма фаза 2) се доближават по стойност, а в трета фаза се изравняват).

Наличието на тези корелационни връзки доказва свързаността между параметрите – сбор на медиодисталните размери на зъбите във фронталния участък (от кучешки до кучешки) и ПЗД във всяка от фазите на лечение.

Във всяка от фазите е проведен допълнителен корелационен анализ между параметрите – ПЗД, ширина и дължина на ЗД.

Преди началото на лечението проведения корелационен анализ между показателите PA1, PP1 и I1, в изследваните групи показва, че:

- В групата с апарат за протрудиране - AP, PA1 не корелира силно с PP1 и I1;
- В групата лекувана с апарат RME, PA1 корелира с I1 правопрпорционално и изразено по сила;
- В групата лекувана с апарат Pendulum, PA1 корелира правопрпорционално и умерено с PP1, а изразено и еднопосочно с I1;
- В групата лекувана с екстракции, PA1 корелира правопрпорционално и изразено с PP1, а умерено и еднопосочно с I1.

Този анализ дава по-пълна представа за силата на връзките между параметрите във всяка изследвана група преди стартиране на лечението.

Във втора фаза на лечението (след сваляне на апарата) проведения корелационен анализ между показателите PA2, PP2 и I2, в изследваните групи установява, че:

- В групата с апарат AP, PA2 не корелира с PP2, която е константа равна на нула (апарата не променя дисталния сегмент), но корелира умерено и правопрпорционално с I2.

- В групата с апарат RME и Pendulum, PA2 корелира само с I2 изразено по сила: при RME - правопрпорционално, при Pendulum – обратнопрпорционално.

В групата с екстракции PA2, PP2 и I2 нямат стойности.

Корелационният анализ между същите показатели (PA3 и PP3, I3) във финалната част от лечението при четирите групи показва, че:

- В групите с апарат AP и RME трите разглеждани в анализа показатели нямат стойности;

- В групите с апарат Pendulum и екстракции, PA3 корелира правопрпорционално и изразено с PP3, а еднопосочно и силно с I3.

След приключване на лечението с фиксирана техника е проведен корелационен анализ между показателите aP3, PP3 и I3. Анализът има за цел да сравни резултатите в групата лекувана с екстракции на два премолара и в групата лекувана с **Pendulum**. Резултатите показват, че:

- В групата с апарат Pendulum, aP3 корелира правопрпорционално и силно с PP3, а еднопосочно и умерено с I3;

- В групата лекувана с екстракции, aP3 корелира с PP3 правопрпорционално и умерено. Горните взаимовръзки показват, че при група 4 са постигнати близки стойности (умерена връзка).

С последните шест корелационни анализа се доказва наличието на корелационна зависимост между изследваните параметри в ЗД – периметър ширина и дължина, както за цялата ЗД, така и във фронталния участък във всеки момент.

При прилагане на регресионен анализ са доказани наличните взаимовръзки между динамиката на промяната в изследваните параметри.

При прилагане на линеен регресионен анализ за групата лекувана с **апарат за протрудиране** се установи, че aP2-aP1 корелира статистически достоверно с три от показателите - L2-L1, I2-I1 и PA2-AP1. Очаквано периметърът на фронталния сегмент се

променя свързано с промяната на периметъра на цялата дъга, но най-изразено с промяната на дължината на фронталния сегмент, което е основният ефект от действието на апарата за протрудиране. Допълнителната детайлна обработка на данните извежда стойности, които позволяват да формулира линейно регресионно уравнение за този показател. Изведените линейни уравнения дават възможност за предвидимост на лечебния резултат, при използване на апарат за протрудиране.

Прави впечатление, че уравненията са с приблизително близки коефициенти (0.330 и 0.366). Това се обуславя от действието на апарата. Протрудирането на зъби във фронталния сегмент води основно до промяна на предната дължина на ЗД – 1. Предната дължина на ЗД е част от дължината на цялата ЗД.

За пациентите, лекувани с **RME** е проведен същият тип анализ. Доказано е, че  $aP2-aP1$  корелира сигнификантно с  $PP2-PP1$  и  $MM2-MM1$ , което се потвърждава от линейен регресионен модел, който определя среднестатистическата промяна на зависимите променливи спрямо  $MM2-MM1$ . Изведеното регресионно уравнение е статистически и клинично значимо. На базата на данните от фронталния сегмент за  $aP2-aP1$  е изведено статистически значимо регресионно уравнение, според което увеличението на ширината  $MM2-MM1$  с 1 мм води до среднестатистическо увеличение на фронталния периметър  $aP2-aP1$  с около 0.7 мм. Тази зависимост е с клинично значение за ортодонтската практика.

Потърсени са подобни корелационни зависимости и при леченията, проведени с **апарат Pendulum**, където се установи, че  $I2-I1$  корелира статистически значимо и силно с  $aP2-aP1$ . Описаният линейен регресионен модел оцени правопрпорционалната зависимост в промяната на фронталния периметър вследствие промяната на предната дължина на зъбната дъга от движенията на зъбите в опорната зона. Клиничното значение на този резултат е, че коефициентът 1.082 пред независимата променлива ( $I2-I1$ ) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива  $aP2-aP1$  се увеличава среднестатистически с около 1.1 мм, който позволява прецизно планиране.

Според резултатите от корелационния анализ между показателите  $MM3-MM$ ,  $PP3-PP$ ,  $L3-L1$ ,  $PA1-PA3$  и  $aP3-aP1$  в **групата с екстракции**, промяната в изследваните параметър е следствие от придвижването на моларите от по-заден към по-медиален участък от ЗД. Прилага се нивелиране и/или ретрахиране на фронталния сегмент. Промяната в премоларната зона корелира с промяната в целия и фронталния периметър еднопо-

сочно и умерено. Промяната в ширината на ЗД е в корелационна взаимовръзка с намалението на ПЗД, както на цяла ЗД, така и във фронталния сегмент. Дължината на ЗД търпи най-сигнификантни промени и е с изразена правопрпорционална зависимост с ПЗД на цялата ЗД и във фронталния сегмент.

## VI. 4. Обсъждане на резултати по задача 4

### Има ли клинично значима разлика при измерване на различни биометрични данни върху дигитални модели с различен софтуер

Дигитализацията е все по-широко застъпена в денталната практика.<sup>166, 333</sup> В световен мащаб това се случва след изобретяване на интраоралните скенери ИОС. Основната характеристика, на която ИОС трябва да отговаря е точността.<sup>22, 111, 131, 201, 308, 336</sup> В метриката и инженерството точността се определя като „близост на съответствие между измерена величинна стойност и истинската количествена стойност на измервана величина“. Точността е сбор от реалност и прецизност на образа<sup>4, 77</sup>. Реален или истински дигитален образ означава измерването да съвпада точно с вече измерено (известно) количество, докато прецизността показва възможността това измерване да бъде последователно повторено. Следователно, за да бъде един скенер точен, той трябва да дава постоянни резултати дори, ако се използва за различни измервания на един и същи обект. Така скенерът открива всички детайли на отпечатъка и генерира виртуален 3D модел, който е максимално близък до първообраза.

Реален или истински образ е „близост между очакването за резултат и истинска стойност“.<sup>4, 22, 77, 111, 131</sup> Прецизността се определя като „близост на съответствието между измерените количествени стойности, получени чрез повторни измервания на едни и същите обекти при определени условия“.<sup>4, 22, 77, 111, 131</sup> В идеалния случай, ИОС трябва да има висока точност (трябва образът да е възможно най-близо до реалността). Следователно изображението получено с ИОС трябва да бъде възможно най-вярно, тоест да е възможно да се открият всякакви детайли на дигиталния отпечатък. Единственото средство за изчисляване на истинността на ИОС, е да се препокрият неговите сканирания с референтно сканиране, получено с мощен индустриален скенер или машина (индустриален оптичен скенер, шарнирно рамо, координатна измервателна машина).<sup>4, 22, 77, 111, 131</sup> След припокриването на тези изображения/модели, мощен софтуер генерира колориметрични карти, на които се отчита разстоянията/разликите между повърхностите на ИОС и референтния модел на микрометрично ниво<sup>131</sup>. Точността може да се изчисли по лесно, чрез припокриване на различни сканирания/модели, направени с един и същ ИОС в различно време и отново да се оценят разстоянията/разликите на микрометрично ниво. Технически може да има ИОС, с висока вярност/реалност, но ниска прецизност, или обратното. И в двата случая, оптичните отпечатъци биха били незадоволителни. Това би

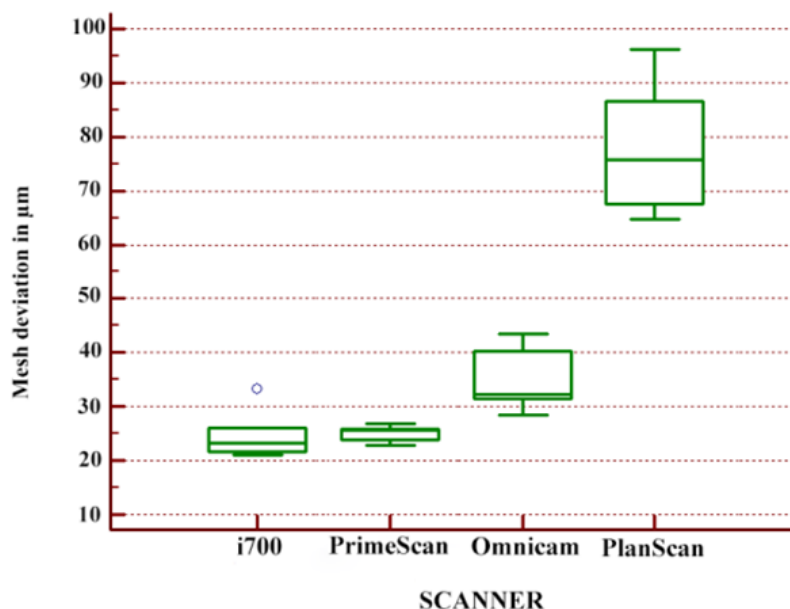
повлияло негативно на целия процес на протезиране, където намаляването на маргиналната празнина е основна задача. Верността и прецизността зависят главно от софтуер за обработка, който изпълнява най-трудната задача: „изграждане“ на 3D виртуалните модели<sup>4, 22, 77, 111, 131, 308, 336</sup> На база тези твърдения, в настоящето изследване се проведе сравнително проучване, за установяване на точността между два ИОС.

Американската Ортодонтска Асоциация приема разлика по-малка от 0.5 мм за незначителна при вземането на клинично решение.<sup>183</sup>

Направените 259 измервания с двата скенера дават статистически значима разлика. При измерванията направени с панела Planmeca Ortho studio, върху дигитални модели, получени със скенер Emerald на Planmeca, резултатите са с по-високи средни стойности средно с 0.1, спрямо тези направени с Ortho studio и Medit Design app 2.1.4, Measurement Mode, върху дигитални модели получени със скенер Medit i700.

Размерът на средното отклонение от 0.1 от математическа гледна точка има своята статистическа значимост, но от клинична това е абсолютно пренебрежима стойност, без реално клинично значение.

Jivănescu<sup>140</sup> сравнява точността на четири ИОС, два от които същите като в текущото изследване. Според получените резултати, Medit i700 е с най-добри характеристики от изследваните камери – Фигура 48. Отчетените разлики не са със значение за клиничната практика.

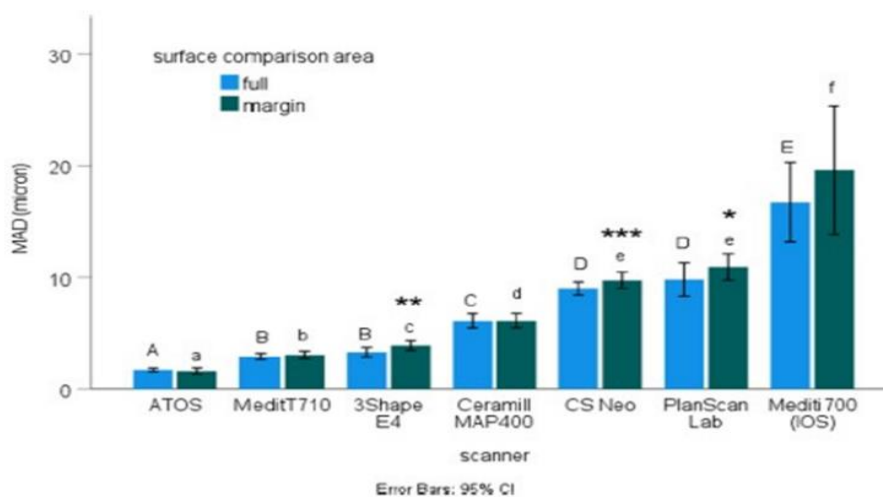


Фигура 48. Бокс-плот схема показваща точността на 3D моделите, направени с различни интраорални скенери.<sup>140</sup>

Проучване сравняващо Medit i700 и TRIOS4, провеждано от Marta Revilla-León и колектив показва също, че с интраорален скенер Medit i700, се получава по-точен образ.<sup>268</sup>

През 2023, Daniel Borbola<sup>53</sup> и колектив сравняват точността при скенерите: ATOS industrial, 3ShapeE4, MeditT710, CeramillMap400, CSNeo, PlanScanLab, и Mediti700. За целта по три пъти са сканирани четири модела, на които има съответно 7, 8, 9, 12 зъба, препарирани за протезиране. Сканира се цялата 3Д, като измервания за прецизността и точността се правят с наслагване на образите с помощта на специален софтуер.

Borbola<sup>53</sup> стига до извода, че за заснемане на цяла 3Д, най-точно и достоверно се справя скенерът Medit i700. Графично това е представено с таблица от резултатите на проучването Фигура 49. Друго заключение от проучването му е, че скенерите, 3Shape E4 и MeditT710 успешно могат да заменят индустриалните скенери.



Фигура 49. Точността на скенерите спрямо средното абсолютно разстояние (MAD)<sup>53</sup>

Сините колони показват MAD, измерен на клиничните корони препарирани за протезиране (обозначени с главна буква); зелените колони показват измерването на точността на маргиналия ръб на препарираните зъби (обозначено с малка буква). \* индикатор на значителна разлика между двете области. \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$  \*\*\* $p < 0,001$ . Данните са средни и стойности на 95% доверителен интервал в микрометри.<sup>53</sup>

Развитието на ИОС и инкорпорирането му в ежедневната практика е пряко свързано с разработването на софтуер за денталната сфера. Голям брой софтуерни продукти се използват в ортодонтията за диагностика, планиране и производство на ортодонтични апарати. Все по-често се използват в практиката дигитално проектирани и принтирани

ортодонтски апарати.<sup>330</sup> 3D моделите и водачи намират широко приложение и в хирургията и имплантологията. Неоспоримо е навлизането на новите технологии в сферата на протетиката и консервативното лечение. В Пародонтологията за момента 3D моделите се използват основно за визуализиране на костните дефекти и по-добро планиране на терапията.<sup>91, 237</sup> Тепърва навлизат и се развиват инструменти, които да са в помощ на пародонтолозите.<sup>80</sup>

Няколко проучвания показват, че дигиталните отпечатъци са с по-кратка продължителност. Това позволява намаляване на работното време (и следователно разходите), сравнени с конвенционалните отпечатъци.<sup>61,111, 116, 142, 143, 144, 169, 177, 247, 277, 283</sup> Технологичният напредък в ИОС и най-новите устройства, представени на пазара, позволяват сканиране на 3Д за по-малко от 3 минути. Конвенционалните отпечатъци отнемат между 3 и 5 минути. Разликата във времето за отпечатъка не е голяма. Разликата и времевата ефективност идва от всички стъпки, които следват след взимането на конвенционалния отпечатък до получаването и съхранението на гипсовия модел.<sup>111, 116, 177</sup> При сканиране за дигитален отпечатък се елиминират извън клиничните етапи и възникване на технологична и човешка грешка, които могат да възникнат при изпращане до лаборатория, отливането от гипс и съхранение на физическите гипсови модели.<sup>4, 22, 144, 169, 336</sup>

Възможността за директно заснемане на 3Д на пациента и генериране на 3Д модели, без използване на конвенционални отпечатъци, е едно от предимствата на дигиталните отпечатъци.<sup>4, 77,131, 308</sup> Всъщност конвенционалните отпечатъци могат да причинят моментен дискомфорт на пациента поради неудобства и трудности, произтичащи от материалите за отпечатване.<sup>4, 77, 131, 207, 274, 308</sup> Някои пациенти (напр. пациенти със силен рефлекс на повръщане или деца) изглежда не понасят конвенционалните отпечатъци.<sup>78, 116, 141, 200, 201, 207, 277, 283, 322, 336</sup>

За такива пациенти, заместването на конвенционалните отпечатъчни материали със светлина са предимство.<sup>78, 207, 274</sup> Оптичният отпечатък значително намалява дискомфорта на пациента, в сравнение с традиционния конвенционален отпечатък.<sup>61, 116, 141, 277</sup> Премахва се необходимостта от лъжици за отпечатъци, които често са нежелани за пациента.<sup>207, 274</sup>

Дигиталните отпечатъци са мощен инструмент за комуникация с пациентите и за провеждане на директен маркетинг.<sup>153, 184</sup> По време на снемане на дигитални отпечатъци пациентите са въввлечени директно в процеса и се чувстват по-ангажирани в лечението си. Възможно да се установи по-ефективна комуникация с тях. Това емоционално учас-

тие може да оказва положително влияние върху цялостното лечение, например чрез подобряване на информираността на пациента и за мотивация за хигиена. Освен това пациентите се интересуват от технологии и превръщат посещенията в денталната практика в тема за разговор с познати и приятели, повишавайки вниманието им към денталните центрове оборудвани с тези модерни технологии. Косвено, ИОС се превръща в много мощна реклама и маркетинг инструмент. <sup>111, 131, 142, 143, 144, 174, 177, 178, 200, 213, 243, 247, 336</sup>

Според разгледаната литература, предимствата, които представя ИОС са представени в Таблица 47.

| <b>Предимства на ИОС</b>  | <b>Недостатъци на ИОС</b>  |
|---|--|
| По - малък дискомфорт на пациента <sup>4, 61, 78, 111, 116, 131, 141, 207, 274, 277, 283, 308, 322, 336</sup> | Трудност при заснемане на дълбоки маргинални препарации <sup>131, 153, 178, 184, 196, 200, 201, 336,</sup> |
| Подходящи при пациенти с рефлекс за гадене <sup>207, 274</sup>  | Висока начална инвестиция <sup>131, 201, 336</sup>   |
| Подходящи при малки деца <sup>201, 336</sup>  |  |
| Подходяща при пациенти с цепки на твърдото небце <sup>22, 174</sup>   |  |
| Времева ефективност <sup>61, 111, 116, 117, 142, 144, 177, 277, 283</sup>                                     |  |
| Опростяване на клиничните процедури <sup>111, 142, 143, 144, 174, 177, 178, 243, 336</sup>                    |  |
| Елиминиране на гипсовите отливки <sup>111, 131, 143, 174, 177, 178, 200, 243, 336</sup>                       |  |
| Подобряване на комуникацията със зъботехническата лаборатория <sup>111, 131, 336</sup>                        |  |
| Подобряване на комуникацията с пациента <sup>111, 131, 153, 174, 178, 184, 200, 336</sup>                     |  |

Таблица 47. Предимства и недостатъци на ИОС.

Yordanova et al. <sup>331</sup> изследва нагласата на самите пациенти към процеса на взимане на „дигитални отпечатъци“ посредством интраорален скенер. Пациентите я оценяват като много по - приятна, интересна, приемлива и предпочитана пред конвенционалните отпечатъци.

През последните няколко години производителите пуснаха много нови модели на пазара. Нарастването на предлагането трябва да доведе до намаляване на разходите за покупка.<sup>22, 131, 201, 308, 336</sup> Важен аспект е допълнителните разходи, свързани с надграждане на софтуера. Производителите имат различни политики в това отношение и е важно за клинициста да бъде напълно информиран за годишното управление разходи и такси, ако има такива, преди закупуване на ИОС.<sup>22, 131, 201, 336</sup> В случай на „затворени“ системи или с ИОС, които извеждат само собствени файлови формати, може да се изисква месечна или годишна такса за „отключване“ на файловете и да ги направи използвани от всеки CAD софтуер или всяка лаборатория. Добрата информираност относно тези допълнителни разходи е важна преди решение за дигитализация на практиката.

Проведените измервания с новите дигитални средства и софтуер доказаха взаимовръзката между отделните характеристики на ЗД. Прецизният анализ на данните позволи да се изведат точни корелационни коефициенти, описващи нивото на тези зависимости.

## VII. ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Постоянната зъбната дъга се формира и развива през продължителен период от време, преминаващ през ранната фаза на смесено съзъбие до окончателния пробив на последните молари. В този процес под въздействие на генетичните и външни фактори се променят всички нейни параметри и характеристики. Провеждане на ортодонтски лечения също се отразяват на нейната форма, размери и периметър. Следователно познаването на механизмите за повлияване на тези параметри ортодонтите използват, за да планират и проведат ортодонтското лечение, така че то най-пълно да отговаря на очакванията на пациента и медицинските стандарти. Изведените в изследването взаимовръзки между различните показатели на горната зъбна дъга потвърждават и допълват вече съществуващи познания за тях. Получени са и математически представени са всяка една зависимост, във форма лесна за прилагане в практиката. Основните свързаности на параметрите на ЗД се описват по следния начин:

- Съществува правопрпорционална зависимост между параметрите на ЗД – периметър на ЗД, форма на ЗД, дължина и ширина;
- Когато формата на ЗД, обусловена от нарушената функцията е променена - недоразвита или преразвита в някое от направленията, това пропорционално и компенсаторно се отразява в останалите параметри на ЗД;
- Увеличението на ширината на ЗД, води до компенсаторно намаляване на дължината на ЗД;
- Увеличението на дължината на ЗД, води до компенсаторно намаляване на ширината на ЗД.

Изследваните ефекти от леченията с различни ортодонтски апарати (апарат за протрудиране, апарат за бърза максиларна експанзия и апарат Pendulum), както и екстракционния подход са доказано ефективни за постигане на промени целющи промени в ЗД. При лечения със струпване във фронталния сегмент, каквито са леченията на пациенти от групи 2, 3 и 4, за предвиждане на необходимото място в ЗД са изведени линейни уравнения на база на отчетените резултати. В граничните случаи (екстракционен или безекстракционен), е важно в диагностичната фаза да има достатъчно достоверни методи за прогноза на мястото в зъбната дъга, което може да се получи при използване на различни лечебни техники и сигурни доказателства изискващи екстракция на премолари. Получените резултати могат да се използват в диагностиката от всеки ортодонт.

## **VII.1. Заключение по задача 1**

**Да се установи размера на промяна на горната зъбна дъга след протрудиране на фронтални зъби, бърза експанзия и дистализиране на горни молари, като първи етап на ортодонтско лечение**

1. При лечение с апарат за протрудиране, като първи етап на ортодонтското лечение, увеличението на ПЗД е основно от коригиране наклона и позицията на зъбите във фронталния сегмент, увеличава се предната дължина на ЗД. Средно увеличението на ПЗД в изследваната група е 4.46 мм. Изведените са линейни зависимости, които показват силната правопрпорционална връзка между периметъра и дължината на ЗД:

$$\mathbf{aP2-aP1 = 0.330 \times (L2-L1) + 2.360}$$

$$\mathbf{PA2-PA1 = 0.247 \times (L2-L1) + 3.967}$$

2. При използване на RME апарат, като първи етап на ортодонтското лечение, ПЗД се увеличава почти с толкова мм, колкото е разширението с апарата. Средно увеличението на периметъра в изследваната група е 3.99 мм. Изведени са следните зависимости, със статистически достоверна силата между тях:

$$\mathbf{PP2-PP1 = 0.719 \times (MM2-MM1) + 0.900}$$

$$\mathbf{PA2-PA1 = 0.932 \times (MM2-MM1) - 0.289}$$

3. При лечение с Pendulum, като първи етап на ортодонтското лечение, увеличението в ПЗД е средно 11.3 мм или средно 5.65 мм на страна, което е съпоставимо (близко) с медио-дисталния размер на един горен премолар. На база на получените резултати е изведено следното линейно уравнение, показващо връзката между периметъра и дължината на дъгата:

$$\mathbf{PA2-PA1 = 0.893 \times (L2-L1) + 7.504}$$

Изведените зависимости са приложими клинично в диагностиката и прогнозата за хода на едно ортодонтско лечение и изграждането на лечебни план с различни терапевтични опции. Теоретично изведените уравнения обогатяват знанията на ортодонтиката общност за възможностите при клинично приложение на конкретни съвременни ортодонтски апарати.

## **VII.2. Заключение по задача 2**

**Да се установят промените в периметъра на горната ЗД при случаите лекувани с екстракция на два премолара и да се направи сравнителен анализ между леченията с увеличаване и намаляване на ПЗД**

При провеждане на ортодонтско лечение с екстрахиране на два премолара, сборът от медиодисталните размери на двата екстрахирани премолара средно 13.91 мм. Това процентно представлява 15% от сборът на зъбите в ГЗД (от зъб 16 до зъб 26). За подреждането на зъбите в ЗД, в тази група пациенти са необходими само 9.66 мм. Следователно има загуба от 4.25 мм. Тези стойности са важни при оценка за стартиране на екстракционни ортодонтски лечения и обсъждане на възможните алтернативни методи. Естествено в тези обсъждания освен математичните зависимости се вземат под внимание също речежните процеси, индивидуалните особености на пациента, мекотъканните показатели и други фактори.

Изведени са корелационни анализи за взаимопромяната, която е наблюдавана между всички характеристики на зъбната дъга при четирите групи пациенти, лекувани с различни ортодонтски техники. Установено е, че ЗД има своя модел на съотношение и вариране в показателите описващия в трансверзална и сагитална посока. Тези показатели се променят хармонични под въздействие на етиологичните фактори, които действат при нейното формиране (преди ортодонтско въздействие) и в същия синхрон се променят при ортодонтски терапии. Следователно независимо от това, в коя фаза се направи корелационния анализ между изследваните параметри, се установява значима връзка между ПЗД, дължината и ширината на ЗД.

### VII.3. Заключение по задача 3

Да установи промяната в ПЗД във фронталния сегмент във всяка от изследваните групи: пациенти лекувани с апарат за протрудиране, пациенти лекувани с бърза максиларна експанзия, пациенти лекувани с Pendulum, пациенти лекувани с екстракция на два премолара

1. При лечение с апарат за протрудиране, разликата в ПЗД се дължи на промени във фронталния сегмент и е средно 3.27 мм. Дизайнът на апарата запазва стойностите на нейната ширина. На база данните от изследването са изведени следните линейни зависимости при лечението с апарат за протрудиране във фронталния участък:

$$aP2-aP1= 0.330 \times (L2-L1) + 2.360$$

$$aP2-aP1= 0.366 \times (I2-I1) + 2.344$$

2. При лечение с апарат за бърза максиларна експанзия, увеличението на ПЗД във фронталния сегмент е средно 2.29 мм. Клинично това се проявява с временна диастема, която се затваря, но се подобрява нивелацията на зъбите във фронталния сегмент. На база данните от изследването са изведени следните линейни зависимости при лечението с апарат RME във фронталния участък:

$$aP2-aP1= 0.726 \times (MM2-MM1) - 0.712$$

Уравнението доказва връзката на фронталния периметър с нивото на моларно разширение. Изследвана е също зависимостта на промяна в периметъра на фронталния сегмент и скъсяването на този участък, което спомага за пре моделиране формата на ЗД.

3. При лечение с апарат Pendulum, промяната в ПЗД във фронталния сегмент след фазата с апарата е намаление на ПЗД средно с -0.38 мм. Тази стойност е клинично малка и доказва стабилността на фронталния опорен сегмент. На база данните от изследването са изведени следните линейни зависимости при лечението с апарат Pendulum във фронталния участък:

$$aP2 - aP1 = 1.082 \times (I2-I1) + 0.133$$

Уравнението демонстрира, че фронталния периметър е зависим от промяната (намаляването) на предната дължина, което е резултат от медиализиране на премоларите (опорната зона).

4. При провеждане на лечение с екстракции на два премолара във фронталния участък дължината на ПЗД се увеличава с 4.02 мм. Това е резултатната от нивелирането на фронталните зъби с фиксирана техника или тяхното протрудирание.

Проведеното изследване установи, че в групата на екстракционните лечения са отчетени най-високи нива на несъответствие между медио-дисталните размери на фронталните зъби и фронталния периметър (разлика между md 3-3 и фронталния периметър aP1). Следователно диагностично и клинично, при тази група пациенти се е налагала екстракционната терапия. При другите групи пациентите, чието лечение е свързано с решаване на струпването във фронталния сегмент (разширение, дистализиране), струпването е в по-умерени размери. Като заключение може да се каже, че проверка в съотношението на показателите md 3-3 и aP1, е важна в диагностичната фаза на едно ортодонтско лечение.

#### **VII.4. Заключение по задача 4**

##### **Има ли клинично значима разлика при измерване на различни биометрични данни върху дигитални модели с различен софтуер**

Изследвани са резултати за точността от измерванията с два различни интраоралните скенери, които са най-предлагани на българския пазар, но в две различни ценови категории. Това сравнение по-отношение на точността им е важно за клиницистите в момент, когато те правят инвестиция за своята практика. Отчетена е разлика при измерванията с двата софтуера от 0.1 мм. Тази стойност е без значение за клиничната практика. Американската Ортодонтска Асоциация приема разлика по-малка от 0.5 мм за незначителна, при вземането на клинично решение. Разликата от 0.1мм има само статистическо значение, което означава че избора при избор на ИОС в ортодонтската практика не са зависими параметрите цена-качество (точност на резултатите).

## VIII. ИЗВОДИ ОТ НАПРАВЕНОТО ПРОУЧВАНЕ

От така обсъдените резултати от настоящето изследване се налагат следните теоретични и клинични изводи:

1. Проведеното изследване установи ниво и посока на зависимостта между параметрите: периметър на зъбната дъга, дължина и ширина на зъбната дъга, при четири типа ортодонтски лечения, проведени при 132 пациента.
2. Размерът на увеличение ПЗД при използване на конкретния апарат за протрудиране е **4.64 мм**. Размерът на увеличение ПЗД при използване на принтиран апарат за бърза експанзия е **3.99 мм**. Размерът на увеличение ПЗД при използване на апарат Пендулум е **11.3 мм**. Познаването на биомеханиката на апаратите, екзактната диагностика, комбиниране ефектите от няколко апарата и добрия контрол по време на лечебната дейност позволяват да се повиши процента на безекстракционна терапия.
3. Размерът на намаляване ПЗД при екстракционни лечения е **9.66 мм**. Този размер е с  $\frac{1}{4}$  по-малък от размера на два екстрахиранни горни първи премолари, което дава основание да се обсъждат безекстракционни алтернативни лечебни стратегии, съобразени с индивидуалните особености на пациентите.
4. Обсъдените апарати (особенно в група 2 и 3) и ефекти от тяхното действие са приложими, както в смесено, така и в постоянно съзъбие.
5. Изследователският екип предлага дигитална методика за измерване на анализирани характеристики на ЗД. Настоящата методика е опростена, бърза, точна и подробно описана. Методът може да бъде приложен с различни софтуери.
6. Установена е връзката на формата на зъбната дъга и деформациите, изискващи прилагането на конкретна терапия (протрудиране, разширение или дистализиране на горни молари). Зъбната дъга променя формата си от въздействието на генетични и външни фактори и има типична изява.
7. Потвърди се факта, че при промяна на основните параметри на зъбната дъга (ширина и дължина), се променя не само нейния Периметър, а и формата ѝ.
8. Изведоха се линейни уравнения между всички характеристики на горната зъбна дъга и размера на тяхната промяна, при различните типове ортодонтски лечения. Те са подходящи за прилагане при диагностика и планиране на различни ортодонтски методики за лечение и избора на подходящите за това апарати. Прогно-

зиране размера на промяна в анализираните показатели дава възможност на клиницистите за разработване на алтернативни лечебни стратегии и комбиниране ефекти от различни апарати.

9. Изведени са стойности на динамичната промяна в периметъра на фронталния сегмент и каква е неговата промяна, спрямо типа на прилаган апарат: ПЗД във фронталния сегмент при лечения с апарат за протрудиране има най-голямо увеличение от **3.26 мм**; ПЗД във фронталния сегмент при лечения с бърза максиларна експанзия се увеличава с **2.29 мм**; ПЗД във фронталния сегмент при лечения с апарат Pendulum – намаляване с **0.38 мм**, а при случаите лекувани с екстракция на два премолара се увеличава с **4.02 мм**.
10. Направено е сравнително проучване в точността на измерванията от различни софтуери, които са свързани с пакет ИОС и е отчетена е разлика със стойност 0.1 мм, която е без значение за клиничната практика. Следователно в ортодонтската ежедневна практика може да се използват различни ИОС, чиято достоверност при измерване на диагностични параметри е идентична.

## X. БИБЛИОГРАФИЯ

1. Abdul Rehman S, Rizwan S, Faisal SS HS. Association between Inter canine Width and Mandibular Dental Arch Forms. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2021;Apr;(30(4):):478-480. doi:10.29271/jcpsp.2021.04.478
2. Acar AG, Gürsoy S, Dinçer M. Molar distalization with a pendulum appliance K-loop combination. *Eur J Orthod*. 2010;32(4):459-465. doi:10.1093/ejo/cjp136
3. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1990;97(3):194-199. doi:10.1016/S0889-5406(05)80051-4
4. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont*. 2018;27(1):35-41. doi:10.1111/jopr.12527
5. Akkaya S, Lorenzon S, Üçem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*. 1998;20(3):255-261. doi:10.1093/ejo/20.3.255
6. Al-Ansari NB, Abdul Ameer SA, Nahidh M. A new method for prediction of dental arch perimeter. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2019;11:393-397. doi:10.2147/CCIDE.S234851
7. Al-Khatieeb MM, Nissan LMK, Al-Janabi MF. A new calibration procedure for expectation of arch length. *J Baghdad Coll Dent*. 2012;24(March):120-126.
8. Al-Thomali Y, Basha S, Mohamed RN. Pendulum and modified pendulum appliances for maxillary molar distalization in Class II malocclusion—a systematic review. *Acta Odontol Scand*. 2017;75(6):394-401. doi:10.1080/00016357.2017.1324636
9. Alessio Junior LE, Almeida RR de, Guerra JGP, Maranhão OBV, Janson G. Transverse stability of Class II malocclusion correction with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2020;158(3):357-362. doi:10.1016/j.ajodo.2019.08.017
10. Aljayousi M, Khateeb S Al, Badran S, Alhaija ESA. Maxillary and mandibular dental arch forms in a Jordanian population with normal occlusion. *BMC Oral Health*. Published online 2021:1-8. doi:10.1186/s12903-021-01461-y
11. de Almeida-Pedrin RR, Henriques JFC, de Almeida RR, de Almeida MR, McNamara JA. Effects of the pendulum appliance, cervical headgear, and 2 premolar extractions followed by fixed appliances in patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;136(6):833-842. doi:10.1016/j.ajodo.2007.12.032
12. Almuzian M, Alharbi F, Chung LLK, McIntyre G. Transpalatal, nance and lingual arch appliances: clinical tips and applications. *Orthod Updat*. 2015;8(3):92-100. doi:10.12968/ortu.2015.8.3.92
13. Almuzian M, Ju X, Al mukhtar A, Ayoub A, Al-Muzian L, McDonald JP. Does rapid maxillary expansion affect nasopharyngeal airway? A prospective Cone Beam Computerised Tomography (CBCT) based study. *Surgeon*. 2018;16(1):1-11. doi:10.1016/j.surge.2015.12.006
14. Alosman HS, Bayome M, Vahdettin L. A 3D finite element analysis of maxillary molar distalization using unilateral zygoma gear and asymmetric headgear. *Orthod Craniofac Res*. 2021;24(2):261-267. doi:10.1111/ocr.12430
15. Alves AC de M, Janson G, McNamara JA, Lauris JRP, Garib DG. Maxillary expander with differential opening vs Hyrax expander: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2020;157(1):7-18. doi:10.1016/j.ajodo.2019.07.010
16. Amasyali M, Alakus Sabuncuoglu F, Oflaz U. Intraoral Molar Distalization with Intraosseous Mini Screw. *Turkish J Orthod*. 2018;31(1):26-30. doi:10.5152/TurkJOrthod.2018.17030
17. Andreeva L. Changes in the transversal dimension of lower dental arch after orthodontic

- treatment in upper arch. *Orthod Rev* , 2004/6 issue 2.
18. Andrews LF. The six keys to normal occlusion. *Am J Orthod.* 1972;62(3):296-309. doi:10.1016/S0002-9416(72)90268-0
  19. Angelieri F, de Almeida RR, Janson G, Castanha Henriques JF, Pinzan A. Comparison of the effects produced by headgear and pendulum appliances followed by fixed orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 2008;30(6):572-579. doi:10.1093/ejo/cjn060
  20. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA. Midpalatal suture maturation: Classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(5):759-769. doi:10.1016/j.ajodo.2013.04.022
  21. Angle EH. The Angle system of regulation and retention of the teeth, and treatment of fractures of the maxillae. 1897;44(0):1-120.
  22. Aragón MLC, Pontes LF, Bichara LM, Flores-mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements : a systematic review. Published online 2016:1-6. doi:10.1093/ejo/cjw033
  23. Araújo M, Bocato J, Oltramari P, de Almeida M, Conti A, Fernandes T. Tomographic evaluation of dentoskeletal effects of rapid maxillary expansion using Haas and Hyrax palatal expanders in children: A randomized clinical trial. *J Clin Exp Dent.* 2020;12(10):e922-e930. doi:10.4317/jced.57277
  24. Baccetti T, Franchi L, Mcnamara JA, Arbor A. ORIGINAL ARTICLE Treatment and posttreatment craniofacial changes after rapid maxillary expansion and facemask therapy. 2000;(February):404-413. doi:10.1067/mod.2000.109840
  25. Bansal DA, John DT, chinde DV, et al. Think Mathematic, Gain Orthodontic. Innovative modification of Tonn formula to calculate mesiodistal width of missing lower incisors. *IOSR J Dent Med Sci.* 2014;13(10):61-62. doi:10.9790/0853-131036162
  26. Baratieri C, Alves MJ, Sant'anna EF, Nojima M da CG, Nojima LI. 3D mandibular positioning after rapid maxillary expansion in Class II malocclusion. *Braz Dent J.* 2011;22(5):428-434. doi:10.1590/s0103-64402011000500014
  27. Baratieri C, Nojima LI, Alves M, de Souza MMG, Nojima MG. Transverse effects of rapid maxillary expansion in class II malocclusion patients: A Cone-Beam Computed Tomography study. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(5):89-97. doi:10.1590/s2176-94512010000500011
  28. Basdra EK, Huber H, Komposch G. A clinical report for distalizing maxillary molars by using super-elastic wires. *J Orofac Orthop der Kieferorthopädie.* 1996;57(2):118-123. doi:10.1007/BF02190485
  29. Batra P R. The J-Molar Distalizer for bodily molar movement. *J Clin Orthod.* 48(5):312-315. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25083676/>
  30. Battagel JM. Individualized catenary curves: their relationship to arch form and perimeter. *Br J Orthod.* 1996;23(1):21-28. doi:10.1179/bjo.23.1.21
  31. Baume LJ. Physiological Tooth Migration and its Significance for the Development of Occlusion IV. *J Dent Res.* 1950;29(3):338-348. doi:10.1177/00220345500290031401
  32. Bayome M, Park JH, Bay C, Kook Y. Distalization of maxillary molars using temporary skeletal anchorage devices: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2021;24(S1):103-112. doi:10.1111/ocr.12470
  33. Bayram M, Kusgoz A, Yesilyurt C, Nur M. Effects of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application after interproximal stripping on enamel surface: An in-vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(1):167-173. doi:10.1016/j.ajodo.2016.06.033
  34. Bechtold TE, Park YC, Kim KH, Jung H, Kang JY, Choi YJ. Long-term stability of miniscrew anchored maxillary molar distalization in Class II treatment. *Angle Orthod.*

- 2020;90(3):362-368. doi:10.2319/051619-335.1
35. Begole EA. Application of the Cubic Spline Function in the Description of Dental Arch Form. *J Dent Res.* 1980;59(9):1549-1556. doi:10.1177/00220345800590092901
  36. BeGole EA. A computer program for the analysis of dental arch form using the catenary curve. *Comput Programs Biomed.* 1981;13(1-2):93-99. doi:10.1016/0010-468X(81)90087-8
  37. Bellini-Pereira SA, Castillo AA Del, Vilanova L, et al. Sagittal, rotational and transverse changes with three intraoral distalization force systems: Jones jig, distal jet and first class. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(5):455-462. doi:10.4317/JCED.57993
  38. Benjamin G, Burris B, Edward F. Harris. Maxillary Arch Size and Shape in American Blacks and Whites. *Angle Orthod.* 2000;70(4):297-302. doi:10.1043/0003-3219(2000)070<0297:MASASI>2.0.CO;2
  39. Berlocher WC, Mueller BH, Tinanoff N. The effect of maxillary palatal expansion on the primary dental arch circumference. *Pediatr Dent.* 2(1):27-30. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7001393/>
  40. Bernd G, Fensterseifer CK, Weissheimer A, De Menezes LM. A new jig design for molar distalization with skeletal anchorage. *J Clin Orthod.* 52(5):302-308. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32650337/>
  41. Biggerstaff RH. Three Variations in Dental Arch Form Estimated by a Quadratic Equation. *J Dent Res.* 1972;51(5):1509-1509. doi:10.1177/00220345720510055101
  42. Bishara SE, Jakobsen JR, Treder J, Nowak A. Arch width changes from 6 weeks to 45 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(4):401-409. doi:10.1016/S0889-5406(97)80022-4
  43. Bishara SE, Chadha JM, Potter RB. Stability of intercanine width, overbite, and overjet correction. *Am J Orthod.* 1973;63(6):588-595. doi:10.1016/0002-9416(73)90183-8
  44. Bittencourt Neto AC de, Saga AY, Pacheco AAR, Tanaka O. Therapeutic approach to Class II, Division 1 malocclusion with maxillary functional orthopedics. *Dental Press J Orthod.* 2015;20(4):99-125. doi:10.1590/2176-9451.20.4.099-125.sar
  45. Bogdanov V, Dinkova M, Tsakova D. Effect of Pre-Orthodontic Trainer Treatment on the Masticatory and Perioral Muscles in Patients with Class II Subdivision 1 Malocclusion Evaluated by Surface EMG. *Folia Med (Plovdiv).* 2023;65(5):816-820. doi:10.3897/folmed.65.e94741
  46. Bondemark L. Repelling magnets versus superelastic nickel titanium coils in simultaneous distal movement of maxillary first and second molars. *Angle Orthod.* 1994;64(3):189-198. doi:10.1043/0003-3219(1994)064<0189:RMVSNC>2.0.CO;2
  47. Bondemark L. Orthodontic magnets. A study of force and field pattern, biocompatibility and clinical effects. *Swed Dent J Suppl.* 1994;99:1-148. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7801229>
  48. Bondemark L. A comparative analysis of distal maxillary molar movement produced by a new lingual intra-arch Ni-Ti coil appliance and a magnetic appliance. *Eur J Orthod.* 2000;22(6):683-695. doi:10.1093/ejo/22.6.683
  49. Bondemark L, Karlsson I. Extraoral vs intraoral appliance for distal movement of maxillary first molars: A randomized controlled trial. *Angle Orthod.* 2005;75(5):699-706. doi:10.1043/0003-3219(2005)75[699:EVIAFD]2.0.CO;2
  50. Bondemark L, Kurol J. Distalization of maxillary first and second molars simultaneously with repelling magnets. *Eur J Orthod.* 1992;14(4):264-272. doi:10.1093/ejo/14.4.264
  51. Bondemark L, Kurol J. Class II correction with magnets and superelastic coils followed by straight-wire mechanotherapy. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthop die.* 1998;59(3):127-138. doi:10.1007/BF01317174
  52. Bondemark L, Thornéus J. Anchorage provided during intra-arch distal molar

- movement: a comparison between the Nance appliance and a fixed frontal bite plane. *Angle Orthod.* 2005;75(3):437-443. doi:10.1043/0003-3219(2005)75[437:APDIDM]2.0.CO;2
53. Borbola D, Berkei G, Simon B, et al. In vitro comparison of five desktop scanners and an industrial scanner in the evaluation of an intraoral scanner accuracy. *J Dent.* 2023;129(November 2022):104391. doi:10.1016/j.jdent.2022.104391
  54. Bouserhal J, Bassil-nassif N, Tauk A, Will L, Limme M. Three-dimensional changes of the naso-maxillary complex following rapid maxillary expansion. doi:10.2319/011313-36.1
  55. Bowman SJ. Upper-Molar Distalization and the Distal Jet. *J Clin Orthod.* 2016;50(3):159-169. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27117735>
  56. Braun S, Hnat WP. Dynamic relationships of the mandibular anterior segment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;111(5):518-524. doi:10.1016/S0889-5406(97)70289-0
  57. Braun S, Kusnoto B, Evans CA. The effect of maxillary first molar derotation on arch length. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997;112(5):538-544. doi:10.1016/S0889-5406(97)70081-7
  58. Brickman CD, Sinha PK, Nanda RS. Evaluation of the Jones jig appliance for distal molar movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118(5):526-534. doi:10.1067/mod.2000.110332
  59. Buck LM, Dalci O, Darendeliler MA, Papageorgiou SN, Papadopoulou AK. Volumetric upper airway changes after rapid maxillary expansion : a systematic review and meta-analysis. 2017;i(July 2016):463-473. doi:10.1093/ejo/cjw048
  60. Burhan AS. Combined treatment with headgear and the Frog appliance for maxillary molar distalization: a randomized controlled trial. *Korean J Orthod.* 2013;43(2):101. doi:10.4041/kjod.2013.43.2.101
  61. Burhardt L, Livas C, Kerdijk W, van der Meer WJ, Ren Y. Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;150(2):261-267. doi:10.1016/j.ajodo.2015.12.027
  62. Burke SP, Silveira AM, Goldsmith LJ, Yancey JM, Van Stewart A, Scarfe WC. A meta-analysis of mandibular intercanine width in treatment and postretention. *Angle Orthod.* 1998;68(1):53-60. doi:10.1043/0003-3219(1998)068<0053:AMAOMI>2.3.CO;2
  63. Bussick TJ, McNamara JA. Dentoalveolar and skeletal changes associated with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;117(3):333-343. doi:10.1016/S0889-5406(00)70238-1
  64. Byloff FK, Kärcher H, Clar E, Stoff F. An implant to eliminate anchorage loss during molar distalization: a case report involving the Graz implant-supported pendulum. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 2000;15(2):129-137.
  65. Byloff FK, Darendeliler MA. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 1: Clinical and radiological evaluation. *Angle Orthod.* 1997;67(4):249-260. doi:10.1043/0003-3219(1997)067<0249:DMMUTP>2.3.CO;2
  66. Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, Darendeliler A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: The effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod.* 1997;67(4):261-270. doi:10.1043/0003-3219(1997)067<0261:DMMUTP>2.3.CO;2
  67. Cambiano A, Janson G, Fuziy A, Garib D, Lorenzoni D. Changes consequent to maxillary molar distalization with the bone-anchored pendulum appliance. *J Orthod Sci.* 2017;6(4):141. doi:10.4103/jos.JOS\_66\_17
  68. Cappellette M, Nagai LHY, Gonçalves RM, Yuki AK, Pignatari SSN, Fujita RR. Skeletal effects of RME in the transverse and vertical dimensions of the nasal cavity in

- mouth-breathing growing children. *Dental Press J Orthod.* 2017;22(4):61-69. doi:10.1590/2177-6709.22.4.061-069.oar
69. Carano A, Testa M. The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod.* 1996;30(7):374-380.
  70. Carey C W. Linear arch dimension and tooth size; an evaluation of the bone and dental structures in cases involving the possible reduction of dental units in treatment. *Am J Orthod.* 1949;35(10):762-775. doi:10.1016/0002-9416(49)90148-7
  71. Caruso S, Nota A, Ehsani S, Maddalone E, Ojima K, Tecco S. Impact of molar teeth distalization with clear aligners on occlusal vertical dimension: a retrospective study. *BMC Oral Health.* 2019;19(1):182. doi:10.1186/s12903-019-0880-8
  72. Cassetta M, Brandetti G, Altieri F. Miniscrew-supported distal jet versus conventional distal jet appliance: A pilot study. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(7):0-0. doi:10.4317/jced.55780
  73. Cerritelli L, Hatzopoulos S, Catalano A, et al. Rapid Maxillary Expansion (RME): An Otolaryngologic Perspective. *J Clin Med.* 2022;11(17):1-14. doi:10.3390/jcm11175243
  74. Cerruto C, Ugolini A, Di Vece L, Doldo T, Caprioglio A, Silvestrini-Biavati A. Cephalometric and dental arch changes to Haas-type rapid maxillary expander anchored to deciduous vs permanent molars: a multicenter, randomized controlled trial. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie.* 2017;78(5):385-393. doi:10.1007/s00056-017-0092-2
  75. Chen Y chen, Chen CY hsuan, Ko EW ching. Compare Two Methods of Dental Arch Length Measurements on Digital Dental Models Compare Two Methods of Dental Arch Length Measurements on Digital Dental. 2021;33(1). doi:10.38209/2708-2636.1093
  76. Chhutani P, Deshmukh S, Jethe S, Agarkar S, Yerawadekar S, Rahalkar J. Effect of Rapid Maxillary Expansion on Mandibular Rotation—A Systematic Review. *J Indian Orthod Soc.* 2020;54(1):5-13. doi:10.1177/0301574219897318
  77. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):184-190.e12. doi:10.1016/j.prosdent.2015.12.017
  78. Christensen GJ. Will digital impressions eliminate the current problems with conventional impressions? *J Am Dent Assoc.* 2008;139(6):761-763. doi:10.14219/jada.archive.2008.0258
  79. Chung DD, Wolfgramm R. Maxillary arch perimeter prediction using Ramanujan's equation for the ellipse. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015;147(2):235-241. doi:10.1016/j.ajodo.2014.10.022
  80. Chung HM, Park JY, Ko KA, Kim CS, Choi SH, Lee JS. Periodontal probing on digital images compared to clinical measurements in periodontitis patients. *Sci Rep.* 2022;(0123456789):1-7. doi:10.1038/s41598-021-04695-6
  81. Ciara Campbell. Frankel 2 appliance vs Modified TB for Class II div 1 Ciara Campbell. *Angle Orthod.* 2020;90(2):314. doi:10.2319/042419-290.1
  82. Colino-Gallardo P, Del Fresno-Aguilar I, Castillo-Montaña L, et al. Skeletal and Dentoalveolar Changes in Growing Patients Treated with Rapid Maxillary Expansion Measured in 3D Cone-Beam Computed Tomography. *Biomedicines.* 2023;11(12):3305. doi:10.3390/biomedicines11123305
  83. Cossellu G, Ugolini A, Beretta M, et al. Three-Dimensional Evaluation of Slow Maxillary Expansion with Leaf Expander vs. Rapid Maxillary Expansion in a Sample of Growing Patients: Direct Effects on Maxillary Arch and Spontaneous Mandibular Response. *Appl Sci.* 2020;10(13):4512. doi:10.3390/app10134512
  84. Cozzani M, Antonini S, Lupini D, Decesari D, Anelli F, Doldo T. A New Proposal: A

- Digital Flow for the Construction of a Haas-Inspired Rapid Maxillary Expander (HIRME). *Materials* (Basel). 2020;13(13):2898. doi:10.3390/ma13132898
85. Cozzani M, Fontana M, Cozzani P, Bertelli A. Cast Haas-type RME appliance: A case report. *Orthodontics* (Chic). 2011;12(3):252-259. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22022696>
  86. Currier JH. A computerized geometric analysis of human dental arch form. *Am J Orthod*. 1969;56(2):164-179. doi:10.1016/0002-9416(69)90232-2
  87. D'Souza IM, Kumar HCK, Shetty KS. Dental arch changes associated with rapid maxillary expansion: A retrospective model analysis study. *Contemp Clin Dent*. 2015;6(1):51-57. doi:10.4103/0976-237X.149292
  88. Dara Kilinc D, Sayar G. Various Contemporary Intraoral Anchorage Mechanics Supported with Temporary Anchorage Devices. *Turkish J Orthod*. 2017;29(4):109-113. doi:10.5152/TurkJOrthod.2016.16027
  89. Dardengo CDS, Fernandes LQP, Júnior JC. Frequency of orthodontic extraction. *Dent Press J Orthod*. 2016;Jan-Feb 21(1):54-59. doi:10.1590/2177-6709.21.1.054-059.oar
  90. Deferm JT, Schreurs R, Baan F, et al. Validation of 3D documentation of palatal soft tissue shape, color, and irregularity with intraoral scanning. Published online 2017. doi:10.1007/s00784-017-2198-8
  91. Dhanalakshmi NS, Blaisie Rajula PM, Ravishankar. Digital Revolution in Periodontology. *IOSR J Dent Med Sci e-ISSN*. 2020;19(11):52-56. doi:10.9790/0853-1911095256
  92. DiBiase AT, Elcock C, Smith RN, Brook AH. A new technique for symmetry determination in tooth morphology using image analysis: Application in the diagnosis of solitary maxillary median central incisor. *Arch Oral Biol*. 2006;51(10):870-875. doi:10.1016/J.ARCHORALBIO.2006.03.007
  93. Doris JM, Bernard BW, Kuftinec MM. A biometric study of tooth size and dental crowding. *Am J Orthod*. 1981;79(3):326-336. doi:10.1016/0002-9416(81)90080-4
  94. Dowsing P, Sandler PJ. How to effectively use a 2 x 4 appliance. 2004;31:248-258. doi:10.1179/146531204225020541
  95. Elhiny OA, Elyazied MA, Salem GA. Prediction of arch perimeter based on arch width as a guide for diagnosis and treatment planning. *Bull Natl Res Cent*. 2021;45(1):1-5. doi:10.1186/s42269-021-00602-1
  96. Enis Güray, Faruk Izzet Ucar NG. Distalization with the miniscrew-supported EZ Slider auxiliary. *J Clin Orthod*. 2014;48(4):238-247.
  97. Erverdi N, Koyutürk O, Küçükkeles N. Nickel-titanium coil springs and repelling magnets: a comparison of two different intra-oral molar distalization techniques. *Br J Orthod*. 1997;24(1):47-53. doi:10.1093/ortho/24.1.47
  98. Farronato G, Giannini L, Galbiati G, Maspero C. Sagittal and vertical effects of rapid maxillary expansion in Class I, II, and III occlusions. *Angle Orthod*. 2011;81(2):298-303. doi:10.2319/050410-241.1
  99. Ferati K, Bexheti-Ferati A, Palermo A, et al. Diagnosis and Orthodontic Treatment of Obstructive Sleep Apnea Syndrome Children—A Systematic Review. *Diagnostics*. 2024;14(3):289. doi:10.3390/diagnostics14030289
  100. Forst D, Nijjar S, Khaled Y, Lagravere M, Flores-Mir C. Radiographic assessment of external root resorption associated with jackscrew-based maxillary expansion therapies: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2014;36(5):576-585. doi:10.1093/ejo/cjt090
  101. Frindel C. Clear thinking about interproximal stripping. *J Dentofac Anomalies Orthod*. 2010;13(2):187-199. doi:10.1051/odfen/2010208
  102. Fuziy A, de Almeida RR, Janson G, Angelieri F, Pinzan A. Sagittal, vertical, and transverse changes consequent to maxillary molar distalization with the pendulum

- appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;130(4):502-510. doi:10.1016/j.ajodo.2004.12.031
103. Gameiro GH, Magalhães IB, Szymanski MM, Andrade AS. Is the main goal of mastication achieved after orthodontic treatment? A prospective longitudinal study. 2017;22(3):72-78. doi:10.1590/2177-6709.22.3.072-078.oar
  104. Garib D, Miranda F, Palomo JM, et al. Orthopedic outcomes of hybrid and conventional Hyrax expanders: *Angle Orthod.* 2021;91(2):178-186. doi:10.2319/060820-527.1
  105. Garrocho-Rangel A, Rosales-Berber MÁ, Ballesteros-Torres A, et al. Rapid maxillary expansion and its consequences on the nasal and oropharyngeal anatomy and breathing function of children and adolescents: An umbrella review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2023;171:111633. doi:10.1016/j.ijporl.2023.111633
  106. Gaylord S. Throckmorton, PhD, a Peter H. Buschang, MA, PhD, a Haruaki Hayasaki, DDS, PhD b and, Ary Santos Pinto, DDS P. Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children. :521-529. doi:10.1067/mod.2001.118626
  107. Geran RG, McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, Shapiro LM. A prospective long-term study on the effects of rapid maxillary expansion in the early mixed dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(5):631-640. doi:10.1016/j.ajodo.2005.01.020
  108. Germane N, Lindauer SJ, Rubenstein LK, Revere JH Jr IR. Increase in arch perimeter due to orthodontic expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(5):421-427. doi:10.1016/0889-5406(91)70081-7
  109. Ghorbanyjavadpour F, Rakhshan V. Effects of Palatal Expansion with Torque Activation using a Transpalatal Arch: A Preliminary Single-Blind Randomized Clinical Trial. Scribante A, ed. *Int J Dent.* 2021;2021:1-7. doi:10.1155/2021/8883254
  110. Gidwani K, Bendgude V, Kokkali V, Mehta V. Comparison of effectiveness of quad helix appliance with other slow maxillary expanders in children with posterior crossbite: A systematic review. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2018;36(3):225. doi:10.4103/JISPPD.JISPPD\_85\_17
  111. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: A systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod.* 2016;38(4):422-428. doi:10.1093/ejo/cjv077
  112. Goyal M, Kumar M, Shaha K, Sharma M. Stability of Class II correction with the pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2021;159(5):560. doi:10.1016/j.ajodo.2020.12.014
  113. Graber TM. Extraoral force—Facts and fallacies. *Am J Orthod.* 1955;41(7):490-505. doi:10.1016/0002-9416(55)90143-3
  114. Grazia M, Cordero-ricardo M, Cannavale R, Vallelonga T. Improvement of masticatory kinematic parameters after correction of unilateral posterior crossbite: Reasons for functional retention. 2017;87(6):871-877. doi:10.2319/020917-98.1
  115. Grazia M, Falla D, Merlo A, et al. Archives of Oral Biology Effects of therapy on masseter activity and chewing kinematics in patients with unilateral posterior crossbite. *Arch Oral Biol.* 2016;67:61-67. doi:10.1016/j.archoralbio.2016.03.013
  116. Grünheid T, McCarthy SD, Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral scanner: An assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014;146(5):673-682. doi:10.1016/j.ajodo.2014.07.023
  117. Grünheid T, Patel N, De Felipe NL, Wey A, Gaillard PR, Larson BE. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014;145(2):157-164. doi:10.1016/j.ajodo.2013.10.012
  118. Guest SS, McNamara JA, Baccetti T, Franchi L. Improving Class II malocclusion as a side-effect of rapid maxillary expansion: A prospective clinical study. *Am J Orthod*

- Dentofac Orthop. 2010;138(5):582-591. doi:10.1016/j.ajodo.2008.12.026
119. Gulati S, Kharbanda OP, Parkash H. Dental and skeletal changes after intraoral molar distalization with sectional jig assembly. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(3):319-327. doi:10.1016/S0889-5406(98)70215-X
  120. Gurel HG, Memili B, Erkan M, Sukurica Y. Long-term effects of rapid maxillary expansion followed by fixed appliances. *Angle Orthod.* 2010;80(1):5-9. doi:10.2319/011209-22.1
  121. Gurgurova G., Grancharov M YG. Digital analysis of dental arch perimeter in upper arch after incisor protrusion. *J Int Med Assoc Bulg.* 2021;Supplement(11 SEEK&31 IMAB):40-43.
  122. Gurgurova G, Grancharov M, Yordanova G. Digital analysis of dental arch perimeter in upper arch after incisor protrusion. *J Int Med Assoc Bulg.* 2021;Supplement(11 SEEK&31 IMAB):40-43. doi:/10.5272/jimab.2021Supplement2
  123. Gurgurova G, Grancharov M, Yordanova-Kostova G. Advantages of intraoral scanning in orthodontics. *J Bulg Dent Soc.* 2022;1:43-47. doi:10.1117/12.2612198
  124. Haydar S, Uner O. Comparison of Jones jig molar distalization appliance with extraoral traction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(1):49-53. doi:10.1016/S0889-5406(00)70247-2
  125. Henriques FP, Janson G, Henriques JFC, Pupulim DC. Effects of cervical headgear appliance: a systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2015;20(4):76-81. doi:10.1590/2176-9451.20.4.076-081.oar
  126. Henry RG. Relationship of the maxillary first permanent molar in normal occlusion and malocclusion: An intraoral study. *Am J Orthod.* 1956;42(4):288-306. doi:10.1016/0002-9416(56)90128-2
  127. Henry RJ. Slow maxillary expansion: a review of quad-helix therapy during the transitional dentition. *ASDC J Dent Child.* 1993;60(4):408-413. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8126306>
  128. Hnat WP, Braun S, Chihara A, Legan HL. The relationship of arch length to alterations in dental arch width. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118(2):184-188. doi:10.1067/mod.2000.105570
  129. Hourfar J, Ludwig B, Kanavakis G. An active, skeletally anchored transpalatal appliance for derotation, distalization and vertical control of maxillary first molars. *J Orthod.* 2014;41(sup1):s24-s32. doi:10.1179/1465313314Y.0000000102
  130. Huckaba GW. Arch Size Analysis and Tooth Size Prediction. *Dent Clin North Am.* 1964;8(2):431-440. doi:10.1016/S0011-8532(22)01981-4
  131. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano FG. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: A comparative in vitro study. *BMC Oral Health.* 2017;17(1):1-13. doi:10.1186/s12903-017-0383-4
  132. Inchingolo AM, Patano A, De Santis M, et al. Comparison of Different Types of Palatal Expanders: Scoping Review. *Child.* 2023;10(7):1-17. doi:10.3390/children10071258
  133. Ishida T, Yoon HS, Ono T. Asymmetrical distalization of maxillary molars with zygomatic anchorage, improved superelastic nickel-titanium alloy wires, and open-coil springs. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(4):583-593. doi:10.1016/j.ajodo.2012.10.028
  134. Ivanova G.\*, Atanasova I.\*, Arnautska H.\*\* VZ. Rotated upper first permanent molar – etiological factors. Related arch and occlusal discrepancies. In: IV C ONGRESS OF BALKAN ASSOCIATION OF ORTHODONTIC SPECIALISTS 10 - 13 September. ; 2020:64-70. doi:https://www.blgos.org/docs/e-book\_baos2020.pdf
  135. Ivanova G, Arnautska H, Vulcheva Z, Atanasova I. The importance of upper first permanent molars position for the orthognatic occlusion. *Scr Sci Med Dent.*

- 2018;3(2):41. doi:10.14748/ssmd.v3i2.4332
136. Izuka EN, Feres MFN, Pignatari SSN. Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of mouth breathers. *Dental Press J Orthod.* 2015;20(3):43-49. doi:10.1590/2176-9451.20.3.043-049.oar
  137. Jang W, Choi YJ, Cha JY, Kang YG, Kim E, Kim KH. Three-dimensional evaluation of dentopalatal changes after rapid maxillary expansion in growing children. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2024;165(1):103-113. doi:10.1016/j.ajodo.2023.07.016
  138. Jedliński M, Mazur M, Grocholewicz K, Janiszewska-Olszowska J. 3D Scanners in Orthodontics—Current Knowledge and Future Perspectives—A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(3):1121. doi:10.3390/ijerph18031121
  139. Jiménez-Gayosso SI, Lara-Carrillo E, López-González S, et al. Difference between manual and digital measurements of dental arches of orthodontic patients. *Med (United States).* 2018;97(22):1-5. doi:10.1097/MD.0000000000010887
  140. Jivănescu A, Bara A, Faur AB, Rotar RN. Is There a Significant Difference in Accuracy of Four Intraoral Scanners for Short-Span Fixed Dental Prosthesis? A Comparative In Vitro Study. *Appl Sci.* 2021;11(8):8280. doi:10.3390/app11188280
  141. Joda T, Brägger U. Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: a randomized crossover trial. *Clin Oral Implants Res.* 2016;27(12):e185-e189. doi:10.1111/clr.12600
  142. Joda T, Brägger U. Time-Efficiency Analysis Comparing Digital and Conventional Workflows for Implant Crowns: A Prospective Clinical Crossover Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(5):1047-1053. doi:10.11607/jomi.3963
  143. Joda T, Brägger U. Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26(12):1430-1435. doi:10.1111/clr.12476
  144. Joda T, Lenherr P, Dedem P, Kovaltschuk I, Bragger U, Zitzmann NU. Time efficiency, difficulty, and operator's preference comparing digital and conventional implant impressions: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(10):1318-1323. doi:10.1111/clr.12982
  145. Joondeph DR, Riedel RA MA. Pont Index A Clinical Evaluation. *Angle Orthod.* 40(2):112-118. doi:10.1043/0003-3219(1970)040<0112:PIACE>2.0.CO;2
  146. Jung JM, Wi YJ, Koo HM, Kim MJ, Chun YS. Maxillary molar derotation and distalization by using a nickel-titanium wire fabricated on a setup model. *Korean J Orthod.* 2017;47(4):268. doi:10.4041/kjod.2017.47.4.268
  147. Kamble R, Hazarey A, Hazarey P, Singh J. Assessment of Positional Variation of Maxillary Permanent First Molar with respect to the Infrazygomatic Crest (Key Ridge) in Skeletal Class I, II and III Cases. *World J Dent.* 2013;4(4):228-234. doi:10.5005/jp-journals-10015-1237
  148. Kareem FA, Rauf AM, Rasheed TA, Hussain FA. Correlation of Three Dimensions of Palate with Maxillary Arch Form and Perimeter as Predictive Measures for Orthodontic and Orthognathic Surgery. *Children.* 2021;8(6):514. doi:10.3390/children8060514
  149. Katti CG, Katti G, Kallur R, Ghali SR. Magical NiTi expander. *Case Reports.* 2013;2013(jul17 1):bcr2013009140-bcr2013009140. doi:10.1136/bcr-2013-009140
  150. Keles A. Maxillary unilateral molar distalization with sliding mechanics: a preliminary investigation. *Eur J Orthod.* 2001;23(5):507-515. doi:10.1093/ejo/23.5.507
  151. Keles A. The Keles Slider Appliance for bilateral and unilateral maxillary molar distalization. In: *Orthodontic Treatment of the Class II Noncompliant Patient.* Elsevier; 2006:273-281. doi:10.1016/B978-0-7234-3391-0.50024-0
  152. Kilkis D, Celikoglu M, Nur M, Bayram M, Candirli C. Effects of zygoma-gear appliance for unilateral maxillary molar distalization: A prospective clinical study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;150(6):989-996. doi:10.1016/j.ajodo.2016.05.010

153. Kim J, Park JM, Kim M, Heo SJ, Shin IH, Kim M. Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):221-230. doi:10.1016/j.prosdent.2015.12.018
154. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016;46(1):13. doi:10.4041/kjod.2016.46.1.13
155. Kinzinger G, Gülден N, Yildizhan F, Hermanns-Sachweh B, Diedrich P. Anchorage Efficacy of Palatally-inserted Miniscrews in Molar Distalization with a Periodontally/Miniscrew-anchored Distal Jet. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie.* 2008;69(2):110-120. doi:10.1007/s00056-008-0736-3
156. Kinzinger GSM, Eren M, Diedrich PR. Treatment effects of intraoral appliances with conventional anchorage designs for non-compliance maxillary molar distalization. A literature review. *Eur J Orthod.* 2008;30(6):558-571. doi:10.1093/ejo/cjn047
157. Kinzinger GSM, Fritz UB, Sander FG, Diedrich PR. Efficiency of a pendulum appliance for molar distalization related to second and third molar eruption stage. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;125(1):8-23. doi:10.1016/j.ajodo.2003.02.002
158. Kinzinger GSM, Gülден N, Yildizhan F, Diedrich PR. Efficiency of a skeletonized distal jet appliance supported by miniscrew anchorage for noncompliance maxillary molar distalization. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;136(4):578-586. doi:10.1016/j.ajodo.2007.10.049
159. Kinzinger GSM, Diedrich PR. Biomechanics of a Distal Jet Appliance Theoretical Considerations and In Vitro Analysis of Force Systems. *Angle Orthod.* 2008;78(4):676. doi:10.2319/061807-285.1
160. Kinzinger GSM, Wehrbein H, Diedrich PR. Molar distalization with a modified pendulum appliance--in vitro analysis of the force systems and in vivo study in children and adolescents. *Angle Orthod.* 2005;75(4):558-567. doi:10.1043/0003-3219(2005)75[558:MDWAMP]2.0.CO;2
161. Kinzinger GSM, Hourfar J, Lisson JA. Efficiency of the skeletonized Pendulum K appliance for non-compliance maxillary molar distalization: A clinical pilot study. *J Orofac Orthop.* 2021;82(6):391-402. doi:10.1007/s00056-021-00280-8
162. Kinzinger G, Syre C, Fritz U, Diedrich P. Molar Distalization with Different Pendulum Appliances: In Vitro Registration of Orthodontic Forces and Moments in the Initial Phase. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie.* 2004;65(5). doi:10.1007/s00056-004-0406-z
163. Kircali M, Yuksel AS. Evaluation of Dentoalveolar and Dentofacial Effects of a Mini-Screw-Anchored Pendulum Appliance in Maxillary Molar Distalization. *Turkish J Orthod.* 2018;31(4):103-109. doi:10.5152/TurkJOrthod.2018.18004
164. Kircelli BH, Pektaş ZÖ, Kircelli C. Maxillary molar distalization with a bone-anchored pendulum appliance. *Angle Orthod.* 2006;76(4):650-659. doi:10.1043/0003-3219(2006)076[0650:MMDWAB]2.0.CO;2
165. Kleve C. J. Cases six years postretention. *Angle Orthod.* 1977;Jul(47(3)):210-21. doi:10.1043/0003-3219(1977)047<0210:CSYP>2.0.CO;2
166. Kostov I. The digitalization of dental services and their management. *Knowl – International J.* 61:173-179. <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6399%0A>
167. Kotarska M, Kucukkeles N, Lis J, Kawala B, Rumin K SM. Changes in the Mandible Following Rapid Maxillary Expansion in Children with Class II Malocclusion : A Systematic Review. *Diagnostics (Basel).* 2022;Jul 11(12 (7)):1688. doi:10.3390/diagnostics12071688
168. Krejci I, Lutz F, Reimer M, Cam CAD. Marginal adaptation ceramic inlays. Published online 1993:39-46. doi:[https://doi.org/10.1016/0300-5712\(93\)90048-U](https://doi.org/10.1016/0300-5712(93)90048-U)

169. De La Cruz JE, Funkenbusch PD, Ercoli C, Moss ME, Graser GN, Tallents RH. Verification jig for implant-supported prostheses: A comparison of standard impressions with verification jigs made of different materials. *J Prosthet Dent.* 2002;88(3):329-336. doi:10.1067/mpr.2002.128070
170. Laganà G, Paoloni V, Pavoni C, Palmacci D, Malara A. Tridimensional Changes in Mandibular Arch after Rapid Maxillary Expansion Therapy: A Clinical Study. *Children.* 2023;10(5):4-11. doi:10.3390/children10050775
171. Lai M. Molar distalization with the Herbst appliance. *Semin Orthod.* 2000;6(2):119-128. doi:10.1053/od.2000.5898
172. Lapenaite E, Lopatiene K. Interproximal enamel reduction as a part of orthodontic treatment. *Stomatologija.* 2014;16(1):19-24. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24824056>
173. Laura Andreeva. Changes in the sagittal and transverse dimensions of the dental arch after active plate treatment in the early mixed dentition. *Orthod Rev.* 2004;6(2).
174. Lecocq G. Digital impression-taking: Fundamentals and benefits in orthodontics. *Int Orthod.* 2016;14(2):184-194. doi:10.1016/j.ortho.2016.03.003
175. Ledra IM, Gandini LG Jr MR. Expansion with transpalatal arch or continuous arch mechanics. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2020;157(5):611-618. doi:10.1016/j.ajodo.2019.05.017
176. Lee K min. Comparison of two intraoral scanners based on three-dimensional surface analysis. Published online 2018. doi:10.1186/s40510-018-0205-5
177. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. conventional implant impressions: Efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(1):111-115. doi:10.1111/j.1600-0501.2012.02430.x
178. Lee SJ, Macarthur IV RX, Gallucci GO. An evaluation of student and clinician perception of digital and conventional implant impressions. *J Prosthet Dent.* 2013;110(5):420-423. doi:10.1016/j.prosdent.2013.06.012
179. Leo M, Cerroni L, Pasquantonio G, Condò SG, Condò R. Temporary anchorage devices (TADs) in orthodontics: review of the factors that influence the clinical success rate of the mini-implants. *Clin Ter.* 2016;167(3):e70-7. doi:10.7417/CT.2016.1936
180. Levin L, Vasiliauskas A, Armalaite J, Kubiliute K. Comparison of skeletal anchorage distalizers effect in maxillary buccal segment: A systematic review. *Stomatologija.* 2018;20(3):66-72.
181. Li C, Sfogliano L, Jiang W, et al. Total maxillary arch distalization by using headgear in an adult patient: *Angle Orthod.* 2021;91(2):267-278. doi:10.2319/010320-857.1
182. Li M, Su X, Li Y, Li X, Si X. Cone-beam computed tomography-guided three-dimensional evaluation of treatment effectiveness of the Frog appliance. *Korean J Orthod.* 2019;49(3):161. doi:10.4041/kjod.2019.49.3.161
183. Liang YM, Rutchakitprakarn L, Kuang SH, Wu TY. Comparing the reliability and accuracy of clinical measurements using plaster model and the digital model system based on crowding severity. *J Chinese Med Assoc.* 2018;81(9):842-847. doi:10.1016/j.jcma.2017.11.011
184. Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent.* 2018;119(2):225-232. doi:10.1016/j.prosdent.2017.05.002
185. Lima BP, Maio Pinzan-Vercelino CR, Dias LS, Bramante FS, De Jesus Tavares RR. Correlation between the Rotation of the First Molars and the Severity of Class II Division 1 Malocclusion. *Sci World J.* 2015;2015. doi:10.1155/2015/261485
186. van der Linden FP. Theoretical and practical aspects of crowding in the human dentition. *J Am Dent Assoc.* 1974;89(1):139-153. doi:10.14219/jada.archive.1974.0308
187. Lino FM, Kelmer F, Vieira J, Costa DA. Activator Elastic Open in Klammt Treatment

- of Bad Occlusion Class II Division I. *J Surg Clin Dent*. 2015;7(1):20-23. [https://www.mastereditora.com.br/periodico/20151002\\_082148.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20151002_082148.pdf)
188. Lombardo L, Coppola P, Siciliani G. Comparison of dental and alveolar arch forms between different ethnic groups. *Int Orthod*. 2015;13(4):462-488. doi:10.1016/j.ortho.2015.09.013
  189. Lorente C, Lorente P, Perez-Vela M, Esquinas C, Lorente T. Quad-helix compression to decompensate molar inclination prior to skeletal expansion. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2020;81(2):142-149. doi:10.1007/s00056-019-00212-7
  190. Lowe R, Makowka S, Manzella K, Warunek S, Al-Jewair T. Mechanical properties of the NiTi Memoria Leaf Spring Activated Expander (NiTi MLSAE) for maxillary transverse discrepancy correction: An in-vitro study. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(2):e154-e160. doi:10.4317/jced.56579
  191. Lu K. An orthogonal analysis of the form, symmetry and asymmetry of the dental arch. *Arch Oral Biol*. 1966;11(11):1057-1069. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(66\)90164-6](https://doi.org/10.1016/0003-9969(66)90164-6)
  192. Ludwig B, Glasl B, Kinzinger GSM, Walde KC, Lisson JA. The skeletal frog appliance for maxillary molar distalization. *J Clin Orthod*. 2011;45(2):77-84; quiz 91. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21710878>
  193. Lundström A. Variation of tooth size in the etiology of malocclusion. *Am J Orthod*. 1955;41(11):872-876. doi:10.1016/0002-9416(55)90190-1
  194. Lundström A. The significance of early loss of deciduous teeth in the etiology of malocclusion. *Am J Orthod*. 1955;41(11):819-826. doi:10.1016/0002-9416(55)90187-1
  195. Makino E, Nomura M, Motegi E, Iijima Y, Ishii T, Koizumi Y, Hayashi M, Sueishi K, Kawano M YS. Effect of Orthodontic Treatment on Occlusal Condition and Masticatory Function. *Bull Tokyo Dent Coll*. 2014;55(4):185-197. doi:10.2209/tdcpublication.55.185.
  196. Mandelli F, Ferrini F, Gastaldi G, Gherlone E, Ferrari M. Improvement of a Digital Impression with Conventional Materials: Overcoming Intraoral Scanner Limitations. *Int J Prosthodont*. 2017;30(4):373-376. doi:10.11607/ijp.5138
  197. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):1-12. doi:10.1186/s12903-017-0442-x
  198. Marchesini PM, Ferreira MF, Mendonça MR de. Extractions in Orthodontic : literature review. *RECIMA 21 - Rev Científica Multidiscip*. 2021;2:e28624-e28624. ISSN 2675-6218
  199. Marchesini PM, Ferreira MF, De Mendonça MR. Extractions in orthodontics: literature review. *RECIMA21 - Rev Científica Multidiscip - ISSN 2675-6218*. 2023;4(7):e473590. doi:10.47820/recima21.v4i7.3590
  200. Marti AM, Harris BT, Metz MJ, et al. Comparison of digital scanning and polyvinyl siloxane impression techniques by dental students: instructional efficiency and attitudes towards technology. *Eur J Dent Educ*. 2017;21(3):200-205. doi:10.1111/eje.12201
  201. Martin CB, Chalmers EV, McIntyre GT, Cochrane H MP. Orthodontic scanners : what ' s available ? 2015;42(4):355. doi:10.1179/1465313315Y.0000000001
  202. Marure P, Patil R, Reddy S, Prakash A, Kshetrimayum N, Shukla R. The effectiveness of pendulum, K-loop, and distal jet distalization techniques in growing children and its effects on anchor unit: A comparative study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2016;34(4):331. doi:10.4103/0970-4388.191411
  203. Mathur S, Pahuja N, Doneria D. Comparative Evaluation of Accuracy of Intraoral Scanners vs Conventional Method in Establishing Dental Measurements in Mixed

- Dentition. *World J Dent.* 2023;14(5):419-424. doi:10.5005/jp-journals-10015-2231
204. Mckeown F SJ. The Two by Four Appliance : A Versatile Appliance. *Dent Updat.* 2001;Dec:(28(10)):496-500. doi:10.12968/denu.2001.28.10.496
  205. McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: A long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod.* 2003;73(4):344-353. doi:10.1043/0003-3219(2003)073<0344:RMEFBF>2.0.CO;2
  206. McNamara JA, Huges SA. The Fränkel appliance (FR-2): Model preparation and appliance construction. *Am J Orthod.* 1981;80(5):478-495. doi:10.1016/0002-9416(81)90244-X
  207. Means CR, Flenniken IE. Gagging-a problem in prosthetic dentistry. *J Prosthet Dent.* 1970;23(6):614-620. doi:10.1016/0022-3913(70)90224-6
  208. Melsen B, Dalstra M. Distal molar movement with Kloehn headgear: Is it stable? *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003;123(4):374-378. doi:10.1067/mod.2003.72
  209. Milo Hellman, D.D.S S. Factors influencing occlusion. *Angle Orthod.* 1942;12(1):3-27. doi:10.1043/0003-3219(1942)012<0003:FIO>2.0.CO;2
  210. Miranda F, Cunha Bastos JC da, Magno dos Santos A, Janson G, Pereira Lauris JR, Garib D. Dentoskeletal comparison of miniscrew-anchored maxillary protraction with hybrid and conventional hyrax expanders: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2021;160(6):774-783. doi:10.1016/j.ajodo.2021.02.017
  211. Miranda F, Garib D, Pugliese F, da Cunha Bastos JC, Janson G, Palomo JM. Upper airway changes in Class III patients using miniscrew-anchored maxillary protraction with hybrid and hyrax expanders: a randomized controlled trial. *Clin Oral Investig.* 2022;26(1):183-195. doi:10.1007/s00784-021-03989-3
  212. Mohamed RN, Basha S, Al-Thomali Y. Maxillary molar distalization with miniscrew-supported appliances in Class II malocclusion: A systematic review. *Angle Orthod.* 2018;88(4):494-502. doi:10.2319/091717-624.1
  213. Mohammed Alassiry A. Clinical aspects of digital three-dimensional intraoral scanning in orthodontics – A systematic review. *Saudi Dent J.* 2023;35(5):437-442. doi:10.1016/j.sdentj.2023.04.004
  214. Molnar S MI. Dental Arch Shape and Tooth Wear Variability. *Am J Phys Anthr.* 1990;Jul 82(3):385-395. doi:10.1002/ajpa.1330820314
  215. Moyers RE. *Handbook Of Orthodontics.* 4nd ed. Year Book Medical Publishers; 1988.
  216. Muhamad AH, Nezar W, Azzaldeen A. The curve of dental arch in normal occlusion. *Open Sci J Clin Med.* 2015;3(2):47-54. <https://www.aaup.edu/sites/default/files/Publications/40-The curve of dental arch in normal occlusion.pdf>
  217. Munshi R, Bansal N, Sunda S, Kanwar GS, Chaudhary A, Fitch SS. Review Article Classifying Malocclusion - an Overview. *Himal J Appl Med Sci Res Open Access Rev Artic.* 2022;3(2):60-67. doi:[https://himjournals.com/articles/646\\_Classifying\\_Malocclusion\\_an\\_Overview](https://himjournals.com/articles/646_Classifying_Malocclusion_an_Overview)
  218. Murakami T, Harada T, Abe K, Tanaka T. Masticatory movement in two cases with unusual alignment of the maxillary canine. *J Oral Rehabil.* 2000;27(4):317-331. doi:10.1046/j.1365-2842.2000.00565.x
  219. Murray Spiegel, Seymour Lipschutz JL. *Mathematical Handbook of Formulas and Tables.* Third. doi:10.1036/0071548556
  220. Musich DR, Ackerman JL. The catenometer: A reliable device for estimating dental arch perimeter. *Am J Orthod.* 1973;63(4):366-375. doi:10.1016/0002-9416(73)90142-5
  221. Nagrik AP, Bhad WA, Chavan SJ, Doshi UH. A randomized clinical trial to assess the sagittal effects of Transforce transverse appliance (TTA) and NiTi palatal expander

- (NPE) on skeletal class II malocclusion in growing patients during retention phase – A cephalometric study using a historical con. *Int Orthod.* 2020;18(4):722-731. doi:10.1016/j.ortho.2020.08.007
222. Nahidh M. Comparing Different Methods to Estimate the Combined Mesiodistal Widths of Maxillary and Mandibular Incisors. *Turkish J Orthod.* 2018;31(4):117-121. doi:10.5152/TurkJOrthod.2018.18006
  223. Nance HN. The limitations of orthodontic treatment. I. Mixed dentition diagnosis and treatment. *Am J Orthod Oral Surg.* 1947;33(4):177-223. doi:10.1016/0096-6347(47)90051-3
  224. Neil RO, Kau CH. Comparison of dental arch forms created from assessment of teeth , alveolar bone , and the overlying soft tissue. Published online 2021. doi:10.1007/s00056-021-00282-6
  225. Nelson SJ. Wheeler’s Dental Anatomy, Physiology, and Occlusion ELEVENTH EDITION. Published online 2020:1 to 1150.
  226. Nevant CT, Buschang PH, Alexander RG, Steffen JM. Lip bumper therapy for gaining arch length. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1991;100(4):330-336. doi:10.1016/0889-5406(91)70070-D
  227. Ngantung V, Nanda RS, Bowman SJ. Posttreatment evaluation of the distal jet appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;120(2):178-185. doi:10.1067/mod.2001.114645
  228. Noorollahian S, Alavi S, Shirban F. Non-compliance Appliances for Upper Molar Distalization: An Overview. *Int J Orthod Milwaukee.* 2015;26(3):31-36. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26720949>
  229. Normando D, Janson G. Stability of orthodontic treatment and dental extractions. *Dental Press J Orthod.* 2017;22(3):9-10. doi:10.1590/2177-6709.22.3.009-010.edt
  230. Noroozi H, Nik TH SR. The Dental Arch Form Revisited. *Angle Orthod.* 71(5):386-389. doi:10.1043/0003-3219(2001)071<0386:TDAFR>2.0.CO;2
  231. Noroozi H, Djavid GE, Moeinzad H, Teimouri AP. Prediction of arch perimeter changes due to orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;122(6):601-607. doi:10.1067/MOD.2002.128213
  232. Nota A, Caruso S, Caruso S, et al. Rapid Maxillary Expansion in Pediatric Patients with Sleep-Disordered Breathing: Cephalometric Variations in Upper Airway’s Dimension. *Appl Sci.* 2022;12(5). doi:10.3390/app12052469
  233. Nur M, Bayram M, Celikoglu M, Kilkis D, Pampu AA. Effects of maxillary molar distalization with Zygoma-Gear Appliance. *Angle Orthod.* 2012;82(4):596-602. doi:10.2319/091611-595.1
  234. Oliva B, Sferra S, Greco AL, Valente F GC. Three-dimensional analysis of dental arch forms in Italian population. *Prog Orthod.* 19(1):34. doi:10.1186/s40510-018-0233-1.
  235. Oliveira De Felipe NL, Da Silveira AC, Viana G, Kusnoto B, Smith B, Evans CA. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short- and long-term effects. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod.* 2008;134(3):370-382. doi:10.1016/j.ajodo.2006.10.034
  236. Oztürk Y, Firatli S, Almaç L. An evaluation of intraoral molar distalization with nickel-titanium coil springs. *Quintessence Int.* 2005;36(9):731-735. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16163876/>
  237. Palkovics D, Mangano FG, Nagy K, Windisch P. Digital three-dimensional visualization of intrabony periodontal defects for regenerative surgical treatment planning. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):1-11. doi:10.1186/s12903-020-01342-w
  238. Pancherz H. The Herbst appliance-Its biologic effects and clinical use. *Am J Orthod.* 1985;87(1):1-20. doi:10.1016/0002-9416(85)90169-1

239. Papadopoulos MA. The Jones Jig™ and Modifications. Elsevier Ltd; 2006. doi:10.1016/B978-0-7234-3391-0.50025-2
240. Papadopoulos MA, Mavropoulos A, Karamouzou A. Cephalometrische Veränderungen nach simultaner Distalisation erster und zweiter oberer Molaren mittels einer intraoralen Non-Compliance-Apparatur. *J Orofac Orthop.* 2004;65(2):123-136. doi:10.1007/s00056-004-0317-z
241. Papadopoulos MA, Melkos AB, Athanasiou AE. Noncompliance maxillary molar distalization with the First Class Appliance: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137(5):586.e1-586.e13. doi:10.1016/j.ajodo.2009.10.033
242. Parada C, Chai Y. Mandible and Tongue Development. Vol 115. 1st ed. Elsevier Inc.; 2015. doi:10.1016/bs.ctdb.2015.07.023
243. Park HR, Park JM, Chun YS, Lee KN, Kim M. Changes in views on digital intraoral scanners among dental hygienists after training in digital impression taking. *BMC Oral Health.* 2015;15(1):1-7. doi:10.1186/s12903-015-0140-5
244. Patel MP, Henriques JFC, Almeida RR de, Pinzan A, Janson G, Freitas MR de. Comparative cephalometric study of Class II malocclusion treatment with Pendulum and Jones jig appliances followed by fixed corrective orthodontics. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(6):58-64. doi:10.1590/S2176-94512013000600010
245. Patel MP, Henriques JFC, de Freitas KMS, Grec RH da C. Cephalometric effects of the Jones Jig appliance followed by fixed appliances in Class II malocclusion treatment. *Dental Press J Orthod.* 2014;19(3):44-51. doi:10.1590/2176-9451.19.3.044-051.oar
246. Patil HAH, Kerudi V V., Patil NS, Tekale PD, Verulkar A. The zygoma-gear appliance for maxillary molar distalization. *J Clin Orthod.* 2018;52(8):412-418. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30138117/>
247. Patzelt SBM, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intraoral scanners. *J Am Dent Assoc.* 2014;145(6):542-551. doi:10.14219/jada.2014.23
248. Peck S. A biographical portrait of Edward Hartley Angle, the first specialist in orthodontics, part 1. *Angle Orthod.* 2009;79(6):1021-1027. doi:10.2319/021009-93.1
249. Petrunov V. CAD/CAM appliance for maxillary molar distalization, made by the use of additive manufacturing. *Orthod Rev.* 2021;23(2):14-20.
250. Petrunov V. Rapid palatal expander made using direct metal laser sintering technology. In: IV CONGRESS OF BALKAN ASSOCIATION OF ORTHODONTIC SPECIALISTS 10 - 13 September. ; 2020:149-155. [https://www.blgos.org/docs/e-book\\_baos2020.pdf](https://www.blgos.org/docs/e-book_baos2020.pdf)
251. Piancino MG, Talpone F, Dalmaso P, Debernardi C, Lewin A, Bracco P. Reverse-sequencing chewing patterns before and after treatment of children with a unilateral posterior crossbite. 2006;28(June):480-484. doi:10.1093/ejo/cjl014
252. Pieringer M, Droschl H, Permann R. Distalization with a Nance appliance and coil springs. *J Clin Orthod.* 1997;31(5):321-326. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9511564/>
253. Pithon MM, Dos Santos RL, Ruellas AC de O. Distal jet modification: an option in distalization. *Int j odontostomatol.* 2009;3(1):71-77. [https://www.ijodontostomatology.com/wp-content/uploads/2018/04/2009\\_v3n1\\_013.pdf](https://www.ijodontostomatology.com/wp-content/uploads/2018/04/2009_v3n1_013.pdf)
254. Polat-Ozsoy Ö, Kircelli BH, Arman-Özçirpici A, Pektaş ZÖ, Uçkan S. Pendulum appliances with 2 anchorage designs: Conventional anchorage vs bone anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(3):339.e9-339.e17. doi:10.1016/j.ajodo.2007.10.002
255. Pontes LF, Cecim RL, Machado SM, Normando D. Tooth angulation and dental arch perimeter - The effect of orthodontic bracket prescription. *Eur J Orthod.* 2015;37(4):435-439. doi:10.1093/ejo/cju055
256. Proffit WR, Fields HW, Larson BE, Sarver DM. Contemporary Orthodontics 6th

- Edition.; 2019.
257. Qadri S, P S, Patil C, Lavate A, Yaragambmath P, Hoshing S. Correlation Between Maxillary Arch Perimeter of Pre and Post Orthodontic Study Models Using Ramanujan'S Equation for Perimeter of Ellipse. *Int J Adv Res.* 2017;5(11):391-397. doi:10.21474/ijar01/5781
  258. Quick AN, Harris AM. Molar distalization with a modified distal jet appliance. *J Clin Orthod.* 34(7):419-423. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11314404/>
  259. Quinzi V, Caruso S, Mummolo S, et al. Evaluation of lower dental arch crowding and dimension after treatment with lip Bumper versus schwarz appliance. A prospective pilot study. *Dent J.* 2020;8(2). doi:10.3390/DJ8020034
  260. Raan FJ du, Prof Harris AMP. Using a Mathematical Model to Determine Dental Arch-Perimeter in Class II Patients Presenting at UWC Orthodontic Clinics. University of the Western Cape; 2021. [https://etd.uwc.ac.za/bitstream/handle/11394/7976/du\\_raan\\_phd\\_dent\\_2021.pdf?sequence=5](https://etd.uwc.ac.za/bitstream/handle/11394/7976/du_raan_phd_dent_2021.pdf?sequence=5)
  261. Rafiei E, Haerian A, Fadaei Tehrani P, Shokrollahi M. Agreement of in vitro orthodontic measurements on dental plaster casts and digital models using Maestro 3D ortho studio software. *Clin Exp Dent Res.* 2022;8(5):1149-1157. doi:10.1002/cre2.605
  262. Ramesh N, Palukunnu B, Ravindran N, Nair PP. Maxillary molar distalization with first class appliance. *Case Reports.* 2014;2014(feb27 1):bcr2013200182-bcr2013200182. doi:10.1136/bcr-2013-200182
  263. Raucci G, Elyasi M, Pachêco-Pereira C, et al. Predictors of long-term stability of maxillary dental arch dimensions in patients treated with a transpalatal arch followed by fixed appliances. *Prog Orthod.* 2015;16(1):24. doi:10.1186/s40510-015-0094-9
  264. Raucci G, Pachêco-Pereira C, Grassia V, D'Apuzzo F, Flores-Mir C, Perillo L. Maxillary arch changes with transpalatal arch treatment followed by full fixed appliances. *Angle Orthod.* 2015;85(4):683-689. doi:10.2319/070114-466.1
  265. Ravera S, Castroflorio T, Garino F, Daher S, Cugliari G, Deregibus A. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study. *Prog Orthod.* 2016;17(1):12. doi:10.1186/s40510-016-0126-0
  266. Reiner TJ. Modified Nance appliance for unilateral molar distalization. *J Clin Orthod.* 1992;26(7):402-404. doi:10.3390/ijerph18031121
  267. Reis RS, Henriques JF, Janson G, Sanches FS, Henriques RP, Freitas KM. Cephalometric Changes Produced by the Distal Jet and Pendulum Appliances in Class II Malocclusion Treatment. *J Contemp Dent Pract.* 2019;20(1):32-39. doi:10.5005/jp-journals-10024-2472
  268. Revilla-león M, Gómez-polo M, Barmak AB, Kois JC, Yilmaz B, Pérez-barquero JA. Influence of occlusal collision corrections completed by two intraoral scanners or a dental design program on the accuracy of the maxillomandibular relationship. *J Prosthet Dent.*:1-13. doi:10.1016/j.prosdent.2023.05.015
  269. Ribeiro GLU, Jacob HB. Understanding the basis of space closure in Orthodontics for a more efficient orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod.* 2016;21(2):115-125. doi:10.1590/2177-6709.21.2.115-125.sar
  270. Ricketts RM, Roth RH, Chaconas SJ, Schulhof RJ. *Orthodontic Diagnosis and Planning: Their Roles in Preventive and Rehabilitative Dentistry.* 2nd ed. Rocky Mountain/Orthodontics, 1982
  271. Ricketts RM. Occlusion—the medium of dentistry. *J Prosthet Dent.* 1969;21(1):39-60. doi:10.1016/0022-3913(69)90030-4
  272. RM L. Stability and Relapse of Dental Arch Alignment Stability and Relapse of Dental. 2016;(October). doi:10.1179/bjo.17.3.235
  273. Rodrigues L, Jawale B, Jamenis S, Sadhunavar T. Application of magnets in

- orthodontics –A review. *IP J Surg Allied Sci.* 2020;2(3):50-57. doi:10.18231/j.jsas.2020.007
274. Rosted P, Bundgaard M, Fiske J, Pedersen AML. The use of acupuncture in controlling the gag reflex in patients requiring an upper alginate impression: An audit. *Br Dent J.* 2006;201(11):721-725. doi:10.1038/sj.bdj.4814305
275. Rudge SJ. Dental arch analysis: arch form A review of the literature. *Eur J Orthod.* 1981;3(4):279-284. doi:10.1093/ejo/3.4.279
276. Rutili V, Mrakic G, Nieri M, et al. Dento-skeletal effects produced by rapid versus slow maxillary expansion using fixed jackscrew expanders: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2021;43(3):301-312. doi:10.1093/ejo/cjaa086
277. Sakornwimon N, Leevailoj C. Clinical marginal fit of zirconia crowns and patients' preferences for impression techniques using intraoral digital scanner versus polyvinyl siloxane material. *J Prosthet Dent.* 2017;118(3):386-391. doi:10.1016/j.prosdent.2016.10.019
278. Sánchez-Riofrío D, Viñas MJ, Ustrell-Torrent JM. CBCT and CAD-CAM technology to design a minimally invasive maxillary expander. *BMC Oral Health.* 2020;20(1):1-7. doi:10.1186/s12903-020-01292-3
279. Sanin C, Savara BS, Thomas DR, Clarkson QD. Arc Length of the Dental Arch Estimated by Multiple Regression. *J Dent Res.* 1970;49(4):885. doi:10.1177/00220345700490042801
280. Sannino G, Germano F, Arcuri L, Bigelli E, Arcuri C, Barlattani A. CEREC CAD/CAM Chairside System. *Oral Implantol (Rome).* 2014;7(3):57-70. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25992260>
281. Santana LG, de Campos França E, Flores-Mir C, Abreu LG, Marques LS, Martins-Junior PA. Effects of lip bumper therapy on the mandibular arch dimensions of children and adolescents: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2020;157(4):454-465.e1. doi:10.1016/j.ajodo.2019.10.014
282. Sassouni V. Position of the maxillary first permanent molar in the cephalofacial complex. A study in three dimensions. *Am J Orthod.* 1957;43(7):477-510. doi:10.1016/0002-9416(57)90175-6
283. Schepke U, Meijer HJA, Kerdijk W, Cune MS. Digital versus analog complete-arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *J Prosthet Dent.* 2015;114(3):403-406.e1. doi:10.1016/j.prosdent.2015.04.003
284. Schütze SF, Gedrange T, Zellmann MR, Harzer W. Effects of unilateral molar distalization with a modified pendulum appliance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(5):600-608. doi:10.1016/j.ajodo.2005.09.031
285. Sekikawa M. Fourier analysis of the dental arch form. *Japanese J Oral Biol.* 1985;28(1):43-61. doi:10.2330/joralbiosci1965.28.43
286. Serafin M, Fastuca R, Castellani E, Caprioglio A. Occlusal Plane Changes After Molar Distalization With a Pendulum Appliance in Growing Patients with Class II Malocclusion: A Retrospective Cephalometric Study. *Turkish J Orthod.* 2021;34(1):10-17. doi:10.5152/TurkJOrthod.2021.20050
287. Sharma HS. Orthodontic anchorage enhancement with lingual arch. *Med J Armed Forces India.* 2002;58(1):70-71. doi:10.1016/S0377-1237(02)80018-1
288. Shashidhar NR. Comparison of K-loop Molar Distalization with that of Pendulum Appliance - A Prospective Comparative Study. *J Clin DIAGNOSTIC Res.* 2016;10(6):ZC20-ZC23. doi:10.7860/JCDR/2016/19560.7931
289. Shetty S, Maurya R, Raj HVP, Patil A. Comparison of the Pendulum appliance and the Jones Jig: A prospective comparative study. *Eur J Dent.* 2017;11(03):323-329.

- doi:10.4103/ejd.ejd\_295\_16
290. Shkarin VV, Domenyuk DA, Porfyriadis MP, Dmitrienko DS, Dmitrienko SV. Mathematical & Graphics Simulation for Individual Shape of Maxillary Dental Arch. *Arch Euromedica*. 2017;7(1):60-65. doi:10.35630/2199-885x/2017/7/1/60
  291. Shokri B, Ghorbanalilu M, Rukhadze AA. Guidelines for contemporary air rotor stripping Sheridan. *Phys Lett Sect A Gen At Solid State Phys*. 2004;329(4-5):362-368. doi:10.1016/j.physleta.2004.06.101
  292. Simon LS, Deepika UK, Philip S, Mahakur M, Jishad C. Quad Helix—A Versatile Appliance in Pedodontist's Arsenal: A Case Series. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021;14(S1):S114-S116. doi:10.5005/jp-journals-10005-2045
  293. Singaraju GS, JS YP, Mandava P, Ganugapanta VR, Teja NR, JN PR. Data Set For Computation Of Maxillary Arch Perimeter With Ramanujan's Equation For Ellipse In Different Skeletal Malocclusions. *Data Br*. 2020;32:106079. doi:10.1016/j.dib.2020.106079
  294. Sjögren APG, Lindgren JE, Huggare JÅ V. Orthodontic Study Cast Analysis—Reproducibility of Recordings and Agreement Between Conventional and 3D Virtual Measurements. *J Digit Imaging*. 2010;23(4):482-492. doi:10.1007/s10278-009-9211-y
  295. Sohn BW, Miyawaki S, Noguchi H TK. Changes in jaw movement and jaw closing muscle activity after orthodontic correction of incisor crossbite. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 112(4):403-409. doi:10.1016/s0889-5406(97)70048-9
  296. Stafeev A, Ryakhovsky A, Petrov P, Chikunov S, Khizhuk A, Bykova M VN. Comparative Analysis of the Reproduction Accuracy of Main Methods for Finding the Mandible Position in the Centric Relation Using Digital Research Method . Comparison between Analog-to-Digital and Digital Methods : A Preliminary Report. *Int J Env Res Public Heal*. 17(3):933. doi:10.3390/ijerph17030933.
  297. Stelzer S, Gunz P. Morphological trends in arcade shape and size in Middle Pleistocene Homo. 2018;(January):1-22. doi:10.1002/ajpa.23721
  298. Stoilova - Todorova M, S. Krasteva GS. Effects of rapid maxillary expansion on the nasal cavity and maxilla. *Orthod Rev* , 2017; 19(2)34-9.
  299. Sujaritwanid K, Suzuki B, Suzuki EY. Comparison of one versus two maxillary molars distalization with iPanda: a finite element analysis. *Prog Orthod*. 2021;22(1):12. doi:10.1186/s40510-021-00356-6
  300. Takeda H, Nakamura Y, Handa H, Ishii H, Hamada Y, Seto K. Examination of Masticatory Movement and Rhythm Before and After Surgical Orthodontics in Skeletal Class III Patients With Unilateral Posterior Cross-Bite. *YJOMS*. 2009;67(9):1844-1849. doi:10.1016/j.joms.2009.04.027
  301. Talvitie TH, Helminen M, Karsila S, et al. Impact of force magnitude on effectiveness in cervical headgear therapy: a cephalometric analysis. *Eur J Orthod*. 2019;41(6):646-651. doi:10.1093/ejo/cjz022
  302. Talvitie T, Helminen M, Karsila S, et al. The impact of force magnitude on the first and second maxillary molars in cervical headgear therapy. *Eur J Orthod*. 2021;43(6):648-657. doi:10.1093/ejo/cjab010
  303. Talvitie T, Helminen M, Karsila S, et al. Effects of force magnitude on dental arches in cervical headgear therapy. *Eur J Orthod*. 2022;44(2):146-154. doi:10.1093/ejo/cjab051
  304. Talvitie T, Helminen M, Karsila S, Varho R, Signorelli L, Peltomäki T. Adherence to instructions and fluctuation of force magnitude in cervical headgear therapy. *Angle Orthod*. 2019;89(2):268-274. doi:10.2319/030718-188.1
  305. Tanaka MM, Johnston LE. The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. *J Am Dent Assoc*. 1974;88(4):798-801. doi:10.14219/JADA.ARCHIVE.1974.0158

306. Taner TU, Yukay F, Pehlivanoglu M, Cakirer B. A comparative analysis of maxillary tooth movement produced by cervical headgear and pend-x appliance. *Angle Orthod.* 2003;73(6):686-691. doi:10.1043/0003-3219(2003)073<0686:ACAOMT>2.0.CO;2
307. Thundukattil V V., Gangadharan A, John SS. Use of Ramanujan's equation of ellipse to determine arch perimeter. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149(5):592-593. doi:10.1016/j.ajodo.2016.02.006
308. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont.* 2015;24(4):313-321. doi:10.1111/jopr.12218
309. Todorova- Plachiyska K, Krasteva S, Todorova- Stoilova M, Georgiev K. Treatment whit Quad- Helix appliance in permanent dentition. In: "Research and Practice", Faculty of Dental Medicine- Plovdiv Jointly with Regional College of Bulgarian Dental Association- Plovdiv. ; 2018:137-147. first-scientific-congress-research-and-practice-hand-in-hand-plovdiv-2018-sample.pdf
310. Todorova- Stoilova M, Stoilov G, Krasteva S, Plachiyska- Todorova K. Spontaneous correction of anterior crossbite case after rapid maxillary expansion. In: "Research and Practice", Faculty of Dental Medicine- Plovdiv Jointly with Regional College of Bulgarian Dental Association- Plovdiv. ; 2018:90-96. [https://www.google.com/search?q=first-scientific-congress-research-and-practice-hand-in-hand-plovdiv-2018-sample.pdf&rlz=1C1CHBF\\_enBG817BG817&oq=first-scientific-congress-research-and-practice-hand-in-hand-plovdiv-2018-sample.pdf&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAE](https://www.google.com/search?q=first-scientific-congress-research-and-practice-hand-in-hand-plovdiv-2018-sample.pdf&rlz=1C1CHBF_enBG817BG817&oq=first-scientific-congress-research-and-practice-hand-in-hand-plovdiv-2018-sample.pdf&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAE)
311. Tome W, Yashiro K, Takada K. Orthodontic Treatment of Malocclusion Improves Impaired Skillfulness of Masticatory Jaw Movements. :5-8. doi:10.2319/052708-282.1
312. Toy E, Enacar A. The effects of the pendulum distalising appliance and cervical headgear on the dentofacial structures. *Aust Orthod J.* 2011;27(1):10-16. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21696108>
313. Tsolakias IA, Kolokitha OE. Comparing Airway Analysis in Two-Time Points after Rapid Palatal Expansion: A CBCT Study. *J Clin Med.* 2023;12(14). doi:10.3390/jcm12144686
314. Ueno K, Kumabe S, Nakatsuka M, Tamura I. Factors influencing dental arch form. *Okajimas Folia Anat Jpn.* 2019;96(1):31-46. doi:10.2535/ofaj.96.31
315. Ueno S, Motoyoshi M, Mayahara K, et al. Analysis of a force system for upper molar distalization using a trans-palatal arch and mini-implant: a finite element analysis study. *Eur J Orthod.* 2013;35(5):628-633. doi:10.1093/ejo/cjs052
316. Ulhaq A. Dental Factors Influencing Treatment Choice For Maxillary Lateral Incisor Agenesis : A Retrospective Study. 2020;(October 2019). doi:10.1922/EJPRD
317. V P, V P, JL G, R C. Prediction of arch length based on intercanine width. *Eur J Orthod.* 2008;30(3):295-298. doi:10.1093/EJO/CJM115
318. Varlik SK, Iscan HN. The effects of cervical headgear with an expanded inner bow in the permanent dentition. *Eur J Orthod.* 2008;30(4):425-430. doi:10.1093/ejo/cjn016
319. Vilanova L, Henriques JFC, Patel MP, Reis RS, Grec RHDC, Aliaga-Del Castillo A, Bellini-Pereira SA JG. Class II malocclusion treatment changes with the Jones jig, Distal jet and First Class appliances. *J Appl Oral Sci.* 2020;28:1-12. doi:10.1590/1678-7757-2019-0364
320. Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 1: Antiquity to the mid-19th century. Published online 2005:255-259. doi:10.1016/j.ajodo.2004.11.013
321. Weissheimer A, De Menezes LME, Mezomo M, Dias DM, De Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;140(3):366-376. doi:10.1016/j.ajodo.2010.07.025
322. Wismeijer D, Mans R, van Genuchten M, Reijers HA. Patients' preferences when

- comparing analogue implant impressions using a polyether impression material versus digital impressions (Intraoral Scan) of dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(10):1113-1118. doi:10.1111/clr.12234
323. Wong AMK, Rabie ABM, Hägg U. The use of pendulum appliance in the treatment of Class II malocclusion. *Br Dent J.* 1999;187(7):367-370. doi:10.1038/sj.bdj.4800281a
  324. Wu D, Zhao Y, Ma M, et al. Efficacy of mandibular molar distalization by clear aligner treatment. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2021;46(10):1114-1121. doi:10.11817/j.issn.1672-7347.2021.200391
  325. Xie XJ, Cao L, Han YF, Bai YX. [Molar distalization with clear aligner: a case report]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2017;52(9):557-559. doi:10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2017.09.009
  326. Yılmaz H, Özlü FÇ, Karadeniz Eİ. Efficiency and Accuracy of Three-Dimensional Models Versus Dental Casts: A Clinical Study. Published online 2019. doi:10.5152/TurkJOrthod.2019.19034
  327. Yordanova-Kostova GR, Emiliyanov E, Yanev N. Digital Laser-Sintered Expander in Adolescent Patient with Hyperdontia and Molar Impaction. *Case Rep Dent.* 2023;2023. doi:10.1155/2023/8824900
  328. Yordanova-Kostova GR, Grancharov MV, Gurgurova GD. Abnormality in the morphogenesis of tooth development and relationship with orthodontic deformities and treatment approaches. *Case Rep Dent.* 2021;2021. doi:10.1155/2021/1183504
  329. Yordanova G. Tooth Agenesis - the Problem and Its Solving in Our Practice, Prevalence and Relation With Other Deformities. *J IMAB - Annu Proceeding (Scientific Pap.* 2015;21(3):859-863. doi:10.5272/jimab.2015213.859
  330. Yordanova G, Chalyovski M, Gurgurova G, Georgieva M. Digital Design of Laser-Sintered Metal-Printed Dento-Alveolar Anchorage Supporting Orthodontic Treatment. *Appl Sci.* 2023;13(13). doi:10.3390/app13137353
  331. Yordanova G, Gurgurova G. Perception and feedback toward digital models and plaster casts in orthodontic patients. *World J Dent.* 2021;12(3):173-177. doi:10.5005/jp-journals-10015-1824
  332. Yordanova G, Gurgurova G. Comparing the quality of plaster and digital casts, when examining changes in the dental arch. *Orthod Rev.* 2023;25(1):42-55.
  333. Yordanova G, Gurgurova G, Kostov I, Georgieva M. Software Orthodontics - Myth or Reality? Technological Management of Clinical Practice. 2023 *Int Sci Conf Comput Sci.*:1-4. doi:10.1109/COMSCI59259.2023.10315886
  334. Yordanova G, Mladenov M, Gurgurova G. Cross-Bite Treatment and Problems during the Early Stages of Developing of the Dentition in the Frontal Area. 2016;5(11):1506-1510. doi:10.21275/ART20163088
  335. Yugo Suzuki E, Suzuki B. Maxillary molar distalization with the Indirect Palatal Miniscrew for Anchorage and Distalization Appliance (iPANDA). *Orthod Art Pract Dentofac Enhanc.* 2013;14(1):e228-e241. doi:10.11607/ortho.982
  336. Zimmermann M, Mehl A, Mörmann WH, Reich S. Intraoral scanning systems - a current overview. *Int J Comput Dent.* 2015;18(2):101-129. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26110925>
  337. Андреева Л. Значение На Интерканиновото Разстояние За Стабилността На Ортодонтското Лечение.; 2017. <https://research.ebsco.com/c/yzskse/search/details/rzoo2rtie5?limiters=None&q=Значение на интерканиновото разстояние за стабилността на ортодонтското лечение>
  338. Богданов В. Влияние на определени медикаменти върху зъбното преместване при прилагане на ортодонтски сили / литературен обзор/. *Ортодонтски преглед.* 2021;23(1):20-31.

339. Богданов В. Тютюнопушене, затлъстяване и емоционален стрес - ефекти върху зъбното движение при ортодонтско лечение/литературен обзор/. Ортодонтски преглед. 2021;23(2):51-60.
340. Владиславов А. Морфологични и Физиологични Особености На Нормалното Временно Съзъбие и Тяхното Значение За Оформяне На Постоянните Зъби и Прикус.; 1969.
341. Динкова М. Приложение На Дент@лайн Дигитални Алайнери За Ортодонтско Лечение.; 2020.  
[https://research.ebsco.com/c/yzskse/search/details/22vga6hhob?limiters=None&q=ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДЕНТ%40ЛАЙН ДИГИТАЛНИ АЛАЙНЕРИ ЗА ОРТОДОНТСКО ЛЕЧЕНИЕ.](https://research.ebsco.com/c/yzskse/search/details/22vga6hhob?limiters=None&q=ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДЕНТ%40ЛАЙН ДИГИТАЛНИ АЛАЙНЕРИ ЗА ОРТОДОНТСКО ЛЕЧЕНИЕ)
342. Йорданова-Костова ГР. Клинични Възможности При Лечение с Апарата – Pendulum.; 2013.  
[https://research.ebsco.com/c/yzskse/search/details/orvvjprsqj?limiters=None&q=Клинични възможности при лечение с апарата – Pendulum.](https://research.ebsco.com/c/yzskse/search/details/orvvjprsqj?limiters=None&q=Клинични възможности при лечение с апарата – Pendulum)
343. Кръстева С, Томов Г КС. Фамилна изолирана олигодонтия. Orthod Rev. 2019;21(1):5-12.
344. Петров В. Бързо разширение на горната челюст. Ортодонтски преглед. 2003;5(2):12-16.
345. Петров В. Бързо разширение на горната челюст – добро начало при ортодонтско лечение. Ортодонтски преглед. 2004;6(2):9-14.
346. Петрунов В. Дигитализирането на Ортодонтията Еволюция или Революция. Инфодент БГ ООД, лицензионен представител на Quintessence Publishing за България; 2023. <https://www.dentalbooks.bg/wp-content/uploads/2023/10/Digitalization-.pdf>
347. Петрунов В, Богданов В. Стабилност на резултата при използване на термоформован ретайнер след ортодонтско лечение с бърза максиларна експанзия. Ортодонтски преглед. 2023;25(1):16-23.
348. Стоилова-Тодорова М, С. Кръстева ГС. Ефекти на бързата максиларна експанзия върху носната кухина и горна челюст. Orthod Rev , 2017; 19(2)34-9.

## **XI. ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **Приложение № 1: ДЕКЛАРАЦИЯ ЗА ИНФОРМИРАНО СЪГЛАСИЕ**

Относно ортодонтска диагностика и лечение на:

.....

ЕГН.....

Ортодонтска диагностика се извършва с цел установяване на етиологичните причини (факторите за деформацията) и патогенетичния механизъм за проява на деформацията. Чрез екзактната подробна диагностика се поставя диагноза на проблема и се изработва план за ортодонтското лечение. За целта е нужно да се предоставят всички изискуеми изследвания на пациента, относно неговия проблем (рентгенови изследвания, виртуални или гипсови модели, фото документация, консултации от други специалисти или предходни лечения).

Целта на ортодонтското лечение е да се подобри положението на зъбите, вида на профила, да се подобрят функциите и да се постигне красива усмивка. То е право на избор от страна на пациента. Подобно на всяко друго лечение, има някои рискове и ограничения. Те рядко са сериозни дотолкова, че ортодонтското лечение да е противопоказано, но следва да се отчитат при вземането на решения за провеждането му.

Ето защо, Ви молим да прочетете внимателно следната информация, да зададете всички възникнали въпроси и след това да се съгласите за провеждане на ортодонтско лечение на вас или вашето дете, като подпишете този формуляр. Това е необходима процедура, според изискванията на стандартите да добра клинична практика.

Съдействието и положителната нагласа на пациента е най-важният фактор за успешно ортодонтско лечение.

Ортодонтското лечение се състои от два етапа: **първи етап – същинско ортодонтско лечение** – това е периодът на носене на ортодонтските апарати и успеха в този етап зависи от ортодонта и генетичните възможности за компенсация на пациентския организъм. И **втори етап – задържане на резултата**. Това е периодът на носене на ретенционни апарати и в този етап е отговорен основно пациента. Мониторингът на ретенционния етап от страна на ортодонта е две години.

Съдействието на пациента се определя в това: той да изпълнява всички указания, дадени от ортодонта; сменяемите ортодонтски апарати да се носят достатъчно време от пациента; пациентът да има грижливо отношение към тях; да не се пропускат назначените часове; пациентите да поддържат добра устна хигиена. При неспазване на посочените фактори може да се удължи или да се компрометира ортодонтското лечение, за което вината не е в ортодонта.

Не спазване на контролните прегледи и не явяване на контролни прегледи повече от 3 месеца над уговореното време се смята от ортодонта за едностранно (от страна на пациента) преустановяване на лечебния процес.

При лоша орална хигиена по време на ортодонтското лечение, натрупаната плака по зъбите може да доведе до поява на бели петна по зъбите, възпаление на венците, кървене и заболяване на пародонта. Същите проблеми настъпват и при влошена орална хигиена без провеждане на ортодонтско лечение. Екзактното ортодонтското лечение не причинява пародонтални проблеми.

Личната орална хигиена се води от самия пациент в домашни условия и клиниката не е ангажирана с неговите хигиенни навици. Системно не спазване на оралната хигиена може да повиши киселинната среда в устата и да се създаде предпоставка за кариеси. Този процес не е следствие от самото ортодонтско лечение, а от не спазване на предписанията за орална хигиена.

Болка при ортодонтско лечение – поради движението на зъбите в алвеоларната кост, в първите дни на лечение може да се появи болка, тръпнене или субективни усещания в различна степен, индивидуално оценена от пациента. Болката продължава в рамките на няколко дни и преминава от болкоуспокояващо средство, предписано от ортодонта. Реакцията на костта и зъбодържащия апарат по време на лечението е специфична за индивида, поради което е необходимо да се обърнете за обяснение към вашия ортодонт.

Оплаквания от темпоро–мандибуларната става – то може да се получи по различни причини – поради наличната зъбно-челюстната деформация; индивидуална структура на организма; неблагоприятен растеж; възпалителни заболявания.

Ортодонтското лечение **не** може да коригира форма и цвят на зъбните коронки, това се постига с короно-пластика на формата на короната след лечението и чрез избелване на зъбите – 3 месеца след края на ортодонтското лечение.

Вадене на зъби – при някои ортодонтски деформации, поради несъответствие на големината на зъбите и големината на костта, се налага вадене на зъби, което ортодонтът предварително обяснява на пациента и доказва, чрез поставената диагноза.

Неотстранените вредни навици, като натиск или смукане на пръсти, устни или език, биберони; гризане на нокти; некоригиран тип на дислалия; проблеми в дихателните пътища са условия за връщане на резултата. Затова спазвайте указанията на ортодонта и назначенията на други специалисти (УНГ, логопед, алерголог, пародонтолог и други).

Необичаен наследствен скелетен тип, недостатъчен растеж или в нежелана посока – всички тези фактори могат да повлияят крайния резултат, лицевата естетика или да предизвикат преместване на зъбите по време или след ретенция. Тези индивидуални човешки особености не могат да бъдат предвидени от ортодонта.

При ортодонтски лечения свързани с изтегляне на ретинирани зъби не може да се даде 100% гаранция за тяхното движение, защото това е конституционална особеност на всеки организъм.

Пропуснатите от пациентите часове не им дава основание за изискване на нов час в удобно за тях време, а се дава час спрямо графика на клиниката.

Рецидив е връщане на зъбите в различна степен след ортодонтското лечение. Зъбно-челюстната система е динамично променяща се и е подложена на влиянието от мускулната активност (извършваната от мускулите функция и различни движения) и от характеристиките на тяхната инервация, промените които настъпват в организма свързани с неговото развитие (растеж и остаряване), а също и с неговите физиологични промени (боледуване, увеличаване или намаляване на телесна маса и други). За да се задържи полученият лечебен резултат, е необходимо да се носи апарат за задръжка (ретенционен апарат) в продължение на време, равно на поне два пъти времето на лечението, а най-добре до „живот на зъбите“. Носенето по дадените указания на ретенционните апарати е отговорност на пациента. Към лечението са предвидени 4 прегледа на ретенционните апарати през 6 месеца в рамките на две години след края на лечението.

Ортодонтските апарати са направени от биологично поносими и индиферентни материали и при поглъщане на част от ортодонтски апарат не се очаква никакъв реален проблем. По време на лечението може да се случат процеси на: падане на обтурации; счупване на зъб; развитие на абсцес; анкилозиране на зъб. Тези процеси не са реално свързани с лечението и могат да се случат във всеки един етап от вашия живот. Апара-

тите са конструирани така, че да не пречат на отстраняване на тези проблеми. Ортодонтското лечение не отменя вашите посещения при личния дентален лекар и поддържане на вашето орално здраве.

За всеки етап от лечението пациента (родител или настойник) получава указания за действието на апарата, необходимата хигиена и правила, които трябва да спазва. Тези указания той ги получава писмено под формата на брошура, а също ги има публикувани на сайта на клиниката.

Право на отказ от лечение – в случай, че решите да преустановите ортодонтското си лечение, то е необходимо да заявите желанието си в писмен вид, с което освобождавате лекуващия екип от отговорност към вашето здравословно състояние. Ако пациентът откаже да заяви желанието си в писмен вид, това се удостоверява с подпис на лечителя и един свидетел, след 3 месечно отсъствие на пациента без предупреждение.

Част от ортодонтската документация или записи от хода на лечебните процедури могат да се използват от лекуващия екип за статистика, научни цели и презентации, без да се разкрива самоличността на пациента и техните лични данни.

След като прочетох и разбрах горе изложения текст **УДОСТОВЕРЯВАМ:**

- 1. Запознат съм със съдържанието на този документ;**
- 2. Разбирам евентуалните рискове от диагностично-лечебните процедури;**
- 3. Съгласен съм с предложеното ми ортодонтско лечение и неговата стойност;**
- 4. Съгласен съм да ми бъдат направени: дигитални и гипсови модели, фото- и рентгенови снимки преди, по време и в края на ортодонтското лечение и същите да се използват за научни изследвания.**
- 5. Запознат съм, че регламента GDPR, в чл.9, ал.1, буква З, установява че могат да се обработват лични данни без съгласие на субектите за целите на: медицинската диагноза, осигуряването на здравни или социални грижи или лечение, или за целите на управлението на услугите и системите за здравеопазване или социални грижи въз основа на правото на ЕС. Това е обвързано от задължението за професионалната тайна, от страна на лекарите.**

Пациент: .....

Трите имена

подпис над 14 год.

Родител или законен представител:

.....

Трите имена:

ПОДПИС

.....

Дата:

## Приложение №2 Разрешение от Етична Комисия



### МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ - СОФИЯ РЕКТОРАТ

София 1431, Бул. „Акад. Ив. Евст. Гешов“ 15  
тел.: +359 2 9152 129, факс: +359 2 953 2816, e-mail: rector@mu-sofia.bg, www.mu-sofia.bg

ДО  
ДОЦ. ГРЕТА ЙОРДАНОВА-КОСТОВА  
КАТЕДРА ПО ОРТОДОНТИЯ  
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

✓ ДО  
Д-Р ГЕРГАНА ГУРГУРОВА  
КАТЕДРА ПО ОРТОДОНТИЯ  
ФАКУЛТЕТ ПО ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА

**Относно:** Експертна етична оценка на научна разработка с пореден № 47 на обсъждане в КЕНИМУС, по преписка с вх. № 2873/04.05.2022 г.,

УВАЖАЕМА ДОЦ. КОСТОВА,  
УВАЖАЕМА Д-Р ГУРГУРОВА,

На основание Карта за етична експертна оценка на научни разработки и проекти предвиждащи научни изследвания с участието на хора, мотивирано становище и доклад на член на КЕНИМУС и след проведена дискусия, с решение взето с Протокол № 13/03.06.2022 г., комисията счита, че **научните изследвания** на тема „Промяна в периметъра на зъбната дъга“ с изпълнители д-р Гергана Гургурова и научен ръководител доц. Грета Йорданова-Костова, дм, **отговарят на етичните изисквания в националното и международното законодателство за провеждане на научни изследвания.**

ПРЕДСЕДАТЕЛ НА КЕНИМУС:  
ДОЦ. А. ВОДЕНИЧАРОВА, ДМ

РЕКТОР:  
АКАД. Л. ТРАЙКОВ, ДМН



Изготвил:  
Натали Димитрова  
Секретар на КЕНИМУС

## Автобиография на д-р Гургана Гургурова-Янева



Д-р Гургурова е родена в София, където през 2011 година завършва с отличие Софийска математическа гимназия „Паисий Хилендарски“. През 2011 година е приета в Медицински Университет – София, специалност Дентална Медицина. Завършва висшето си образование през 2017 година. Специализира ортодонтия във ФДМ – София от 2021.

Д-р Гургурова постоянно повишава своята квалификация като посещава курсове в страната и чужбина. Активно се включва в научни форуми с постерни и орални презентации. Д-р Гургурова участва в конкурс Грант, на тема „Сравняване качеството на гипсовите и дигиталните модели, при изследване промени в зъбната дъга“, като при завършването си проекта е оценен с висока оценка. Д-р Гургурова е съавтор на 18 статии в български и чуждестранни списания с IF.

Член е на БЗС, БОО, БОАО, както и на Европейското Ортодонтско общество.