

**МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ- СОФИЯ  
ФАКУЛТЕТ ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА  
КАТЕДРА ОРТОДОНТИЯ**

**Ръководител катедра:  
Проф. Владимир Петрунов, дм**

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

**Промени в периметъра на горната зъбна дъга при различни  
ортодонтически лечения**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**към дисертация 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. Д-р Грета Русанова Йорданова-Костова, дм**

**София, 2024**

Дисертационният труд е написан на 179 страници. Онагледен е с 49 фигури, 47 таблици и 2 приложения. Библиографията включва 348 литературни източника, от които 12 на кирилица и 178 на латиница.

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на **07.11.2024. от 13.30ч.** в Първа аудитория на Факултета по Дентална Медицина, Медицински Университет – София, бул. „Георги Софийски“ №1, съгласно чл. 76 и 77 от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и придобиване на академични длъжности в Медицински Университет – София и въз основа на Заповед № **РК36-2261/26.09.2024** на Ректора на МУ – София, пред научно жури в състав:

**Председател:**

**Проф. д-р Владимир Ивайлов Петрунов, дм – Ръководител катедра Ортодонтия при ФДМ, МУ – София – с рецензия**

**Вътрешни членове:**

**Доц. д-р Мирослава Милети Динкова, дм, дмн – със становище**

**Резервен**

**Доц. д-р Димитър Никифоров Киров, дм – катедра Протетична дентална медицина, ФДМ, МУ – София**

**Външни членове:**

**Доц. д-р Силвия Ангелова Кръстева, дм – Ръководител катедра Ортодонтия при ФДМ, МУ – Пловдив – с рецензия**

**Доц. д-р Мирослава Веселинова Йорданова-Чапрашикян, дм - катедра Ортодонтия при ФДМ, МУ – Пловдив – със становище**

**Доц. инж. Върбинка Стефанова-Стойнова, доктор – Зам. Декан при Факултет Компютърни системи и технологии, ТУ – София – със становище Резервен**

**Доц. д-р Христина Иванова Арнаутска, дм - катедра Ортодонтия при ФДМ, МУ – Варна**

Материалите по защитата са на разположение в Катедрата по Ортодонтия, Факултет по Дентална Медицина, МУ – София и са публикувани в интернет страницата на МУ – София

# Съдържание

ВЪВЕДЕНИЕ.....	5
ЦЕЛ И ЗАДАЧИ.....	6
МАТЕРИАЛ.....	7
МЕТОДИКА.....	10
РЕЗУЛТАТИ.....	17
ОБСЪЖДАНЕ.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЯ.....	63
НАУЧНИ ПРИНОСИ.....	70

Забележка: Номерата на фигурите, таблиците и графиките не съответстват на номерата в дисертационния труд.

## 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

**l** – дължина на предния сегмент на ЗД

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

**MD** – medio-distal – медио-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

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

**w** - ширината на фронталния сегмент

## 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 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.

## ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящия дисертационен труд е да се определи степента на промяна в периметъра на горната зъбна дъга, след ортодонтоко 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 ортодонтоко 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.

## МАТЕРИАЛ

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

Използвани 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).

Изследваният контингент по пол се разпределя по следния начин: 55 (41.7%) мъже и 77 (58.3%) жени.

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. Всеки от апаратите има показание за прилагане според деформацията, вида на съзъбието и периода на скелетен растеж на пациента (Фиг.1). 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( Таб.1, Фиг. 2).

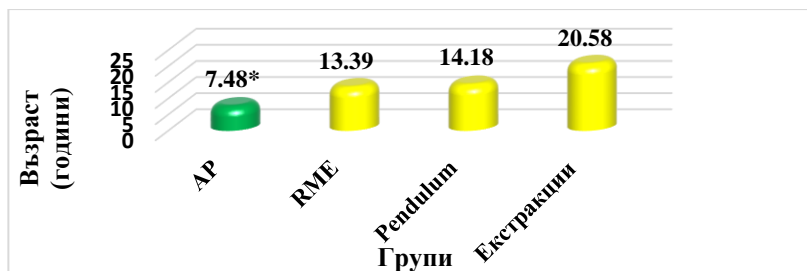
- Група 1 – апарат за протрудиране AP (n=33 или 25,0%);
- Група 2 – апарат RME (n=33 или 25,0%);
- Група 3 – апарат Pendulum (n=33 или 25,0%);
- Група 4 – екстракции (n=33 или 25,0%).



Фиг. 1. А/ Б/ Честотно разпределение на изследваните групи по вид на съзъбието

Показател	AP (n=33)	RME (n=33)	Pendulum (n=33)	Екстракции (n=33)
Средна възраст $\pm$ SD (години)	7.48 <sup>a</sup> $\pm$ 1,00	13.39 <sup>b</sup> $\pm$ 3.97	14.18 <sup>b</sup> $\pm$ 3.78	20.58 <sup>c</sup> $\pm$ 7.27
Пол – брой (%)				
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> )
Съзъбие – брой (%)				
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> )

Таб.1 Статистически характеристики (пол, възраст, съзъбие) на участниците в проучването от четирите изследвани групи.



Фиг. 2. Сравнителен анализ на изследваните групи по средна възраст ( $p < 0.05$ ).

## МЕТОДИКА

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.

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.

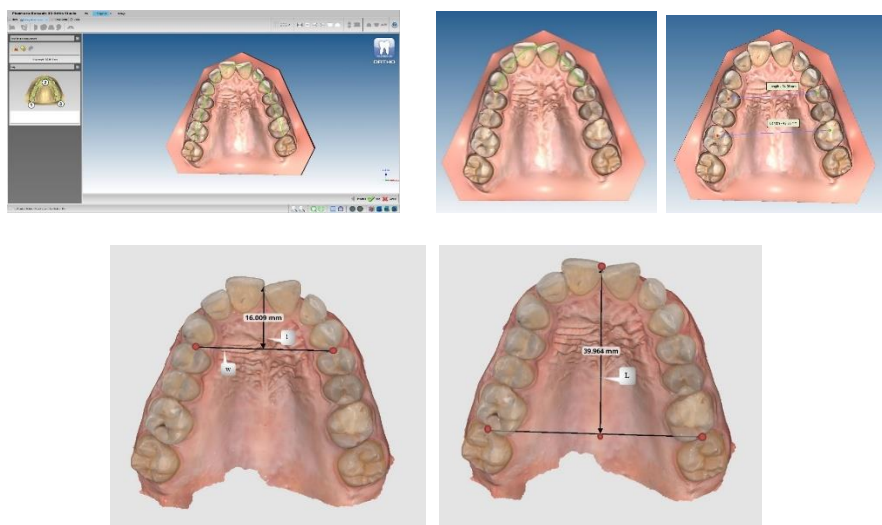
За измерванията е използван ортодонтският панел Planmeca Romexis 3D Ortho studio и Medit Design app 2.1.4, Measurement Mode. И двата софтуера имат технически възможности за измерване показателите включени в изследването. Това позволява да се планира съпоставяне между възможностите на различни софтуери 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.

### Собствена методика за дигитални измервания:

- **РА** -периметъра на горна зъбна дъга (на дванадесетте зъба), измерен с Ortho панел (Фиг. 3). За измерването на ПЗД, екипът разработва 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. 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). 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). 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. 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. 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.

- **l** – 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. 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. В смесено съзъбие се използват точки в средата на медиалната апроксимална повърхност на първи временен молар.
- **Ер** – сбор на медиодисталните размери на премоларите 14, 24, (измерва се при екстракционните случаи).



Фиг.3. Дигитални изследвания посредством ортодонтски софтуер.

## Клинично приложение на апаратите прилагани при отделните групи пациенти

### 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 няколко милиметра, като целта е да се фиксира апарата, да се дезартикулира оклузията, като по този начин се позволи на 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, назъбните капи са свързани с протрудираща пружина, от тел 0.7 мм. За да се увеличи ефективността ѝ, пружината се срязва по средата. За по-голям комфорт на пациента, пружината се поставя в шлаух, който предпазва езика от одраскване.( Фиг. 4, Фиг. 5)



Фиг.4. Апарат за протрудиране, използван в изследването.



Фиг.5. 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 2-3 месеца. 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.

### **Клинично приложение на апарат за бърза максиларна експанзия**

**RME** Апаратът за бърза максиларна експанзия – RME, използван в изследването е фиксиран, механично действащ апарат (Фиг. 6). Изработва се индивидуално за всеки пациент, като се използват дигитален модел на ГЧ на пациента, направен посредством интраорално сканиране. Дигитално се моделира дизайна на апарата. За опора се използват страничните зъби в ГЧ, които са обхванати от апарата, на първите молари се планира апарата да е с канюли. Винта се разполага симетрично на зъбите в лявата и дясната половина, по-близко разположен до моларите. 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 “Trumpf 1000” (Trump Group). За дизайна на апарата е използван софтуер Exocad DentalCAD 3.0 Galway.



Фиг.6. Апарат за бърза максиларна експанзия – RME, използван в изследването.

## 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( Фиг. 7).



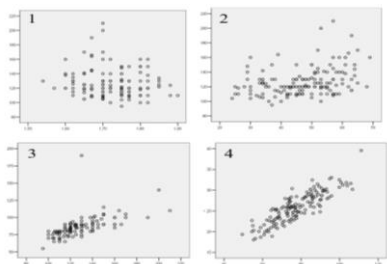
Фиг.7. Интраорални снимки на пациент лекуван с апарат Pendulum: горен ред- снимка дясна оклузия, ГЧ и лява оклузия преди лечението; долен ред – снимка на дясна оклузия, с ГЧ с апарата и лява оклузия в деня на сваляне на апарата и приключване на I фаза.

## 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 ( Фиг. 8).
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 категоријни променливи.
5. Непараметрични тестове на Shapiro-Wilk – за проверка на разпределението за нормалност.
6. Т-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.



Фиг. 8. Графична скала за оценка на резултати от корелационен анализ: 1/Липса на корелация; 2/ Умерена корелация; 3/ Изразена корелация; 4/ Силна корелация.

## РЕЗУЛТАТИ

### Резултати по задача 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.

От направените изследвания върху дигитални модели се установи (Таб.2 и Таб.3):

- 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 при PA2 е 104.73 мм. ПЗД е средно увеличен с 11.3 мм.

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

Таб. 2. Средни стойности в милиметри на ПЗД, при различен тип лечение. Знакът (-) означава, че няма съответната фаза или не е изследвана.

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		

Таб.3. Сравнителен анализ на увеличението на периметъра на ЗД

**1.1. Да се установи размера на увеличаване периметър на дъга 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, I2-I1, L2-L1, MM2-MM1. Средноаритметичните стойности на получените промени са отчетени в милиметри и са показани (Таб. 4):

Група	PA2-PA1	aP2-aP1	I2-I1	L2-L1	MM2-MM1
АР	+ 4.64	+ 3.27	+ 2.52	+ 2.74	+ 0.2

Таб.4. Средни стойности на промяна в показателите за периода от инициалното състояние до приключване на първа лечебна фаза, отчетено в милиметри.

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.

Проведена е статистическа обработка на данните от измерените стойности на (Таб. 5) дължината и ширината на зъбната дъга (L1, L2, I1, I2, MM1 и MM2), преди и след провеждане на ортодонтско лечение, за да се установи зависимост между тези параметри.

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***

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

Таб. 5. Корелационен анализ между индивидуалните показатели L1, L2, I1, I2, MM1 и MM2 в групата с апарат АР.

От таблица 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 рефлексират върху цялата ЗД).

Проведеният корелационен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, I2-I1, PA2-PA1 (Таб. 6) 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
	MM2-MM1	-0.219	0.032	-0.345*
Апарат	L2-L1		0.753***	0.274
AP	I2-I1			0.135
	PA2-PA1			

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

Таб. 6. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, I2-I1, PA2-PA1 в групата лекувана с апарат AP.

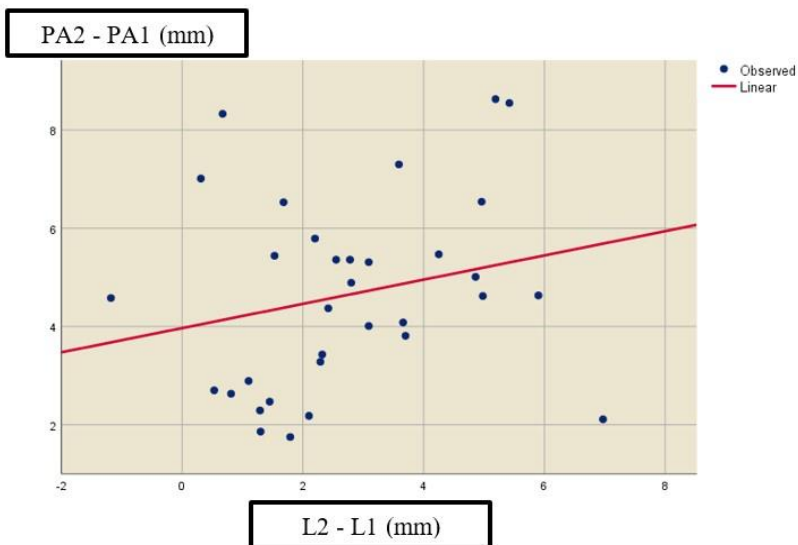
От таблица се вижда, че изведените корелации са в следните посоки:

- L2-L1 и I2-I1 корелират правопрпорционално и изразено по сила - \*\*\* (таб. 6); 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 (таб. 6); 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 9:



Фиг.9. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PA2-PA1 и L2-L1.

## 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.

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

Таб.7. Средноаритметичните стойности на PA2-PA1, aP2-aP1, I2-I1, L2-L1, MM2-MM1.

От резултатите в таблица 7 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.

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***

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

Табл.8. Корелационен анализ между показателите L1, L2, I1, I2, MM1, MM2, PP1, и PP2 в групата с апарат RME.

Силни корелационни връзки са установени при дължината на ЗД в началото L1 и дължината на фронталния участък - I1 в началото (Табл. 8). 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***

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

Табл.9. 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 (табл. 9):

- 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 I2-I1 – правопрпорционално и силно;
- I2-I1 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 RME	MM2-MM	0.719***	0.726***	0.932***
	PP2-PP			0.960***

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

Табл.10. Коефициенти В, получени при линейният регресионен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат RME.

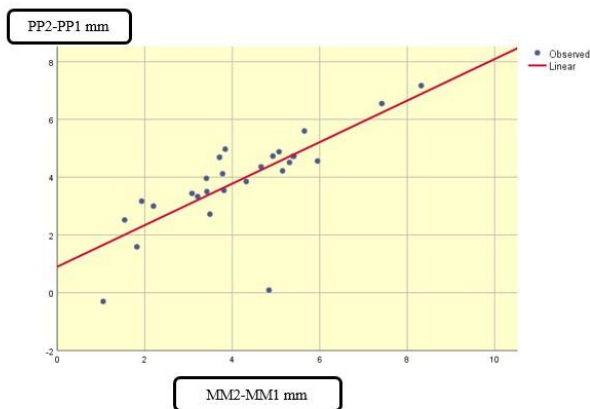
Всички установени до тук зависимости, а също и резултатите от корелационния анализ между показателите PP2-PP1 и MM2-MM1 в групата с апарат RME показват, че корелацията между тях е правопрпорционална и изразена по сила, което може да се види от табл. 10. Силна корелационна връзка има между промяната в 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 средностатистически 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 10.



Фиг.10. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PP2-PP1 и MM2-MM1 в групата с апарат RME.

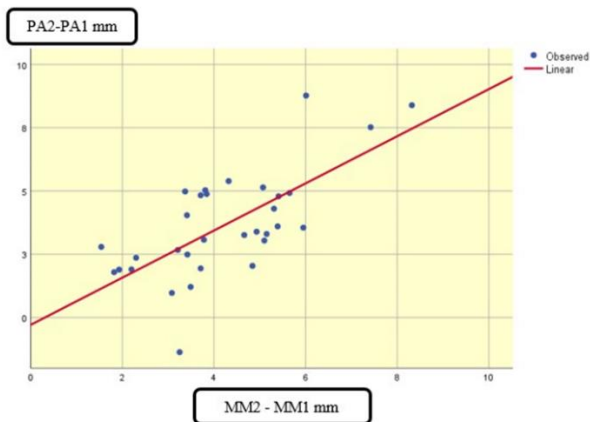
Изведеното уравнение и визуализацията на фигура 34 показва, че зъбната дъга се разширява хармонично в дисталните сегментни (при молари) и средните сегменти (при премолари) в съотношение 1: 0.7.

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 (ММ2-ММ1) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива РА2-РА1 се увеличава средностатистически с около 1 нейни мерни единици, т.е. 0.9 мм.

Онагледяването на тази зависимост е показана на фиг. 11:



Фиг.11. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между РА2-РА1 и ММ2-ММ1.

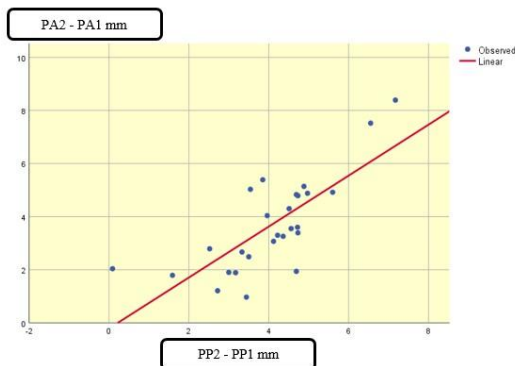
На фигура 35 на база на разпределението на пациентите в координатната система е изведена линейна зависимост.

За да се проследи динамиката на промяната на РА2-РА1 и РР2-РР1 е изведено регресионното уравнение със статистически достоверност ( $p < 0.001$ ).

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

Коефициентът 0.932 пред независимата променлива (ММ2-ММ1) означава, че при нейното увеличение с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива РА2-РА1 се увеличава средностатистически с около 1 нейни мерни единици, т.е. 1 мм.

Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между РА2-РА1 и РР2-РР1 фиг. 36:



Фиг. 12. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PA2-PA1 и PP2-PP1 на пациентите от групата лекувана с апарат RME.

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

### 1.3. Да се установи размера на повишаване периметър на дъга от дистализиране с апарат 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 11:

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

Табл.11. 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 продивижване по билото на алвеоларните гребени се следи внимателно от клинициста и при нужда може да се регулира и от U – образната компенсаторна извивка.

Резултатите от корелационния анализ между показателите L1, L2, L3, I1, I2, I3, MM1, MM2, MM3, PP1, PP2 и PP3 в групата с апарат Pendulum показват, че (табл. 12):

Показател	L2	L3	I1	I2	I3	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 **
I1				0.829 ***	0.263	0.178	0.024	-0.004	0.335	0.400 .	0.191
I2					0.384*	0.288	0.033	0.052	0.249	0.491 **	0.266
I3						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 **

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

Табл. 12. Корелационен анализ между показателите L1, L2, L3, I1, I2, I3, MM1, MM2, MM3, PP1, PP2 и PP3 в групата с апарат Pendulum.

В таблица 12 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.

Проведеният корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum установи, че (табл. 13):

Група	Показатели	PP2-PP1	L2-L1	I2-I1	aP2-aP1	PA2-PA1
	MM2-MM1	0.190	0.098	-	-0.176	-0.066
Апарат Pendulum	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

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

Табл.13. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

В таблица 13 силна е корелационната зависимост между промяната в дължината на ЗД L2-L1 и промяната в ПЗД, съответно PA2-PA1. 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 от части на протрудиране на резците. Тъй като загуба на опора в изследваната група е с пренебрежимо малка стойност (което се отразява от медиализиране на зъби в опорния сегмент и съответно промяна на предната дължина на ЗД I2-I1), то силна е и връзката между промяната на предната дължина на ЗД и ПЗД във фронталния сегмент aP2-aP1.

Група	Показатели	aP2-aP1	PA2-PA1
Апарат Pendulum	L2-L1		0.893***
	I2-I1	1.082***	

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

Табл.14. Коефициенти В, получени при линейния регресионен анализ между показателите L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

Резултатите от корелационния анализ между показателите L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum показват, че корелацията между L2-L1 и PA2-PA1, а също и между I2-I1 и aP2-aP1 е правопрпорционална и изразена по сила (табл. 14). Тази силна корелационна връзка дава основание за провеждане на регресионен анализ между променливите.

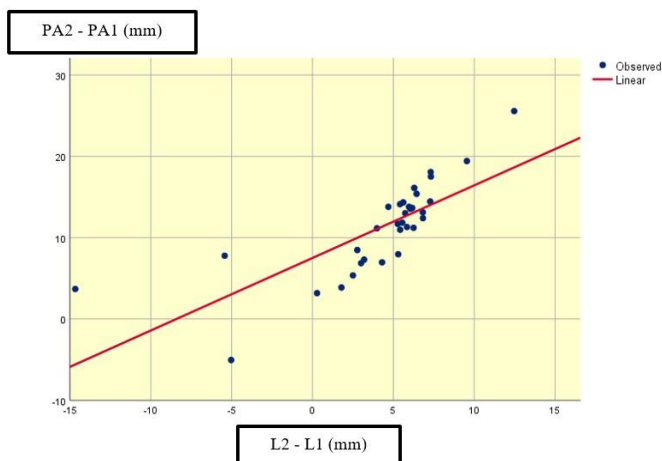
Допълнително проведенният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между PA2-PA1 и L2-L1 съществува сигнификантна

( $p < 0.001$ ) 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 средностатистически с около 0.9 мм.

Онагледяването на тази зависимост е показана на фиг. 13:



Фиг.13. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между PP2-PP1 и L2-L1.

Вид разлика	Периметър на ЗД (mm)		РА	
	n	$\bar{X}$	2	3
1. PA2- PA1	33	11.30 <sup>a</sup>	5.64	<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	

Табл.15. Сравнителен анализ на промените на периметъра на ЗД при използването на Pendulum.

В таблица 15 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.

## **2.Резултати по задача 2:**

### **2.1.Да се установят промените в периметъра на ЗД при 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 16.

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

Табл.16. Средни стойности в милиметри на ПЗД, при различен тип лечение.

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 17:

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

Табл.17. 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 медио-дистални размери на зъбите MD6-6.

Група	Показатели	PP3-PP1	L3-L1	PA1-PA3	aP3-aP1
Екстракции	MM3-MM1	0.337	-0.326	0.015	0.075
	PP3-PP1		-0.133	0.407*	0.350*
	L3-L1			0.575***	0.694***
	PA1-PA3				0.862***

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

Табл.18. Корелационен анализ между показателите MM3-MM1, PP3-PP1, L3-L1, PA1-PA3 и aP3-aP1 в групата екстракции.

Според резултатите от корелационния анализ между показателите MM3-MM1, PP3-PP1, L3-L1, PA1-PA3 и aP3 - aP1 в групата с екстракции (табл. 18):

- 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 (табл. 19), поради което може да се очаква линейна регресионна зависимост само с L3-L1 – табл. 19.

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

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

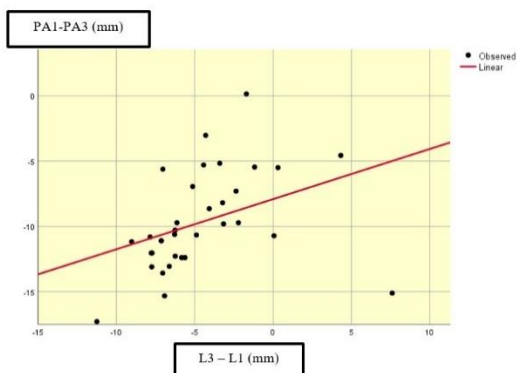
Табл.19. Линеен регресионен анализ между показателите ММ3-ММ1, L3-L1 и РА1-РА3 в групата екстракции.

Допълнително проведенният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между РА1-РА3 и ММ1-ММ3 не съществува статистически значима ( $p=0.935$ , фиг. 14) линейна зависимост.

Проведеният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между РА1-РА3 и L3-L1 съществува статистически значима ( $p=0.031$ ,) линейна зависимост, която може да се представи със следното уравнение:

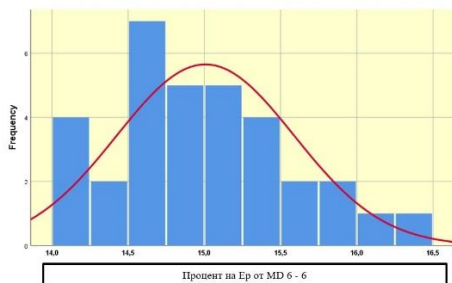
$$\text{РА1-РА3} = 0.384 \times (\text{L3-L1}) - 7.913$$

Коефициентът 0.384 пред независимата променлива (L3-L1) означава, че при нейното намаляване с една нейна мерна единица (в случая 1 мм) зависимата променлива РА1-РА3 се намалява средностатистически с около 0.4 мм.



Фиг.14. 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.



Фиг.15 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 (табл. 23). Тестът на Shapiro-Wilk ( $p=0.598$ ) показва, че процентът има нормално разпределение (фиг. 15).

n	$\bar{X}$	SD	Min	Max	V (%)
33	15.01	0.58	14.07	16.31	3.86

Табл.20. Вариационен анализ на групата с екстракции по процента на сбора Ер от сбора от ширините на екстрахираните премолари MD6-6.

## 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 PA3 няма стойности в групата лекувана с апарат за протрудиране и бърза максиларна експанзия, а PA2 – в групата, лекувана с екстракции, не са правени корелационни зависимости за тези показатели в съответните групи.

Група	Показатели	MD6 - 6
Апарат AP	PA1	0.630***
	PA2	0.741***
	PA3	-
Апарат RME	PA1	0.361*
	PA2	0.311
	PA3	-
Апарат Pendulum	PA1	0.611***
	PA2	0.409*
	PA3	0.801***
Екстракции	PA1	0.544**
	PA2	-
	PA3	0.871***

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

Табл.21. Корелационен анализ между показателите MD6-6, PA1, PA2 и PA3 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 (Табл.21).

- В групата с апарат AP MD6-6 (сбора на медиодисталните размери на наличните зъби в ГЧ) 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;
- PA3 няма стойности в групи 1 и 2, а PA2 – 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 случайте, когато се налага лечение с RME, дефицитът в трансверзалния размер на челюстта се изявява 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 лечение, а средна по сила връзка между параметъра MD6 – 6 и ПЗД в началото на лечението. В края на лечение проблемът с липса на място във фронталния сегмент е решен, зъбите са подредени и ЗД е с нормализирани и хармонизирани параметри.

В Таблица 22 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	-

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

Табл.22. 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 22 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 23 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***

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

Табл.23. 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 23:

- 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	-

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

Табл.24. Корелационен анализ между показателите РА2, L2 и MM2 във фаза 2.

Установените зависимости във фаза 2 (Табл. 24) 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 (Табл.25).

Група	Показатели	РАЗ
Апарат AP	L3	-
	ММЗ	-
Апарат RME	L3	-
	ММЗ	-
Апарат Pendulum	L3	0.936***
	ММЗ	0.408*
Екстракции	L3	0.791***
	ММЗ	0.555**

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

Табл.25. Корелационен анализ между показателите РАЗ, L3 и ММЗ във фаза 3.

Корелационния анализ във фаза 3 дава следните резултати (Табл.25):

- 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 лечение с екстракции, обратно - моларите се медиализират в различен обем и се преместват в по-тесни участъци на ЗД. 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.

### 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.

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 - aP. Промените от всяка лечебна фаза на изследваните показатели: l, w и aP са представени в (табл.26).

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

Табл.26. Средни стойности на параметрите изследващи фронталния участък на ЗД, измерени в милиметри.

Намерените зависимости между стойностите на параметрите, отчитащи промяната в хода на ортодонтското лечение (промяна на показателите и техните зависимости между две лечебни фази) са презентирани в табл.27. Резултатите са получени от регресионен анализ и са описани само тези отразяващи динамиката и установяващи взаимовръзка (правопропорционална или обратнопропорционална).

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**

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

Табл.27. 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, I2-I1 и PA2-AP1.
- Силна корелационна връзка има между L2-L1 и I2-I1.

Група	Показатели	aP2-aP1
Апарат AP	MM2-MM1	
	L2-L1	0.330*
	I2-I1	0.366*

Табл.28. Коefициенти B, получени при линейният регресионен анализ между показателите MM2-MM1, L2-L1, I2-I1, и aP2-aP1 в групата с апарат AP.

Допълнителната детайлна обработка на данните (табл.28) 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 16 и 17).

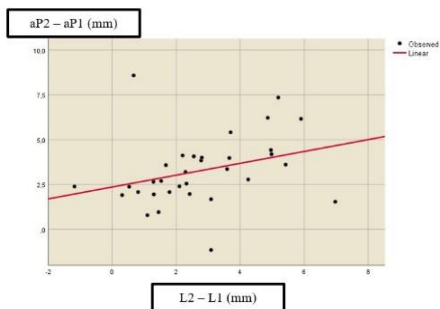
Такова линейно регресионно уравнение с гранична статистическа значимост ( $p < 0.1$ ) е изведено за показателите L2-L1 и I2-I1 (съответно  $p = 0.076$  и  $p = 0.053$ ). Изведените линейни уравнения дават възможност за предвидимост на лечебния резултат, при използване на апарат за протрудиране.

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

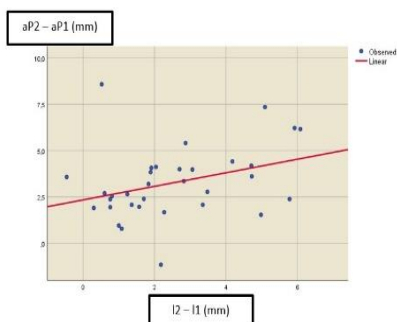
$$aP2-aP1 = 0.366 \times (I2-I1) + 2.344$$

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

Онагледяването на тези зависимости е показана на фиг. 16, 17:



Таб.16. Линейна зависимост между аP2-аP1 и L2-L1, при пациенти лекувани с апарат за протрудиране.



Таб.17. Линейна зависимост между аP2-аP1 и I2-I1, при пациенти лекувани с апарат за протрудиране.

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(Табл.29):

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*

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

Таб.29. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, аP2-аP1 и PA2-PA1 в групата с апарат RME.

Между промяната в дължината на ЗД във фронталния сегмент (I2-I1) и промяната на ПЗД във фронталния сегмент (аP2-аP1) 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 30 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***

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

Табл.30. Коефициенти B, получени при линейният регресионен анализ между показателите MM2-MM, PP2-PP, aP2-aP1 в групата с апарат RME.

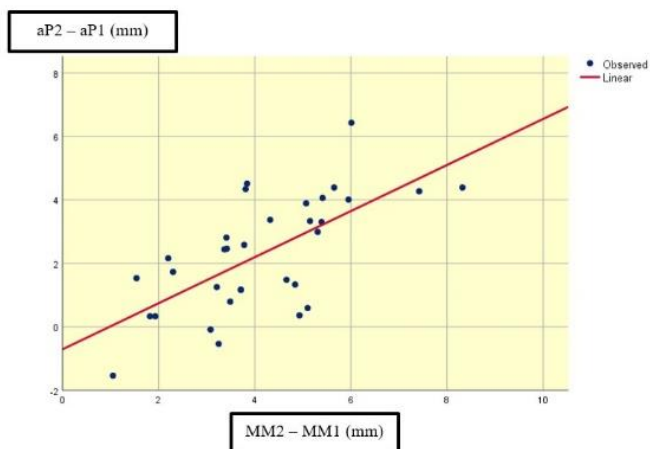
При тази група пациенти се установи до сега силна връзка между ПЗД спрямо промяната в ширина на моларния сегмент. Данните от таблица 30 доказват, че съществува същата силна връзка и между промяната на aP в следствие от промяната в MM.

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 (фиг. 18).

Онагледяването на тази зависимост е показана на фиг. 18:



Фиг.18. 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** (табл. 31 и 32), 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 19.

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

Табл. 31. Корелационен анализ между показателите MM2-MM1, PP2-PP1, L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

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 32.

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

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

Табл.32. Коефициенти В, получени при линейния регресионен анализ между показателите L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

Таблица 32. Коефициенти В, получени при линейния регресионен анализ между показателите L2-L1, I2-I1, aP2-aP1 и PA2-PA1 в групата с апарат Pendulum.

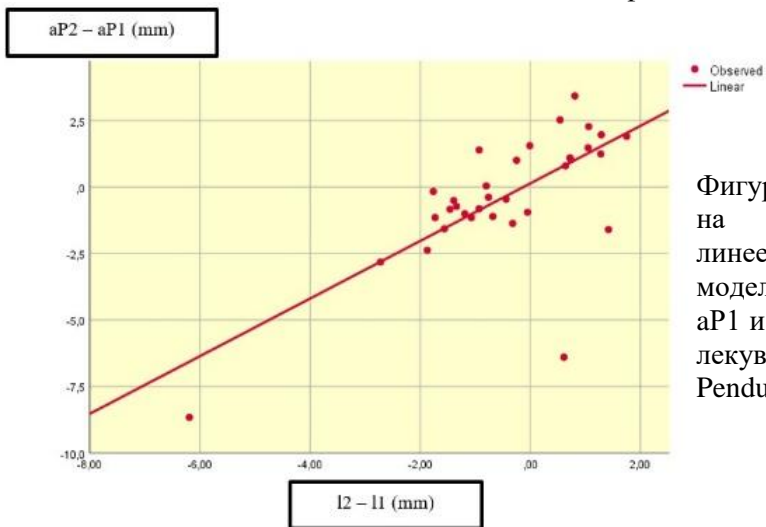
Проведеният регресионен анализ (Curve estimation) установи, че между aP2-aP1 и I2-I1 съществува сигнификантна (p<0.001) линейна зависимост, която може да се представи със следното уравнение :

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

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 фиг. 19:



Фигура 19. Диаграма на разсейване и линеен регресионен модел между  $aP2 - aP1$  и  $I2 - I1$ , в групата лекувана с апарат Pendulum.

В групата лекувана с екстракции(Табл.33):

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***

Табл.33. Корелационен анализ между показателите MM3-MM1, PP3-PP1, L3-L1, PA1-PA3 и aP3-aP1 в групата екстракции.

#### 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 анализирахме и сравнихме 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 34. Статистически значимо по-висока средна стойност се установява при измерените стойности в милиметри със скенер Emerald – 44.87 мм спрямо Medit i 700 – 44.77мм. Реално отчетената разлика е 0.10 мм, което е статистически установима стойност, но за практиката е незначителна.

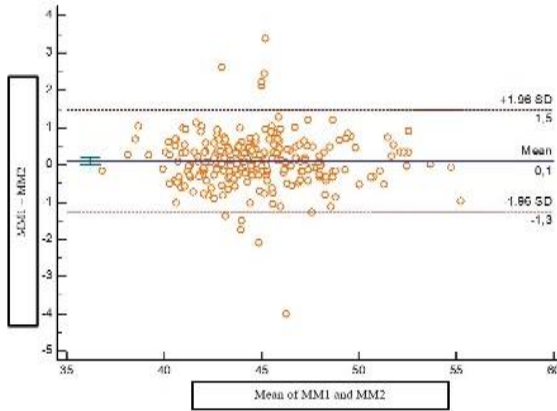
n	Emerald (MM)		Medit i700(MM2)		P
	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD	
259	44.87	3.10	44.77	3.12	0.004

Табл.34. 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 е таблица 45.

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

Табл.35. Вариационен анализ на разликата на резултатите получени със скенер Emerald и Medit i700. Данните в таблицата са в милиметри.



Фиг.20. Графика на Bland-Altman за съгласуваност при измерване между MM1 и

На Фигура 20 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 35.

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 20. На Фигура 20 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

## ОБСЪЖДАНЕ

В ортодонтската литература се установява консенсус по въпроса, че промяната ПЗД е фактор, определящ благоприятния ход на лечението при случаите на струпване в ЗД. Струпването е израз на несъответствието в размера на зъбите и дължината на ПЗД (TSALD = Tooth size and Arch length (perimeter) discrepancy). 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 контекста на клиничната практика и по време на епидемиологичните проучвания, ефективното измерване на ПЗД е от изключителна важност.

### 1.1 Обсъждане на промяната ПЗД при лечение с АР

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 фронталните зъби 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.

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. Ширината на ЗД не е променена. 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. Цялата дължина на ЗД се увеличава средно с 2.74 мм.

Проведеният корелационен анализ между показателите ММ2-ММ1, L2-L1, I2-I1, PA2-PA1 в групата лекувана с апарат АР 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, посредством апарат за протрудиране.

## **1.2. Обсъждане на промяната ПЗД при лечение с апарат RME**

При лечение провеждано с RME апарат, се установи увеличение на периметъра на ЗД е средно с 3.99 мм, а ширината и дължината в мм средно с 4.14 мм.

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 настоящето изследване. Установената дължина на ЗД намалява средно с 0.52 мм и 0.54 мм за фронталния сегмент, което е по-малко от стойностите на Souza<sup>88</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.

Постигнатото място в ПЗД, след лечение с апарата RME, е изключително важно в граничните случаи, когато клиничното решение е между екстракционно и безекстракционно лечение.

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 самоцелен 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.

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.

### **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 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 екстрахирани

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 отчетен като 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 загуба на опора.

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.

## **2. 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 медиодисталните 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.

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.

При в края на леченията проведени с Pendulum, е отчетена загуба на спечеленото в първа фаза мосто 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.

## **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 (Фиг 21,22).

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:

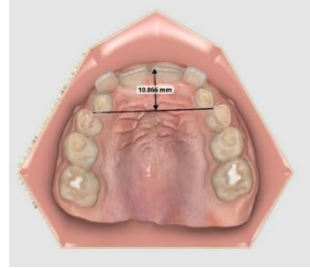


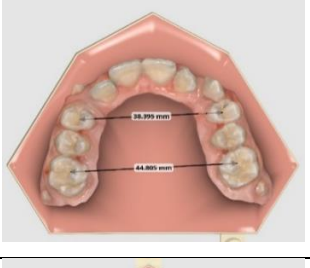
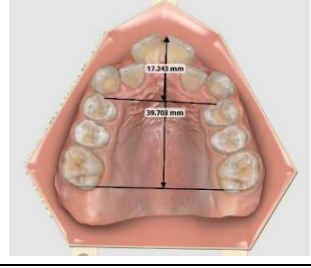
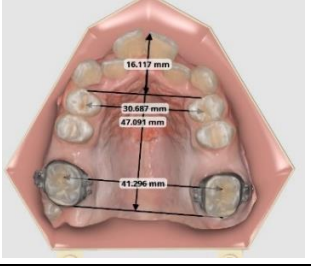
- В група 1 (пациенти лекувани с апарат AP), нуждаещи от лечение с протрудиране на горни резци ПЗД корелира правопрпорционално и изразено по сила с L1 и MM1, което означава, че има силна правопрпорционална зависимост между изследваните параметри, дъгата е достатъчно широка, но къса;
- В група 2 пациенти 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 MM1. 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 MM1. 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 PA2, L2 и MM2 в разглежданите групи (Фиг 21,22). 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 MM2. 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 PA3, L3 и MM3 в изследваните групи показва, че:

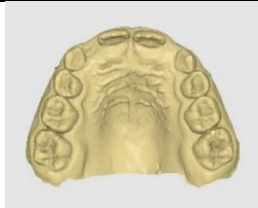
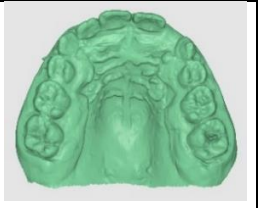
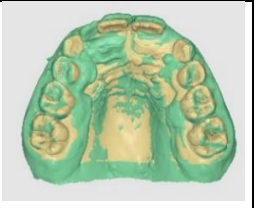
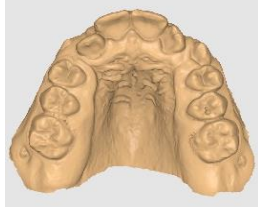
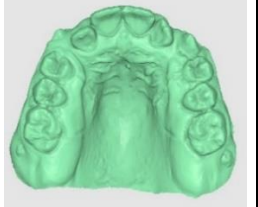
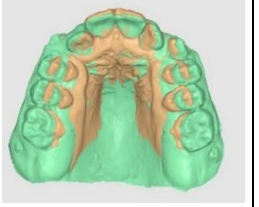

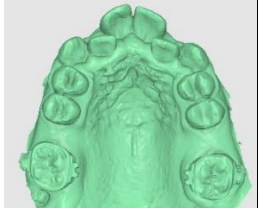

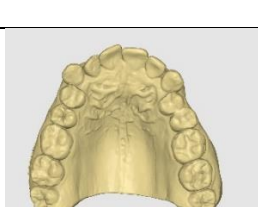

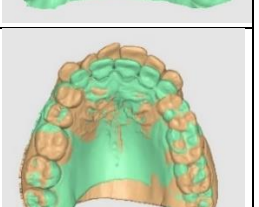
- В групата с апарат Pendulum, PA3 корелира много силно с L3, но обратнопропорционално (L се скъсява), а умерено по сила и еднопосочно с MM3 (защото моларите отново се медиализират);
- В групата лекувана с екстракции, PA3 корелира правопрпорционално и силно с L3 и ПЗД и L3 се скъсяват, а изразено по сила и еднопосочно с MM3.

	Преди лечение	След приключване на I фаза
AP		
RME		
Pendulum		

Фигура 21. Измерване на дигитални модели в групите пациенти междинен етап.

На Фигура 21 са показани дигитални модели преди лечение и след края на I лечебна фаза, за да се проследи и онаглежи промяната във формата и в параметрите на ЗД.

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	Комбиниран изглед
AP			
RME			
Pendulum			
Екстракции			

Фигура 22. Дигитални модели преди в след лечение/ след проведена фаза на лечение и комбиниран образ, за да се проследят и оналедят промените в ЗД, настъпващи във всяка от изследваните групи.

Всички деформации дават отражение върху параметрите и формата на ЗД Фигура 22, като клинично характерните форми ни ориентират за вида на деформацията. Всяко лечение коригира параметри и характеристики, като пре моделира формата на ЗД. Някои характеристики на ЗД са устойчиви и слабо повлияващи се (непроменливи) – такъв параметър е интерканиновото разстояние.

### 3. Обсъждане на резултати по задача 3

**Да се 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 пре молара.**

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 аР1 се променя от 44.78 мм достига аР2 44.4 мм след сваляне на апарата. В края на лечението е отчетен аР3 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 аР1 преди провеждане на лечението е 44.04 мм, след сваляне на апарат RME аР2 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 (Табл. 36).

	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

Табл.36. Средни стойности на параметрите изследващи фронталния участък на ЗД, измерени в милиметри.

#### 4. Обсъждане на резултати по задача 4

Направените 259 измервания с двата скенера дават статистически значима разлика. При измерванията направени с пнела 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, Measurment 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.

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.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЯ**

1. Съществува правопрпорционална зависимост между параметрите на ЗД – периметър на ЗД, форма на ЗД, дължина и ширина.
2. 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.
3. Увеличението на ширината на ЗД, води до компенсаторно намаляване на дължината на ЗД.
4. Увеличението на дължината на ЗД, води до компенсаторно намаляване на ширината на ЗД.

Изследваните ортодонтски апарати в настоящето изследване: апарат за протрудиране, апарат за бърза максиларна експанзия и апарат Pendulum, както и екстракционния подход са доказано ефективни в ортодонтските лечения, свързани с промени в ЗД. При лечения със струпване във фронталния сегмент, разгледани при пациенти от групи 2,3 и 4 за предвиждане на полученото място в ЗД са изведени линейни уравнения на база на отчетените резултати. В граничните случаи е важно мястото, което могат да се постигнат с определен апарат да бъде предвидимо преди началото на лечението.

### **1 Заключение по задача 1**

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

При лечение с апарат за протрудиране, като първи етап на ортодонтското лечение, увеличението на ПЗД е за сметка основно на коригиране наклон и позиция на зъбите във фронталния сегмент, увеличава се основно предната дължина на ЗД. Средно увеличението на ПЗД в изследваната група е 4.46 мм.

Изведените са линейни зависимости показват силната правопрпорционална връзка между периметъра и дължината на ЗД:

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

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

1. 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 в изследваната група е 3.99 мм.

Изведени са следните зависимости и силата между тях:

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

$$PA2-PA1 = 0.932 \times (MM2-MM1) - 0.289$$

2. При лечение с Pendulum, като първи етап на ортодонтското лечение, увеличението в ПЗД е средно 11.3 мм или по средно 5.65 мм на страна, което е съпоставимо с медиодисталния размер на премолар.

На база на получените резултати е изведено следното линейно уравнение, показващо връзката между периметъра и дължината на дъгата:

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

## 2. Заключение по задача 2

**Да се установи промяната на ПЗД при лечение с екстракции на два премолара.**

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 са използвани 9.66 мм. Следователно има загуба от 4.25 мм, които са налични при екстракцията, но не се използват в хода на ортодонтското лечение.

### 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.

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:

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

$$aP2-aP1= 0.366 \times (I2-I1) + 2.344$$

1. 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.

2. 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 (намалването) на предната дължина, което е резултат от медиализиране на премоларите (опорната зона).

3. 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 протрудиране.

#### **4. Заключение по задача 4**

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

Отчетена е разлика при измерванията с различен софтуер с 0.1 мм. Тази стойност е без значение за клиничната практика. Американската Ортодонтическа Асоциация приема разлика по-малка от 0.5 мм за незначителна при вземането на клинично решение. Разликата от 0.1мм има само статистическо значение.

## **Изводи от направеното проучване:**

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, провеждани при 132 пациента.
2. Изследователският екип предложи 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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. Прогнозиране размера на промяна в анализирани показатели дава възможност на клиницистите за разработване на алтернативни лечебни стратегии и комбиниране ефекти от различни апарати.
6. 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.

**Задача 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 на ортодонтското лечение.**

**1.1. Да се установи степента на промяна на периметър на дъга от протрудиране**

Установи се промяна на периметъра на ЗД от протрудиране  
- увеличение с **4.64 мм.**

**1.2. Да се установи степента на промяна на периметъра на дъга от разширение**

Установи се промяна на периметъра на ЗД от разширение  
- увеличение с **3.99 мм.**

**1.3. Да се установи степента на промяна на периметър на дъга при дистализиране.**

Установи се промяна на периметъра на ЗД от дистализиране  
– увеличаване с **11.3 мм.**

**Задача 2. Да се установят промените в периметъра на ЗД в случаите лекувани с екстракция на два премолара.**

Установи се промяна на периметъра на ЗД в случаите лекувани с екстракция на два премолара - намаление с **9.66 мм.**

**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.

- 3.1. Установи се промяна на ПЗД във фронталния сегмент, в случаите лекувани с апарат за протрудиране – **увеличение с 3.26 мм.**
- 3.2. Установи се промяна на ПЗД във фронталния сегмент, в случаите лекувани с бърза максиларна експанзия – **увеличение с 2.29 мм.**
- 3.3. Установи се промяна на ПЗД във фронталния сегмент, в случаите лекувани с апарат Pendulum – **намаляване с 0.38 мм.**
- 3.4. Установи се промяна на ПЗД във фронталния сегмент, в случаите лекувани с екстракция на два премолара – **увеличение с 4.02 мм.**

**Задача 4.** Има ли клинично значима разлика при измерване на различни биометрични данни върху дигитални модели с различен софтуер.

Отчетена е разлика със стойност 0.1 мм, която е без значение за клиничната практика.

## НАУЧНИ ПРИНОСИ

### Приноси във връзка с дисертационния труд:

#### Приноси с оригинален характер:

1. За пръв път у нас се провежда проспективно клинико-епидемиологично проучване на пациенти с цел проследяване на промените настъпили с ПЗД след лечебни процедури с апарати въздействащи на горната зъбна дъга в различна равнина.
2. Разработена и описана е собствена методика за измерване на ПЗД върху дигитални модели.
3. Анализирани и сравнени са резултатите от средните стойности за промени в ПЗД, при лечение с различни ортодонтички апарати, с резултатите публикувани от различни автори, които са анализирали периметъра по конвенционален и дигитален метод.
4. Изведени са резултати от промяната на периметъра на фронталния сегмент (от канин до канин) и неговото съотнасяне спрямо промяната периметъра на цялата горна зъбна дъга.

#### Приноси с научно-приложен характер:

1. Изведена и анализирана е средната промяна в ПЗД, в разглежданите групи пациенти.
2. Изведени са прогностични уравнения, за промяната на ПЗД, при използване на различни ортодонтички апарати и техники. Те дават възможност за прогноза при планиране на ортодонтичките лечения.
3. Модифициран и облекчен е методът за измерване на ПЗД върху дигитални модели посредством софтуер, което го прави по-приложим в ежедневноната практика.
4. Установена е разликата при в резултатите, получени при сканиране с два различни интраорални скенера. Няма установена клинично значима разлика, което дава основание за използване в ортодонтичката практика на достъпен интраорален скенер и прилежащият му софтуер по избор на лечителя.

## **Списък на научните публикации и съобщения във връзка с дисертационния труд:**

### **Статии**

1. **Гургурова Г, Йорданова Г.** Историческо развитие и предизвикателства при измерване периметъра на зъбната дъга. Ортод. преглед, 2022; 24; 2: 46-51.
2. **Гургурова Г, М. Грънчаров, Г. Йорданова.** Комбиниран фиксиран ортодонтски апарат с трансверзално и сагитално действие – клиничен случай. Проблеми на денталната медицина 2022; 48(1): 25-32.
3. **Gurgurova G, M. Grancharov, G. Yordanova-Kostova.** Advantages of intraoral scanning in Orthodontics. Онлайн списание на български зъболекарски съюз. 2022; 1: 41-64.

### **Участия в научни форуми**

1. Орална презентация на тема "Предимство на дигиталното сканиране в ортодонтията" Г. Гургурова, М. Грънчаров, Г. Йорданова-Костова, презентирани на 20ти Научен конгрес на БЗС.
2. Yordanova G, G. Gurgurova. Постер на тема: „ Digital analysis of changes in tooth arch perimeter in non-extraction and extraction therapy.“ Folia medica 2020; suppl. 1; 62.
3. Орална презентация на тема „Действие на фиксиран апарат за разширение и протрудиране“, презентирани на 5ти научен конгрес „Наука и Практика – ръка за ръка“, 2022, Пловдив;
4. Постер на тема “Changes in dental arch perimeter in cases with impacted second deciduous molars”, представен в Осло, EOS Congress 11-15. 06.2023, автори: GurgurovaG, Georgieva M, Yordanova-Kostova G

### **Участия в проекти**

„Сравняване качеството на гипсовите и дигиталните модели, при изследване проблеми в зъбната дъга”, Проект, финансиран по проект “Грант - 2022”, Договор № Д-145/2022 г., проект с вх. № 7394/19.11.2021 г.

## Автобиография на д-р Гергана 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, с 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 20 статии в български и чуждестранни списания с IF.

Член е на БЗС, БОО, БОАО, както и на Европейското Ортодонтско общество.